2021

Dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique du centre de stockage Cigéo

Pièce 6bis

Etude d'impact du projet global Cigéo

Résumé non technique

Haute Marne le Département

Rte

SNCF RÉSEAU

SIAEP d'Échenay

SIVU du Haut Ornain

EDF

orano

cea

ANDRA
Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs

Mise à jour du dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique du centre de stockage Cigéo

Suite aux recommandations émises dans le cadre du processus d'évaluation environnementale et notamment suite à l'avis de l'Autorité environnementale (Ae), des mises à jour ont été apportées par l'Andra dans certaines pièces du dossier (déposé pour instruction le 3 août 2020[1]) avant son passage en enquête publique.

Pour assurer la clarté de l'information du public, l'Andra assure la traçabilité de ces mises à jour.

Toutes les adaptations (modifications ou ajouts) se matérialisent par un surlignage gris dans le corps du texte, les corrections mineures de forme et de mise en cohérence ne sont pas matérialisées.

[1] Pour information, le dossier soumis à instruction a été rendu public sur le site internet de l'Andra - **https://www.andra.fr/cigeo/les-documents-de-reference**

Sommaire

1. Introduction et contexte réglementaire 7

1.1 L'Andra et le projet Cigéo 8
1.2 Le projet global Cigéo, objet de l'étude d'impact 8
1.3 Localisation du projet global Cigéo 9
1.4 À quoi sert une étude d'impact ? 11
1.5 Quelles informations dans l'étude d'impact et son résumé non technique ? 11
1.6 Experts qui ont préparé l'étude d'impact et les études ayant contribué à sa réalisation 14

2. Justification et description du projet global Cigéo 17

2.1 Les déchets radioactifs 18
2.2 Le choix du stockage géologique profond pour les déchets HA et MA-VL 19
2.3 Les déchets destinés au centre de stockage Cigéo 24
2.4 La description des installations du projet global 25
2.5 Une installation industrielle sûre pendant son fonctionnement et à long terme après sa fermeture 43
2.6 Les phases temporelles successives de déploiement du centre de stockage Cigéo 45
2.7 Pourquoi engager la réalisation du centre de stockage Cigéo maintenant ? 52

3. État actuel de l'environnement, principales incidences du projet global Cigéo et mesures associées et méthodes 55

3.1 Méthodes 56
3.2 Atmosphère 62
3.3 Sol67
3.4 Sous-sol 71
3.5 Eaux 75
3.6 Biodiversité et milieu naturel, incluant les sites Natura 2000 85
3.7 Emploi, activités économiques, population et habitat 100
3.8 Activités agricoles et sylvicoles 101
3.9 Réseaux 104
3.10 Déchets radioactifs 106
3.11 Déchets conventionnels 107
3.12 Risques technologiques et sites pollués ou potentiellement pollués 108
3.13 Infrastructures de transport 109
3.14 Cadre de vie 115
3.15 Incidences sur la santé humaine 118
3.16 Paysage, patrimoine culturel, tourisme et activités de plein air 122
3.17 Planification territoriale et aménagement du territoire (y compris urbanisme) -Compatibilité avec les documents de planification territoriales et mesures 128
3.18 Interrelations, interactions et effets cumulés 130
3.19 Incidences négatives notables sur l'environnement des risques d'accidents et de catastrophes majeures 133
3.20 Incidences des opérations de démantèlement, fermeture et après fermeture définitive 134
3.21 Proposition de modalités de suivi des mesures environnementales et de surveillance 135
3.22 Estimation des dépenses liées aux mesures prises pour l'environnement 135
3.23 Évolution de l'environnement en cas de mise en œuvre du projet et en son absence 136

Tables des illustrations 137

Références bibliographiques 139

Préambule

Le présent document constitue le résumé non technique (RNT) de l'étude d'impact du projet global Cigéo.

Cette dernière est composée des volumes suivants :

	ÉTUDE D'IMPACT
RNT	**Résumé non technique de l'étude d'impact**
VOLUME I	Introduction et contexte réglementaire
VOLUME II	Justification et description du projet global Cigéo
VOLUME III	État actuel de l'environnement et facteurs susceptibles d'être affectés par le projet
VOLUME IV	Évaluation des incidences et mesures d'évitement, de réduction et de compensation de ces incidences
VOLUME V	Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000
VOLUME VI	Incidences sur la santé humaine
VOLUME VII	Méthodes de réalisation

À des fins de clarté, ont été rassemblées, au sein d'un même chapitre (cf. Chapitre 3 du présent résumé non technique), pour chaque facteur de l'environnement : d'une part, une synthèse des enjeux de ce thème et, d'autre part, une synthèse des incidences du projet global Cigéo sur ce facteur et des principales mesures prévues selon la séquence ERC (« éviter-réduire-compenser »). Le chapitre 3 présente également une synthèse des principales méthodes utilisées.

ÉTUDE D'IMPACT ET PROJET GLOBAL CIGÉO

La présente étude d'impact identifie et apprécie les incidences sur l'environnement du projet global Cigéo comprenant le centre de stockage Cigéo et l'ensemble des opérations (installations, aménagements, constructions d'ouvrages et activités) nécessaires à la réalisation et à l'exploitation du centre de stockage Cigéo, menées par l'Andra et par d'autres maîtres d'ouvrage, en l'état actuel de leurs avancements.

De par la nature et les dimensions du centre de stockage Cigéo, ses incidences sur l'environnement constituent la part majeure des incidences de l'ensemble des opérations du projet global, même si les opérations des autres maîtres d'ouvrages sont également susceptibles d'avoir des incidences spécifiques sur l'environnement, notamment de par leur localisation.

Compte tenu des nombreuses autorisations qui seront nécessaires à la réalisation de ce projet global Cigéo (autorisation de création d'une installation nucléaire de base, autorisations environnementales, permis de construire…), cette étude d'impact sera actualisée dans le cadre des procédures propres à l'instruction de chacune de ces autorisations. Cette actualisation permettra, dans le respect du principe de proportionnalité[1], d'assurer l'exhaustivité et la qualité de l'évaluation des incidences environnementales du projet global Cigéo et de donner le niveau d'information requis pour chaque dossier en application du principe de spécialité[2].

Les maîtres d'ouvrage assureront ensemble, au travers desdites actualisations, l'évaluation complète des incidences du projet global Cigéo, y compris les mesures adéquates d'évitement, de réduction, et le cas échéant de compensation.

Les opérations des autres maîtres d'ouvrage liées au fonctionnement du centre de stockage Cigéo ne sont pas aux mêmes stades d'avancement de leurs conceptions et de leurs processus de concertation et de validation. Ces opérations sont approfondies progressivement. Elles feront l'objet de procédures d'autorisation après l'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique du centre de stockage.

[1] Principe de proportionnalité (source Guide THEMA du Commissariat général au développement durable « Le principe de proportionnalité dans l'évaluation environnementale, août 2019 » (1)) : principe cardinal de l'évaluation environnementale qui consiste à adapter le contenu de l'étude d'impact à l'ampleur du projet, plan ou programme et aux enjeux environnementaux du territoire d'implantation. Il repose sur trois critères : la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet (milieu urbain/rural, occupation de l'espace, présence d'espèces et/ou d'habitats protégés, etc.) ; l'importance et la nature des travaux, ouvrages et aménagements projetés pour les projets (type de projet, caractéristiques techniques, etc.) ; les incidences prévisibles du projet, plan ou programme au regard des enjeux environnementaux et de la santé humaine.

[2] Principe de spécialité : principe selon lequel chaque branche du droit est régie à la fois par des règles communes (appelées aussi principes généraux) mais aussi par des règles particulières applicables en complément de ces principes généraux.

1

Introduction et contexte réglementaire

1.1	L'Andra et le projet Cigéo	8
1.2	Le projet global Cigéo, objet de l'étude d'impact	8
1.3	Localisation du projet global Cigéo	9
1.4	À quoi sert une étude d'impact ?	11
1.5	Quelles informations dans l'étude d'impact et son résumé non technique ?	11
1.6	Experts qui ont préparé l'étude d'impact et les études ayant contribué à sa réalisation	14

1.1 L'Andra et le projet Cigéo

L'Andra, Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs, est placée sous la tutelle des ministères en charge de l'énergie, de l'environnement et de la recherche. Créée en 1979, l'Andra est devenue un établissement public industriel et commercial depuis la loi du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs (2). Ses missions ont été complétées par la loi du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs (3).

L'article L. 542-12 du code de l'environnement précise que *« L'Andra, établissement public industriel et commercial, est chargée des opérations de gestion à long terme des déchets radioactifs, et notamment :*

1. *D'établir, de mettre à jour tous les trois ans et de publier l'inventaire des matières et déchets radioactifs présents en France, ainsi que leur localisation sur le territoire national, les déchets visés à l'article L. 542-2-1 étant listés par pays ;*
2. *De réaliser ou de faire réaliser, conformément au plan national prévu à l'article L. 542-2-1, des recherches et des études sur l'entreposage et le stockage en couche géologique profonde et d'assurer leur coordination ;*
3. *De contribuer, dans les conditions définies à l'avant-dernier alinéa du présent article, à l'évaluation des coûts afférents à la mise en œuvre des solutions de gestion à long terme des déchets radioactifs de haute et de moyenne activité à vie longue, selon leur nature ;*
4. *De prévoir, dans le respect des règles de sûreté nucléaire, les spécifications pour le stockage des déchets radioactifs et de donner aux autorités administratives compétentes un avis sur les spécifications pour le conditionnement des déchets ;*
5. *De concevoir, d'implanter, de réaliser et d'assurer la gestion des centres d'entreposage ou des centres de stockage des déchets radioactifs compte tenu des perspectives à long terme de production et de gestion de ces déchets, ainsi que d'effectuer à ces fins toutes les études nécessaires ;*
6. *D'assurer la collecte, le transport et la prise en charge des déchets radioactifs et la remise en état et le cas échéant la gestion, de sites pollués par des substances radioactives sur demande et aux frais de leurs responsables ;*
7. *De mettre à la disposition du public des informations relatives à la gestion des déchets radioactifs et de participer à la diffusion de la culture scientifique et technologique dans ce domaine ;*
8. *De diffuser à l'étranger son savoir-faire. »*

Le projet Cigéo, projet de centre de stockage de déchets radioactifs français de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA et MA-VL), est le fruit des études et concertations menées pour répondre à la mission confiée par l'État à l'Andra.

1.2 Le projet global Cigéo, objet de l'étude d'impact

Le projet global Cigéo comprend les opérations (installations, aménagements, constructions d'ouvrages et activités) nécessaires à la réalisation, au fonctionnement, au démantèlement, à la fermeture et à la surveillance du centre de stockage Cigéo. C'est l'ensemble de ces opérations qui constitue le périmètre de la présente étude d'impact. Il est couvert par la partie bleu marine de la figure 1-1 ci-après. Il comprend les opérations sous la maîtrise d'ouvrage de l'Andra, couvertes par les parties bleu ciel et grises et les opérations sous maîtrises d'ouvrages tierces couvertes par la partie verte. La partie bleu ciel couvre le centre de stockage Cigéo. La partie grise couvre des opérations effectuées par l'Andra à l'extérieur du futur centre de stockage pour la caractérisation et la surveillance environnementale.

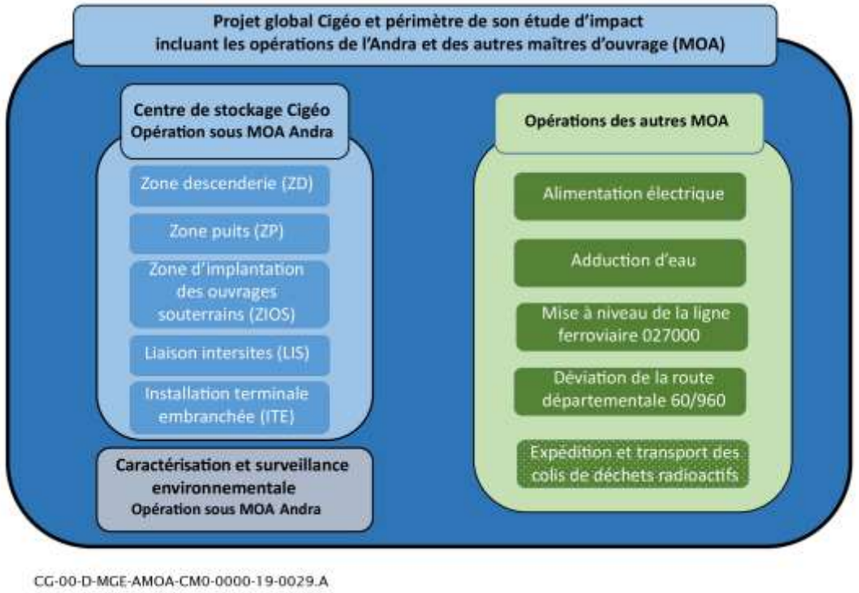

Figure 1-1 Projet global Cigéo et périmètre de son étude d'impact

L'étude d'impact concerne donc :

- **le centre de stockage Cigéo**, sous maîtrise d'ouvrage de l'Andra :
  - ✓ une zone descenderie (ZD), principalement dédiée à la réception des colis de déchets radioactifs expédiés par les producteurs, à leur contrôle et à leur préparation avant transfert dans l'installation souterraine pour leur stockage ;
  - ✓ une zone puits (ZP), dédiée aux installations de soutien aux activités réalisées dans l'installation souterraine et en particulier aux travaux de creusement ;
  - ✓ une zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS), comprenant les accès depuis la surface, des quartiers de stockage des colis de déchets radioactifs et des zones de soutien logistique (ZSL) ;
  - ✓ une liaison intersites (LIS) en surface, reliant la zone puits à la zone descenderie, comprenant un convoyeur, une voie privée dédiée à la circulation des poids lourds et une route publique pour la circulation des véhicules légers ;
  - ✓ une installation terminale embranchée (ITE), voie ferrée privée reliant la zone descenderie au Réseau ferré national (RFN) à Gondrecourt-le-Château, et incluant une plateforme logistique dans cette commune.
- **les activités de caractérisation, de surveillance environnementale et de suivi des mesures environnementales** qui doivent être menées par l'Andra hors du centre de stockage Cigéo. Elles sont complémentaires des investigations et des mesures réalisées à l'intérieur du centre de stockage Cigéo. L'ensemble de ces activités, ouvrages et équipements associés est regroupé et identifié au sein du projet global en tant qu'« opérations de caractérisation et de surveillance environnementales » ;
- **d'autres installations et ouvrages de desserte et de raccordement aux réseaux** (opérations d'autres maîtres d'ouvrage), nécessaires au fonctionnement du centre de stockage Cigéo, qui doivent être créés de façon concomitante ou préalable à la mise en service du centre de stockage Cigéo :
  - ✓ le raccordement au réseau public de transport d'électricité (RTE) ;
  - ✓ l'adduction d'eau (SIVU du Haut Ornain et SIAEP d'Échenay) ;
  - ✓ la mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 qui relie Nançois-sur-Ornain et Tronville-en-Barrois à Gondrecourt-le-Château (SNCF Réseau) ;
  - ✓ la déviation de la route départementale D60/960 (Conseil départemental de la Haute-Marne) ;
  - ✓ l'expédition et le transport des colis de déchets radioactifs (EDF, Orano, CEA).

1.3 Localisation du projet global Cigéo

Le projet global Cigéo est situé dans la région Grand Est de la France à la limite des départements de la Meuse et de la Haute-Marne (cf. Figure 1-2).

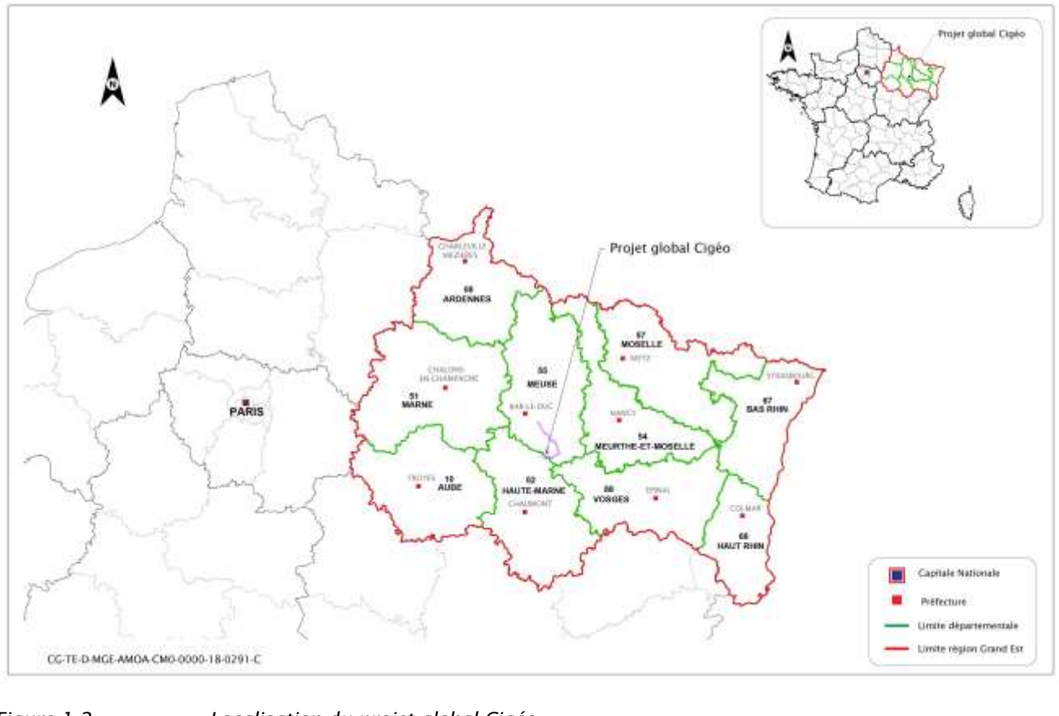

Figure 1-2 Localisation du projet global Cigéo

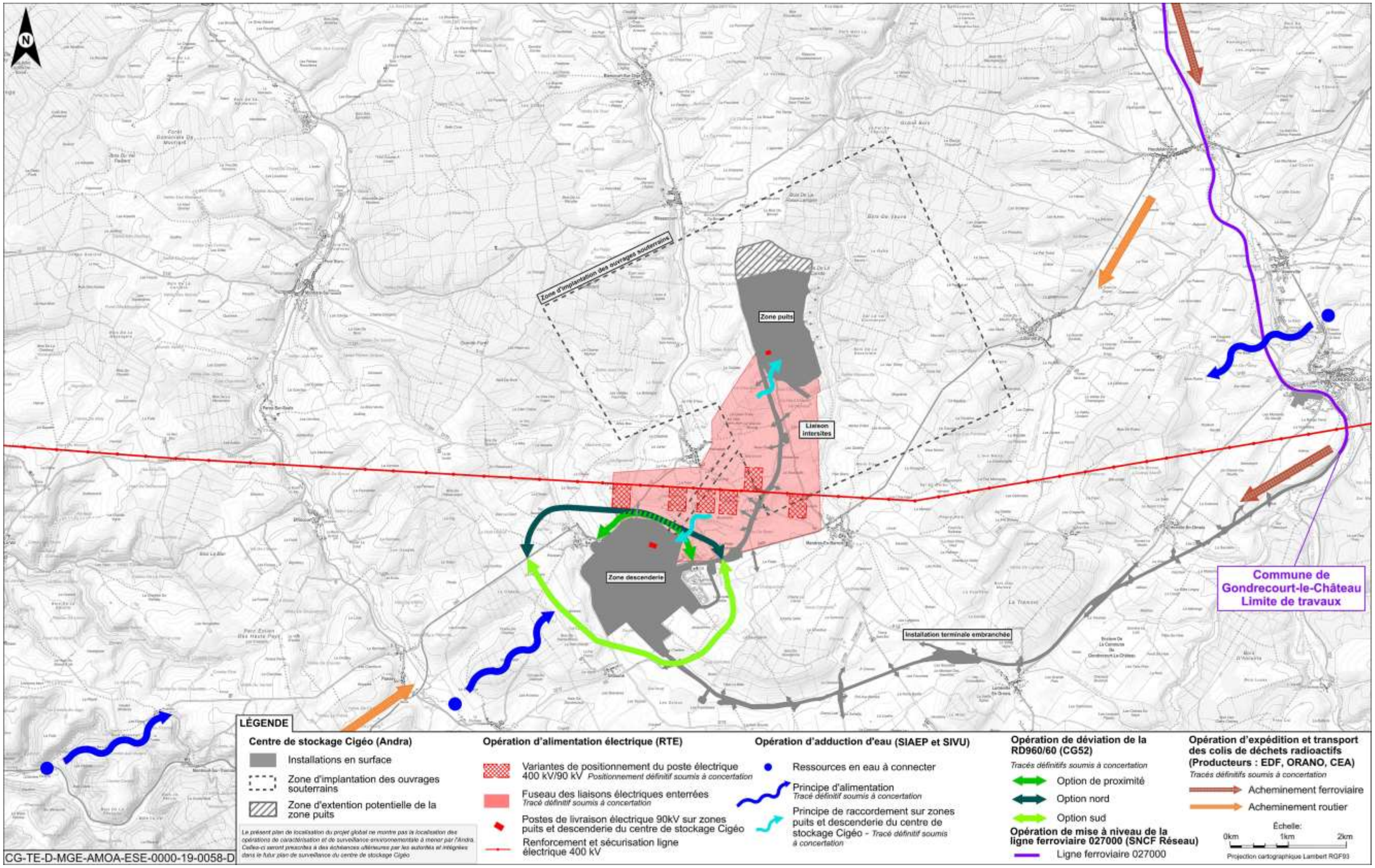

Figure 1-3 Implantation des différentes opérations du projet global – Vue rapprochée

1.4 À quoi sert une étude d'impact ?

Les projets « *qui, par leur nature, leur dimension ou leur localisation, sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine font l'objet d'une évaluation environnementale en fonction de critères et de seuils définis par voie réglementaire* » (article L. 122-1 II du code de l'environnement). **Cette évaluation environnementale qui s'organise autour de l'étude d'impact doit permettre :**

- de constituer une aide à la conception du projet, en permettant au maître d'ouvrage de précisément appréhender les caractéristiques du milieu dans lequel s'insère le projet, afin de minimiser ses impacts ;
- de donner aux autorités administratives les éléments d'aide à la décision leur permettant de statuer sur l'autorisation du projet ainsi que sur les mesures de contrôle et de compensation des incidences du projet à prévoir ;
- d'informer l'ensemble des parties intéressées (public, associations, élus, etc.) et leur donner la possibilité de s'exprimer dans le cadre de la procédure d'enquête publique.

La constitution d'une étude d'impact s'articule autour de quatre grandes étapes[3] :

1. Apprécier les enjeux grâce à la définition de **l'état actuel de l'environnement** avant l'implantation du projet global Cigéo, puis de l'évolution dans le temps de cet environnement. Elle comprend une description des facteurs suivants : la population et la santé humaine ; la biodiversité ; les terres, le sol, l'eau, l'air et le climat ; les biens matériels, le patrimoine culturel et le paysage ; l'interaction entre ces facteurs.
2. Identifier les **incidences ou impacts potentiels notables** que le projet global Cigéo est susceptible d'avoir sur ces facteurs.
3. En fonction des incidences identifiées, proposer des **mesures qui seront mises en place par le maître d'ouvrage :** des mesures dites d'évitement des impacts, ainsi que des mesures de réduction des impacts ne pouvant être évités.
4. Proposer, pour les impacts qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits, des **mesures compensatoires** lorsque c'est nécessaire et possible.

1.5 Quelles informations dans l'étude d'impact et son résumé non technique ?

Tableau 1-1 Répartition du contenu réglementaire de l'étude d'impact

Articles L. 122-1, III et R. 122-5 du code de l'environnement	Articulation avec l'étude d'impact (pièce 6)	Articulation avec le présent RNT (pièce 6 bis)
III. – L'évaluation environnementale est un processus constitué de l'élaboration, par le maître d'ouvrage, d'un rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement, dénommé ci-après « étude d'impact », de la réalisation des consultations prévues à la présente section, ainsi que de l'examen, par l'autorité compétente pour autoriser le projet, de l'ensemble des informations présentées dans l'étude d'impact et reçues dans le cadre des consultations effectuées et du maître d'ouvrage. L'évaluation environnementale permet de décrire et d'apprécier de manière appropriée, en fonction de chaque cas particulier, les incidences notables directes et indirectes d'un projet sur les facteurs suivants : 1° La population et la santé humaine ;	Volumes I à VII	Chapitres 1 à 3
2° La biodiversité, en accordant une attention particulière aux espèces et aux habitats protégés au titre de la directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 et de la directive 2009/147/ CE du 30 novembre 2009 ; 3° Les terres, le sol, l'eau, l'air et le climat ; 4° Les biens matériels, le patrimoine culturel et le paysage ; 5° L'interaction entre les facteurs mentionnés aux 1° à 4°. Les incidences sur les facteurs énoncés englobent les incidences susceptibles de résulter de la vulnérabilité du projet aux risques d'accidents majeurs et aux catastrophes pertinents pour le projet concerné. Lorsqu'un projet est constitué de plusieurs travaux, installations, ouvrages ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage, il doit être appréhendé dans son ensemble, y compris en cas de fractionnement dans le temps et dans l'espace et en cas de multiplicité de maîtres d'ouvrage, afin que ses incidences sur l'environnement soient évaluées dans leur globalité.		
I. – Le contenu de l'étude d'impact est proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, installations, ouvrages, ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine.	Pièce 6 – notamment dans les volumes III à VI pour l'état actuel de la zone susceptible d'être affectée par le projet, et les évaluations des incidences	Chapitre 3
II. – En application du 2° du II de l'article L. 122-3, l'étude d'impact comporte les éléments suivants, en fonction des caractéristiques spécifiques du projet et du type d'incidences sur l'environnement qu'il est susceptible de produire : 1° Un résumé non technique des informations prévues ci-dessous. Ce résumé peut faire l'objet d'un document indépendant ;	Pièce 6bis – Volume séparé – Résumé non technique	Pièce 6bis – Volume séparé – Résumé non technique
2° Une description du projet, y compris en particulier : – une description de la localisation du projet ;	Volume II – Description du projet global Cigéo et Volume IV – Incidences	Chapitres 1 (1.3) et 2
– une description des caractéristiques physiques de l'ensemble du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition nécessaires, et des exigences en matière d'utilisation des terres lors des phases de construction et de fonctionnement ;	Volume II – Chapitres 4 et 6	Chapitre 2
– une description des principales caractéristiques de la phase opérationnelle du projet, relatives au procédé de fabrication, à la demande et l'utilisation d'énergie, la nature et les quantités des matériaux et des ressources naturelles utilisés ;	Volume II – Chapitres 4 et 6	Chapitre 2
– une estimation des types et des quantités de résidus et d'émissions attendus, tels que la pollution de l'eau, de l'air, du sol et du sous-sol, le bruit, la vibration, la lumière, la chaleur, la radiation, et des types et des quantités de déchets produits durant les phases de construction et de fonctionnement.	Volume II – Chapitre 6 Volume IV – tous chapitres (estimations détaillées, par phase de fonctionnement)	Chapitre 3

[3] Selon l'article R122.5 II 4e du code de l'environnement.

Articles L. 122-1, III et R. 122-5 du code de l'environnement	Articulation avec l'étude d'impact (pièce 6)	Articulation avec le présent RNT (pièce 6 bis)
Pour les installations relevant du titre Ier du livre V du code de l'environnement et les installations nucléaires de base relevant du titre IX du même livre, cette description peut être complétée, dans le dossier de demande d'autorisation, en application des articles R. 181-13 et suivants et de l'article R. 593-16.	Volume II – Chapitre 6 Volume IV – tous chapitres (estimations détaillées par phases)	Chapitres 2 et 3
3° Une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement, dénommée "scénario de référence", et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet ainsi qu'un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet, dans la mesure où les changements naturels par rapport au scénario de référence peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles ;	Volume III (tous chapitres) *Les éléments propres aux INB, ICPE, IOTA... figureront dans les demandes d'autorisations correspondantes. Une actualisation de l'étude d'impact est ainsi prévue dans le cadre de la demande d'autorisation de création (DAC)*	Chapitre 3
4° Une description des facteurs mentionnés au III de l'article L. 122-1 susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet : la population, la santé humaine, la biodiversité, les terres, le sol, l'eau, l'air, le climat, les biens matériels, le patrimoine culturel, y compris les aspects architecturaux et archéologiques, et le paysage ;	Volume III - tous chapitres	Chapitre 3
5° Une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement résultant, entre autres : a) De la construction et de l'existence du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition ;	Volume IV - tous chapitres (incidences détaillées à chaque phase du projet)	Chapitre 3
b) De l'utilisation des ressources naturelles, en particulier les terres, le sol, l'eau et la biodiversité, en tenant compte, dans la mesure du possible, de la disponibilité durable de ces ressources ;	Volume IV – Chapitres 3, 4, 5 et 6	Chapitre 3 (3.3 à 3.6)
c) De l'émission de polluants, du bruit, de la vibration, de la lumière, la chaleur et la radiation, de la création de nuisances et de l'élimination et la valorisation des déchets ;	Volume IV – Chapitres 2, 10, 11, 13	Chapitre 3 (3.2, 3.10, 3.11, 3.14)
d) Des risques pour la santé humaine, pour le patrimoine culturel ou pour l'environnement ;	Volume IV – Chapitre 14 et Volume VI	Chapitre 3 (3.15 et 3.16)
e) Du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact : – ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ; – ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public. Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage ;	Volume IV – Chapitre 16	Chapitre 3 (3.18)
f) Des incidences du projet sur le climat et de la vulnérabilité du projet au changement climatique ;	Volume IV – Chapitre 2	Chapitre 3 (3.2.1)
g) Des technologies et des substances utilisées.	Volume IV – tous chapitres	Chapitre 3
La description des éventuelles incidences notables sur les facteurs mentionnés au III de l'article L. 122-1 porte sur les effets directs et, le cas échéant, sur les effets indirects secondaires, cumulatifs, transfrontaliers, à court, moyen et long termes, permanents et temporaires, positifs et négatifs du projet ;	Volume IV – tous chapitres	Chapitre 3
6° Une description des incidences négatives notables attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs en rapport avec le projet concerné. Cette description comprend le cas échéant les mesures envisagées pour éviter ou réduire les incidences négatives notables de ces événements sur l'environnement et le détail de la préparation et de la réponse envisagée à ces situations d'urgence ;	Volume IV – Chapitre 17	Chapitre 3 (3.19)
7° Une description des solutions de substitution raisonnables qui ont été examinées par le maître d'ouvrage, en fonction du projet proposé et de ses caractéristiques spécifiques, et une indication des principales raisons du choix effectué, notamment une comparaison des incidences sur l'environnement et la santé humaine ;	Volume II – Chapitre 2	Chapitre 2 (2.2)
8° Les mesures prévues par le maître de l'ouvrage pour : – éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ; – compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité. La description de ces mesures doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes, de l'exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet sur les éléments mentionnés au 5° ;	Volume IV – tous chapitres, Chapitre 19, Chapitre 20 et Volume 6	Chapitre 3
9° Le cas échéant, les modalités de suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées ;	Volume IV – tous chapitres et Chapitre 19	Chapitre 3 (3.21)
10° Une description des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement ;	Volume VII	Chapitre 3
11° Les noms, qualités et qualifications du ou des experts qui ont préparé l'étude d'impact et les études ayant contribué à sa réalisation ;	Volume I – Chapitre 4	Chapitre 1 (1.6)
12° Lorsque certains des éléments requis ci-dessus figurent dans l'étude de maîtrise des risques pour les installations nucléaires de base ou dans l'étude des dangers pour les installations	*Les éléments propres aux INB, ICPE, IOTA... figureront dans les demandes d'autorisations*	-

Articles L. 122-1, III et R. 122-5 du code de l'environnement	Articulation avec l'étude d'impact (pièce 6)	Articulation avec le présent RNT (pièce 6 bis)
classées pour la protection de l'environnement, il en est fait état dans l'étude d'impact.	*correspondantes. Une actualisation de l'étude d'impact est ainsi prévue dans le cadre de la demande d'autorisation de création (DAC) et de la demande d'autorisation environnementale (DAE).*	
III. – Pour les infrastructures de transport visées aux 5° à 9° du tableau annexé à l'article R. 122-2, l'étude d'impact comprend, en outre : – une analyse des conséquences prévisibles du projet sur le développement éventuel de l'urbanisation ; – une analyse des enjeux écologiques et des risques potentiels liés aux aménagements fonciers, agricoles et forestiers portant notamment sur la consommation des espaces agricoles, naturels ou forestiers induits par le projet, en fonction de l'ampleur des travaux prévisibles et de la sensibilité des milieux concernés ; – une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité. Cette analyse comprendra les principaux résultats commentés de l'analyse socio-économique lorsqu'elle est requise par l'article L. 1511-2 du code des transports ; – une évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet, notamment du fait des déplacements qu'elle entraîne ou permet d'éviter ; – une description des hypothèses de trafic, des conditions de circulation et des méthodes de calcul utilisées pour les évaluer et en étudier les conséquences. Elle indique également les principes des mesures de protection contre les nuisances sonores qui seront mis en œuvre en application des dispositions des articles R. 571-44 à R. 571-52.	Volume IV – Chapitre 12 et Volume VII	Chapitre 3 (3.13)
IV. – Pour les installations, ouvrages, travaux et aménagements relevant du titre Ier du livre II et faisant l'objet d'une évaluation environnementale, l'étude d'impact contient les éléments mentionnés au II de l'article R. 181-14.	*Les éléments propres aux INB, ICPE, IOTA... figureront dans les demandes d'autorisations correspondantes. Une actualisation de l'étude d'impact est ainsi prévue dans le cadre de la demande d'autorisation de création (DAC) et de la demande d'autorisation environnementale (DAE).*	-
V. – Pour les projets soumis à une étude d'incidences en application des dispositions du Chapitre IV du titre Ier du livre IV, le formulaire d'examen au cas par cas tient lieu d'évaluation des incidences Natura 2000 lorsqu'il permet d'établir l'absence d'incidence sur tout site Natura 2000. S'il apparaît après examen au cas par cas que le projet est susceptible d'avoir des incidences significatives sur un ou plusieurs sites Natura 2000 ou si le projet	Volume V	Chapitre 3 (3.6.3)
est soumis à évaluation des incidences systématique en application des dispositions précitées, le maître d'ouvrage fournit les éléments exigés par l'article R. 414-23. L'étude d'impact tient lieu d'évaluation des incidences Natura 2000 si elle contient les éléments exigés par l'article R. 414-23.		
VI. – Pour les installations classées pour la protection de l'environnement relevant du titre Ier du livre V et les installations nucléaires de base relevant du titre IX du même livre, le contenu de l'étude d'impact est précisé et complété, en tant que de besoin, conformément aux dispositions du II de l'article D. 181-15-2 et de l'article R. 593-17.	*Les éléments propres aux INB, ICPE, IOTA... figureront dans les demandes d'autorisations correspondantes. Une actualisation de l'étude d'impact est ainsi prévue dans le cadre de la demande d'autorisation de création (DAC) et de la demande d'autorisation environnementale (DAE).*	-
VII. – Pour les actions ou opérations d'aménagement devant faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone en application de l'article L. 300-1 du code de l'urbanisme, l'étude d'impact comprend, en outre, les conclusions de cette étude et une description de la façon dont il en est tenu compte.	*Les opérations du projet global Cigéo, à l'avancement actuel de leur élaboration (avant participation du public pour certaines opérations), ne sont pas concernées par cette étude de faisabilité.*	-

Afin d'assurer une prise en compte la plus fine possible de l'environnement et une évaluation des incidences environnementales du projet global, l'étude d'impact sera actualisée au fur et à mesure de l'avancement de l'élaboration de chaque opération. Ceci permettra d'intégrer en outre dans l'étude d'impact les conclusions des participations du public et les multiples consultations nécessaires. Ces actualisations seront effectuées à une fréquence permettant de les joindre aux dossiers de demande d'autorisation qui seront déposés ultérieurement pour l'obtention des différentes autorisations permettant le démarrage des travaux.

La présente étude d'impact constitue ainsi la première évaluation des incidences du projet global Cigéo. Elle fera l'objet d'actualisations, soit dans le cadre des procédures de décisions/autorisations s'appliquant aux opérations menées par d'autres maîtres d'ouvrage, soit au titre des autorisations futures nécessaires pour les différents travaux ou installations du centre de stockage sous maîtrise d'ouvrage de l'Andra.

1.6 Experts qui ont préparé l'étude d'impact et les études ayant contribué à sa réalisation

Principaux experts de l'Andra pour la production de l'étude d'impact
Épidémiologiste, 11 ans d'expérience dans l'évaluation des risques sanitaires
Environnementaliste, 16 ans d'expérience en dossiers règlementaires
Ingénieur en analyse de risque, 35 ans d'expérience dont 4 ans d'expérience en environnement
Environnementaliste, 21 ans d'expérience en environnement en dossiers réglementaires et suivi de chantier
Juriste, 4 ans d'expérience en droit de l'environnement, de l'urbanisme et nucléaire
Ingénieur Génie civil, 21 ans d'expérience dont 11 ans en environnement
Environnementaliste, 16 ans d'expérience en environnement (étude et suivi)
Hydrogéologue, 16 ans d'expérience, spécialisé dans la caractérisation des aquifères de surface et la modélisation hydrodynamique et hydro-dispersive.
Géographe, 16 ans d'expérience en environnement
Agronome, 13 ans d'expérience en tant qu'aménageur foncier et référent des filières agricoles et forestières
Juriste, 14 ans d'expérience en droit de l'environnement, de l'urbanisme et nucléaire
Ingénieur civil des mines, 39 ans d'expérience dans la gestion des déchets radioactifs
Géologue, 13 ans d'expérience dans la définition et le suivi des programmes de reconnaissance géologique des sites de stockage
Expert en radioprotection des populations et de l'environnement, 28 ans d'expérience
Chimiste, 31 ans d'expérience de la gestion des déchets radioactifs
Environnementaliste, 5 ans d'expérience en environnement (étude réglementaire)
Géologue, 27 ans d'expérience en environnement
Chimiste, 11 ans d'expérience en environnement
Géographe, 12 ans d'expérience en environnement
Ingénieur sûreté nucléaire, 25 ans d'expérience en sûreté nucléaire, dont 13 ans dans le domaine de la gestion des déchets nucléaires
Écologue/Pédologue, 16 ans d'expérience en environnement
Géo scientifique, 16 ans d'expérience dans les transferts et interactions des espèces et composés chimiques en milieu poreux
Écologue, 15 ans d'expérience en environnement
Chimiste, 34 ans d'expérience dans la gestion des déchets radioactifs et sûreté dont cinq ans dans le domaine international

Principaux partenaires de l'Andra pour la production de l'étude d'impact du projet global Cigéo
CDC Biodiversité
Si-lex et associé
BIOTOPE
ECOSPHERE
VENATECH
CEREMA Est
SOCOTEC
ACOUPHEN (devenu GAMBA)
ONF
FLORAGIS
ASSOCIATION HIRRUS
EGIS Environnement
NEOMYS
Entomo-logic
Lorraine Lépidoptérologie
Nicolas Moulin Entomologiste
SPECIES
Pedon Environnement & Milieux Aquatiques
CERFRANCE Adhéo
Cetiac - Compensation & Études d'Impacts Agricoles Conseil
A7 Conseil
ARIA Technologies
K-Stat

Évaluation des incidences des différentes opérations du projet global Cigéo

Études du centre de stockage Cigéo

GAIYA : groupement de TechnipFMC et Ingérop	
Néodyme – Agence sud-est	
ATR Ingénierie	
SLG	
Contributeurs indirects des études établies par Gaiya (autres structures en conception de parties du projet de centre de stockage, dits « sous-systèmes »)	Ingérop
	Assystem
	Apave
	Apsys
	Ariane Group
	Acouvib
	Bureau Veritas
	SNC Lavalin
	Tractebel
	Arcadis
	Antea et Labellia
	Antea et Kardham
	Antea
	Ingerop
	Ligeron
	Poma
Organisation des études pour l'ITE	SYSTRA
	SOCOTEC

Études de l'opération d'alimentation électrique

RTE (maître d'ouvrage)	
Ingérop Conseil et Ingénierie	
Experts ayant réalisé des études spécifiques pour les premières évaluations des impacts du projet de raccordement au réseau électrique	SIM Engineering
	SPIE THEPAULT – Service Environnement
	L'Atelier des Territoires
	Atelier Paysage
	Génie de l'eau

Évaluation des incidences des différentes opérations du projet global Cigéo

	Cabinet d'Expertises FloraGIS

Études d'adduction d'eau

SIVU du Haut-Ornain (maître d'ouvrage)
SIAEP d'Échenay (maître d'ouvrage)

Études de mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000

SNCF Réseau (maître d'ouvrage)
Setec International

Études de la déviation de la route départementale D60/960

Conseil départementale de la Haute-Marne (maître d'ouvrage)
EGIS

2

Justification et description du projet global Cigéo

2.1	Les déchets radioactifs	18
2.2	Le choix du stockage géologique profond pour les déchets HA et MA-VL	19
2.3	Les déchets destinés au centre de stockage Cigéo	24
2.4	La description des installations du projet global	25
2.5	Une installation industrielle sûre pendant son fonctionnement et à long terme après sa fermeture	43
2.6	Les phases temporelles successives de déploiement du centre de stockage Cigéo	45
2.7	Pourquoi engager la réalisation du centre de stockage Cigéo maintenant ?	52

2.1 Les déchets radioactifs

Les déchets radioactifs contiennent des éléments radioactifs et émettent des rayonnements qui leur confèrent une dangerosité spécifique en fonction de leur nature et de leur niveau de radioactivité.

Différents secteurs économiques utilisent les propriétés de la radioactivité et produisent des déchets radioactifs.

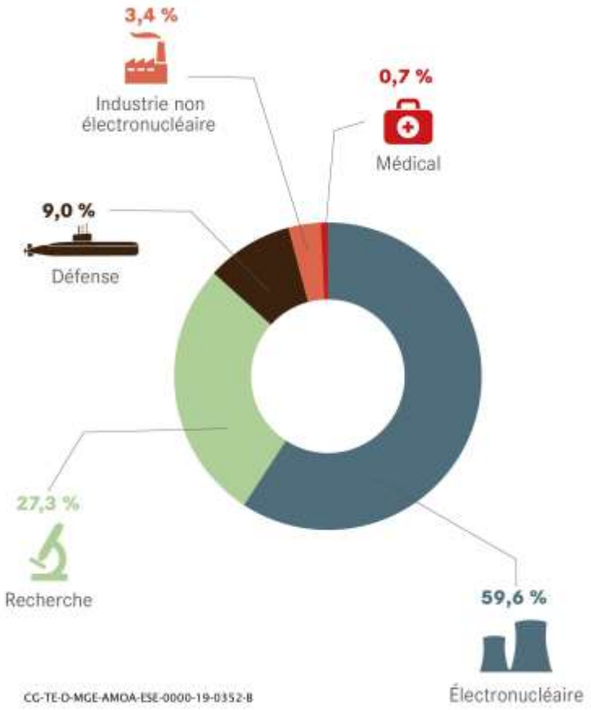

Figure 2-1 *Répartition par secteur économique du volume de déchets (en équivalent conditionné) déjà stockés ou destinés à être pris en charge par l'Andra à fin 2018*

» DÉFINITIONS

La radioactivité est un phénomène naturel qui existe depuis l'origine de l'Univers lorsque les atomes se sont formés. Il s'agit du phénomène selon lequel, en se désintégrant, certains atomes - qu'on appelle radionucléides - expulsent de l'énergie sous forme de rayonnement et/ou de particules. La radioactivité peut aussi être créée artificiellement par des activités humaines. Cela consiste à créer des noyaux radioactifs qu'on ne trouve pas spontanément dans la nature au moyen d'un accélérateur de particule ou d'un réacteur nucléaire.

La période radioactive désigne la durée au bout de laquelle une quantité d'un même radionucléide est divisée par deux, suite aux désintégrations qu'il a subies. Elle est très variable en fonction des radionucléides.

La classification française des filières de gestion des déchets radioactifs repose sur deux paramètres permettant de définir le mode de gestion approprié : le niveau de radioactivité et la période radioactive des éléments.

Figure 2-2 *Filières de gestion développées pour les différentes catégories de déchets*

Des filières de gestion ont été développées pour la mise en sécurité définitive des déchets à vie très courtes (VTC, gestion par décroissance), pour les déchets de très faible activité (TFA) et pour les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC). Environ 90 % des déchets produits annuellement peuvent être ainsi stockés dans les centres exploités par l'Andra (déchets TFA et FMA-VC).

Tableau 2-1 *Centres de stockage de déchets radioactifs existants en France*

Déchets de très faible activité (TFA)	

Figure 2-3 *Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) dans l'Aube - en exploitation*

Déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC)

Figure 2-4 *Centre de stockage de la Manche (CSM) – centre exploité de 1969 à 1994 – en phase de démantèlement et de fermeture*

Figure 2-5 *Centre de stockage de l'Aube (CSA) – en exploitation*

Afin de compléter le système global de gestion des déchets radioactifs, l'Andra mène des études pour concevoir des solutions techniques de mise en sécurité définitive :

- des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) ;
- et des déchets de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL) : c'est l'objet du projet Cigéo.

LA SPÉCIFICITÉ DES DÉCHETS HA ET MA-VL

Les déchets HA et MA-VL concentrent plus de 99 % de la radioactivité de l'ensemble des déchets radioactifs mais ne représentent qu'environ 3 % du volume total.

Leur niveau de radioactivité leur confère une forte dangerosité radiologique. Un individu qui se placerait au voisinage immédiat de déchets HA, sans protection, aurait une espérance de vie de quelques minutes du fait de leur rayonnement.

Même si la radioactivité des déchets HA et MA-VL décroit, les échelles de temps associées à leur dangerosité sont très longues. En ordre de grandeur, ce n'est qu'au bout de plusieurs centaines de milliers d'années que leur radioactivité aura rejoint la radioactivité initiale des déchets de faible activité qui peuvent être stockés en surface ou à faible profondeur.

Les déchets HA et MA-VL sont également dangereux en cas d'ingestion ou d'inhalation de poussières émises à leur proximité lors d'une perte de confinement.

Les installations de gestion des colis de déchets HA et MA-VL sont conçues de manière robuste et dans l'unique objectif de les mettre en sécurité, de telle sorte que, malgré la dangerosité intrinsèque des déchets, elles génèrent peu d'exposition du public et de l'environnement, en situations normales et dégradées.

Le conditionnement représente l'ensemble des opérations consistant à introduire des déchets dans un conteneur[4], où ils sont incorporés, ou non, dans un matériau dit « d'enrobage ». Les opérations de conditionnement comprennent par exemple le compactage, la vitrification, la cimentation, le bitumage, la mise en conteneur. Elles permettent de constituer des **« colis de déchets »,** dans lesquels les déchets radioactifs sont mis sous une forme convenant à leur transport, leur entreposage ou leur stockage. La mise en stockage des colis de déchets ajoute à cette approche le confinement des déchets radioactifs sur de grandes échelles de temps, adaptées à leurs caractéristiques physico-chimiques.

Figure 2-6 *Exemples de colis de déchets - déchets de haute activité (HA) vitrifiés à gauche et déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL) cimentés à droite*

2.2 Le choix du stockage géologique profond pour les déchets HA et MA-VL

La gestion durable des déchets HA et MA-VL, c'est-à-dire leur mise en sécurité définitive pour prévenir ou limiter les charges qui seront supportées par les générations suivantes, est une exigence éthique fixée par le code de l'environnement.

À fin 2018, environ 3 900 m³ de déchets HA et environ 42 000 m³ de déchets MA-VL français déjà produits étaient entreposés, en attente d'une filière de gestion durable, dans les bâtiments d'entreposage des producteurs de déchets. En volume, cela représente déjà environ 40 % des déchets HA et 60 % des déchets MA-VL qui seront, au total, générés par les installations nucléaires existantes ou autorisées.

La recherche et l'étude des pistes de gestion durable des déchets radioactifs HA et MA-VL ont été initiées de longue date dans la plupart des pays ayant développé des programmes nucléaires. L'entreposage de longue durée, la réduction de leur dangerosité, l'envoi dans l'espace, l'évacuation dans les fonds marins ou dans le magma, le stockage dans le milieu géologique, toutes ces solutions ont fait l'objet de programmes d'évaluation[5].

[4] Une étape de préparation des déchets peut éventuellement précéder la mise en conteneur (pré-conditionnement).

[5] Pour en savoir plus : Panorama international des recherches sur les alternatives au stockage géologique des déchets de haute et moyenne activité à vie longue (rapport IRSN/2019-00318) (4).

Parmi celles-ci, le stockage en couche géologique profonde constitue, à ce jour, la seule solution dont la faisabilité est avérée et qui permet de prendre en charge l'ensemble des déchets HA et MA-VL. Elle constitue la référence internationale pour la gestion durable de ces substances dangereuses.

2.2.1 Le principe du stockage géologique profond

Le stockage géologique consiste à placer les colis de déchets radioactifs dans des ouvrages construits dans le sous-sol continental, à une profondeur permettant d'isoler les déchets de l'homme et de l'environnement, pour tirer parti des propriétés naturelles des roches sur de grandes échelles de temps.

Dans un stockage géologique :

- le rayonnement des déchets ne peut pas atteindre les êtres vivants compte tenu de la très forte épaisseur de roche les séparant de la surface du sol ;
- la profondeur et la stabilité des formations géologiques mettent les déchets à l'abri des perturbations d'origine naturelle (intempéries, érosion, inondation, désertification…) et humaine (chantiers, destruction, pillage, agressions…) ayant lieu à la surface. Les roches choisies sont souvent stables depuis des dizaines de millions d'années et les prévisions permettent de prévoir le maintien de cette stabilité géologique sur des millions d'années à venir (phénomènes d'érosion, de soulèvement, de volcanisme lié aux mouvements tectoniques…). De plus, sur le continent, les propriétés des roches peuvent être étudiées de façon approfondies par des investigations depuis la surface et dans des laboratoires dédiés ;
- les propriétés et l'épaisseur de la formation géologique dans laquelle les déchets sont placés assurent le confinement sur de grandes échelles de temps, en complémentarité avec le conditionnement des déchets et la conception des ouvrages de stockage. En pratique, les substances radioactives et toxiques contenues dans les déchets sont piégées dans la roche. Si elles reviennent un jour au contact d'êtres vivants, ce sera dans des centaines de milliers d'années. Leur dangerosité aura été annihilée avec le temps par la décroissance radioactive et la dispersion[6]. Les circulations d'eau souterraine sont le principal vecteur de transport de ces substances jusqu'à la biosphère. Dans un stockage, il est donc essentiel de choisir le site d'implantation et de concevoir les ouvrages de sorte à réduire au maximum le risque de circulation d'eau au contact des déchets ;
- la profondeur du stockage réduit l'éventualité d'une intrusion humaine involontaire, car des forages à de telles profondeurs sont peu fréquents. En effet, ils sont coûteux et ne sont effectués qu'avec des intentions précises d'investigation géologique. Les zones recherchées pour les stockages géologiques ne présentent aucun intérêt exceptionnel en termes de ressources naturelles dans leur sous-sol. Le choix de ce type de zone, pauvre en ressource, vise à réduire encore le risque qu'un forage profond soit réalisé à leur proximité. Ainsi, même si les restrictions d'usage du terrain en surface, voire la mémoire même de l'existence du stockage, disparaissent avec le temps, la probabilité d'intrusion humaine involontaire dans un stockage géologique est très réduite par rapport à un ouvrage de surface ou proche de la surface. Compte tenu de la conception du stockage, même si un forage devait involontairement le traverser, les conséquences à long terme resteraient limitées.

Le principe du stockage géologique est de pouvoir accueillir les déchets sans limite de temps. C'est ce qui le différencie du principe de l'entreposage qui est nécessairement temporaire.

À la fin de son remplissage, une fois que les déchets y ont tous été introduits, le stockage géologique est « fermé ». La fermeture consiste à démonter les équipements d'exploitation et à construire des ouvrages spécifiques, complémentaires de la barrière géologique (remblais de galeries, murs, scellements…), pour assurer le bon confinement des déchets sur de très grandes échelles de temps.

Le milieu géologique est choisi et l'installation de stockage est conçue de telle sorte qu'après la fermeture définitive de l'installation, la sûreté est assurée de façon passive, c'est-à-dire que les personnes et l'environnement sont protégés des substances radioactives et des toxiques chimiques contenus dans les déchets radioactifs, sans plus nécessiter d'action humaine (ventilation, maintenance…).

La mise en œuvre de tels dispositifs passifs est prévue par la directive européenne 2011/70/EURATOM (5), elle-même fondée sur les recommandations de sûreté nucléaire de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Considérant que « *les déchets radioactifs (…) doivent être confinés et isolés durablement des êtres humains et de la biosphère* » (considérant 21), la directive prescrit que les politiques nationales des pays membres en matière de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs reposent notamment sur le principe suivant : « *le combustible usé et les déchets radioactifs sont gérés de manière sûre, y compris à long terme grâce à des dispositifs de sûreté passive* » (article n° 4-3-c).

Le stockage géologique répond complètement à l'objectif d'une gestion durable des déchets les plus dangereux telle que définie dans le code de l'environnement (article L. 542-1 du code de l'environnement). En effet, il répond au double objectif :

- d'éviter progressivement de mobiliser les générations futures pour gérer ces déchets, grâce au caractère passif des dispositions de protection ;
- de protéger durablement l'homme et l'environnement, en isolant les déchets et en confinant durablement les substances dangereuses qu'ils contiennent.

Plusieurs concepts techniques sont accessibles pour mettre en œuvre le stockage géologique. Ils mettent en jeu différents types de roches (socle cristallin, granite, sel, argile…) et différentes techniques (forages, techniques minières…).

2.2.2 Le choix français du stockage dans la formation argileuse du Callovo-Oxfordien

En France, la loi n° 91-1381 du 30 décembre 1991 a fixé les grandes orientations de recherche sur la gestion des déchets HA et MA-VL. Elle prévoyait l'étude des possibilités de stockage réversible ou irréversible dans les formations géologiques profondes, notamment grâce à la réalisation de laboratoires souterrains.

La démarche de localisation d'un laboratoire souterrain de recherche, en vue de la création d'un laboratoire pour l'étude de la faisabilité d'un centre de stockage géologique, a été menée par étapes successives, sous le contrôle du Parlement. Elle a systématiquement considéré deux critères, abordés au même niveau d'importance :

- la compatibilité technique du sous-sol avec les exigences d'un stockage géologique et avec les objectifs de protection de l'homme et de l'environnement contre la dangerosité des déchets. Ce critère de compatibilité technique était évalué à partir des connaissances géologiques préexistantes ;
- le volontariat du territoire d'accueil. Seuls des départements ayant répondu à un appel au volontariat pour accueillir un laboratoire souterrain de recherche ont été retenus.

Dans le cadre d'une mission de médiation confiée par l'État à Monsieur Bataille, trois zones, favorables géologiquement et situées dans des départements volontaires, ont été sélectionnées en 1993. Elles sont situées sur quatre départements :

- le Gard, la Haute-Marne et la Meuse pour des sites argileux (la Haute-Marne et la Meuse appartiennent à la même zone géologique) ;
- la Vienne pour un site granitique[7].

Ces trois zones ont alors fait l'objet par l'Andra de reconnaissances géologiques préalables depuis la surface et d'une analyse des données disponibles pour mieux évaluer la compatibilité technique de leur sous-sol. Des études préliminaires d'avant-projets de laboratoires souterrains ont été engagées en vue de préparer leurs créations éventuelles.

En 1996, l'Andra a déposé des demandes d'autorisation, d'installation et d'exploitation de laboratoires souterrains pour chacune des trois zones sélectionnées en 1993.

[6] Leur transfert à très long terme des substances dangereuses, depuis le stockage éventuellement jusqu'à la biosphère, mettrait en œuvre des phénomènes très lents de dissolution, de diffusion, de rétention et de migration dans de très grands volumes de roche qui garantissent que la teneur de ces substances dans l'environnement serait extrêmement faible et ne présenterait pas un danger pour les êtres vivants.

[7] Durant la recherche de sites sous l'égide de Monsieur Christian Bataille mentionnée plus haut, aucun territoire comportant du sel gemme dans son sous-sol n'a manifesté d'intérêt pour accueillir potentiellement un laboratoire de recherche souterrain.

En 1998, suite à l'instruction technique de ces demandes, le Gouvernement a écarté les sites du Gard et de la Vienne et a sélectionné le site issu de la fusion des candidatures de la Meuse et de la Haute-Marne (dans la couche argileuse du Callovo-Oxfordien) pour y implanter un laboratoire souterrain.

En Août 1999, l'Andra a obtenu l'autorisation de construire le laboratoire souterrain dit de « Meuse/Haute-Marne » (6). Ce laboratoire souterrain de recherche n'a pas l'autorisation et n'est pas conçu pour la réception de déchets radioactifs. La construction du Laboratoire souterrain de recherche a démarré en 2000. En 2004, le creusement des puits du Laboratoire souterrain a atteint la couche d'argile du Callovo-Oxfordien à étudier.

L'ARGILE

L'argile est une roche sédimentaire à grain très fin. Elle est le plus souvent créée à partir de particules transportées et déposées il y a des millions d'années par le vent, les fleuves ou les courants marins sous forme d'alluvions. Avec le temps, ces dépôts ont sédimenté, se sont déshydratés et ont été compactés pour former une roche[8].

L'argile est une roche qui présente des propriétés favorables pour le stockage des déchets radioactifs :

- une couche d'argile constitue une barrière naturelle imperméable[9]. Cette propriété peut être observée dans la nature où elle est responsable du paysage particulier des régions à sous-sol argileux. L'eau ne pouvant s'infiltrer dans le sous-sol, des étangs, des lacs et des marais se créent naturellement. Dans un stockage, une couche d'argile protège les déchets et empêche les circulations rapides d'eau à leur contact ;
- dans leur quasi-totalité, les substances radioactives et toxiques sont piégées dans l'argile dans laquelle elles ne peuvent pas parcourir plus de quelques mètres[10]. Seules quelques substances particulières peuvent traverser l'argile et sortir d'un stockage. Ces substances, dites « mobiles », par exemple l'iode ou le chlore, ne se déplacent toutefois dans l'argile que par un processus extrêmement lent de diffusion. Cette propriété mesurable en laboratoire a également été observée dans la nature à Oklo (Gabon) ;
- l'argile a des caractéristiques mécaniques et physiques qui lui permettent de se refermer avec le temps et de retrouver ses propriétés initiales, par exemple lorsqu'elle a été fracturée ou desséchée. On dit qu'elle « cicatrise ».

Figure 2-7 *Gros plan sur une paroi d'argile du Callovo-Oxfordien dans une galerie du Laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne*

Les travaux menés dans le Laboratoire souterrain et dans les laboratoires de surface ainsi que les investigations menées depuis la surface par l'Andra ont été évalués par l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire) et la CNE (Commission nationale d'évaluation des recherches et études relatives à la gestion des matières et des déchets radioactifs) et ont confirmé la faisabilité d'un stockage géologique dans la formation argileuse du Callovo-Oxfordien.

En 2006 et en 2016, le Parlement a confirmé politiquement le choix du stockage réversible en couche géologique profonde dans l'argile pour la gestion durable des déchets radioactifs HA et MA-VL. Les départements candidats et le territoire ont régulièrement réaffirmé leur soutien au projet de centre de stockage Cigéo.

UN STOCKAGE RÉVERSIBLE

Compte tenu de la durée d'ordre séculaire prévue pour le fonctionnement du centre de stockage Cigéo, environ cinq générations successives devraient l'exploiter. Notre génération, qui envisage de créer cette installation, a donc le devoir de ne pas enfermer les générations futures dans des choix de conception faits au lancement du projet. C'est dans ce sens que l'Andra développe un projet de stockage réversible (cf. Chapitre 2.6.2), tel que demandé par la loi.

La loi du 25 juillet 2016 a précisé la définition de 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 » (7).

La réversibilité du centre de stockage est fondée sur :

- la progressivité de la construction des ouvrages qui offre principalement la possibilité d'accélérer, de retarder ou de modifier l'ordre de construction du stockage, par exemple pour intégrer des améliorations techniques ;
- la possibilité de récupérer des colis de déchets déjà stockés pour les réorienter vers une voie de gestion (encore inconnue) qui procurerait un avantage par rapport au stockage ;
- l'adaptabilité de la conception qui offre la possibilité, en cas d'éventuelle évolution de la politique nationale en matière de gestion des déchets, de modifier le stockage pour qu'il prenne en charge des matières ou des déchets, par exemple des combustibles usés ou des déchets FA-VL, qui ne sont pas actuellement destinés à un stockage géologique ;
- la flexibilité de l'exploitation du stockage qui permet de s'adapter à des variations de son programme industriel (chronique de réception des colis, évolution des conditionnements des déchets et anticipation ou report des opérations de fermeture).

2.2.3 Les autres modes de gestion envisagés pour les déchets HA et MA-VL

Les principaux modes de gestion, qui font l'objet d'une analyse comparative dans le volume II de la présente étude d'impact, sont :

- **La transmutation**

  La transmutation est une réaction nucléaire : elle transforme des atomes en d'autres atomes de nature chimique différente. L'objectif de son utilisation pour la gestion des déchets consiste à transformer des radionucléides à vie longue en d'autres radionucléides de période plus courte et qui cessent donc plus rapidement d'être nocifs, ou de les transformer en des éléments possédant une dangerosité plus faible. Les réactions de transmutation artificielle, pour la gestion des déchets, ne peuvent être effectuées qu'au sein de réacteurs nucléaires. La transmutation nécessite donc le développement de nouvelles installations.

  Ce mode de gestion, outre que sa faisabilité technique n'est pas garantie, ne peut pas traiter l'ensemble de l'inventaire actuel et nécessite de créer des installations de gestion pour les déchets actuels non transmutés et des installations de gestion pour les nouveaux déchets créés. Elle augmente le nombre total d'installations nucléaires et les transports de substances radioactives. Elle impose un recours durable aux technologies nucléaires industrielles. Elle induit des impacts bruts très importants pour sa construction, son

[8] Phénomène de diagénèse
[9] En termes scientifiques, une couche d'argile est très faiblement perméable à l'eau.
[10] Capacité dite de « sorption » des radionucléides éventuellement solubilisés.

fonctionnement, son démantèlement. Elle est susceptible d'entraîner des conséquences radiologiques importantes en cas d'accidents pendant son fonctionnement et en cas de perte de contrôle institutionnel.

Dans son avis du 1er décembre 2020 (8), l'ASN rappelle que « *les perspectives de transmutation à une échelle industrielle des déchets déjà conditionnés de l'inventaire de référence de Cigéo ne sont pas crédibles* ».

- **Le stockage dans des forages très profonds**

  Il s'agit d'une forme de stockage en milieu géologique continental, mais, contrairement au stockage géologique, il s'agit de stocker les déchets dans des forages verticaux en grande profondeur.

  Ce mode de gestion, outre que sa faisabilité technique n'est pas non plus acquise, présente comme principal inconvénient l'incapacité à être réversible. Une fois que les colis y sont stockés, il devient rapidement impossible de les en retirer.

- **L'entreposage de longue durée**

  La gestion des déchets HA et MA-VL peut s'envisager par prolongation de leur entreposage dans des installations du type de celles qui les abritent actuellement. En pratique, cela nécessite la construction périodique de nouvelles installations d'entreposage, puis le transfert des colis de déchets vers ces dernières, éventuellement après reconditionnement. Une installation centralisée, éventuellement implantée à proximité de la surface, pourrait également être envisagée. Sur la base des technologies et de l'expérience disponibles, l'entreposage de longue durée est applicable à l'ensemble des colis HA et MA-VL de l'inventaire de référence.

  Il s'agit d'une technologie accessible immédiatement. Toutefois, son principal inconvénient résulte du fait qu'elle nécessite, à sa suite, la création d'une nouvelle filière de gestion dont rien n'indique qu'elle sera faisable, sûre ou économe en ressource et en impact environnemental. L'entreposage de longue durée augmente le nombre de transports pour entreposer et désentreposer les colis de déchets. Son impact environnemental brut à très long terme est potentiellement important, autant que les risques qu'il fait peser sur la santé et le territoire en cas de perte de contrôle institutionnel.

  Par conséquent, contrairement au stockage géologique, cette option ne permet pas d'assurer la sûreté, de manière passive, sur le long terme. En effet, elle suppose une ré-intervention régulière de l'homme, tant qu'une filière de gestion à long terme ne serait pas trouvée. En ceci, elle n'est pas comparable au stockage géologique profond. Dans son avis du 1er décembre 2020 (8), l'ASN rappelle sa position exprimée dans son avis du 1er février 2006 « *l'entreposage de longue durée ne peut pas constituer une solution définitive pour la gestion des déchets de haute activité à vie longue. Il suppose en effet le maintien d'un contrôle de la part de la société et la reprise des déchets par les générations futures, ce qui semble difficile à garantir sur des périodes de plusieurs centaines d'années* ». Elle confirme également que « *les entreposages à faible profondeur ne présentent pas d'avantage déterminant, en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, par rapport aux entreposages en surface » (9).*

Il ressort de l'analyse comparative des différents modes de gestion envisagés pour la gestion des déchets HA et MA-VL, présentée dans le volume II de la présente étude d'impact, un avantage significatif pour **le stockage géologique**. Principalement en raison de sa capacité à gérer durablement l'ensemble des déchets HA et MA-VL actuels, de sa sûreté et de son très faible impact à long terme.

2.2.4 Les choix d'implantation et de conception

2.2.4.1 Les choix d'implantation et de conception pour le centre de stockage Cigéo

Le projet de centre de stockage Cigéo est développé en dialogue avec la société et le territoire pour prendre en compte les préoccupations de la population et pour préparer son intégration. Depuis le débat public de 2013 sur le projet, l'Andra mène une démarche de concertation sous l'égide de garants de la Commission nationale du débat public (CNDP) pour consolider son projet et nourrir son évaluation environnementale.

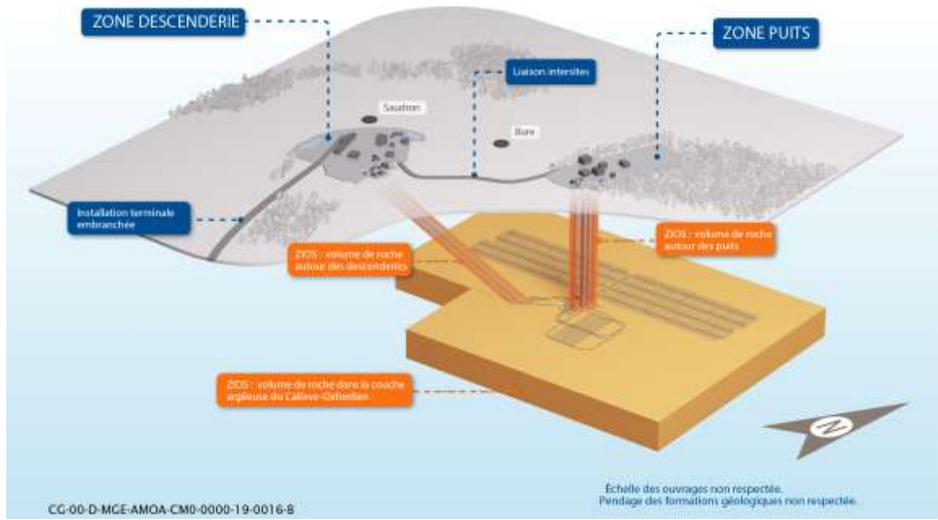

Figure 2-8 *Zone d'implantation des ouvrages souterrains du centre de stockage Cigéo (en orange)*

La localisation des installations souterraines du projet est le résultat d'un processus progressif qui a pris en compte les critères géologiques prépondérants pour la sûreté du stockage. Des critères environnementaux et économiques ont également été identifiés avec les acteurs locaux pour orienter la recherche de la bonne localisation.

Plusieurs zones ont été proposées qui ont abouti fin 2009 à la définition de la Zone d'intérêt pour la recherche approfondie (ZIRA) optimisée au regard des critères de protection de l'homme et de l'environnement. Cette zone qui est de taille suffisante pour accueillir un stockage a fait l'objet d'investigations complémentaires. Elles ont confirmé sa capacité à accueillir les ouvrages de stockage de la zone d'implantation des installations souterraines (ZIOS) du centre de stockage Cigéo.

À partir de la zone souterraine, l'Andra a recherché les meilleures implantations pour les installations de surface du centre de stockage. Les critères définis avec le territoire visaient principalement à protéger l'homme et l'environnement, à réduire les nuisances et les risques et à respecter les enjeux d'aménagement du territoire et d'efficacité de l'activité industrielle. Le choix de la zone descenderie pour l'accueil des colis et leur préparation au stockage résulte principalement du choix du funiculaire, solution technique jugée la plus sûre pour le transfert au fond des colis, et de la volonté de rechercher une zone limitrophe des départements de la Meuse et de la Haute-Marne. Le choix de la zone puits résulte de la nécessité de se situer à l'aplomb du centre de la zone d'implantation des ouvrages de stockage et sur une emprise suffisante pour y implanter à la fois les installations de support aux activités souterraines et de gestion des déblais issus du creusement. Par ailleurs, la volonté de préserver le cadre de vie principalement rural de la zone a conduit à rechercher un équilibre entre la consommation des terres agricoles et des terres boisées. L'implantation dans le bois Lejuc a été retenue après le débat public de 2013. Compte tenu des enjeux environnementaux de ce bois, l'Andra a cherché à réduire au maximum les emprises défrichées et à préserver les lisières, les boisements d'intérêt et le corridor écologique.

L'implantation de la liaison intersites (LIS) et de l'installation terminale embranchée (ITE) répondent également à des choix d'insertion dans le territoire et à des enjeux environnementaux.

Par ailleurs, la conception environnementale du centre de stockage a abouti :

- au choix de l'électricité pour l'approvisionnement en énergie principale de fonctionnement et à la création d'un réseau de chaleur adaptable au développement des énergies vertes ;
- à l'alimentation en eau du centre depuis des captages locaux tout en permettant le renforcement des réseaux actuels des communes ;

- au recyclage maximal des eaux sur le centre de stockage ;
- au rejet dans les cours d'eaux locaux d'effluents traités compatibles avec les critères de bon état chimique et écologique des eaux superficielles au sens de la directive cadre sur l'eau, sans aggraver les risques d'inondations pour les personnes et les biens ;
- à valoriser les déblais du Callovo-Oxfordien qui ne seront pas réutilisés pour la fermeture ;
- à donner la priorité au transport ferroviaire pour la livraison des colis de déchets radioactifs et pour le fret ;
- au maintien des colis de déchets chez les producteurs de déchets jusqu'au moment où ils peuvent être acceptés et stockés sur le centre de stockage Cigéo et qu'il a été démontré qu'ils respectaient les spécifications d'acceptation du centre.

2.2.4.2 Les choix d'implantation des opérations du projet global Cigéo liés à la construction et au fonctionnement du centre de stockage Cigéo

Les études de conception environnementale du projet global ont conduit à retenir :

- le raccordement du centre de stockage à la ligne très haute tension 400 kV Houdreville-Méry. Un poste de transformation 400/90 kV, des liaisons souterraines enterrées et des postes de livraisons 90 kV doivent être créés par RTE ;
- la construction de conduites d'adduction d'eau, par les syndicats de gestion locaux, pour relier le centre de stockage aux captages de Thonnance-lès-Joinville, d'Échenay et de Gondrecourt-le-Château. Les travaux permettront de renforcer les réseaux de certaines communes ;
- la mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 sera entreprise par SNCF réseau pour connecter le centre de stockage au réseau ferré national ;
- la déviation de la route départementale D60/960 sur une partie de son tracé, pour contourner la zone descenderie du centre de stockage, tout en maintenant le niveau de service actuel ;
- l'expédition et le transport des colis de déchets radioactifs seront organisés par les producteurs de déchets radioactifs. Seuls les colis de déchets ayant fait l'objet d'une acceptation préalable par l'Andra seront expédiés ;
- des activités – menées par l'Andra, hors des emprises du centre de stockage – de caractérisation, de surveillance environnementale et de suivi des mesures environnementales prescrites.

» OPÉRATION D'INTÉRÊT NATIONAL (OIN)

Le Gouvernement projette de créer une OIN sur le territoire d'implantation du centre de stockage Cigéo afin de répondre aux enjeux d'aménagement du territoire. Cet outil permettra à l'État de prendre en compte la situation interdépartementale du projet et de veiller à développer, dans une approche globale et intégrée, un aménagement cohérent sur les différents territoires concernés.

Cette vision de l'État sur les enjeux et orientations d'aménagement du territoire sera à construire en associant les collectivités concernées

2.2.5 Un projet développé en dialogue avec la société

Le projet de centre de stockage Cigéo repose sur près de 30 années d'échanges, d'études et de décisions politiques qui se sont mutuellement nourris. La montée en puissance du dialogue environnemental dans la société et dans les textes réglementaires s'est aussi exprimée dans la manière dont l'État puis l'Andra ont mené la participation du public et notamment la concertation sur le projet de centre de stockage Cigéo.

Suite aux difficultés rencontrées lors des premières prospectives des années 1980, le choix du site de Meuse/Haute-Marne, regroupement des deux candidatures originelles, a été progressivement défini au travers d'un processus incluant des échanges conduits à partir de la loi de 1991. De la même manière, les critères formulés par les participants à la concertation locale de 2009 ont bien été pris en compte par l'Andra pour proposer plusieurs scénarios d'implantation de la ZIRA (zone d'intérêt pour la reconnaissance approfondie) et des installations de surface. La proposition d'implantation de la ZIRA a été validée en 2010 par le Gouvernement et le choix des ZIIS (zones d'implantation des installations souterraines) a été officiellement acté le 4 février 2013 par le Comité de haut niveau présidé par la ministre de l'environnement.

Toutes ces années de concertation ont naturellement permis de discuter de l'opportunité du stockage des déchets nucléaires en couche géologique profonde, au fur et à mesure de l'avancée de la recherche sur les options de gestion des déchets radioactifs, et d'écouter les différentes opinions du public en la matière. Bien qu'actée en 2006 par le Parlement comme solution de référence pour les déchets radioactifs HA et MA-VL, la solution du stockage géologique profond constitue le sujet principal des échanges du débat public de 2013. Les suites données au débat public de 2013 illustrent la volonté de l'Andra d'offrir toutes les conditions possibles pour que la société puisse dialoguer et débattre des choix à opérer. La loi de 2016 sur les modalités de création du projet de centre de stockage Cigéo vient actualiser certaines dispositions de la loi de 2006 et préciser certains aspects du projet (réversibilité, phase industrielle pilote, calendrier) pour prendre en compte les suites du débat public de 2013.

Concernant la sûreté du centre de stockage Cigéo, l'Andra a toujours apporté des réponses en toute transparence, en particulier lors du débat public de 2013 et globalement dans tous ses efforts de communication à l'attention du territoire de Meuse/Haute-Marne. L'Agence a ainsi contribué à l'ouverture à la société des sujets liés aux déchets produits par les activités nucléaires en France, en réponse aux attentes citoyennes ainsi qu'aux lois adoptées (telle la loi de 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire).

Figure 2-9 Débat contradictoire sur internet dans le cadre du débat public de 2013

La concertation a également été l'occasion de dialoguer sur les questions d'éthique et de gouvernance. C'est en réponse à ces enjeux que l'Andra a créé, suite au débat public de 2013, le Comité éthique et société (CES) qui éclaire, fait progresser, donne des avis et évalue l'Andra sur des sujets tels que les relations et responsabilités intergénérationnelles, la participation et l'implication de la société dans les activités et les projets conduits par l'Andra, la gouvernance de ses projets, l'éthique environnementale et territoriale.

Sur ces deux thématiques - la conception technique et la gouvernance - l'Andra entend poursuivre la concertation post-débat public à la fois à l'échelle locale mais aussi nationale, en vue du dépôt du dossier de demande d'autorisation de création du centre de stockage Cigéo tout le temps de son instruction et au-delà.

Par-delà ces questions de principe, l'insertion du projet et certaines de ses caractéristiques ont été et continueront à être précisées et construites *via* un dialogue avec le territoire. C'est principalement à partir du débat public de 2013, puis dans le cadre de la phase de concertation post-débat public que les sujets ont pu être abordés, débattus et arbitrés, dans un dialogue qui s'est progressivement élargi.

Le présent dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique (DUP) intègre ces choix partagés avec le territoire. Si des scénarios de référence ont été retenus à l'issue de la première phase de la concertation post-

débat public, des études complémentaires sont encore nécessaires et l'Andra s'est engagée à revenir sur des sujets déjà abordés et à porter à la concertation des aspects pour lesquels des choix restent à faire ou à affiner, notamment sur l'aménagement et le cadre de vie.

La concertation a donc constitué un apport essentiel et continu au projet global Cigéo qui a su se nourrir des réflexions qui relèvent de choix de société, de principes de sûreté pour le centre de stockage Cigéo comme d'attentes locales.

Nombre d'évolutions du projet résultent des enseignements des étapes de concertation précédentes. D'abord centrée sur les raisons d'être du projet (au travers du débat public de 2005 notamment puis du débat public de 2013), la concertation s'est progressivement étendue à un large spectre de sujets environnementaux et à de nombreux choix de société.

La concertation et les échanges avec les parties prenantes et le public se poursuivront tout au long de la vie du centre de stockage Cigéo, conformément aux exigences du code de l'environnement (article L 542-10-1), qui prévoit des rendez-vous périodiques pour la mise à jour du plan directeur pour l'exploitation (PDE) du centre de stockage et des revues périodiques de la mise en œuvre du principe de réversibilité.

2.3 Les déchets destinés au centre de stockage Cigéo

Les déchets destinés au centre de stockage Cigéo sont les déchets radioactifs de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL), dont le niveau de radioactivité et la durée de vie ne permettent pas de les stocker de manière sûre en surface ou à faible profondeur.

Les déchets HA sont essentiellement des résidus qui ont été extraits des combustibles nucléaires usés lors de leur retraitement (produits de fission et actinides mineurs), puis vitrifiés.

Les déchets MA-VL sont principalement des résidus issus des combustibles nucléaires irradiés après retraitement, des composants ayant séjourné dans des réacteurs nucléaires et de déchets technologiques issus de l'exploitation et de la maintenance des installations nucléaires, de laboratoires, d'installations liées à la Défense nationale et du démantèlement de ces différentes installations.

Le centre de stockage Cigéo est conçu pour accueillir les déchets d'un inventaire de référence présenté lors du débat public de 2013. Cet inventaire de référence repose sur l'inventaire des déchets HA et MA-VL déjà produits (environ 40 % des déchets HA et 60 % des déchets MA-VL) et ceux qui seront produits à l'avenir par les installations nucléaires existantes et par celles dont la création a été autorisée à fin 2016 (EPR de Flamanville, ITER, réacteur expérimental Jules Horowitz), jusqu'au terme prévisible de leur fonctionnement, puis de leur démantèlement.

Le volume des déchets radioactifs de l'inventaire de référence, destiné à être stocké dans Cigéo si le centre de stockage est autorisé, est de l'ordre de 83 000 m³. Il correspond à environ 225 000 colis stockés.

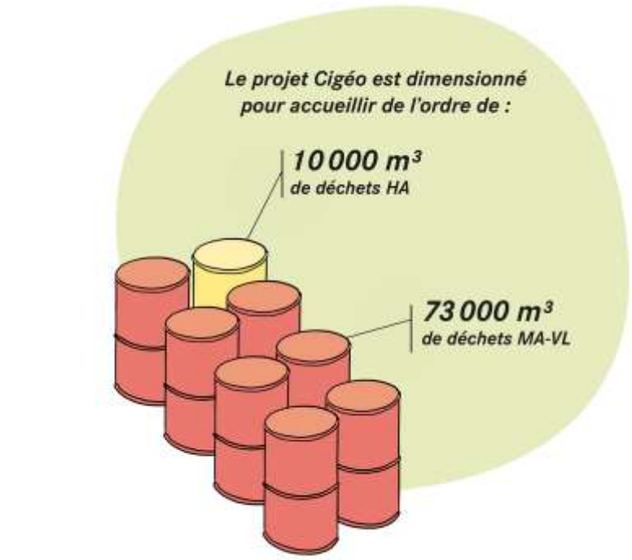

Figure 2-10 *Estimation des volumes de déchets HA et MA-VL destinés à être stockés dans le centre de stockage Cigéo*

L'Andra conçoit le centre de stockage Cigéo de façon à ce qu'il puisse évoluer au fur et à mesure de sa construction par phase successives pour prendre en compte d'éventuelles évolutions en matière d'inventaire des déchets stockés, liées notamment aux stratégies industrielles et énergétiques ou à la mise en place de nouvelles filières de gestion de déchets. À ce stade, ces évolutions sont étudiées au travers d'un inventaire de réserve et d'études d'adaptabilité, qui seront présentées dans le dossier de demande d'autorisation de création de Cigéo, afin de garantir la capacité du projet à évoluer et s'adapter à des choix de politique énergétique. C'est un volet important de la réversibilité.

2.4 La description des installations du projet global

2.4.1 Le centre de stockage Cigéo

Le centre de stockage Cigéo est implanté sur les communes de Bonnet, Bure, Cirfontaines-en-Ornois, Gillaumé, Gondrecourt-le-Château, Houdelaincourt, Horville-en-Ornois, Mandres-en-Barrois, Ribeaucourt, Saint-Joire, Saudron.

Le centre de stockage Cigéo comprend :

- une zone descenderie (ZD), principalement dédiée à la réception des colis de déchets radioactifs expédiés par les producteurs, à leur contrôle et à leur préparation avant transfert dans l'installation souterraine pour leur stockage ;
- une zone puits (ZP), dédiée aux installations de soutien aux activités réalisées dans l'installation souterraine et en particulier aux travaux de creusement ;
- une zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS), comprenant les accès depuis la surface, des quartiers de stockage des colis de déchets radioactifs et des zones de soutien logistique (ZSL) ;
- une liaison intersites (LIS) en surface, reliant la zone puits à la zone descenderie, comprenant un convoyeur, une voie privée dédiée à la circulation des poids lourds et une route publique pour la circulation des véhicules légers ;
- une installation terminale embranchée (ITE), voie ferrée reliant la zone descenderie au Réseau ferré national (RFN) à Gondrecourt-le-Château et incluant une plateforme logistique dans cette commune.

.

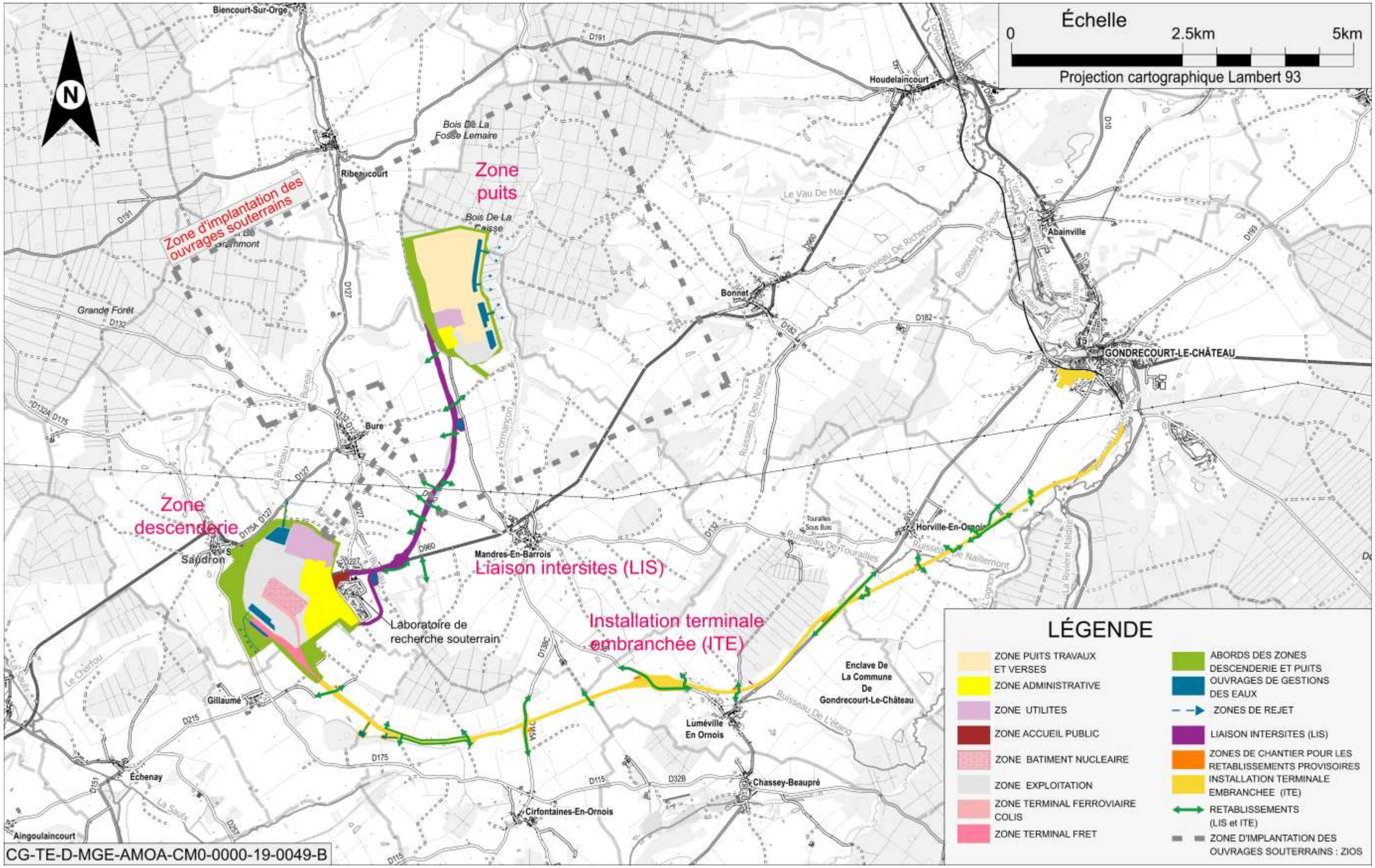

Figure 2-11 Localisation des installations de surface et souterraines du projet de centre de stockage Cigéo

2.4.1.1 Les principes de fonctionnement du centre de stockage Cigéo

La figure 2-12 présente le fonctionnement du centre de stockage Cigéo. Ces grandes fonctions industrielles sont la réception des colis de déchets expédiés par les producteurs, leur contrôle et leur préparation pour le stockage, leur transfert vers l'installation souterraine où ils sont positionnés dans des alvéoles de stockage en fonction de leur nature et de leur activité.

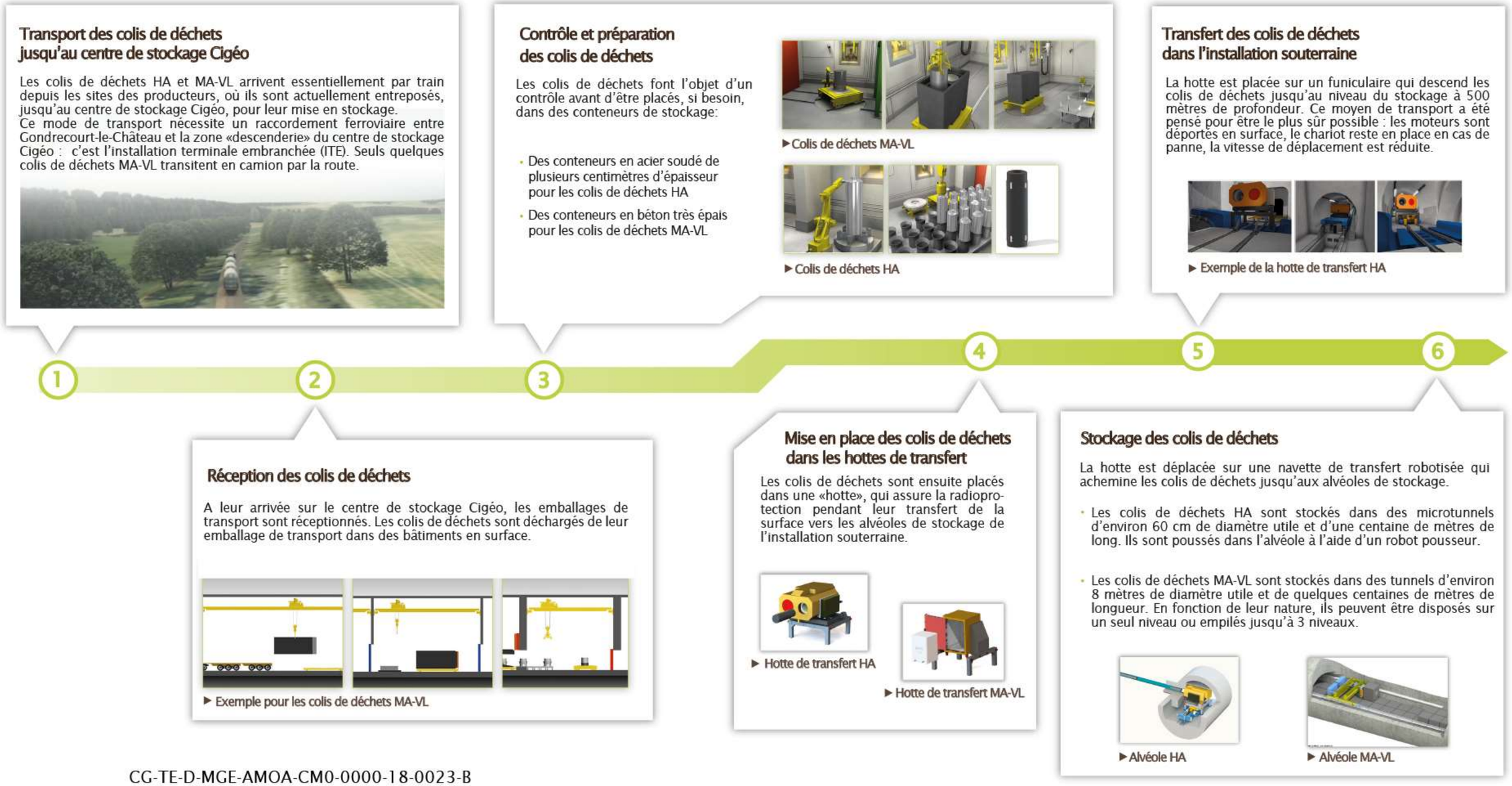

Figure 2-12 Cheminement des colis de déchets jusqu'à leur emplacement de stockage

2.4.1.2 Les ouvrages de surface en zone descenderie

La zone descenderie (ZD), d'une surface totale de 296 ha, dont 269 ha de surface remaniée, est dédiée à la réception, au contrôle et à la préparation des colis de déchets radioactifs avant leur transfert pour stockage dans l'installation souterraine. Elle comprend l'ensemble des surfaces accueillant les bâtiments, ouvrages, équipements et aménagements paysagers de la zone descenderie.

Afin de couvrir une partie des besoins des mesures de compensation environnementale localisées à ses abords directs, elle intègre une bande d'environ 24 ha de milieux agricoles.

Elle se trouve à l'ouest du Laboratoire de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne de l'Andra, dont elle est indépendante.

Son implantation concerne les communes définies au tableau suivant :

Tableau 2-2 Communes d'implantation de la zone descenderie

Département	Commune	Cigéo
Meuse (55)	Bure	Zone descenderie
Haute-Marne (52)	Gillaumé	Zone descenderie
	Saudron	Zone descenderie

La zone descenderie est organisée de la manière suivante :

- une zone dédiée à l'exploitation, comprenant notamment le bâtiment nucléaire et le terminal ferroviaire nucléaire accueillant les colis de déchets radioactifs ;
- une zone dite administrative regroupant les installations de soutien à l'exploitation et à la maintenance de la zone descenderie ainsi que des bâtiments administratifs pour l'ensemble du centre de stockage Cigéo ;
- une zone dédiée à l'accueil du public, regroupant en particulier un bâtiment d'accueil du public et un bâtiment dédié notamment à la conservation de la mémoire ;
- une zone utilités regroupant les installations permettant la production et la distribution d'énergie et de fluides sur la de la zone descenderie ;
- une zone permettant d'accueillir un terminal ferroviaire fret.

L'entrée de cette zone s'effectue par l'est à proximité du rond-point de la route départementale D60/960 desservant actuellement l'entrée du Laboratoire souterrain.

La figure 2-13 présente l'organisation générale de la zone descenderie par zone fonctionnelle.

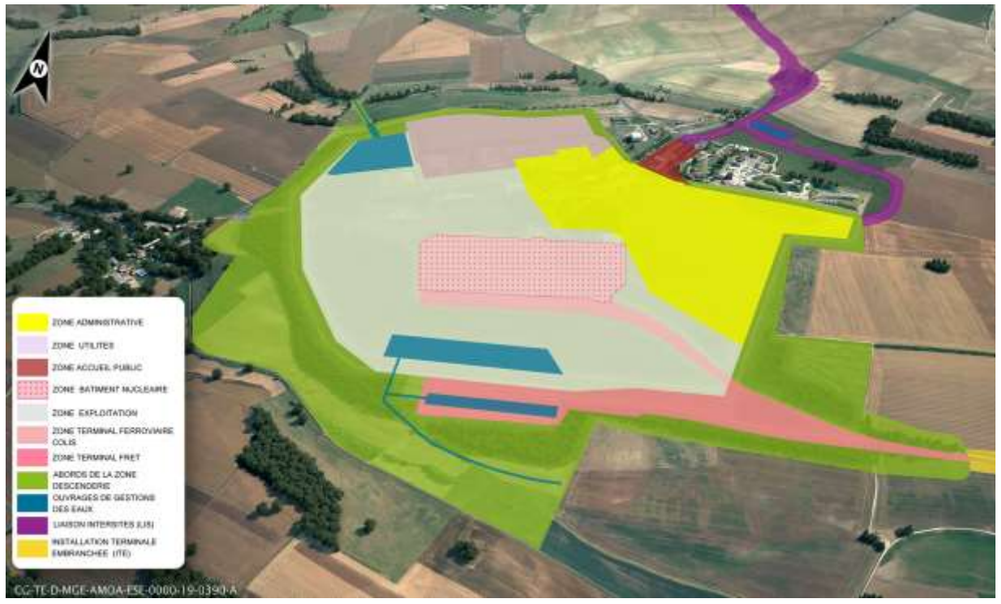

Figure 2-13 Organisation générale de la zone descenderie (ouvrages non représentés)

La zone descenderie prend place dans un territoire agricole ouvert. Elle est articulée autour du bâtiment nucléaire de surface.

La figure 2-14 présente un exemple d'aménagement et d'insertion paysagère possibles de la zone descenderie.

Figure 2-14 Exemple d'aménagement et d'insertion paysagère possibles de la zone descenderie

Les ouvrages de la ZD sont intégrés dans des clôtures permettant d'en contrôler les accès et de leur apporter le niveau de protection approprié.

L'ensemble des installations est desservi par des cheminements piétons ainsi que par un réseau de voiries internes adaptées à des circulations à faible vitesse de véhicules légers et de poids lourds. La surface au sol globale de ces voiries, mais aussi des infrastructures ferroviaires internes à la zone (hors terminaux ferroviaires) et des plateformes associées est de l'ordre de 250 000 m².

Différentes aires de stationnement sont réparties sur la zone pour une surface de l'ordre de 19 000 m².

LES INSTALLATIONS DE LA ZONE EXPLOITATION DE LA ZONE DESCENDERIE

Les installations de la zone exploitation de la zone descenderie permettent d'assurer l'ensemble des opérations nécessaires à la prise en charge des colis de déchets radioactifs, depuis leur réception, jusqu'à leur transfert vers les infrastructures souterraines de stockage.

Les convois de colis de déchets expédiés par les producteurs arrivent majoritairement sur le terminal ferroviaire nucléaire en zone descenderie *via* le réseau ferré national et, sur les derniers kilomètres, par l'installation terminale embranchée. À leur arrivée, après un premier contrôle administratif, les wagons chargés sont stationnés sur le terminal avant d'être dirigés vers les installations nucléaires de préparation et contrôle des colis.

Ces installations nucléaires sont déployées en deux phases :

- un premier bâtiment dénommé « Exploitation phase 1 » (EP1), dédié au déchargement, au contrôle et à la préparation pour le stockage des colis de moyenne activité à vie longue (MA-VL) et des colis de haute activité à vie longue dégageant peu de chaleur (HA0). L'ordre de grandeur correspondant à son emprise au sol est de 32 000 m² ;
- un second, moins étendu, dénommé « Exploitation phase 2 » (EP2), dédié au déchargement, au contrôle et à la préparation pour le stockage des colis HA dits « thermiques » (HA1/HA2) qui ne seraient pris en charge qu'à l'horizon 2070-2080. Sa construction, assujettie à l'obtention des autorisations administratives adéquates, n'est envisagée qu'après plusieurs décennies d'exploitation. L'ordre de grandeur correspondant à sa surface au sol est de 20 000 m².

Ces bâtiments, d'une hauteur de l'ordre de 20 à 25 mètres, comprennent trois niveaux et sont partiellement enterrés. Ils sont reliés par une galerie à la tête de la descenderie colis (TDC) qui permet de descendre les colis vers les ouvrages souterrains de stockage.

Après passage par une filtration de très haute efficacité (filtres THE), les rejets gazeux issus de la ventilation de ces installations nucléaires de surface sont canalisés et rejetés par une cheminée de hauteur suffisante pour leur bonne diffusion (de l'ordre d'une quarantaine de mètres de hauteur à compter des voiries d'accès du bâtiment).

Toutes les opérations sur les colis sont automatisées et suivies par vidéo-surveillance à partir de la salle de conduite centralisée.

2.4.1.3 Les ouvrages de surface en zone puits

La zone puits (ZP), d'une surface totale à terme de 202 ha dont 184 ha de surface remaniée, est dédiée principalement aux installations de soutien aux activités souterraines de stockage et de travaux (déploiement progressif des zones de stockage). Elle est implantée dans la partie sud du bois Lejuc, sur un terrain naturellement incliné vers l'est, vers la vallée de l'Ormançon.

Son implantation concerne les communes définies au tableau suivant :

Tableau 2-3 Communes d'implantation de la zone puits

Département	Commune	Cigéo
Meuse (55)	Mandres-en-Barrois	Zone puits
	Bonnet	Zone puits (à compter de la seconde surface de dépôt des matériaux excavés quelques années après la mise en service du centre de stockage)

La zone puits est organisée de la manière suivante :

- une zone dédiée aux installations de soutien aux activités de travaux de creusement des installations souterraines et au dépôt des déblais d'excavation du Callovo-Oxfordien appelée zone puits travaux et verses, comprenant notamment :
  - ✓ le puits permettant l'extraction d'air de la zone souterraine en travaux ;
  - ✓ le puits assurant l'apport d'air frais et le transfert du personnel vers la zone souterraine en travaux ;
  - ✓ le puits de transfert des matériels et matériaux ;
  - ✓ la zone de gestion des déblais d'excavation du Callovo-Oxfordien déposés sous forme de « verses » notamment pour la mise en réserve des matériaux utiles à la fermeture du stockage.
- une zone dédiée à l'exploitation, comprenant notamment :
  - ✓ le puits permettant l'extraction d'air de la zone souterraine en exploitation ;
  - ✓ le puits assurant l'apport d'air frais et le transfert du personnel, des équipements, matériels et matériaux vers la zone souterraine en exploitation.
- une zone administrative regroupant les installations de soutien à l'exploitation et à la maintenance de la zone puits ;
- une zone utilités regroupant les installations permettant la production et la distribution d'énergie et de fluides de la zone puits et de l'installation souterraine.

L'accès à la zone puits s'effectue via une route faisant partie de la liaison intersites (cf. Chapitre 4.3.6 du présent document), depuis la route départementale D60/960. En cas de situation exceptionnelle, une voie de secours privée située au sud de la zone puits permet de rejoindre cette route.

La figure 2-15 présente l'organisation générale de la zone puits par zone fonctionnelle.

Figure 2-15 Organisation générale de la zone puits (ouvrages non représentés)

Figure 2-16 Exemple d'aménagement et d'insertion paysagère possibles de la zone puits (vision en fin de phase de fonctionnement)

L'ensemble des installations est desservi par des cheminements piétons ainsi que par un réseau de voiries internes adaptées à des circulations à faible vitesse de véhicules légers et de poids lourds. La surface globale de ces voiries et des plateformes associées est de l'ordre de 160 000 m^2. L'aire de stationnement principale est située à l'entrée de la zone descenderie.

Aucun colis de déchets radioactifs ne transite sur la zone puits.

Lors de la première phase de construction, la surface de la zone puits est de l'ordre de 136 ha de surface remaniée. Elle inclut la surface de l'ordre de 60 ha nécessaire pour la gestion des matériaux excavés (Z1). Quelques années après la mise en service du centre stockage, une seconde surface de gestion des déblais (Z2) d'environ 48 ha est nécessaire. La zone puits est étendue vers le nord.

Pour la gestion du Callovo-Oxfordien excavé par les travaux de réalisation des derniers ouvrages souterrains, une troisième zone (Z3), d'environ 39 ha de surface remaniée, pourrait être aménagée dans plusieurs décennies en cas de non-disponibilité dans le temps des filières de valorisation. Cette éventuelle extension de la zone puits est prise en compte dans l'étude d'impact, en particulier pour l'évaluation des incidences.

» LES CINQ PUITS

Parmi les installations de la zone puits travaux et verses figurent 3 puits :

- le puits dénommé « ventilation air frais travaux » (VFT) permet l'apport d'air frais et le transfert par ascenseur du personnel vers la partie en travaux de l'installation souterraine ;
- le puits dénommé « ventilation air vicié travaux » (VVT) canalise l'extraction d'air de la zone souterraine en travaux ;
- le puits dénommé « matériels et matériaux travaux » (MMT) permet de transférer les équipements et les matériels lourds ainsi que les matériaux nécessaires aux travaux souterrains vers la partie en travaux de l'installation souterraine. Il permet aussi de remonter vers la surface les déblais issus des creusements.

Parmi les installations de la zone exploitation de la zone puits figurent 2 puits :

- le puits dénommé « ventilation air frais exploitation » (VFE) permet d'assurer le transfert du personnel vers la zone de soutien logistique exploitation et l'apport d'air frais vers la zone souterraine en exploitation ;
- le puits dénommé « ventilation air vicié exploitation » (VVE) canalise l'extraction d'air de la zone souterraine en exploitation.

2.4.1.4 La zone d'implantation des ouvrages souterrains

Les ouvrages souterrains du centre de stockage Cigéo sont déployés progressivement au sein de la zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS). Les ouvrages dédiés au stockage des colis sont implantés dans la couche argileuse du Callovo-Oxfordien à une profondeur d'environ 500 m. Des liaisons surface-fond (puits et descenderies) relient la zone descenderie et à la zone puits, décrites précédemment, aux parties de l'installation souterraine implantées dans cette couche de roche. Le déploiement progressif des ouvrages souterrains, par tranches, c'est-à-dire par groupes d'ouvrages, se fera sous réserve d'autorisations spécifiques progressives.

La ZIOS s'étend sur environ 29 km^2.

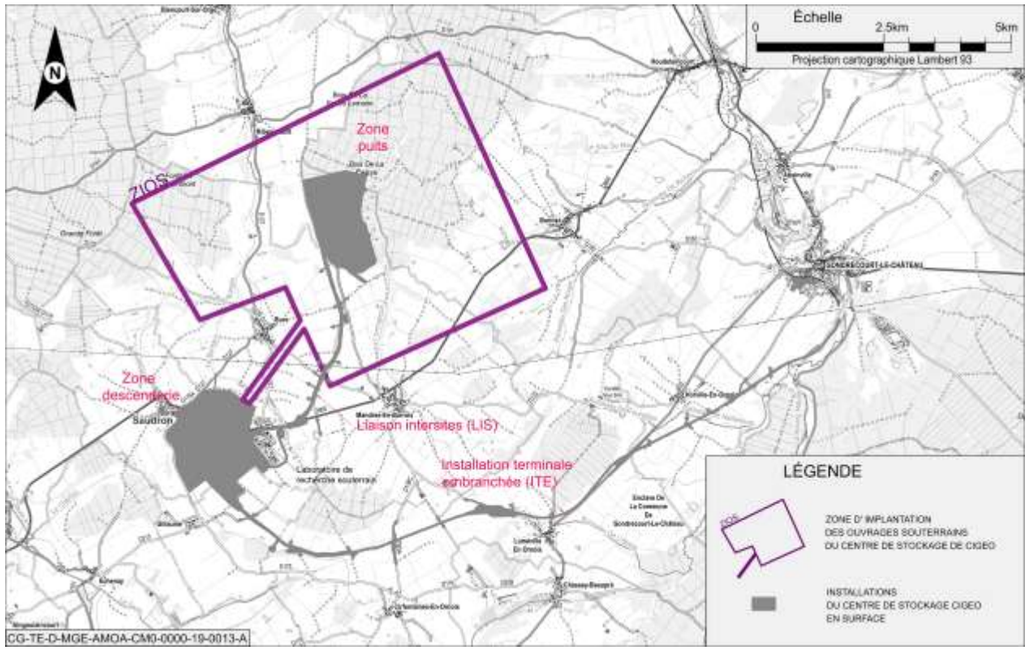

Figure 2-17 Localisation de la zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS)

Elle est située sur les communes listées dans le tableau ci-après. Aucune habitation n'est située à l'aplomb de cette zone.

Tableau 2-4 Communes à l'aplomb de la zone possible de déploiement des ouvrages souterrains de stockage

Département	Commune	Centre de stockage Cigéo
Meuse (55)	Mandres-en-Barrois	Descenderies/puits et zones de stockage
	Bonnet	Zones de stockage
	Bure	Descenderies et zones de stockage
	Ribeaucourt	Déploiement possible de l'installation souterraine à terminaison
	Houdelaincourt	
	Saint-Joire	

La zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS) comprend à terminaison :

- deux descenderies et cinq puits qui relient respectivement la zone descenderie et la zone puits à la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) et à la zone de soutien logistique travaux (ZSLT) ;
- une zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) qui supporte les activités de la zone souterraine en exploitation et par laquelle transitent les colis de déchets radioactifs ;
- une zone de soutien logistique travaux (ZSLT) qui supporte les activités de la zone souterraine en travaux et par laquelle transitent les équipements et les matériaux pour la construction ;
- un quartier pilote HA (accueillant des colis HA0) ;
- un quartier de stockage de colis de déchets radioactifs MA-VL ;
- un quartier de stockage HA.

Toutes les opérations sur les colis dans la ZIOS sont automatisées et suivies par vidéo-surveillance à partir de la salle de conduite centralisée localisée dans le bâtiment nucléaire de surface.

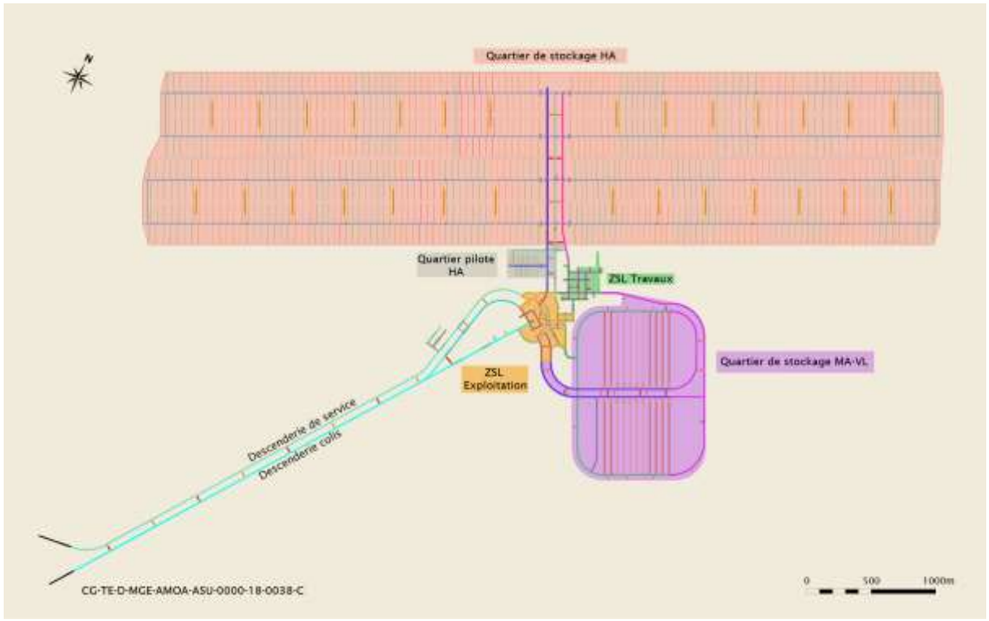

Figure 2-18 Organisation générale des ouvrages souterrains à terminaison

Après l'autorisation de mise en service délivrée par l'ASN, commence la réception de premiers colis de déchets radioactifs utilisés pour des essais actifs des équipements, puis des opérations de stockage.

Le fonctionnement du centre de stockage Cigéo dure une centaine d'années au cours desquelles ont lieu simultanément des opérations de réception et de mise en stockage de colis de déchets radioactifs et des travaux d'extension des zones de stockage par tranches successives. Pendant le fonctionnement du centre de stockage Cigéo, les études sont poursuivies pour améliorer sa conception, notamment pour l'optimisation des tranches successives.

Pour des raisons de sûreté, les zones nucléaires en exploitation sont toujours séparées physiquement des zones en travaux (maîtrise des risques de co-activité). Tous les flux travaux et exploitation (réseaux électriques, aérage, personnel, matériel, etc.) sont séparés. Ainsi, les travaux de construction peuvent être effectués sans impact sur la poursuite des opérations de mise en stockage. Un événement dans une zone n'a pas d'incidence sur l'autre zone.

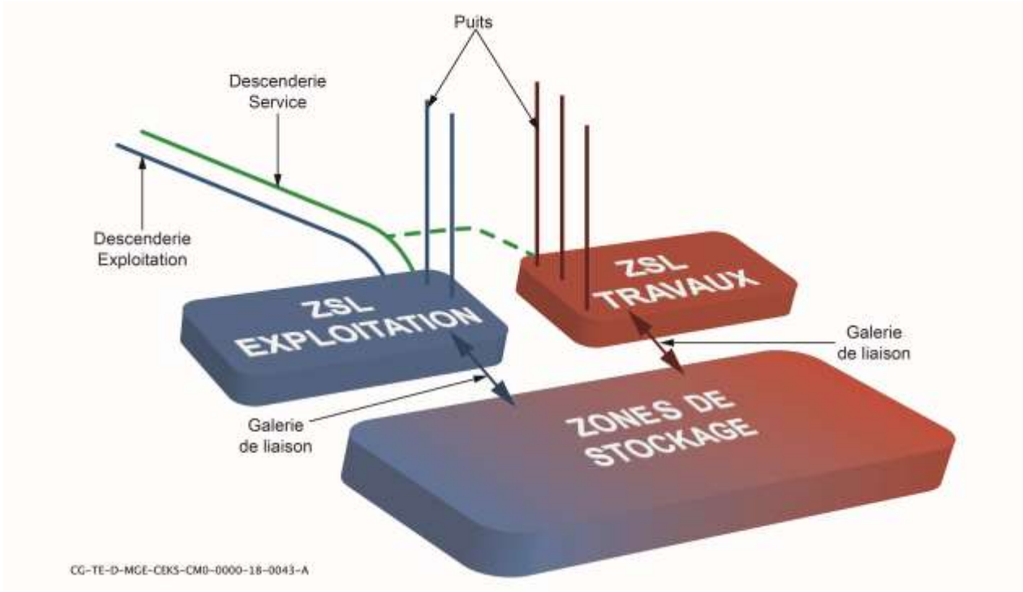

Figure 2-19 *Illustration du principe de séparation des différentes zones et liaisons surface-fond (dimensions et proportions des zones non représentatives)*

Sous réserve d'autorisation, des travaux d'obturation d'alvéoles, de galeries et de fermeture de quartiers de stockage pourront également être réalisés pendant la phase de fonctionnement du centre de stockage en respectant la même logique de séparation des activités.

a) Les liaisons surface-fond

Les liaisons surface-fond (LSF) permettent de relier la zone descenderie et la zone puits respectivement à la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) et à la zone de soutien logistique travaux (ZSLT). Elles sont constituées par :

- deux descenderies (tunnels inclinés) reliant la zone exploitation de la zone à la zone de soutien logistique exploitation ;
- deux puits verticaux reliant la zone exploitation de la zone puits à la zone de soutien logistique exploitation ;
- trois puits reliant la zone puits travaux et verses de la zone puits de la zone puits à la zone de soutien logistique travaux.

Les descenderies sont deux tunnels inclinés (12 %), d'environ 4 km, parallèles (distants de 60 m environ) et de même diamètre excavé (10 m environ).

Des recoupes relient les descenderies tous les 400 m. Elles permettent l'implantation de locaux techniques et constituent des galeries d'évacuation des personnels et d'accès aux secours pour les interventions d'urgence.

La descenderie colis permet d'acheminer la hotte contenant les colis de déchets radioactifs vers la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) au moyen d'un funiculaire. Elle permet également un cheminement piéton sur le quai de part et d'autre de la voie de circulation du funiculaire, pour l'inspection, la maintenance et l'évacuation/secours. Elle est également utilisée pour le passage d'une partie des réseaux d'utilités alimentant les ouvrages de la zone souterraine en exploitation. Le pied de la descenderie colis rejoint les voies de circulation des chariots de déchargement du funiculaire, afin de poursuivre le transfert de la hotte vers les zones de stockage.

La descenderie service, dédiée aux fonctions d'exploitation est reliée à la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE). Elle permet de réaliser les transferts liés à la maintenance, à l'acheminement de matériels et de matériaux, à l'évacuation des personnels et d'accès aux secours pour les interventions d'urgence. Cet ouvrage est également utilisé pour le passage d'une partie des réseaux d'utilités alimentant les ouvrages de la zone souterraine en exploitation. Elle permet la remontée des effluents collectés au fond et la ventilation remontante. Deux véhicules (secours ou service) peuvent s'y croiser.

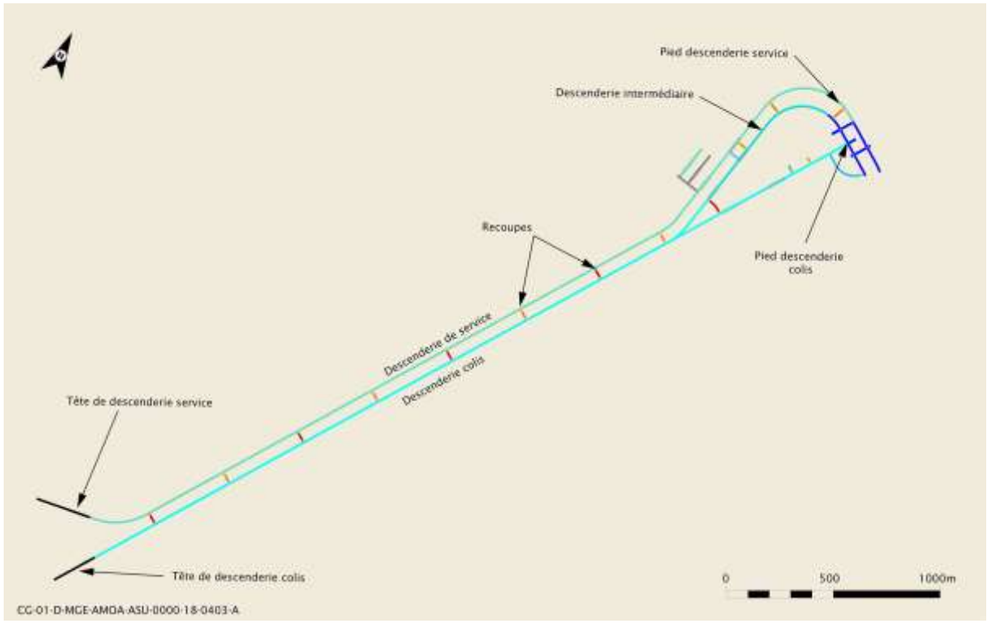

Figure 2-20 *Vue d'ensemble des descenderies service et colis*

Les puits constituent les liaisons verticales entre la zone puits et les zones de soutien logistique. Cinq puits sont prévus pour assurer les flux des personnels, matériels et matériaux nécessaires au fonctionnement et pour assurer la ventilation :

- deux puits pour l'exploitation, qui émergent en zone exploitation (ZEXP) de la zone puits et qui desservent la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) ;
- trois puits pour les travaux, qui émergent en zone puits travaux/verses (ZPTV) de la zone puits et qui desservent la zone de soutien logistique travaux (ZSLT).

Leur diamètre utile varie entre 6 m et 8 m et leur longueur entre 500 m et 560 m.

Le schéma ci-dessous présente une vue d'ensemble d'un puits.

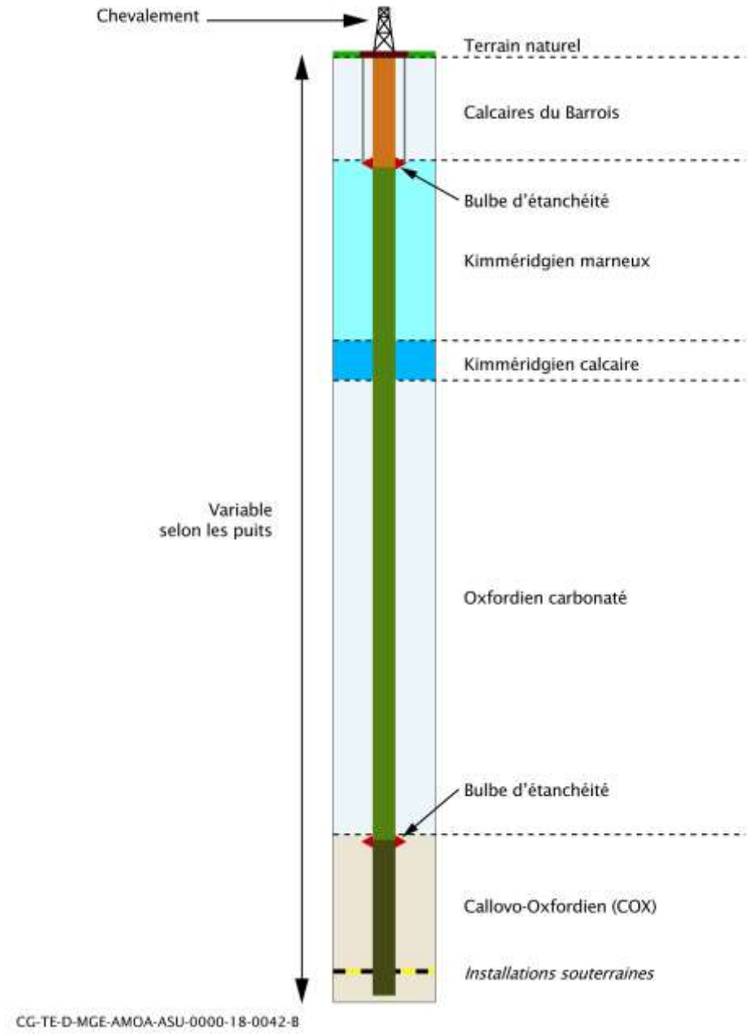

Figure 2-21 Vue d'ensemble d'un puits (principe) .

b) Le quartier de stockage MA-VL

Le quartier de stockage MA-VL, dédié au stockage des colis de déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL), se situe au sud de la ZIOS.

Au début du déploiement (tranche 1), quatre premiers alvéoles et le démonstrateur MA-VL sont réalisées. Sous réserve d'autorisation, les autres alvéoles et recoupes sont ensuite déployées progressivement pendant la phase de fonctionnement du centre de stockage.

Les alvéoles MA-VL permettent le stockage des colis de déchets MA-VL, acheminés en hotte par chariot de transfert depuis le pied de descenderie colis.

Ils ont un diamètre utile au stockage d'environ 8 m et d'une longueur utile maximale d'environ 500 m.

Les alvéoles sont des ouvrages en béton de conception rigide avec un revêtement en béton. Ils sont dimensionnés et organisés en fonction de la nature et des dimensions du type de colis MA-VL qu'ils accueillent afin de limiter le taux de vide après remplissage.

Une vingtaine d'alvéoles ainsi qu'un démonstrateur d'alvéole doivent être réalisés. L'entraxe entre les alvéoles est de 50 m.

Les alvéoles MA-VL sont ventilés de façon traversante.

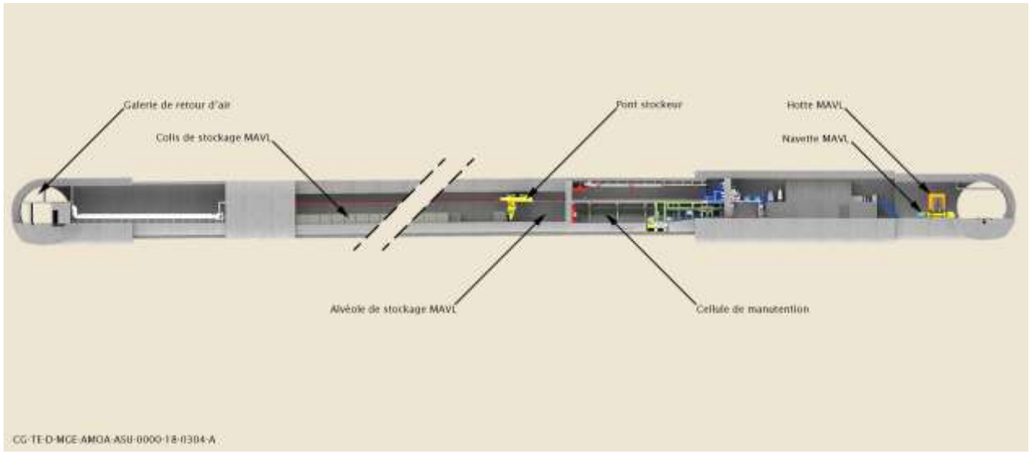

Figure 2-22 Coupe longitudinale schématique d'un alvéole MA-VL

c) Le quartier pilote HA

Le quartier pilote HA est destiné au stockage des déchets vitrifiés HA peu exothermiques dénommés « HA0 ».

Les alvéoles de stockage HA0 sont des ouvrages borgnes, faiblement inclinés et revêtus d'un chemisage en acier. Une vingtaine d'alvéoles HA0 doit être réalisée. Ils sont distribués de part et d'autre de la galerie d'accès HA0 et distants de 20 m environ. Ils ont environ une longueur de 80 m pour un diamètre utile de 60 cm. Ces éléments sont représentés sur la figure 2-23 ci-après.

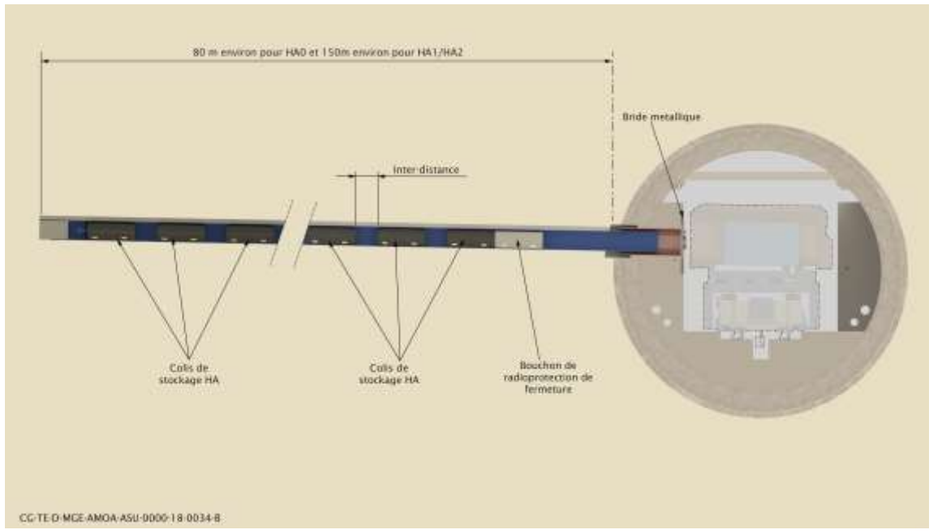

Figure 2-23 Coupe longitudinale schématique d'un alvéole HA

d) Le quartier de stockage HA

Le quartier de stockage HA est destiné au stockage des déchets vitrifiés (mise en service prévue à l'horizon 2080).

Le quartier de stockage HA comporte des alvéoles de stockage, regroupées en quatre sous-quartiers.

Les alvéoles de stockage HA sont des ouvrages borgnes, faiblement inclinés et revêtus d'un chemisage en acier. Environ 900 alvéoles HA doivent être réalisés.

Ils sont disposés en quinconce de part et d'autre de chaque galerie d'accès. Leur espacement est de 45 m en moyenne. L'espacement entre les sous-quartiers laisse 30 m environ entre deux fonds d'alvéoles HA voisins. Chaque alvéole a une longueur de 150 m pour un diamètre utile de 60 cm environ. Ces éléments sont représentés sur le schéma de la figure ci-dessus.

e) Les opérations de fermeture des ouvrages souterrains

Pour garantir la mise en sécurité des déchets stockés sur de très longues périodes de temps, les ouvrages souterrains de Cigéo devront être refermés. Cette fermeture se réalisera de façon progressive, selon un processus d'autorisation spécifique. Le milieu géologique est choisi et l'installation de stockage est conçue de telle sorte qu'après la fermeture définitive de l'installation, la sûreté est assurée de façon passive, c'est-à-dire que les personnes et l'environnement seront protégés des substances radioactives et des toxiques chimiques contenus dans les déchets radioactifs, sans qu'il soit nécessaire d'intervenir.

Préalablement à la fermeture définitive du centre de stockage Cigéo, pendant sa phase de fonctionnement, les premières opérations d'obturation d'alvéoles et de galeries et de fermeture de quartiers de stockage peuvent être anticipées, si les générations en charge de l'exploitation du centre de stockage le décident. En pratique, ces opérations consistent au démontage des équipements d'exploitation et à la construction d'ouvrages, complémentaires de la barrière géologique, pour assurer le bon fonctionnement du stockage après sa fermeture définitive.

Le remblaiement des galeries se réalise en réutilisant les déblais argileux excavés au moment du creusement et conservés en surface, appelées « verses vives ».

Si des décisions de fermeture interviennent pendant le fonctionnement, des ouvrages seraient réalisés pour :

- obturer les alvéoles de stockage ;
- remblayer les galeries ;
- sceller des galeries.

Pendant la phase de fonctionnement du centre de stockage Cigéo, certaines installations de surface pourraient aussi être démantelées. La principale opération de démantèlement prévue avant la fermeture définitive concernerait l'installation EP1, en lien avec la fin du remplissage et la fermeture anticipée éventuelle du quartier de stockage MA-VL.

La proposition de schéma de fermeture graduel, décrit ci-après, défini à partir des études d'avant-projet menées à ce stade, sera approfondie et soumise à la gouvernance du projet à échéances périodiques. L'engagement de ces étapes de fermeture fera l'objet de procédures d'autorisation adaptées :

- fermer le quartier pilote HA environ 40 ans après son remplissage. Il est ainsi maintenu 40 ans au plus haut niveau de surveillance et de récupérabilité ;
- fermer le quartier de stockage MA-VL à l'issue de son remplissage. Il est ainsi maintenu environ 70 ans au plus haut niveau de surveillance et de récupérabilité ;
- fermer le quartier de stockage HA à l'issue de son remplissage. En fonction de leur mise en service, les sous-quartiers sont ainsi maintenus jusqu'à environ 60 ans au plus haut niveau de surveillance et de récupérabilité.

Chaque quartier serait fermé en une seule et même opération regroupant la construction des ouvrages d'obturation de tous les alvéoles et le remblaiement et le scellement des galeries. Cette disposition permet une organisation optimisée des travaux de fermeture.

Après la réception des derniers colis et la fermeture des quartiers, la fermeture définitive du centre de stockage Cigéo, que seule une loi peut autoriser (L. 542-10-1 du code de l'environnement), consiste à remblayer les dernières galeries de la zone de soutien logistique, à sceller et à remblayer les puits et les descenderies. Les installations de surface sont démantelées. Certaines d'entre elles perdureront pour les besoins de la phase de surveillance. Le bâtiment « mémoire » sera conservé sans limitation de durée a priori.

2.4.1.5 La liaison intersites

La liaison intersites, d'une surface totale de 46 ha dont 23 remaniés, assure les échanges entre la zone descenderie et la zone puits et permet l'accès des véhicules légers à la zone puits.

Elle est constituée de trois infrastructures : une piste routière et une bande transporteuse semi-enterrée, toutes deux privées, ainsi que d'une route ouverte au public. Le plan de localisation de cette liaison intersites est présenté en figure 2-24.

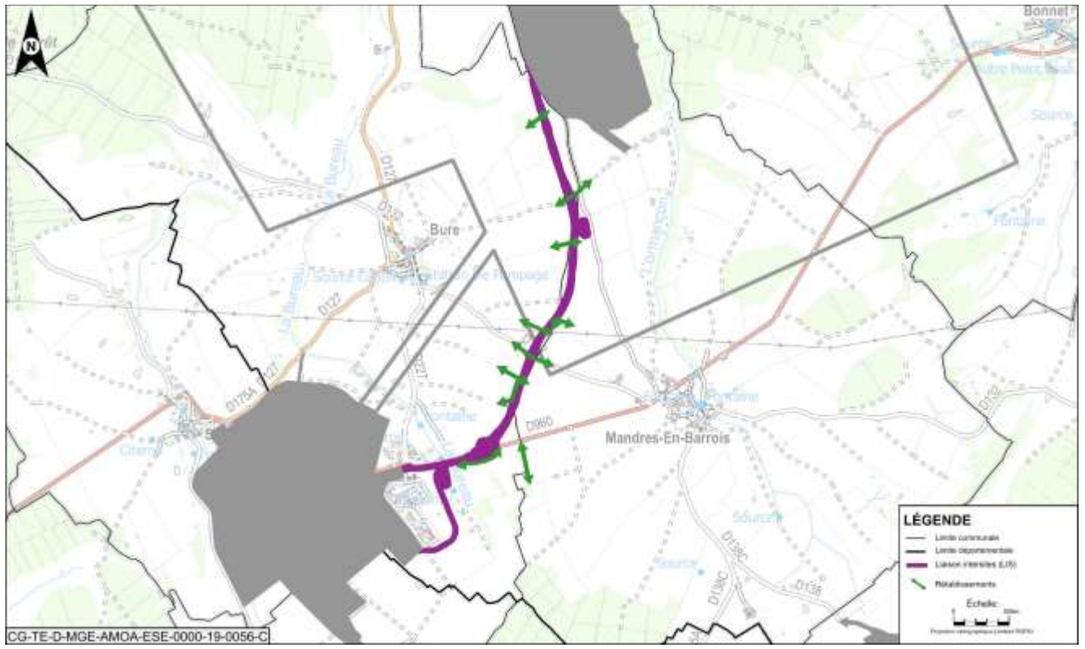

Figure 2-24 Localisation de la liaison intersites

Les deux infrastructures privées limitent les interférences des activités du centre de stockage Cigéo avec le réseau local de circulation.

Leurs fonctions sont :

- la circulation des poids lourds entre la zone puits et la zone descenderie (la LIS peut être rejointe depuis la route départementale D60/960) ;
- l'acheminement des matériaux extraits du creusement depuis la zone descenderie jusqu'à la zone puits pour leur dépôt, principalement lors de la construction initiale ;
- l'acheminement des matériaux de construction livrés en zone descenderie jusqu'à la zone puits.

Les objectifs de la route ouverte au public sont :

- la desserte de la zone puits par le sud depuis la route départementale D60/960 pour les véhicules légers ;
- l'accès aux parcelles agricoles *via* les chemins ruraux interceptés par les deux infrastructures privées.

Le tracé de cette liaison s'étend sur deux communes meusiennes. Le tableau 2-5 récapitule les informations administratives correspondantes.

Tableau 2-5 Région, département et communes traversés par le projet de liaison intersites

Région	Département	Commune	ITE
Grand Est : Alsace Champagne – Ardenne Lorraine	Meuse (55)	Bure	Raccordement au sud – est et à l'est de la zone descenderie
		Bure	Section courante
		Mandres-en-Barrois	
		Bure	Raccordement au sud – ouest de la zone puits

La longueur totale des infrastructures privées de la liaison intersites s'élève à environ 5 km. La longueur totale de la route ouverte au public s'élève à environ 4 km.

L'accès de la piste routière privée est adapté aux véhicules de type poids lourds en lien avec le chantier et le fonctionnement du centre de stockage Cigéo. Elle permet également les opérations de maintenance sur le convoyeur semi-enterré.

Le convoyeur semi-enterré à bande transporteuse est implanté dans un caisson en béton armé, composé de deux murets recouverts par des dalles (cf. Figure 2-25).

Figure 2-25 Exemple de convoyeur à bande en caisson béton

L'Andra ne prévoit pas de clôturer la liaison intersites.

La route ouverte au public pourra être rétrocédée au Conseil départemental de la Meuse.

Le tracé de la liaison intersites croise et/ou modifie deux routes départementales (RD), douze chemins ruraux (CR) et deux chemins d'exploitation agricole (CA) dans leur section courante.

2.4.1.6 L'installation terminale embranchée

L'installation terminale embranchée (ITE) du centre de stockage Cigéo comprend une infrastructure ferroviaire privée et une plateforme logistique.

a) L'infrastructure ferroviaire

L'infrastructure ferroviaire privée de l'installation terminale embranchée, d'une surface totale de 121 ha dont 53 ha remaniés, permet de raccorder la zone descenderie du centre de stockage Cigéo au Réseau ferré national (RFN). Le plan de localisation de cette infrastructure ferroviaire est présenté en figure 2-26

Les objectifs de cette infrastructure sont :

- l'acheminement des colis de déchets radioactifs depuis les sites des producteurs ;
- l'acheminement des matériaux de construction au plus tôt pour alimenter les chantiers durant les différentes phases travaux de déploiement du centre de stockage Cigéo.

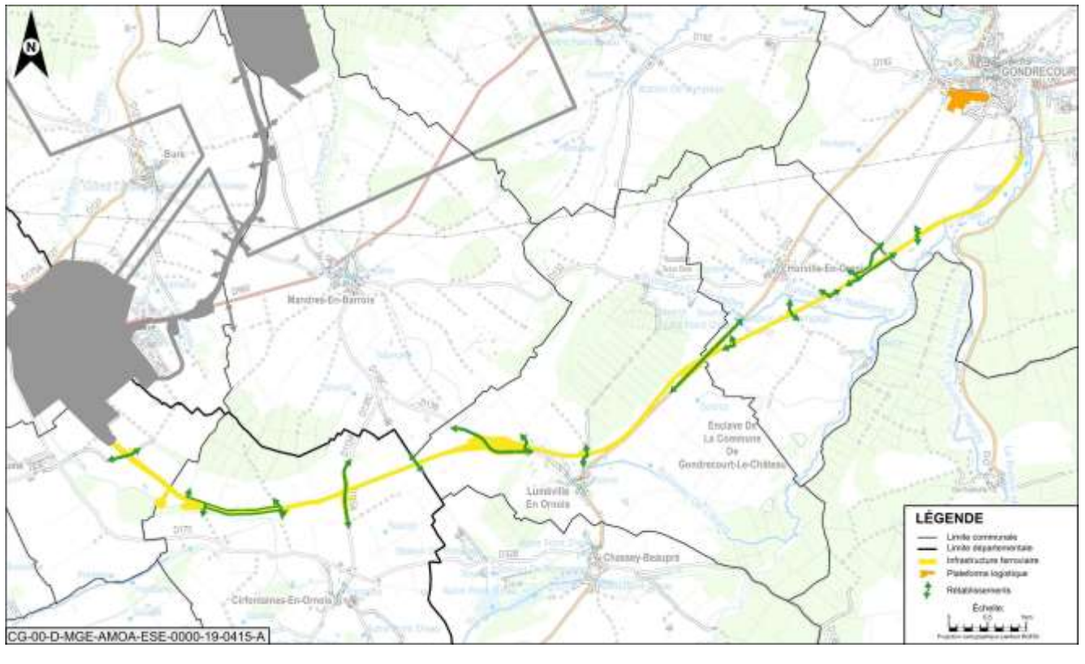

Figure 2-26 Localisation de l'installation ferroviaire terminale embranchée

Le territoire traversé par l'infrastructure ferroviaire de l'installation terminale embranchée s'étend sur quatre communes des départements meusien et haut-marnais.

Le tableau 2-6 ci-dessous récapitule les informations administratives correspondantes.

Tableau 2-6 Région, départements et communes traversés par l'infrastructure ferroviaire de l'installation terminale embranchée

Région	Département	Commune	ITE
Grand Est : Alsace, Champagne-Ardenne, Lorraine	Meuse (55)	Gondrecourt-le-Château	Départ Raccordement au réseau ferroviaire national
		Gondrecourt-le-Château	Section courante
		Horville-en-Ornois	
	Haute-Marne (52)	Cirfontaines-en-Ornois	
		Gillaumé	

La longueur totale de l'infrastructure ferroviaire de l'installation terminale embranchée est d'environ 14 km, dont 10 km s'inscrivant sur le tracé d'une ancienne ligne ferroviaire (ancienne ligne Gondrecourt-le-Château/Joinville) dont elle reprend la plateforme. Cette dernière est désaffectée depuis plusieurs décennies et ne comporte plus d'équipement ferroviaire (rails, traverses et ballast). Seuls les ouvrages d'art et des maisons de garde-barrière subsistent sur le territoire.

L'infrastructure ferroviaire est constituée d'une voie unique avec un chemin latéral en support. L'infrastructure ferroviaire de l'installation terminale embranchée est une infrastructure privée. Par ailleurs, le chemin latéral ne sera pas ouvert à la circulation du public.

L'Andra n'a pas prévu de clôturer l'infrastructure ferroviaire.

L'infrastructure ferroviaire de l'installation terminale embranchée intercepte des routes et des chemins dont la continuité doit être rétablie dans de bonnes conditions de circulation et de visibilité.

Durant la phase de construction initiale, l'ITE est en exploitation. Elle sert au transport de fret jusqu'au terminal fret ferroviaire situé sur la zone descenderie. Le trafic fret est estimé à environ trois trains par jour (moyenne mensuelle maximale en phase de construction initiale). Le trafic se fera majoritairement en journée. La vitesse sur l'ITE sera de 30 km/h.

En phase de fonctionnement du centre de stockage Cigéo, l'accès par voie ferrée permet :

- l'arrivée de la grande majorité des colis de déchets radioactifs destinés au stockage jusqu'au terminal ferroviaire nucléaire de la zone descenderie. En effet, Les colis primaires de déchets HA et MA-VL arriveront sur le centre de stockage Cigéo essentiellement par convois ferroviaires depuis les sites d'expédition des producteurs où ils sont entreposés. Au démarrage du stockage de déchets radioactifs en phase de fonctionnement du centre de stockage Cigéo, les flux de convois acheminés par voie ferroviaire sont estimés à environ 8 trains par an. Ensuite, le flux s'intensifierait pour atteindre 76 trains par an, soit une moyenne d'environ 6 trains par mois. Les trains circuleront majoritairement en journée ;
- la poursuite de l'acheminement des matériaux ; le trafic fret est estimé entre un et deux trains par semaine, en journée.

b) La plateforme logistique de Gondrecourt-le-Château

Implantée sur un ancien site industriel, cette plateforme logistique privée a une surface de 9 ha.

Son implantation concerne la commune définie au tableau suivant :

Tableau 2-7 Commune d'implantation de la plateforme logistique

Région	Département	Commune	ITE
Grand Est : Alsace, Champagne-Ardenne, Lorraine	Meuse (55)	Gondrecourt-le-Château	Plateforme logistique

Elle comprend trois voies ferrées raccordées à la ligne ferroviaire 027000, des voies routières associées en lien avec la route départementale D32 et des aires de conservation de matériaux/matériels.

Les quatre bâtiments existants, actuellement utilisés par l'Andra, notamment pour la conservation d'échantillons (carottes géologique) de sols extraits lors de forages, sont conservés (cf. Figure 2-27). Aucune nouvelle construction n'est aujourd'hui envisagée. Le dispositif actuel d'assainissement des eaux de la plateforme est conservé. Une réhabilitation du dispositif actuel de gestion des eaux pluviales est prévue pour la plateforme logistique de Gondrecourt-le-Château (en attente de la définition technique des futures installations/activités implantés sur la plateforme logistique).

Il est possible que les fonctionnalités de cette plateforme évoluent dans le futur en fonction des activités de l'Andra. La plateforme pourrait notamment être utilisée pour faciliter la construction de l'ITE (accueil d'installation de chantier, d'équipements…) ou pour gérer les flux de matériaux pour la construction du centre de stockage Cigéo.

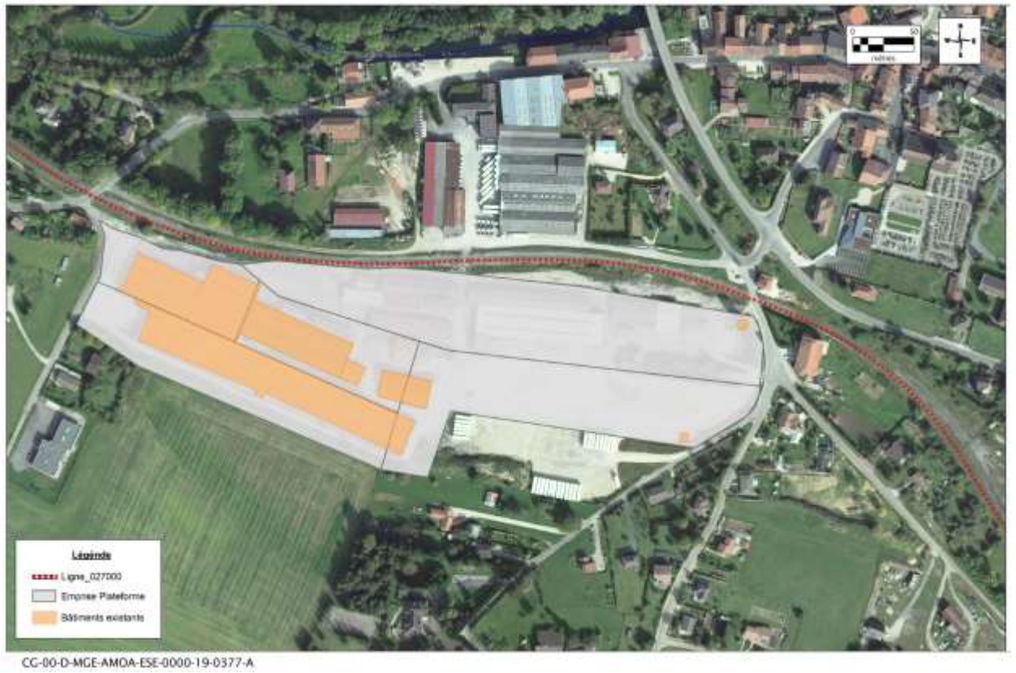

Figure 2-27 Vue aérienne de la plateforme logistique de Gondrecourt-le -Château

2.4.2 Les opérations du projet global Cigéo, situées hors du centre de stockage, liées à sa construction et à son fonctionnement

Les opérations du projet global Cigéo liés à la construction et au fonctionnement du centre de stockage Cigéo comprennent 6 opérations :

- l'alimentation électrique par un raccordement sur la ligne existante 400 kV Houdreville-Méry ;
- l'adduction d'eau potable depuis les captages de Thonnance-les-Joinville, d'Échenay et de Gondrecourt-Le-Château ;
- la mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 entre Nançois-Tronville et Gondrecourt-le-Château ;
- la déviation de la route départementale D60/960 ;
- l'expédition et le transport des colis de déchets depuis les installations Orano du site de La Hague (Manche), l'installation EDF ICEDA (Ain), les centres CEA de Marcoule (Gard), de Cadarache (Bouches-du-Rhône) et de Valduc (Côte d'Or) ;
- des opérations de caractérisation et de surveillance environnementale menées par l'Andra à l'extérieur du centre de stockage Cigéo pour acquérir des connaissances et contrôler le fonctionnement de ses installations.

2.4.2.1 L'alimentation électrique

RTE (Réseau de transport d'électricité) est le maître d'ouvrage de l'opération d'alimentation électrique du centre de stockage Cigéo.

L'alimentation électrique du centre de stockage Cigéo est assurée par un raccordement sur la ligne existante 400 kV Houdreville-Méry[11]. Cette ligne « Très Haute Tension » passe entre la zone descenderie et la zone puits.

Les nouvelles liaisons électriques enterrées qui distribuent l'électricité au centre de stockage Cigéo sont branchées sur la ligne 400 kV existante grâce à un poste de transformation.

L'alimentation complète du centre de stockage Cigéo nécessite la réalisation :

- de travaux de sécurisation de la ligne 400 kV sur 124 km, du pylône n° 79 de la commune de Balignicourt (Aube), jusqu'au poste d'Houdreville (Meurthe-et-Moselle) ;
- d'un poste de transformation 400/90 kV, raccordé sur la ligne 400 kV Houdreville-Méry, cette opération implique la mise en place de deux nouveaux pylônes électriques entre la ligne électrique aérienne et le nouveau poste de transformation ;
- d'environ 10 km de liaison électrique 90 kV enterrées :
  - ✓ une liaison électrique enterrée entre le nouveau poste de transformation 400/90 kV et le poste de livraison 90 kV de la zone descenderie ;
  - ✓ une liaison électrique enterrée entre le nouveau poste de transformation 400/90 kV et le poste de livraison 90 kV de la zone puits ;
  - ✓ une liaison électrique enterrée entre les deux postes de livraison des zones descenderie et puits.
- de deux postes de transformation 90/20 kV, sous la maîtrise d'ouvrage de l'Andra, respectivement accolés au poste de livraison RTE sur la zone descenderie et sur la zone puits.

La position exacte du poste de transformation 400/90 kV et des raccordements souterrains tiendra compte de la concertation préalable qui s'est tenue au 1er trimestre 2020. La solution retenue parmi six variantes fera l'objet d'un approfondissement des études et d'une actualisation de la présente étude d'impact.

Les installations présentent un haut niveau de fiabilité et permettent un maintien de la puissance nominale même en cas d'indisponibilité d'un transformateur pendant plusieurs mois. Les circuits de raccordement sont doublés et les postes de la zone descenderie et de la zone puits sont reliés afin d'assurer une redondance d'alimentation.

La puissance totale pouvant être fournie est de 110 MW. Elle est répartie entre les postes : environ 65 % de la puissance pour le poste de la zone descenderie et environ 35 % pour le poste de la zone puits.

Tableau 2-8 Communes actuellement identifiées pour l'implantation du poste 400 kV et des lignes enterrées de l'opération d'alimentation électrique du centre de stockage Cigéo

Départements	Communes
Haute-Marne (52)	Saudron
Meuse (55)	Bure
	Mandres-en-Barrois

La construction du poste de transformation 400/90 kV et des liaisons électriques enterrées induit une artificialisation supplémentaire des sols de 6 ha à la fin des travaux en phase d'aménagements préalables.

LA GESTION DE LA VÉGÉTATION SOUS LA LIGNE

L'État a confié à RTE, dans le cadre de missions de service public, l'exploitation, la maintenance et le développement du réseau public de transport d'électricité français.

RTE est garant de la sûreté de fonctionnement du système électrique et de la sécurité des personnes et des biens aux abords de ses ouvrages.

Dans le cadre de l'article L. 323-4 du code de l'énergie et de l'arrêté interministériel du 17 mai 2001 modifié, dit « arrêté technique », RTE assure notamment la surveillance de la végétation sous et aux abords des lignes électriques qu'il exploite.

En effet, à partir d'une certaine distance, la végétation est susceptible d'interférer avec le réseau électrique. Ainsi, RTE est amené à mandater régulièrement des prestataires pour faire procéder aux travaux de coupes nécessaires.

L'utilisation de produits phytosanitaires est interdite pour la gestion de la végétation entourant le poste de transformation 400 kV/90 kV (périmètre de protection éloignée du captage de Rupt-en-Nonains).

Le contrôle de la végétation au droit du couloir de servitude de la ligne 400 kV est établi en conformité avec les zones que la ligne traverse (périmètre de protection d'un captage d'alimentation en eau potable, zone Natura 2000).

[11] Houdreville est située au sud de Nancy, à l'est du centre de stockage. Méry est située au nord de Troyes, à l'ouest du centre de stockage.

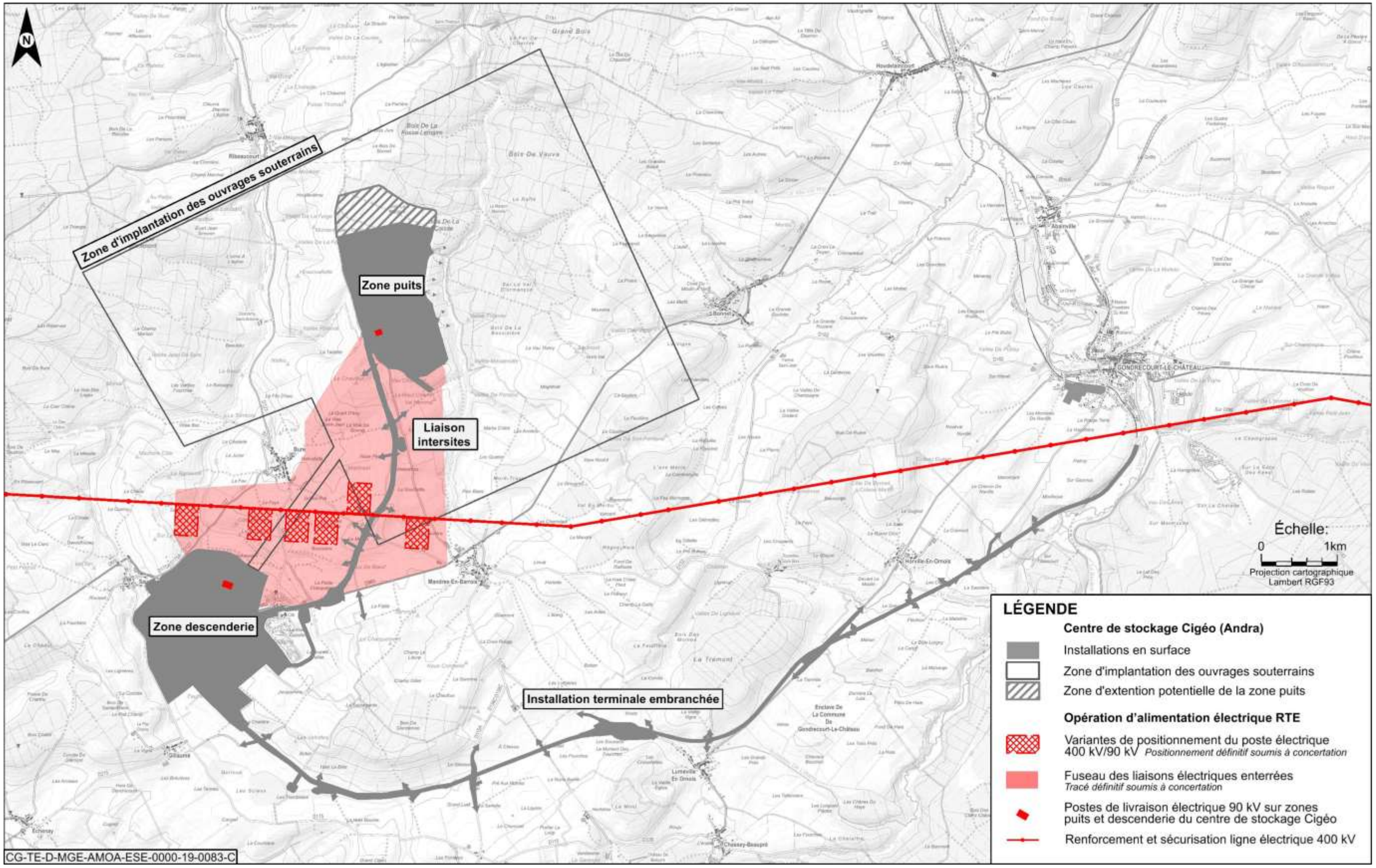

Figure 2-28 Plan de localisation des installations d'alimentation électrique du centre de stockage Cigéo

2.4.2.2 L'adduction d'eau

Les syndicats de gestion des eaux d'Échenay et du Haut-Ornain sont les maîtres d'ouvrage de l'opération d'adduction en eau potable du centre de stockage Cigéo.

Les pics de besoins en eau du centre de stockage Cigéo sont évalués à 500 m³/j maximum pour la période 2020-2030, puis à une moyenne de 200 m³ /j près cette période.

Certaines utilisations de l'eau ne nécessitent pas une qualité équivalente à celle de l'eau potable. Il a donc été choisi de concevoir des filières de traitement des eaux afin de recycler directement sur le centre de stockage une partie des eaux produites. La qualité des eaux recyclées est ainsi adaptée au besoin en eau non potable du centre de stockage ainsi qu'à la compatibilité des rejets du centre de stockage Cigéo avec les critères de bon état chimique et écologique des eaux superficielles.

Ces eaux recyclées alimenteront les postes les plus consommateurs en eau : fabrication du béton, arrosage des espaces verts, et fonctionnement du tunnelier. Pour les eaux recyclées excédentaires, leur rejet est compatible avec les critères de bon état chimique et écologique des eaux superficielles. Seuls les usages sanitaires bénéficieront d'une alimentation en eau potable.

Les alimentations en eau potable sont envisagées conjointement depuis les sources et forages suivants :

- Gondrecourt-le-Château géré par le syndicat intercommunal à vocation unique (SIVU) du Haut Ornain ;
- Échenay géré par le syndicat intercommunal d'alimentation en eau potable (SIAEP) de la région d'Échenay ;
- Thonnance-les-Joinville géré par le SIAEP de Thonnance-les-Joinville/Suzannecourt.

  Les réseaux distribuent deux réservoirs d'eau potable d'une capacité de 500 m³ chacun situés, un sur la zone descenderie, l'autre sur la zone puits.

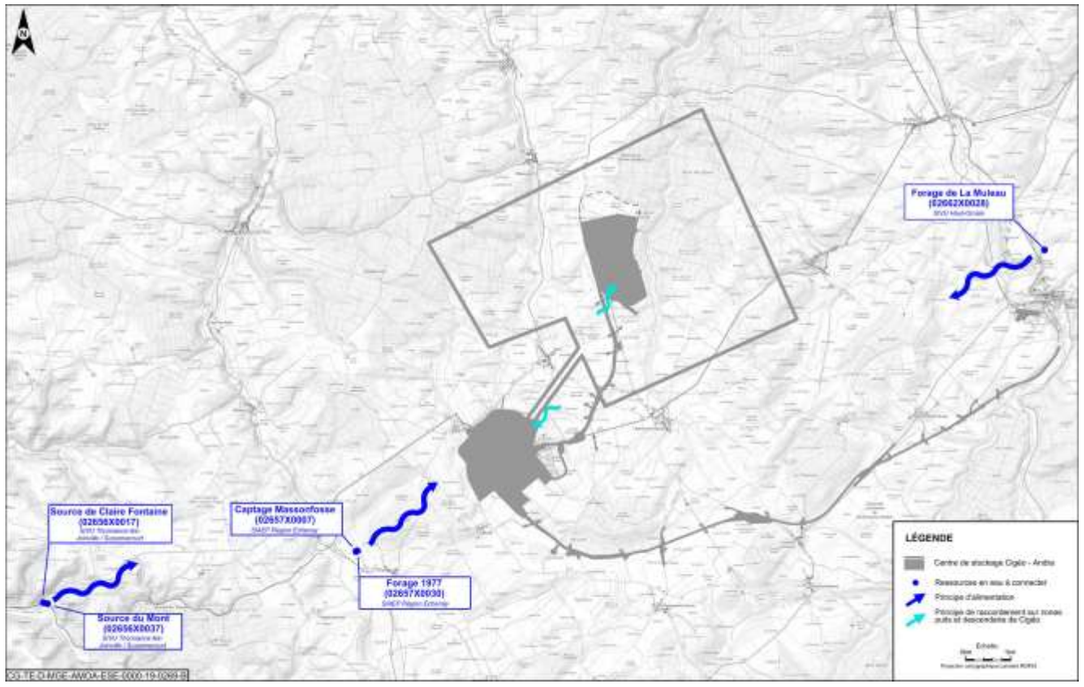

Figure 2-29 Localisation de l'opération d'adduction d'eau

Les travaux de raccordement du centre de stockage Cigéo à ces réseaux sont conçus de manière à restructurer les réseaux et améliorer la distribution locale de façon à la sécuriser. Des études de faisabilité (10) montrent que les travaux vont offrir un débit suffisant pour répondre conjointement aux besoins du centre de stockage Cigéo et du territoire. Ils seront réalisés sous la maîtrise d'ouvrage des syndicats de gestion des réseaux d'eau.

Plusieurs options (non exclusives les unes des autres) sont :

- le renforcement des réseaux d'alimentation existants du SIAEP d'Échenay et du SIVU du Haut Ornain ;
- la création de canalisations, de pompes de relevage et réservoirs pour amener l'eau potable jusqu'au centre de stockage Cigéo ;
- l'interconnexion des réseaux existants à proximité du centre de stockage Cigéo ;
- l'extension limitée des réseaux existants pour alimenter d'autres communes si l'alimentation en eau potable de ces communes était éventuellement affectée par les travaux et/ou le fonctionnement de Cigéo.

Tableau 2-9 Communes actuellement identifiées pour l'implantation des ouvrages de l'opération d'adduction d'eau du centre de stockage Cigéo (Seules figurent les communes des captages, les communes concernées par les travaux de raccordement seront déterminées après finalisation des études techniques et de la concertation)

Départements	Communes	
Haute-Marne (52)	Échenay	Gillaumé
	Montreuil-sur-Thonnance	Pansey
	Saudron	Thonnance-les-Joinville
Meuse (55)	Abainville	Bonnet
	Bure	Gondrecourt-le-Château
	Mandres-en-Barrois	

À la fin des travaux de la phase d'aménagements préalables et au stade actuel des études, il est pris comme hypothèse une artificialisation des sols de l'ordre d'1 ha suite la construction de postes de relevage.

Ces travaux seront principalement réalisés le long des infrastructures existantes.

La consistance exacte des travaux d'adduction d'eau sera déterminée après participation du public à l'élaboration du projet lors de concertations. Les solutions retenues feront l'objet d'un approfondissement des études et d'une actualisation de la présente étude d'impact.

2.4.2.3 La mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000

SNCF réseau est le maître d'ouvrage de l'opération de mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000.

La ligne ferroviaire 027000 (cf. Figure 2-30) du réseau ferré national est connectée à l'installation terminale embranchée (ITE) du centre du centre de stockage Cigéo. Elle relie l'ITE du centre de stockage Cigéo à la ligne Paris-Strasbourg.

La ligne ferroviaire 027000 était utilisée pour le transport de fret de la gare de Nançois-Tronville jusqu'à Gondrecourt-le-Château. Elle est fermée depuis 2014 (sauf sa partie nord, partiellement rouverte à la circulation entre Nançois-Tronville et les silos de Ligny-en-Barrois. Ce tronçon, partiellement réhabilité, est fermé depuis décembre 2019).

Cette ligne, d'une longueur de 36 km, est intégralement située dans le département de la Meuse (dép.55). Le tableau ci-après présente les seize communes qu'elle traverse.

Tableau 2-10 *Communes actuellement identifiées pour l'opération de mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000*

Département	Communes			
Meuse (55)	Nançois-sur-Ornain	Velaines	Ligny-en-Barrois	Givrauval
	Longeaux	Menaucourt	Nantois	Naix-aux-Forges
	Saint-Amand-sur-Ornain	Tréveray	Saint-Joire	Demange-Baudignécourt
	Houdelaincourt	Abainville	Gondrecourt-le-Château	Tronville-en-Barrois

Au stade actuel des études et notamment des rétablissements en cours de définition au droit de la ligne ferroviaire 027000, il est attendu une artificialisation de l'ordre de 14 ha en plus de la plateforme ferroviaire existante.

Cette ligne du réseau ferré national est une ligne à voie unique non électrifiée, avec une vitesse maximale Cette ligne du réseau ferré national est une ligne à voie unique non électrifiée, avec une vitesse maximale de 40 km/h.

Une fois mise à niveau, la ligne ferroviaire 027000 est exploitée en voie unique à trafic restreint (VUTR) pour l'usage du centre de stockage Cigéo. Ce mode de fonctionnement implique la présence d'un seul train sur la ligne ce qui limite le trafic à 8 passages quotidiens (4 allers et retours). Le trafic maximal sera du même ordre que sur l'ITE, à savoir trois trains par jour en phase de construction initiale (6 allers et retours).

Le profil de la ligne est majoritairement en remblai rasant ou au niveau du terrain naturel.

La ligne comprend 26 ouvrages d'art décomposés en :

- 17 ponts rails (la voie ferrée passe au-dessus des routes), dont 2 ponts rails métalliques d'une longueur supérieure à 20 m ;
- 3 ponts routes (où la route passe au-dessus de la voie ferrée) ;
- 1 passerelle (pont piéton au-dessus des rails) ;
- 1 saut de mouton (dispositif ferroviaire constitué d'un pont, d'une tranchée ou d'un court tunnel permettant à une voie ferrée d'en croiser une autre en passant par-dessus ou par-dessous) ;
- 4 murs de soutènement.

Elle compte aussi 57 ouvrages hydrauliques et 59 passages à niveau, dont 43 sans barrière.

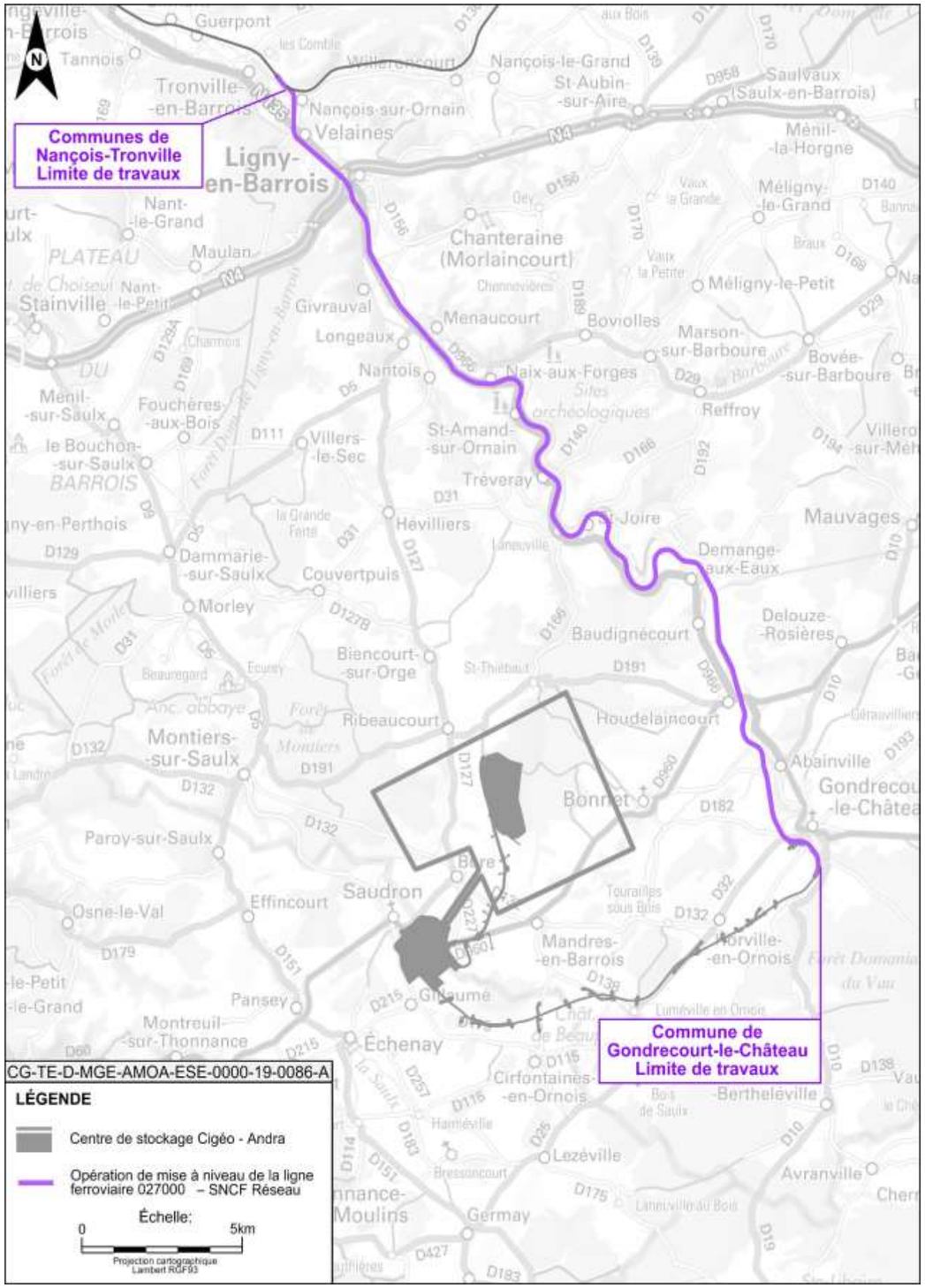

Figure 2-30 *Localisation de la ligne ferroviaire 027000*

2.4.2.4 La déviation de la route départementale D60/960

Le Conseil départemental de la Haute-Marne est le maître d'ouvrage de l'opération de déviation de la route départementale D960/60 pour contourner la zone descenderie du centre de stockage Cigéo.

La route départementale D60/960 est une route départementale qui relie Soulaines-Dhuys (Aube) à Toul (Meurthe-et-Moselle) en passant par Saudron (Haute-Marne).

Cette route départementale fait le lien avec les axes structurants suivants :

- la route N67 à Joinville qui relie Chaumont au sud à Saint-Dizier au nord ;
- la route départementale D966 à Houdelaincourt qui relie Bar-le-Duc au nord à Neufchâteau au sud.

Les études de conception du centre de stockage Cigéo montrent la nécessité de dévier localement la route départementale D60/960 pour déployer les installations de la zone descenderie sur une emprise continue. La déviation modifie le tracé de la route départementale D60/960 sur le tronçon compris entre Pansay et Mandres-en-Barrois.

L'objectif de l'opération est de contourner la zone descenderie en maintenant les fonctionnalités et les niveaux de service et de sécurité actuels suivants :

- route à double sens constituée de deux voies d'une longueur variable selon les options ;
- maintien de l'actuel profil en travers de la route départementale route départementale D60/960 ;
- route classée Route à Grande Circulation (RGC) permettant notamment la circulation de convois exceptionnels.

La nouvelle section déviée respectera les normes de construction routière en vigueur. Chaque intersection avec les autres routes sera conçue pour sécuriser les mouvements de véhicules compte tenu du trafic modéré attendu (inférieur à quelques milliers de véhicules par jour en moyenne annuelle).

Trois options sont en cours d'études par le Conseil départemental de la Haute-Marne :

- une option Sud qui passerait entre la zone descenderie et Gillaumé en contournant Saudron ;
- une option Nord qui contournerait Saudron ;
- une option de proximité qui longerait la limite nord de la zone descenderie.

Le tracé final de l'option retenue sera élaboré de façon à éviter les zones les plus sensibles et à réduire les incidences environnementales ne pouvant être évitées.

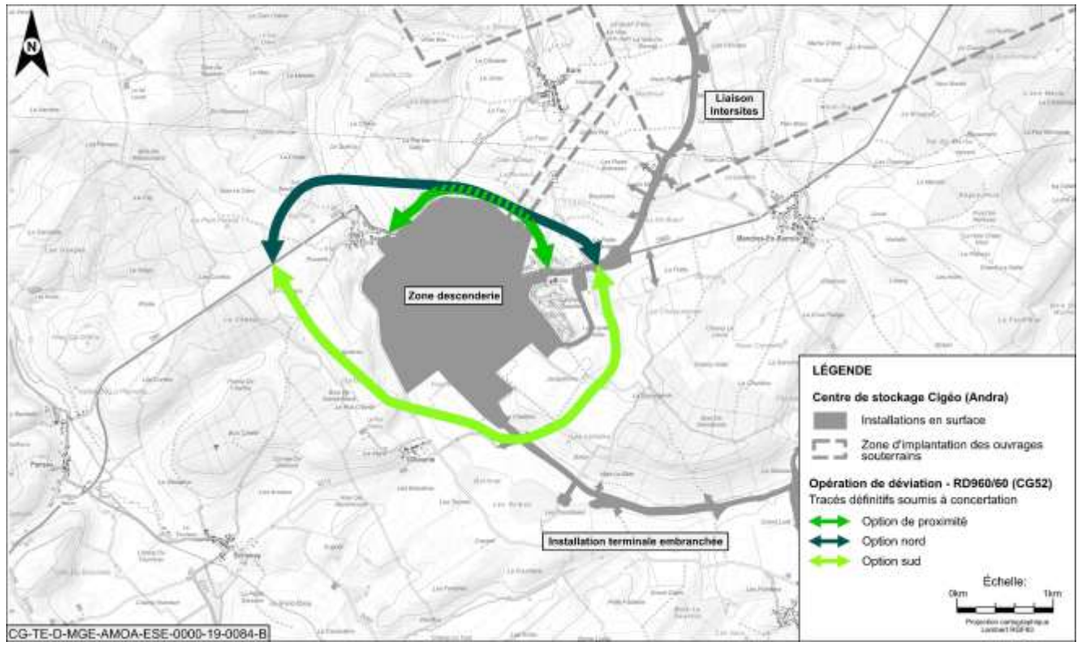

Figure 2-31 Opération de déviation de la RD60/960 – options étudiées en vue de la concertation

Les communes concernées par ces options sont indiquées dans le tableau ci-après :

Tableau 2-11 Communes concernées actuellement identifiées pour l'opération de déviation de la route départementale D60/960

Département	Commune
Meuse (55)	Bure
Haute-Marne (52)	Saudron
	Gillaumé

Selon l'option la plus longue impliquant un franchissement de l'Orge, la surface artificialisée à la fin des travaux de la phase d'aménagements préalables serait d'environ 10 ha pour la déviation de la route départementale D60/960.

Après participation du public à l'élaboration du projet, la solution retenue fera l'objet d'un approfondissement des études techniques et environnementales. Les résultats permettront l'actualisation de la présente étude d'impact. Cette étude d'impact actualisée sera jointe aux demandes d'autorisation de réaliser les travaux de l'opération de déviation de la route départementale.

2.4.2.5 L'expédition et le transport de colis de déchets radioactifs

Les colis de déchets destinés au centre de stockage Cigéo sont entreposés temporairement dans des installations dédiées chez les différents producteurs, puis acheminés depuis :

- les installations Orano du site de La Hague dans le département de la Manche ;
- l'installation EDF ICEDA (Installation de conditionnement et d'entreposage des déchets activés) dont la mise en service est prévue en 2020 sur le site de la centrale nucléaire de Bugey dans le département de l'Ain ;

- les installations du CEA du centre de Marcoule dans le département du Gard, du centre de Cadarache dans le département des Bouches-du-Rhône et du centre de Valduc dans le département de la Côte d'Or.

La localisation des installations des producteurs à partir desquelles seront expédiés les colis de déchets destinés au centre de stockage Cigéo est représentée sur la figure 2-32 qui illustre les acheminements envisagés vers Cigéo.

Figure 2-32 *Illustration de l'acheminement des colis de déchets radioactifs vers Cigéo*

Tableau 2-12 *Communes actuellement identifiées pour les installations liées à l'opération d'expédition et de transport*

Département	Communes
Ain (01)	Saint-Vulbas
Bouches du Rhône (13)	Saint-Paul-lez-Durance
Côte-d'Or (21)	Salives
Gard (30)	Chusclan, Codolet, Laudun-L'Ardoise, Orsan
Manche (50)	La Hague, Valognes

Les ateliers d'expédition des colis sont considérés comme suffisants au moins pour les dix premières années de la phase de fonctionnement. Dans l'hypothèse où des adaptations ou des extensions des installations d'expédition, ou des créations d'installations de transbordement s'avèreraient nécessaires à moyen ou long terme, une actualisation de l'étude d'impact du projet global Cigéo serait menée préalablement aux demandes d'autorisation de ces adaptations, extensions ou créations d'installations.

2.4.2.6 Les opérations de caractérisation et de surveillance environnementale

Les opérations de caractérisation correspondent à des investigations qui permettent d'acquérir une meilleure connaissance de l'environnement au sens large (géologie du site, biodiversité, milieu physique…) du centre de stockage Cigéo. Les opérations de caractérisation sont sous la maîtrise d'ouvrage de l'Andra.

Des opérations de caractérisation sont menées sur les emprises du centre de stockage pendant les phases d'aménagements préalables, de construction initiale et de fonctionnement, par exemple des forages géotechniques.[12] Dans ce cas, elles sont incluses dans les opérations menées sur la zone descenderie, la zone puits, la zone d'implantation des ouvrages souterrains, la liaison intersites et l'installation terminale embranchée.

Certaines opérations de caractérisation complémentaires doivent être menées hors du centre de stockage Cigéo. Elles feront l'objet de compléments d'information et de processus d'autorisations réglementaires adaptés à leur nature et à leurs incidences potentielles sur l'environnement.

Des opérations de caractérisation pourront être menées avant et pendant la construction et le fonctionnement du centre de stockage. L'acquisition de ces connaissances peut parfois répondre à des obligations réglementaires. Par exemple, l'actualisation de l'étude d'impact du projet global (en particulier de son chapitre relatif à l'état « actuel » de l'environnement), dans le cadre d'une future demande d'autorisation, pourra nécessiter de nouvelles investigations. Des opérations de caractérisation peuvent également être utiles pour améliorer la conception, la construction et le fonctionnement du centre de stockage Cigéo, ou pour en maîtriser mieux les impacts.

Les opérations de caractérisation sont principalement de deux types : des caractérisations géologiques et des inventaires environnementaux.

S'agissant des caractérisations géologiques, l'Andra a procédé depuis les années quatre-vingt-dix à de nombreuses campagnes d'investigations pour l'étude de la géologie régionale à locale dans le cadre de sa mission de recherche de site, puis de conception du centre. Des opérations de forage et des campagnes géophysiques depuis la surface ont notamment été menées sur le territoire de la Meuse/Haute-Marne.

De nouvelles campagnes de forages sont nécessaires, pour poursuivre les études de recherche et développement et pour affiner certaines données utilisées pour la conception du centre de stockage Cigéo.

Les forages de caractérisation sont regroupés en deux grandes catégories, à savoir :

- les forages de caractérisation hydrogéologique (connaissance des circulations d'eaux souterraines) ;
- les forages de caractérisation du milieu géologique.

Le positionnement de ces forages sera défini à des étapes ultérieures. Il sera fonction des données hydrogéologiques et géologiques à acquérir et des contraintes environnementales locales en surface.

S'agissant des inventaires environnementaux, et comme pour les opérations de caractérisation géologique, l'Andra procède depuis des années à des investigations de terrain sur le territoire pour en acquérir une bonne connaissance

[12] Les forages de caractérisation géotechnique sont des opérations classiques pour la construction d'ouvrages et d'installations. Ils sont réalisés préalablement aux travaux de construction et ne justifient pas une présentation spécifique dans le cadre de la présente étude d'impact.

environnementale. Des études spécifiques devront néanmoins encore être menées pour mettre à jour les inventaires, principalement de la biodiversité, dans les zones susceptibles d'être affectées par le développement du centre de stockage Cigéo. Ces inventaires permettent de maintenir une bonne connaissance de l'état de conservation des populations et d'évaluer leurs déplacements et l'étendue de leur territoire de vie. Ils concernent par exemple des protocoles d'écoute (points d'écoutes fixes ou pose d'enregistreurs) ou de recherche de gites de chiroptères, des observations des oiseaux (fixes ou mobiles, diurnes ou nocturnes), des relevés de la présence de reptiles (à vue ou sous plaques), des observations de mammifères (pièges photographiques, comptages…) et des passages de naturalistes pour répertorier les habitats naturels et la flore.

D'autres mesures de caractérisation, de moindre enjeu environnemental, pourront également être réalisées sur le milieu physique hors du centre de stockage (relevés topographiques, débit de cours d'eau, mesures de bruit…). Ces opérations peuvent être des mesures ponctuelles effectuées par simple circulation de personnes (ou matériel) ou des mesures effectuées à partir de dispositifs physiquement implantés sur le terrain (bornes topographiques, station de mesures, stations de jaugeage des cours d'eau…).

Tableau 2-13 Communes actuellement identifiées par les opérations de surveillance environnementale

Départements	Communes
Haute-Marne (52)	Seront définies ultérieurement en lien avec l'avancée des études et les prescriptions des autorisations réglementaires
Meuse (55)	

2.5 Une installation industrielle sûre pendant son fonctionnement et à long terme après sa fermeture

2.5.1 Le centre de stockage Cigéo sûr après sa fermeture et sur le long terme

Après la fermeture définitive du centre de stockage Cigéo, l'objectif fondamental est la protection à long terme des personnes et l'environnement contre les risques liés à la dissémination des éléments radioactifs et des substances chimiques toxiques, contenus dans les déchets HA et MA-VL.

Pour cela, les dispositions passives après la fermeture définitive du centre du stockage visent d'une part à isoler les déchets des phénomènes de surface et des actions humaines et, d'autre part, à limiter le transfert jusqu'à la biosphère des éléments radioactifs et des substances chimiques toxiques potentiellement relâchés par les déchets.

De par ses caractéristiques géométriques et physico-chimiques intrinsèques (profondeur, épaisseur, faible perméabilité, capacité de rétention élevée, faibles coefficients de diffusion…), la couche du Callovo-Oxfordien dans laquelle sont implantés les ouvrages souterrains du centre de stockage Cigéo, est une ligne de défense robuste pour assurer la sûreté passive après fermeture et à très long terme.

En termes de conception du centre de stockage, les lignes de défense complémentaires tirent parti des performances favorables de la couche du Callovo-Oxfordien :

- une architecture générale de l'installation souterraine, notamment la disposition et l'organisation des quartiers de stockage, qui limite les écoulements dans le stockage en mobilisant préférentiellement les transferts dans la couche du Callovo-Oxfordien ;
- un stockage plan qui favorise des épaisseurs importantes, au-dessus et en dessous du stockage, de la couche du Callovo-Oxfordien ;
- les scellements des puits et des descenderies qui contribuent à la robustesse du stockage.

2.5.2 Le centre de stockage Cigéo sûr en phase de fonctionnement

L'article L. 591-1 du code de l'environnement définit la sûreté nucléaire comme étant *« l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des installations nucléaires de base, ainsi qu'au transport des substances radioactives, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets »*.

Le centre de stockage Cigéo est conçu pour assurer la protection de l'homme et de l'environnement conformément à la réglementation relative aux installations nucléaires de base (11).

La démarche de sûreté des installations nucléaires repose sur la mise en œuvre du principe de défense en profondeur. Il s'agit de mettre en place une série de lignes de défense successives, chacune pouvant intervenir après la défaillance de la précédente, aptes à prévenir l'apparition ou, le cas échéant, à limiter les conséquences de défaillances techniques, humaines ou organisationnelles susceptibles de conduire à des situations accidentelles pouvant affecter la protection de l'homme ou de l'environnement.

L'analyse de l'ensemble des risques conduit ainsi à définir les dispositions techniques et organisationnelles permettant d'en assurer leur maitrise (dispositions de prévention, de protection, de limitation des conséquences), selon ce principe de défense en profondeur :

- vis-à-vis des risques dits « nucléaires ». Ce sont les risques d'événements liés à la présence d'éléments radioactifs au sein des colis de déchets radioactifs. Le centre de stockage Cigéo acceptera uniquement des colis respectant l'ensemble des critères permettant de s'assurer de la sûreté de leur stockage. À titre d'exemple, des protections radiologiques sont placées entre les termes sources radiologiques (les colis de déchets radioactifs) et les personnes (les travailleurs et le public). Les opérations de manutention réalisées directement sur les colis primaires (déchargement des emballages de transport, confection des colis de stockage…) ou sur les colis de stockage (transfert et mise en alvéole de stockage…) sont automatisées et supervisées à distance. Plusieurs « barrières de confinement » sont interposées entre l'environnement et les éléments radioactifs ;

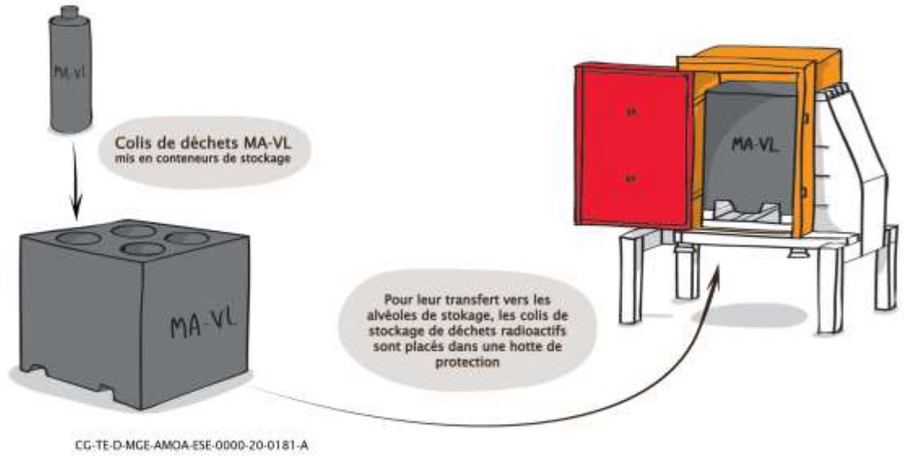

Figure 2-33 Illustration de colis de stockage déchets radioactifs MA-VL placés en hotte pour leur transfert vers l'installation souterraine

- vis-à-vis des risques d'agressions dites « internes ». Ce sont les risques d'événements non nucléaires liés à la construction et au fonctionnement des équipements et installations. À titre d'exemple, la conception de des équipements s'appuie sur des solutions technologiques standard et éprouvées. Le système de freinage du funiculaire comprend quatre systèmes, qui se déclenchent successivement en cas de défaillance du précédent. Les colis de déchets, ainsi que les hottes dans lesquels ils sont placés pour leur transfert vers les alvéoles de stockage sont manutentionnés à faible hauteur. Les produits combustibles ou inflammables sont limités

autant que faire se peut par l'utilisation de moyens et d'équipements électriques. Les colis de stockage font l'objet d'essais pour tester leur résistance au feu. Des systèmes de détection automatique incendie sont installés dans tous les locaux et les zones sensibles. Les installations sont également compartimentées par des parois résistantes au feu, des portes et des clapets coupe-feu asservis à la détection et équipées de systèmes d'extinction manuels ou automatiques en fonction du besoin. En cas d'incendie, les équipes d'intervention incendie et de secours, présentes sur le centre de stockage Cigéo en permanence, sont systématiquement sollicitées afin d'être rapidement sur place ;

- vis-à-vis des risques d'agressions dites « externes ». Ce sont les risques d'événement non nucléaires, naturel ou anthropiques, survenant à l'extérieur des équipements et installations (par exemple, un séisme ou une chute d'avion). Le centre de stockage Cigéo est implanté dans une zone présentant un risque sismique très faible compte tenu de la nature du sous-sol et d'une absence d'activité récente des zones de failles. Les installations sont toutefois conçues pour résister à des aléas extrêmes, de forte intensité (séismes, pluies, remontées de la nappe phréatique, températures chaudes ou froides, vents et tornades.). L'installation nucléaire de surface est également dimensionnée pour résister à la chute d'un avion.

Ainsi, l'analyse détaillée des risques a conduit à la mise en œuvre de nombreuses dispositions : des dispositions de prévention des anomalies de fonctionnement et des défaillances des systèmes, des dispositions de détection des défaillances et de maîtrise des anomalies de fonctionnement, des dispositions de maîtrise des accidents et des dispositions de limitation des conséquences des accidents les plus graves.

Les études de sûreté sont mises à jour à chaque étape de la conception du projet et tout au long de ses phases de vie ensuite. Une première restitution de cette étude a été présentée dans le dossier d'option de sûreté (DOS) du centre de stockage Cigéo (12) et sera complétée et étayée pour le dossier de demande d'autorisation de création (DAC).

L'IMPORTANCE DES ITÉRATIONS ENTRE SURETÉ, CONCEPTION ET CONNAISSANCES DANS LE DÉVELOPPEMENT PROGRESSIF DU CENTRE DE STOCKAGE CIGÉO

Sept itérations de sûreté ont été réalisées depuis 1991, chacune répondant à un objectif visé en lien avec une étape clé du développement progressif du projet de stockage : options initiales de conception, autorisation d'installation et d'exploitation du Laboratoire souterrain, préparation de la faisabilité, faisabilité, premières options de conception et de sûreté, choix de site, esquisse et options de sûreté.

Chaque itération a conduit à une évaluation de la sûreté, en fonctionnement et à long terme, en regard de l'état des connaissances scientifiques et technologiques, de la conception du stockage et de la description de son comportement dans le temps. Pour chaque itération, l'Andra s'est attachée à vérifier notamment le respect des objectifs de sûreté et de protection fixés par la RFS.III.2.f de 1991 (13) puis le guide de l'ASN relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde de 2008 (14).

Chaque itération s'est traduite par l'élaboration d'un dossier émis par l'Andra, qui a fait l'objet d'une instruction systématique menée par l'ASN.

Trois dossiers ont également fait l'objet d'une revue par des experts au niveau international.

Les itérations de sûreté successives ont contribué à identifier très tôt et progressivement les enjeux de sûreté et à les intégrer dans la conception à chaque étape clé du développement du stockage. Le caractère itératif de la démarche de conception et d'acquisition de connaissances scientifiques et technologiques mise en œuvre par l'Andra a permis d'assurer, de manière progressive, structurée, évaluée et tracée, la faisabilité du projet puis son développement eu égards aux exigences de sûreté applicables.

LES OPTIONS DE SÛRETÉ DU CENTRE DE STOCKAGE CIGÉO

Le dossier d'options de sûreté du centre de stockage Cigéo, le rapport de la revue internationale et l'avis de l'ASN ont été intégralement publiés par l'Andra (https://www.andra.fr/cigeo/les-documents-de-reference).

Suite à l'avis 2020-79 de l'Autorité environnementale sur la présente étude d'impact, l'Andra a préparé une synthèse de ces options de sûreté du centre de stockage Cigéo dans le mémoire en réponse à l'avis de l'Autorité environnementale, annexe 1 de la pièce 8 du dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique du centre de stockage Cigéo.

2.6 Les phases temporelles successives de déploiement du centre de stockage Cigéo

Le déploiement du centre de stockage Cigéo est envisagé selon plusieurs phases temporelles successives :

- la phase d'aménagements préalables ;
- la phase de construction initiale ;
- la phase de fonctionnement ;
- la phase de démantèlement et de fermeture ;
- les phases de surveillance et de post-surveillance.

Le code de l'environnement prévoit une phase industrielle pilote (Phipil) pour le centre de stockage Cigéo. L'Andra propose que cette phase particulière recouvre la phase de construction initiale et de premières années de la phase de fonctionnement. Cette proposition fera l'objet de concertations et pourra naturellement être modifiée sur la base des échanges avec les parties prenantes et le public.

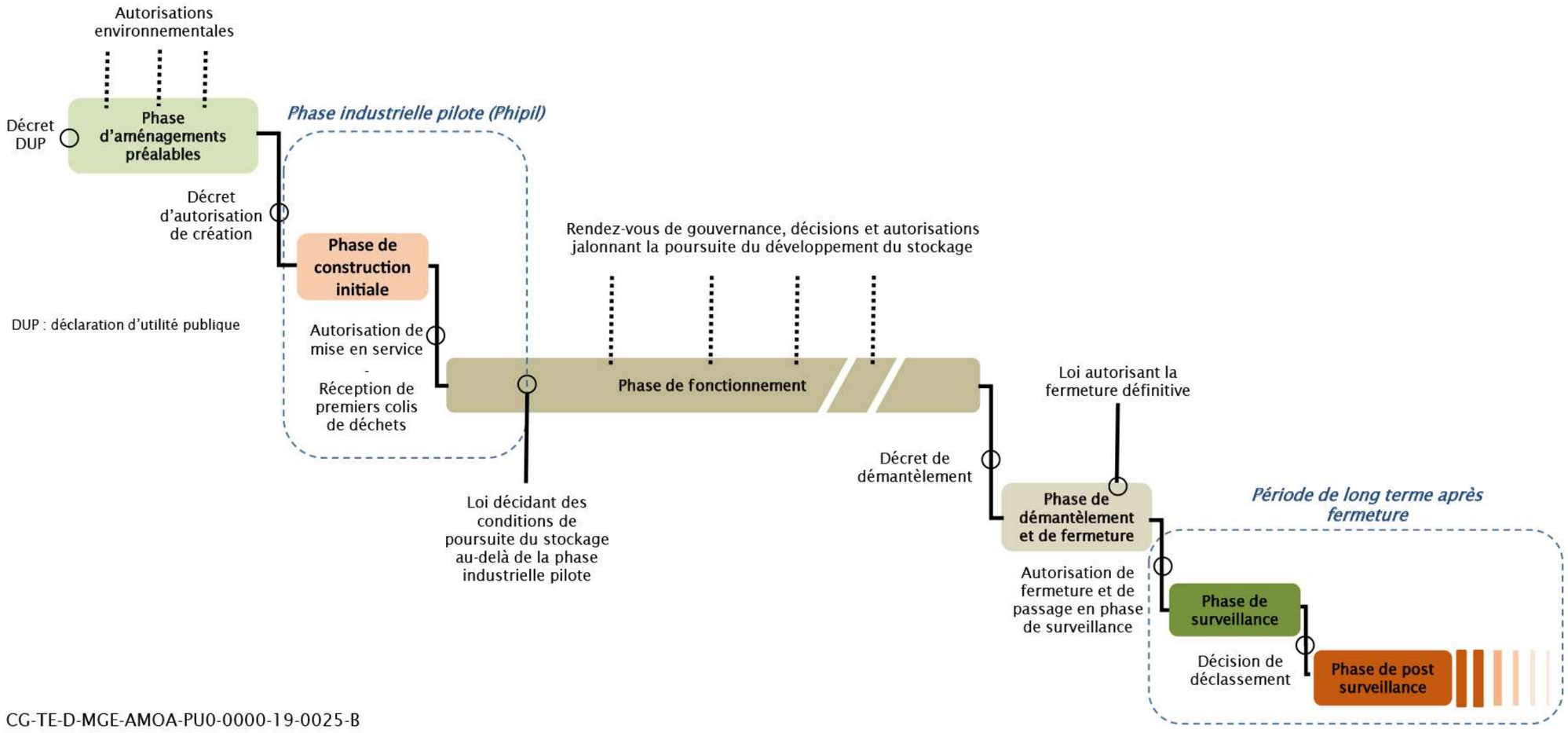

Figure 2-34 Phases temporelles successives du centre de stockage Cigéo

2.6.1 La description des phases temporelles de déploiement du centre de stockage Cigéo

2.6.1.1 La phase d'aménagements préalables

La phase d'aménagements préalables débute après la délivrance du décret de déclaration d'utilité publique du centre de stockage Cigéo et se termine à la délivrance du décret d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) du centre de stockage Cigéo. C'est au cours de cette phase que la demande d'autorisation de création de l'INB est instruite.

Les travaux menés lors de la phase d'aménagements préalables sur le centre de stockage Cigéo ont pour objectif de préparer les travaux de construction des installations du centre de stockage Cigéo. Comme pour tout projet, ces travaux sont engagés avant la construction proprement dite. Certains pourront se terminer après l'obtention du décret d'autorisation de l'installation nucléaire de base (INB) du centre de stockage Cigéo durant la phase de construction initiale, en particulier les travaux de terrassement de plateformes.

Les travaux d'aménagements préalables sur le centre de stockage Cigéo visent d'abord la sécurisation des sites, la viabilisation et l'organisation des zones de surface pour y installer les premières entreprises de construction. Ils visent ensuite le terrassement des plateformes d'accueil des utilités (eau, électricité, télécom), puis ils s'étendent progressivement au terrassement de l'ensemble des zones de surface du centre de stockage Cigéo (zone descenderie, zone puits, liaison intersites, installation terminale embranchée).

Les premières opérations de défrichement sont effectuées au sein du bois Lejuc. Elles concernent l'aire d'implantation des installations de surface de la zone puits et l'aire destinée à la gestion des déblais du Callovo-Oxfordien excavés lors des premiers creusements (Z1 de la zone des verses) qui constituent une surface remaniée totale d'environ 136 ha.

De premières opérations de fouilles ont été prescrites à l'Andra suite aux diagnostics d'archéologie préventive réalisés en 2015-2016 par l'INRAP sur les surfaces retenues pour l'implantation de la zone descenderie et de l'ITE du centre de stockage Cigéo. Des diagnostics sur la zone puits et sur la zone d'implantation de la liaison intersites (LIS), sont à réaliser, suivis éventuellement de fouilles si des vestiges d'intérêt sont découverts. Elles permettront de procéder aux travaux de construction du centre de stockage Cigéo sans craindre la destruction involontaire de vestiges dignes d'intérêt scientifique et patrimonial.

Sur la zone descenderie sera notamment réalisée une paroi étanche en sous-sol visant à protéger des remontées de nappe phréatique le bâtiment nucléaire EP1 et le terminal ferroviaire nucléaire associé. Des ouvrages de drainages des eaux sont associés à cette paroi pour permettre une réinfiltration directe dans le milieu naturel.

Sur la partie de la zone puits dédiée aux verses, seule une première zone est aménagée. Elle permet de gérer les déblais du Callovo-Oxfordien excavé lors du creusement des ouvrages souterrains nécessaires à la mise en service du centre de stockage. Elle sera étendue ultérieurement en lien avec l'extension progressive de l'installation souterraine.

L'ensemble des travaux d'aménagement préalables s'accompagne de la mise en œuvre des réseaux nécessaires aux installations de chantier, ainsi que des voiries structurantes permettant la circulation des flux des chantiers.

Des bassins et ouvrages d'assainissement permettront la gestion des eaux pluviales et des eaux de ruissellement durant les premières années des travaux avant la mise en fonctionnement des installations définitives. Des ouvrages d'assainissement seront réalisés pour la gestion des eaux usées des installations de chantier, dans l'attente de la mise en service des ouvrages prévus pour le fonctionnement du centre de stockage Cigéo.

Certains de ces travaux, commencés pendant la phase d'aménagements préalables, pourront se terminer après l'obtention du décret d'autorisation, durant la phase de construction initiale, en particulier des travaux de terrassement des plateformes. Des activités de caractérisation, de surveillance environnementale et de suivi des mesures environnementales seront également menées.

» OPÉRATIONS DES AUTRES MAITRES D'OUVRAGE

Les principaux travaux menés pendant la phase d'aménagements préalables en dehors du centre de stockage Cigéo visent principalement :

- l'alimentation électrique du centre de stockage Cigéo ;
- l'adduction d'eau potable ;
- la mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 entre Nançois-Tronville et Gondrecourt-le-Château ;
- la déviation de la route départementale D60/960 ;
- des activités de caractérisation, de surveillance environnementale et de suivi des mesures environnementales (forages, mesures sur le milieu naturel, inventaires).

Les travaux les plus importants menés hors du centre de stockage Cigéo correspondent à la création du poste de transformation 400/90 kV. Ils nécessitent des terrassements, la construction de bâtiments et le montage d'équipements (transformateurs, jeux de barre…). La pose des liaisons souterraines 90 kV et les travaux sur la ligne 400 kV sont également réalisés pendant la phase d'aménagements préalables.

2.6.1.2 La phase de construction initiale

La phase de construction initiale du centre de stockage Cigéo débute à la délivrance du décret d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) du centre de stockage Cigéo et se termine à la mise en service de cette installation nucléaire.

Les principaux travaux menés pendant cette phase visent la construction des ouvrages permettant la mise en service de l'INB du centre de stockage Cigéo, c'est-à-dire la réception de premiers colis de déchets radioactifs. Ils comprennent la construction des premiers bâtiments de surface, des liaisons surface-fond, ainsi que des ouvrages souterrains permettant de stocker de premiers colis de déchets.

Les principaux ouvrages construits et équipés sont :

- l'installation de réception et de préparation des colis de déchets radioactifs avant leur stockage (EP1) et tous les bâtiments de surface liés à l'installation nucléaire de base (INB) du centre de stockage ;
- les liaisons surface-fond (descenderies et puits) et les zones souterraines de soutien logistique ;
- les ouvrages souterrains du quartier pilote HA et les premiers ouvrages du quartier de stockage des colis de déchets MA-VL.

Pour permettre ces opérations de construction, différentes installations temporaires seront installées sur les sites.

Des activités de caractérisation, de surveillance environnementale et de suivi des mesures environnementales sont menées pendant la phase de construction initiale (forages, mesures sur le milieu naturel, inventaires).

2.6.1.3 La phase de fonctionnement

La phase de fonctionnement débute à l'autorisation de mise en service de l'installation nucléaire de base (INB) du centre de stockage Cigéo. Cette autorisation, délivrée par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) permet de recevoir de premiers colis de déchets radioactifs qui sont d'abord pour des essais de démarrage, dits « en actif », et qui sont ensuite stockés.

La phase de fonctionnement dure une centaine d'années. Elle se termine à la délivrance du décret de démantèlement de l'INB du centre de stockage.

Pendant la phase de fonctionnement auront lieu des opérations de réception et de mise en stockage de colis et des travaux d'extension progressive de l'installation souterraine, par tranches successives, afin de poursuivre la réception des colis de l'inventaire. Des travaux de rénovation, de construction ou d'adaptation des bâtiments de surface seront également programmés.

Les principales périodes de stockage successives des colis envisagées sont :

- les premières années, réception et stockage de colis de déchets HA0 (colis peu exothermiques) et de colis de déchets MA-VL respectivement dans les ouvrages du quartier pilote HA et du quartier de stockage MA-VL, construits en phase de construction initiale ;
- puis, pendant environ 40 ans (jusqu'à l'horizon 2070-2080), réception et stockage de colis de déchets MA-VL dans les ouvrages construits en phase de construction initiale et dans de nouveaux alvéoles construits dans le quartier de stockage MA-VL ;
- puis, pendant environ 20 ans (jusqu'à l'horizon 2080-2100), réception de colis HA et de colis de déchets MA-VL dans les ouvrages construits précédemment et dans de nouveaux alvéoles construits dans le quartier de stockage HA et dans le quartier de stockage MA-VL. La réception des colis HA nécessitera de construire en surface de la zone descenderie une installation de réception et de préparation dédiée, dénommée « EP2 » ;
- enfin, pendant une durée de l'ordre de 50 ans (jusqu'à l'horizon 2150), poursuite de la réception et du stockage de colis de déchets HA dans les ouvrages déjà construits et dans de nouveaux alvéoles du quartier de stockage HA.

Cette chronologie est toutefois indicative et pourra être adaptée pour prendre en compte le retour d'expérience et les ajustements des chroniques de livraison des déchets à stocker, ainsi que les opérations qui seraient décidées dans le cadre de la réversibilité. Les travaux d'extension progressive de l'installation souterraine, par tranches successives, seront organisés en fonction des futurs besoins et de la délivrance des autorisations associées.

Pendant le fonctionnement du centre de stockage Cigéo, les études sont poursuivies pour l'optimisation des tranches successives.

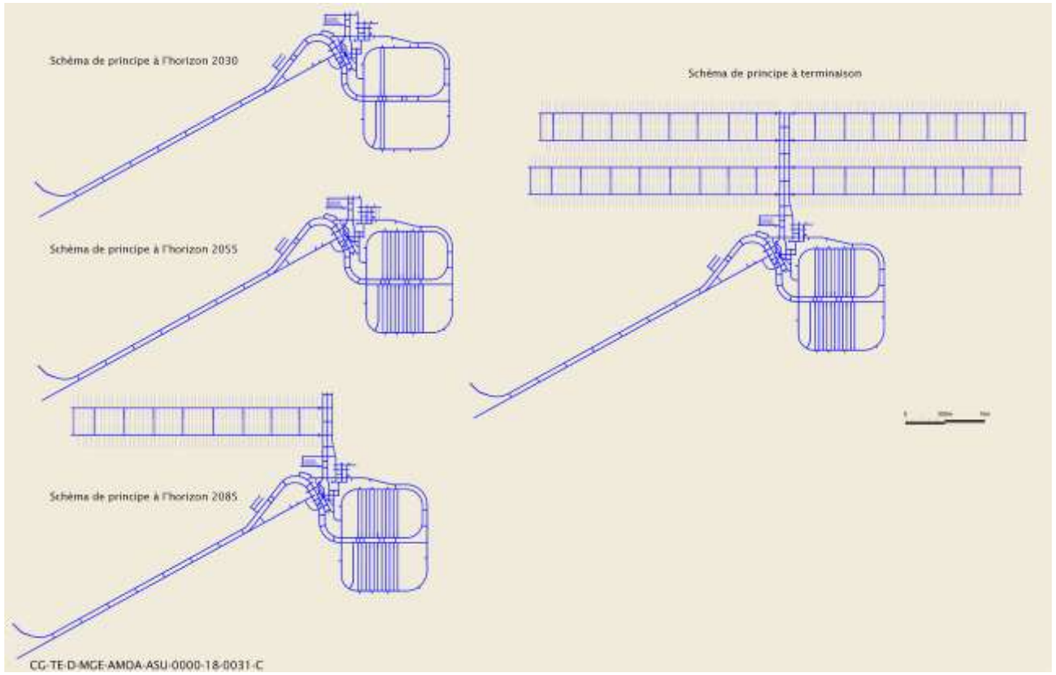

Figure 2-35 *Illustration du développement progressif des ouvrages souterrains du centre de stockage Cigéo*

Le développement progressif du stockage et les creusements associés requièrent d'étendre progressivement la surface de la zone de gestion des déblais du Callovo-Oxfordien excavé (zone de verses), au-delà de celle préparée lors de la phase d'aménagements préalables. Une seconde partie du bois Lejuc sera défrichée et aménagée après investigations archéologiques. Pendant toute la durée de l'exploitation, les déblais du Callovo-Oxfordien qui ne seront pas réutilisés pour la fermeture de l'installation souterraine à l'issue de son fonctionnement (verses mortes) seront expédiées hors du centre de stockage Cigéo pour leur valorisation.

Des opérations de maintenance sont réalisées pendant toute la durée de fonctionnement. Les différents types de maintenance sont :

- les opérations de maintenance préventive qui permettent de maintenir les taux de disponibilité des équipements et comprennent les contrôles réglementaires ;
- les opérations de maintenance corrective qui permettent une remise en état suite à une défaillance. Elles peuvent être réalisées pendant le fonctionnement, en privilégiant les temps de non-occupation des équipements ou des moyens.

Les opérations de maintenance sont réalisées en dehors des périodes de fonctionnement des équipements concernés, sauf en cas de nécessité d'intervention après défaillance. Elles sont complétées par des opérations de jouvence qui correspondent à des travaux de rénovation d'ampleur sur un système ou un bâtiment dans son ensemble. Ces opérations sont nécessaires compte tenu de la durée séculaire de fonctionnement du centre de stockage, notamment pour répondre aux problèmes d'obsolescence ou de vieillissement. Elles concernent essentiellement les bâtiments de surface. La conception des bâtiments privilégie les matériaux et les équipements permettant la rénovation des bâtiments afin de limiter les opérations de reconstruction.

Le cas échéant et sous réserve d'autorisation, la phase de fonctionnement comportera également des travaux de démantèlement partiels de certaines installations de surface, d'obturation d'alvéoles de stockage et de fermeture de quartiers de stockage remplis.

Des activités de caractérisation, de surveillance environnementale et de suivi des mesures environnementales seront également menées hors du centre Cigéo pendant la phase de fonctionnement (forages, mesures sur le milieu naturel, inventaires).

2.6.1.4 La phase de démantèlement et de fermeture

La phase de démantèlement et de fermeture débute à la délivrance du décret de démantèlement de l'INB du centre de stockage Cigéo et se termine par la décision d'autorisation de sa fermeture et de son passage en phase de surveillance. Cette phase comprend l'ensemble des activités permettant d'atteindre l'état final prédéfini et prescrit par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

Les travaux menés en surface pendant la phase de démantèlement et de fermeture comprennent des opérations de démontage d'équipements, d'assainissement des locaux et des sols, de destruction de structures de génie civil. La totalité des substances dangereuses et radioactives présentes dans les installations de surface est évacuée. Les bâtiments et ouvrages devenus inutiles sont démantelés et si nécessaire déconstruits. Les zones de surface sont réaménagées selon des objectifs et des usages qui seront définis, en fonction des enjeux, à l'horizon 2150. Elles pourront par exemple être reboisées, remises en culture et faire l'objet d'aménagements paysagers adaptés à la topographie et à l'environnement du site à cet horizon.

Des ouvrages de surface nécessaires aux activités de surveillance ultérieures, après fermeture, seront maintenus. Les parties du bâtiment « mémoire » abritant les archives historiques et les dispositifs mémoriels seront préservées pendant les opérations de démantèlement et elles seront conservées le plus longtemps possible après la phase de démantèlement et de fermeture, sans limite de durée présagée (*a priori* durant plusieurs centaines d'années) dans le cadre de la phase de surveillance du centre de stockage Cigéo.

En souterrain, pour garantir la mise en sécurité des déchets stockés sur de très longues périodes de temps, les ouvrages souterrains du centre de stockage Cigéo devront être refermés. En effet, le milieu géologique est choisi et l'installation de stockage est conçue de telle sorte qu'après la fermeture définitive de l'installation (scellement et remblaiement des puits et des descenderies d'accès de l'installation souterraine), la sûreté est assurée de façon passive, c'est-à-dire que les personnes et l'environnement sont protégés des substances radioactives et des toxiques chimiques contenus dans les déchets radioactifs, sans qu'il soit nécessaire d'intervenir.

L'article L. 542-10-1 du code de l'environnement dispose que seule une loi peut autoriser la fermeture définitive du centre de stockage Cigéo.

Pendant la phase de démantèlement, les opérations de préparation à la fermeture définitive des parties souterraines du centre de stockage consistent principalement, d'une part à des démontages d'équipements ne

pouvant être laissés en place, d'autre part à des opérations de construction d'ouvrages complémentaires à la barrière géologique existante, conçus pour assurer le bon fonctionnement du stockage à très long terme (construction d'ouvrages en béton, pose de remblais, mise en place de scellements). Le remblaiement des galeries se fait en réutilisant les déblais du Callovo-Oxfordien issus des creusements et conservés sous forme de verses sur la zone puits.

Une fois les opérations d'obturation d'alvéoles, de fermeture des quartiers et de remblaiement des galeries des zones de soutien logistique terminées, la fermeture définitive peut être engagée, si celle-ci est décidée par le Parlement. La fermeture définitive consiste à sceller et à combler définitivement les puits et les descenderies qui permettent l'accès aux zones de stockage. Elle est actuellement envisagée à l'horizon 2150. La demande d'autorisation de fermeture de l'installation et de passage en phase de surveillance auprès de l'ASN ne sera pas déposée avant la promulgation de cette loi (article R. 593-75 du code de l'environnement).

Durant la phase de démantèlement et de fermeture, les opérations des autres maîtres d'ouvrage (sauf l'expédition et le transport des déchets radioactifs) sont en fonctionnement et peuvent être utilisées par l'Andra. Le fonctionnement des opérations des autres maîtres d'ouvrage pourra être maintenu après la cessation des activités du centre si leur utilité perdure, notamment pour le territoire.

Des activités de surveillance environnementale et de suivi des mesures environnementales seront également menées hors du centre Cigéo pendant la phase de démantèlement et de fermeture.

2.6.1.5 Les phases de surveillance et de post-surveillance

Après la fermeture définitive du centre de stockage Cigéo, la phase de surveillance commence à la décision d'autorisation de fermeture et de passage en phase de surveillance de l'INB du centre de stockage Cigéo. Elle se termine avec la décision de déclassement de l'INB du centre de stockage.

Pendant la phase de surveillance, la sûreté du stockage est assurée de façon passive. Seules perdurent les activités de surveillance visant à vérifier, par des mesures physico-chimiques, le bon fonctionnement du stockage et le respect des obligations réglementaires en matière de protection de l'environnement.

Le fonctionnement du centre ayant cessé, il n'y a plus d'activité d'acheminement de matériaux et de colis. Le bâtiment mémoire et ses fonctions seront conservés.

La durée de la phase de surveillance sera précisée par les autorités. Elle couvrira plusieurs siècles, à l'instar de ce qui est prévu pour les centres de stockage de surface. Le déclassement du centre de stockage Cigéo pourra être envisagé par les services compétents en complément de la validation du programme de surveillance du secteur. Cette phase de surveillance pourra faire l'objet, au regard de la réglementation qui sera applicable à cette échéance, de procédures d'autorisations spécifiques.

La phase de surveillance est associée à une période de contrôle institutionnel qui comprend le maintien de servitudes d'utilité publique. Le contrôle institutionnel peut aller au-delà de la phase de surveillance en particulier pour renforcer le maintien de la mémoire du site après sa fermeture.

Après la décision de déclassement de l'INB du centre de stockage Cigéo commence la « post-surveillance ». Par définition elle n'a pas de fin. Elle correspond à la perspective temporelle visée par l'objectif de mise en sécurité définitive des déchets radioactifs fixé par le code de l'environnement[13]. Elle est utilisée notamment dans les évaluations de sûreté. Elle permet de caractériser les impacts radiologiques et chimiques à très long terme après le déclassement de l'installation. L'évaluation de sûreté prend pour hypothèse la fin de tout contrôle institutionnel et la perte de la mémoire de l'existence du stockage. Le centre de stockage Cigéo est conçu pour que la sûreté puisse être garantie de façon totalement passive pendant cette phase.

[13] L'article L. 542-1 du code de l'environnement indique que « *La recherche et la mise en œuvre des moyens nécessaires à la mise en sécurité définitive des déchets radioactifs sont entreprises afin de prévenir ou de limiter les charges qui seront supportées par les générations futures* ».

LE LONG TERME, LA SÛRETÉ PASSIVE ET LA MÉMOIRE DU CENTRE DE STOCKAGE CIGÉO

Le centre de stockage Cigéo est conçu pour être fermé à la fin de son fonctionnement afin de protéger durablement les personnes et l'environnement sans plus nécessiter d'action. La sûreté sera alors réalisée de manière passive.

La sûreté passive n'implique en aucun cas d'oublier les déchets ou la présence de l'installation. Au contraire, sa mémoire constitue un élément qui contribue à la protection de l'homme et de l'environnement. Elle réduit par exemple les risques d'une intrusion involontaire dans le stockage, par exemple par un forage. Toutefois, même si un forage devait involontairement traverser le stockage, les conséquences à long terme resteraient limitées compte tenu de la conception du stockage.

La mémoire qui sera conservée de l'existence du centre de stockage, de sa fonction, de la dangerosité des déchets qu'il renferme et de sa conception dépend de la pérennité des mesures mises en œuvre lors de l'archivage des documents institutionnels et des dispositifs de transmission intergénérationnelle.

L'Andra travaille à développer des dispositifs pour favoriser la transmission intergénérationnelle des connaissances des déchets et de leur lieu de stockage, considérant ces connaissances comme un patrimoine collectif et mémoriel de ce que notre civilisation a créé.

Un bâtiment « mémoire », dédié à accueillir une partie des dispositifs mémoriels mis en œuvre par l'Andra, notamment pour la conservation et la consultation des archives historiques et intermédiaires de l'Andra, en redondance de sécurité par rapport aux versements également effectués aux archives nationales, sera créé sur le centre de stockage Cigéo. Il sera maintenu aussi longtemps que nécessaire sur l'emplacement du centre après la fermeture définitive.

Dans son guide relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde, l'ASN indique que la perte de mémoire de l'existence du stockage peut être raisonnablement située au-delà de 500 ans après sa fermeture définitive. En tout état de cause, après la fermeture définitive du centre de stockage, la protection de la santé des personnes et de l'environnement ne doit pas dépendre d'une surveillance et d'un contrôle institutionnel qui ne peuvent pas être maintenus de façon certaine au-delà d'une période limitée, même si elle couvre plusieurs siècles.

Le centre de stockage Cigéo est conçu de manière à protéger de manière passive les personnes et l'environnement, même si la mémoire de son existence venait à disparaître.

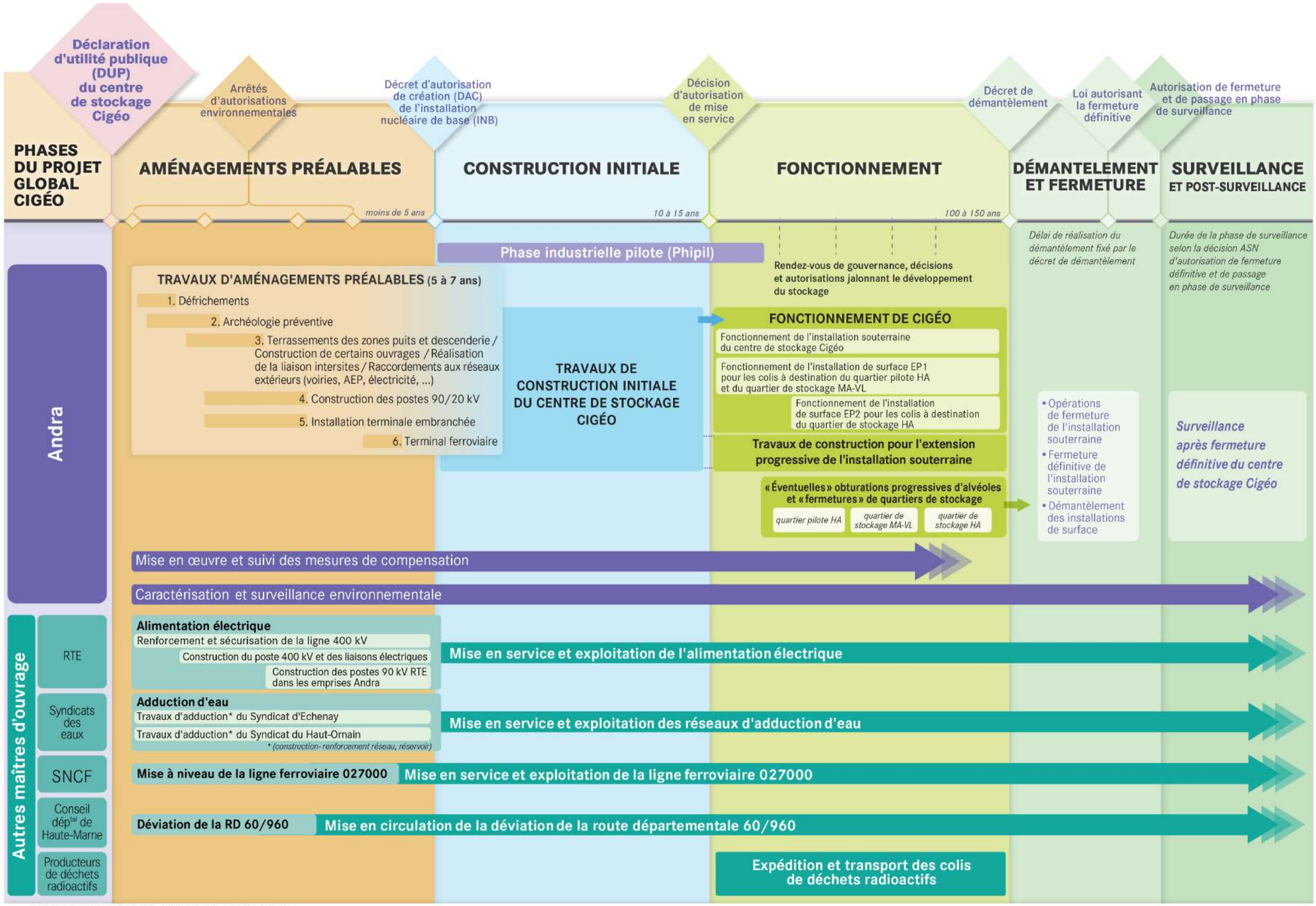

Figure 2-36 Synthèse des phases successives de déploiement du projet

2.6.2 La phase industrielle pilote

En complément des phases temporelles successives de déploiement du projet, une période de développement particulière est prévue pour le centre de stockage Cigéo : la « phase industrielle pilote » (Phipil).

La phase industrielle pilote (Phipil) a été introduite dans le projet par l'Andra suite au débat public mené en 2013 sur le projet de centre de stockage Cigéo. Elle concrétise la démarche prudente nécessaire pour construire et démarrer progressivement une installation industrielle considérée comme complexe, compte tenu de sa profondeur, de ses dimensions inhabituelles et des très longues durées pour lesquelles elle est conçue. Cigéo est le premier centre de stockage géologique de déchets radioactifs HA et MA-VL dans l'argile, en France et dans le monde.

La loi du 25 juillet 2016 a retenu le principe d'une phase industrielle pilote (Phipil) pour un centre de stockage géologique en disposant d'un certain nombre d'objectifs repris dans le code de l'environnement (article L. 42-10-1).

» LES OBJECTIFS DE LA PHASE INDUSTRIELLE PILOTE DANS LE CODE DE L'ENVIRONNEMENT

L'article L. 542-10-1 du code de l'environnement fixe des objectifs et des contraintes pour la phase industrielle pilote (Phipil).

L'exploitation du centre de stockage commence par une phase industrielle pilote.

La phase industrielle pilote permet de conforter le caractère réversible et la démonstration de sûreté du centre de stockage, notamment par un programme d'essais in situ.

Elle comporte des essais de récupération de colis de déchets.

Tous les colis de déchets doivent rester aisément récupérables durant la Phipil.

Les résultats de la phase industrielle pilote font l'objet :

- d'un rapport de l'Andra ;
- d'un avis de la commission nationale d'évaluation (CNE) ;
- d'un avis de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) ;
- du recueil de l'avis des collectivités territoriales.

Le rapport de l'Andra, accompagné des avis de la CNE et de l'ASN, est évalué par l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) qui rend compte de ses travaux aux commissions compétentes de l'Assemblée nationale et du Sénat.

Le Gouvernement présente un projet de loi adaptant les conditions d'exercice de la réversibilité du stockage et prenant en compte, le cas échéant, les recommandations de l'OPECST.

2.6.2.1 L'origine de la phase industrielle pilote et son inscription dans la réglementation

Dans la loi de 2016, le Parlement a associé à la phase industrielle pilote un nouveau jalon législatif. Sur la base d'un rapport produit par l'Andra pour présenter les résultats des premières années de l'exploitation du centre de stockage Cigéo, et après un processus d'instruction spécifique, une nouvelle loi sera présentée par le Gouvernement pour décider des conditions de poursuite du projet. Le centre de stockage Cigéo est, à ce jour, la seule installation nucléaire de base (INB) pour laquelle la règlementation prévoit, après son autorisation par décret, un rendez-vous législatif conditionnant son éventuelle poursuite. Ce sera la quatrième loi encadrant son développement après les échéances de 1991, 2006 et 2016. Si le projet est poursuivi, ce ne sera pas la dernière, il est d'ores et déjà prévu par le code de l'environnement que seule une loi puisse autoriser sa fermeture définitive (article L-542-10-1).

Le débat public mené en 2019 sur le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) a confirmé l'importance de la Phipil pour les parties prenantes en termes de gouvernance, de sûreté et de réversibilité (15).

2.6.2.2 Les apports techniques de la phase industrielle pilote

En termes techniques, la phase industrielle pilote (Phipil) constitue une phase de confirmation de l'ensemble de la conception et de la démonstration de sûreté du centre de stockage Cigéo. Elle permet à l'Andra de confirmer, en situation réelle, des données sur le milieu géologique dans lequel l'installation souterraine est construite. Les données qui seront acquises « in situ », en situation réelle, seront plus représentatives que celles acquises au Laboratoire ou depuis la surface. De plus, elle permet de mesurer les évolutions de la roche et des ouvrages dans les premières années après leur réalisation et de vérifier qu'elles correspondent aux prévisions.

La démarche progressive de l'Andra implique d'abord la construction de « démonstrateurs » d'alvéoles (HA et MA VL) qui ne seront pas utilisés pour le stockage de colis, mais qui serviront à acquérir des compléments de connaissance et à confirmer la qualité des ouvrages réalisés en vraie grandeur (alvéoles de taille supérieure à ceux qui peuvent être réalisés en préalable au laboratoire). Les démonstrateurs permettront également à l'Andra de vérifier la capacité à surveiller leur comportement dans le temps. Une fois ces informations acquises, la construction d'alvéoles destinés à stocker des colis de déchets sera entreprise. Dans cette optique d'acquisition progressive de connaissance, des démonstrateurs d'ouvrages de fermeture seront construits dès la Phipil et seront étudiés pendant toute la durée du fonctionnement de Cigéo afin de préparer au mieux l'échéance encore lointaine de leur construction. Par exemple, un démonstrateur de scellement de descenderie sera construit en Phipil, alors que les ouvrages industriels de scellement des descenderies sont prévus à l'horizon 2150.

La phase industrielle pilote est également utilisée par l'Andra pour qualifier, confirmer et justifier progressivement l'ensemble du fonctionnement de l'installation, notamment ces équipements industriels atypiques, comme le funiculaire, sa sûreté, sa réversibilité et sa surveillance :

- dans un premier temps, l'Andra teste les équipements installés et les opérations prévues en réalisant d'abord des essais en « inactif », c'est-à-dire en utilisant des « maquettes » de colis de déchets ne contenant pas de radioactivité ;
- dans un second temps, après l'autorisation de la mise en service de l'installation par l'Autorité de sûreté nucléaire, des essais sont réalisés en « actif », c'est-à-dire avec des colis de déchets radioactifs.

L'ensemble des essais menés aux différents stades permettra d'établir progressivement les règles et consignes d'exploitation, y compris en situation dégradée ou accidentelle, de vérifier les performances des équipes d'exploitation (pilotage du procédé, maintenance) et d'intervention en cas de situations incidentelles ou accidentelles (incendie, blessés, malveillance) et de les entraîner.

Un programme d'essai particulier, en inactif puis en actif, sera dédié à la récupérabilité. Il s'agira de démontrer la capacité de l'Andra à retirer les colis de déchets stockés dans les alvéoles du centre de stockage Cigéo en effectuant des opérations unitaires et complètes de retrait (essais de retrait des alvéoles et essais de remontée dans les installations en surface).

Après les essais en actif, la phase industrielle pilote se poursuivra pendant quelques années par des opérations de mise en stockage de colis de déchets radioactifs. Cette période seconde partie de la phase industrielle pilote aura pour objectif d'acquérir du retour d'expérience sur le fonctionnement du centre de stockage, sur son évolution, la surveillance de ses impacts environnementaux et sa sûreté (inspections, modifications, événements et éventuels incidents) et sa réversibilité.

L'ensemble de ces éléments de retour d'expérience techniques, acquis avant et après la mise en service de l'installation nucléaire de base (INB) du centre de stockage Cigéo seront analysés dans le rapport qui sera produit par l'Andra et transmis pour instruction dans l'optique d'une décision du Parlement sur les conditions de poursuite du stockage.

2.6.2.3 Les apports de la phase industrielle pilote en termes de gouvernance

En termes de gouvernance, la Phipil concrétise une approche visant à « *garantir la participation des citoyens tout au long de la vie* » du centre de stockage Cigéo, telle qu'exigée par le code de l'environnement (article L 542-10-1). Cette approche est renforcée par l'exigence réglementaire de produire et de mettre à jour tous les 5 ans, « *en*

concertation avec l'ensemble des parties prenantes et le public », un plan directeur pour l'exploitation (PDE) (article L 542-10-1). Cette mise à jour concertée du PDE d'effectue en parallèle des revues périodiques de réversibilité et des réexamens périodiques de sûreté (article L 593-18). Le centre de stockage Cigéo est la seule installation nucléaire de base (INB) pour laquelle un tel processus de participation et de gouvernance a été créé par la réglementation. Il garantit que le stockage sera développé sous le regard et le contrôle des parties prenantes et des citoyens.

La définition du schéma de gouvernance du centre de stockage Cigéo est prévue dans la feuille de route actuelle de l'Andra pour la concertation à l'échelle locale et nationale[14]. À cet égard, lors de premiers échanges, les parties prenantes (ANCCLI, CLIS, syndicats…) ont identifié la Phipil comme une des phases essentielles pour la gouvernance et ont souhaité contribuer à la définition des modalités d'échanges et de décisions pour Cigéo et pour les déchets qui lui sont destinés.

En pratique, les premières années après l'éventuelle délivrance du décret d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) du centre de stockage Cigéo constituent, pour la participation du public et des parties prenantes, une phase de mise en place, de rodage et d'acquisition de connaissance, au même titre que les essais dans l'installation pour les aspects techniques. Le schéma de gouvernance pourra être modifié et renforcé sur la base du retour d'expérience de son fonctionnement. L'expérience acquise en matière de gouvernance et d'échanges avec le public sera présenté dans le rapport qui sera produit par l'Andra et transmis pour instruction dans l'optique d'une décision du Parlement sur les conditions de poursuite du stockage. Dans son examen des conditions de poursuite éventuelle du projet, le Parlement accordera probablement une importance particulière au bon fonctionnement de la gouvernance du centre de stockage.

L'Andra est convaincue que, dès lors que la Phipil sera menée dans le respect des principes de gouvernance définis avec les parties prenantes et les citoyens, elle jouera un rôle essentiel dans la construction de la confiance nécessaire à la réussite du projet Cigéo.

2.6.2.4 Le déroulement et l'issue de la phase industrielle pilote

L'Andra propose que la phase industrielle pilote se déroule en deux parties :

- la première partie commence après la délivrance du décret de création de l'installation nucléaire de base (INB) du centre de stockage Cigéo. Elle se déroule pendant la phase de construction initiale. En effet, c'est lors de cette phase de construction initiale que de premières décisions structurantes sont prises pour orienter les travaux de construction et pour en suivre les impacts. En fonction de l'avancée des travaux, cette première partie de la phase industrielle pilote, en « inactif », pourrait durer de 10 à 15 ans ;
- la seconde partie commence après la mise en service de l'installation nucléaire de base du centre de stockage Cigéo et se poursuit pendant quelques années pour acquérir un retour d'expérience sur le fonctionnement du centre de stockage, sur son évolution, sa surveillance, ses impacts environnementaux, sa sûreté (inspections, modifications, événements et éventuels incidents) et sa réversibilité. Cette seconde partie de la phase industrielle pilote, en « actif », pourrait durer de 5 à 10 ans.

Cette proposition sera soumise à concertation et pourra naturellement être modifiée sur la base des échanges avec les parties prenantes et le public.

Ainsi proposée, la Phipil couvre la construction initiale et les premières années de la phase de fonctionnement du centre de stockage. Elle inclut la décision de mise en service de l'installation nucléaire de base (INB) du centre de stockage Cigéo.

La phase industrielle pilote prendra fin dans les conditions qui seront décidées par le Parlement. Les objectifs et les critères de réussite de la phase industrielle pilote seront fixés par le plan national pour la gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) (15).

Au vu du retour d'expérience acquis lors de la construction, puis du fonctionnement du centre de stockage Cigéo sur plusieurs années, l'Andra préparera un rapport de synthèse de la Phipil pour le Parlement afin qu'il décide des conditions de poursuite du projet. Il s'agira *a priori*, soit de renoncer à cette filière de gestion des déchets pour tout ou partie des déchets HA et MA-VL, soit d'engager la phase suivante de développement du centre de stockage Cigéo, éventuellement en modifiant sa conception ou ses modalités d'exploitation et de développement.

Si la décision du Parlement est d'abandonner le stockage dans le centre de stockage Cigéo pour tout ou partie des déchets HA et MA-VL, les colis concernés seront retirés du stockage et renvoyés chez les producteurs.

Si la décision du Parlement est de poursuivre le fonctionnement du centre de stockage Cigéo à l'issue de la Phipil, une nouvelle étape de son développement pourra être engagée, dans la même logique de progressivité du développement et de concertation. La vie du centre de stockage restera jalonnée de multiples rendez-vous décisionnels (décision de construction des extensions successives, décision de réception de colis de déchets HA à l'horizon 2070-2080, décisions de démantèlement et de fermeture…). Ces rendez-vous permettent de relier le développement du centre de stockage aux décisions, encore incertaines à ce jour, liées à la politique énergétique, par exemple le nombre et la durée de vie des centrales du parc électronucléaire, l'avenir du traitement des combustibles, la politique de recyclage…. La gouvernance se poursuivra et pourra encore s'enrichir pour les exercices périodiques de concertation et les jalons décisionnels à venir.

2.6.2.5 Les impacts environnementaux de la phase industrielle pilote

Si elle présente une importance capitale en termes de gouvernance, du développement technique et de décision politique (jalon législatif), la phase industrielle pilote n'entraîne pas d'impacts environnementaux spécifiques ou supplémentaires par rapport à ceux évalués pour la phase de construction initiale et pour la phase de fonctionnement sur lesquelles elle est positionnée temporellement.

Dans la présente étude d'impact, la phase industrielle pilote ne fait donc pas l'objet d'une évaluation d'impact distincte. Ses impacts sont couverts par ceux des phases de construction initiale et de fonctionnement (cf. volume IV de la présente étude d'impact).

2.6.3 La réversibilité du stockage

2.6.3.1 La préoccupation éthique de réversibilité

La préoccupation éthique de réversibilité trouve son origine dans l'échelle de temps qu'implique la gestion des déchets radioactifs HA et MA-VL. En effet, les installations d'un centre de stockage géologique se déploient de manière progressive, par étapes successives, sur une durée supérieure au siècle compte tenu des quantités de déchets HA et MA-VL existantes, de celles qui restent à produire par le fonctionnement prévisible des installations nucléaires actuelles et des caractéristiques physiques de ces déchets.

Environ cinq générations successives devraient exploiter le centre de stockage Cigéo. Il est de la responsabilité de notre génération, qui bénéficie des activités nucléaires (Défense nationale, électricité électronucléaire, recherches), de concevoir et de léguer à ces générations une installation sûre, qu'elles seront en mesure de modifier et d'améliorer en fonction de leurs propres objectifs, connaissances et contraintes, voire de la compléter ou de la remplacer par d'autres installations de gestion des déchets, si d'autres options venaient à apparaître, notamment en lien avec les progrès techniques. Cette approche laisse toute sa place à la prise en compte d'études et de recherches sur d'autres voies de gestion des déchets, tout comme aux progrès technologiques susceptibles de s'appliquer aux installations du centre de stockage Cigéo lui-même.

Notre génération a donc le devoir d'engager le projet de centre de stockage permettant à terme la mise en sécurité définitive des déchets HA et des déchets MA-VL, sans toutefois enfermer les générations futures dans des choix faits au lancement du projet. C'est dans ce sens que l'Andra développe le centre de stockage Cigéo pour en faire un centre de stockage réversible.

2.6.3.2 La définition légale de la réversibilité

L'article L. 542-10-1 du code de l'environnement précise que « la réversibilité est la capacité, pour les générations successives, soit de poursuivre la construction puis l'exploitation des tranches successives d'un stockage, soit de réévaluer les choix définis antérieurement et de faire évoluer les solutions de gestion. » La réversibilité est mise en œuvre « par la progressivité de la construction, l'adaptabilité de la conception et la flexibilité d'exploitation d'un

[14] L'objectif de l'Andra est de proposer, dans le cadre de la demande d'autorisation de création (DAC) de Cigéo, un schéma de gouvernance concerté avec les parties prenantes ou, a minima, des modalités partagées de co-construction de ce schéma avec la société, à mettre en œuvre pendant l'instruction de la DAC. Cette concertation est encadrée par les garants de la Commission nationale du débat public (CNDP).

stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs permettant d'intégrer le progrès technologique et de s'adapter aux évolutions possibles de l'inventaire des déchets consécutives notamment à une évolution de la politique énergétique ». La réversibilité inclut « la possibilité de récupérer des colis de déchets déjà stockés selon des modalités et pendant une durée, cohérentes avec la stratégie d'exploitation et de fermeture du stockage ». Cette définition de la réversibilité est cohérente avec la directive européenne de 2011 qui indique que « la réversibilité et la récupérabilité en tant qu'éléments d'exploitation et de conception peuvent servir à orienter la mise au point technique d'un système de stockage ».

Le code de l'environnement exige que le stockage géologique soit réalisé « dans une installation souterraine spécialement aménagée à cet effet, dans le respect du principe de réversibilité » (article L. 542-1-1). La capacité du centre de stockage à évoluer, dans le futur, pour accompagner et faciliter les décisions qui seront prises en matière de gestion des déchets radioactifs fera donc l'objet d'un examen technique lors de l'instruction de la demande d'autorisation de création du centre de stockage Cigéo (DAC) et constituera, avec la sûreté et l'impact environnemental, une des conditions fondamentales pour la délivrance de cette autorisation.

2.6.3.3 L'intégration de la réversibilité à la conception du centre de stockage

L'Étude d'impact du projet global Cigéo, qui constitue la pièce 6 du présent dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique (DUP) du centre de stockage Cigéo, explicite de façon plus détaillée les possibilités techniques offertes par la réversibilité du stockage (cf. Volume II, chapitre 5).

Sur le plan technique, la réversibilité s'organise autour des quatre enjeux suivants :

- la progressivité de la construction du centre de stockage qui correspond à un enchaînement prudent d'opérations de construction et de mises en service successives de parties du centre de stockage, sur toute la durée de son fonctionnement. Elle permet principalement d'accélérer, de retarder ou de modifier l'ordre de construction et de mise en service de ces extensions. Elle offre la possibilité aux générations futures d'adapter les ouvrages qui seront construits pendant la phase de fonctionnement du centre de stockage à d'éventuelles évolutions d'inventaire. Elle favorise l'intégration aux futures tranches de construction, de toutes les améliorations qui seront rendues possibles par les progrès scientifiques et techniques et par le retour d'expérience acquis sur la durée d'ordre séculaire du projet. Elle donne le temps d'autoriser progressivement les différentes parties du centre de stockage en lien avec l'acquisition du retour d'expérience ;
- la flexibilité du fonctionnement qui correspond à la capacité du centre de stockage Cigéo, une fois construit, à absorber des variations de son programme industriel (chronique de réception des colis, flux de réception, date d'obturation d'alvéoles ou de quartiers de stockage), sans modification des infrastructures ou des équipements existants et sans construction d'ouvrages nouveaux. Elle offre la possibilité aux générations futures de décaler ou d'accélérer (dans certaines limites) les flux de colis de déchets reçus et de stocker des colis dans une gamme de formes, de dimensions et de masses variables. Elle permet ainsi des évolutions des modes de conditionnement des déchets, dans la mesure où ceux-ci respectent les spécifications d'acceptation sur le centre de stockage Cigéo. Elle offre aux générations futures la possibilité, si elles le souhaitent, d'anticiper les opérations de fermeture des parties souterraines du centre de stockage ou au contraire de les reporter à la fin de son fonctionnement, sans préjudice pour la sûreté ;
- l'adaptabilité des installations du centre de stockage Cigéo qui correspond à la capacité à les modifier pour prendre en compte de nouvelles hypothèses de dimensionnement. Elle permet principalement, sous réserve des autorisations préalables, d'adapter le centre de stockage à d'éventuelles modifications de l'inventaire des déchets pour lesquels il est conçu (cf. Chapitre 3.6 du présent document). En effet, tout au long du fonctionnement de Cigéo, des décisions prises dans le cadre des politiques nationales de gestion des déchets pourraient orienter vers le centre de stockage Cigéo certains déchets radioactifs non prévus initialement. En fonction des volumes et des types de déchets concernés, leur stockage présenterait des enjeux techniques différents pour Cigéo, allant de simples ajustements de sa conception et de son exploitation, jusqu'à des modifications notables de son architecture, par exemple pour la prise en charge de combustibles usés. À titre de précaution, depuis les premières étapes du projet dans les années 2000, l'Andra étudie la faisabilité du stockage d'une partie des déchets FA-VL et de combustibles usés dans la formation argileuse du Callovo-Oxfordien ;
- la récupérabilité qui correspond à la capacité à retirer du centre de stockage des colis qui y ont été stockés. Le centre de stockage Cigéo est conçu pour que, sur toute la période allant de sa mise en service jusqu'à sa fermeture définitive, les colis stockés puissent en être retirés. Le procédé de retrait s'effectue en sens inverse depuis l'alvéole jusqu'à la surface. Le centre de stockage Cigéo offre de fait, pendant plus de 100 ans, aux générations futures, des fonctions analogues à celles d'une installation d'entreposage centralisé (surveillance, retrait éventuel, réexpédition éventuelle). Le fait de retirer du stockage des colis de déchets qui y avaient initialement été stockés, sans l'intention de les en retirer, implique une réorientation de la décision initiale. La mise en œuvre de la récupérabilité serait donc liée à l'émergence d'une finalité procurant un avantage par rapport à la décision initiale, y compris en termes de sûreté, en fonctionnement ou après-fermeture. Elle ne peut donc être exercée qu'associée à d'autres décisions, prises dans le cadre de la gestion globale des déchets radioactifs ;
- la réversibilité du stockage offre des choix aux générations futures. Le déploiement du stockage sera donc jalonné de décisions et d'autorisations de toutes natures, techniques ou politiques, de portées locale ou nationale, qui seront soumises aux parties prenantes dans le cadre de la gouvernance du centre de stockage Cigéo.

2.7 Pourquoi engager la réalisation du centre de stockage Cigéo maintenant ?

La grande dangerosité des déchets HA et MA-VL et leur durée de vie très longue donnent aux générations qui bénéficient des avantages liés à l'industrie nucléaire la responsabilité éthique de trouver et de mettre en œuvre des modes de gestion qui permettent d'assurer durablement la protection des personnes et de l'environnement contre les dangers de ces substances qu'elles ont contribué à produire.

2.7.1 Le projet de centre de stockage Cigéo est à maturité

Les travaux scientifiques et techniques menés par l'Andra depuis la surface (forages, investigations sismiques) et depuis presque 20 ans dans le Laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne ainsi que les études de conception confirment la faisabilité et la sûreté du centre de stockage Cigéo pour la mise en sécurité, à terme définitive, des déchets de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL). Le projet a fait l'objet de nombreuses évaluations qui ont confirmé sa qualité et sa faisabilité. L'Andra s'est appuyée sur des revues de projet à chaque étape de sa conception. Le centre de stockage Cigéo est, à ce jour, le seul mode de gestion réversible et durable des déchets HA et MA-VL dont la faisabilité a été démontrée et qui dispose d'un site d'implantation, d'un mode de financement et d'études de conception menées jusqu'au stade de l'avant-projet.

De nombreuses autres voies de gestion ont été imaginées et étudiées pour la gestion durable des déchets HA et MA-VL (par exemple la transmutation et le stockage en forages très profonds). Aucune de ces autres voies de gestion n'est susceptible d'apporter aujourd'hui une mise en sécurité définitive pour tous les types de déchets existants et pour ceux qui restent à produire. Toutes les autres voies de gestion demanderaient encore des recherches et des investissements très importants et des délais difficilement prédictibles dans l'espoir, non garanti, de lever des verrous technologiques aujourd'hui rédhibitoires à leur mise en œuvre. Dans l'hypothèse où ces voies alternatives au stockage atteindraient un jour une maturité technologique, elles nécessiteraient des temps de développement et de mise en œuvre de filières industrielles encore beaucoup plus longs et des investissements encore inconnus. Toutes nécessiteraient de créer plusieurs installations nucléaires. Aucune ne pouvant gérer tous les déchets déjà produits, elles ne permettraient pas de se passer complétement d'une installation de stockage géologique, du même type que le centre de stockage Cigéo.

Le centre de stockage Cigéo est le seul mode de gestion durable permettant de prendre en charge l'ensemble des déchets produits et restant à produire par les installations nucléaires actuelles. Il permet d'accéder à leur mise en sécurité définitive à l'issue d'un peu plus d'un siècle de fonctionnement[15].

[15] Les éléments techniques de comparaison des différentes voies envisagées pour la gestion des déchets HA et MA-VL et de justification du choix du stockage géologique sont présentées dans l'Étude d'impact du projet global Cigéo qui constitue la pièce 6 du présent dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique du centre de stockage Cigéo (cf. Volume II, chapitre 2.2.8).

2.7.2 Le projet de centre de stockage Cigéo permet d'avancer progressivement et prudemment vers la mise en sécurité définitive des déchets HA et MA-VL

Pour progresser dans le développement du stockage géologique en dépassant les possibilités techniques du Laboratoire souterrain de l'Andra, une possibilité consisterait à créer un nouveau laboratoire ou une installation pilote, destinée ou non, à être transformée ultérieurement en centre de stockage. Pour y réaliser des essais complètement représentatifs, cette installation devrait néanmoins posséder des équipements techniques comparables en taille et en conception à ceux prévus pour le centre de stockage Cigéo (en surface et en souterrain). Elle devrait pouvoir faire des essais avec des colis de déchets radioactifs pour éprouver les procédés en situations réelles (mise en hotte, funiculaire, alvéoles de vraies dimension…). Une telle installation représenterait un investissement financier du même ordre que les premiers ouvrages du centre de stockage Cigéo construits pour sa mise en service et dans lesquels la phase industrielle pilote est menée. Cet investissement serait à renouveler si ses résultats confirmaient la pertinence du stockage. De plus, la création d'une telle installation poserait une question de localisation. Si elle était implantée à proximité du site actuellement prévu pour le centre de stockage Cigéo, elle en gèlerait une partie pour la réalisation ultérieure du stockage.

L'intégration de la phase industrielle pilote (Phipil) dans le projet de centre de stockage Cigéo propose une meilleure utilisation des ressources (économiques et géologiques). En effet, la première étape de développement du centre de stockage Cigéo correspond à une phase d'acquisition de connaissances complémentaires, de tests de l'ensemble des procédés et de démarrage progressif du fonctionnement. Cette phase industrielle pilote (Phipil) permettra de « *conforter le caractère réversible et la démonstration de sûreté de l'installation* », conformément aux dispositions du code de l'environnement (article L. 542-10-1). Elle sera aussi l'occasion de tester et de roder, avec l'ensemble des parties prenantes et le public, le schéma de gouvernance qui sera mis en place.

Comme cela est prévu par le code de l'environnement (article L. 542-10-1), c'est le Parlement qui décidera des conditions de poursuite du projet par le vote d'une loi en s'appuyant notamment sur l'instruction d'un rapport de synthèse de la phase industrielle pilote, à produire par l'Andra.

Ainsi, le projet de centre de stockage Cigéo permet de concrétiser la voie du stockage géologique sans pour autant rendre intangible ce mode de gestion des déchets HA et MA-VL.

2.7.3 Engager Cigéo aujourd'hui permet de bénéficier des capacités et des compétences disponibles

Poursuivre le développement de la voie du stockage géologique permet de bénéficier des acquis, savoir-faire et compétences actuels et de mobiliser les ressources de l'industrie nucléaire en termes de moyens techniques et humains, développés et encadrés par des politiques nationales sur plusieurs décennies.

À contrario, repousser la création du centre de stockage Cigéo, ou y renoncer, engendrerait des risques de perte de savoir-faire et de manque de ressources et de compétences le jour où un programme alternatif de gestion durable des déchets HA et MA-VL serait à redémarrer.

Comparativement aux années de lancement des programmes électronucléaires et militaires, l'avenir de l'industrie nucléaire est de nos jours plus incertain. Celle-ci ne représente en effet qu'une option, parmi d'autres, dans le « mix » énergétique. Or, dans l'hypothèse où la filière nucléaire aurait moins, ou n'aurait plus, d'avenir, il est risqué de considérer que la société sera capable de maintenir durablement les ressources et les compétences très spécialisées nécessaires au développement d'un programme global de gestion des déchets radioactifs. Dans une hypothèse d'abandon du nucléaire, il est peu vraisemblable que des recherches soient poursuivies durablement et que des investissements massifs soient réalisés dans l'unique objectif de gérer des déchets légués par des générations précédentes. Des besoins d'investissements sur d'autres enjeux apparaissent progressivement (le climat, les ressources en eau…) qui constitueront certainement les enjeux des recherches de demain et concentreront les besoins en ressources. Inversement, les moyens et les compétences disponibles actuellement constituent un contexte favorable pour avancer.

La prudence invite donc à ne pas parier uniquement sur les développements futurs et incertains de la recherche, de l'industrie et des sciences nucléaires pour fournir, dans un avenir nécessairement lointain, les compétences et les ressources pour une hypothétique élimination complète des déchets actuels par des techniques encore non maîtrisées scientifiquement et industriellement ou par une filière non encore imaginée à ce jour.

Par ailleurs, la surveillance et le renouvellement des entreposages d'attente nécessaires à la conservation des déchets radioactifs, dans l'intervalle, requièrent également le maintien de moyens et des compétences très spécialisées.

Corollairement, il ne serait pas prudent de donner un coup d'arrêt au développement du stockage, mode de gestion durable dont la faisabilité et la capacité de mise en œuvre sont les plus avancées.

2.7.4 La construction et l'exploitation du centre de stockage Cigéo ne s'oppose pas aux autres voies de gestion

Aujourd'hui, les déchets HA et MA-VL sont principalement entreposés sur les sites des producteurs. Cette étape d'entreposage est nécessaire en attente de la disponibilité d'un mode de gestion durable.

Pour autant, la création du centre de stockage Cigéo, si elle est autorisée, ne supprime pas le besoin d'entreposages pendant toute la durée séculaire de son fonctionnement. En effet, les entreposages permettent de préparer, d'organiser et de réguler les flux d'expédition des colis depuis les installations des producteurs vers le centre de stockage Cigéo. Les colis ne sont expédiés que lorsqu'il a été montré qu'ils respectent les spécifications d'acceptation du centre de stockage Cigéo et uniquement lorsque l'Andra dispose de la capacité à les stocker.

Pour les colis de déchets MA-VL, leur transfert, depuis les sites des producteurs vers le centre de stockage Cigéo permettra, dès la première moitié du siècle, de réduire progressivement les charges de leur entreposage en surface. Si les déchets MA-VL recèlent une part relativement faible de la radioactivité totale des déchets HA et MA-VL, ils en représentent le plus grand volume (le volume des déchets MA-VL est environ 7 fois celui des déchets HA).

Pour les colis de déchets HA, la chaleur dégagée par la majorité d'entre eux impose un délai avant de pouvoir les stocker. Ils doivent encore rester entreposés pendant plusieurs décennies, pour décroissance et refroidissement, jusqu'à ce leur dégagement thermique résiduel soit compatible avec les conditions de stockage. La phase industrielle pilote permettra de stocker de premiers déchets HA0 (ceux qui dégagent le moins de chaleur), dans un quartier pilote, pour vérifier *in situ*, à l'échelle réelle, leur comportement et les évolutions liées à l'échauffement transitoire de la roche et des ouvrages. Ces données contribueront à conforter la démonstration de la sûreté du stockage des déchets HA quand ils auront suffisamment refroidi pour pouvoir être stockés, c'est-à-dire à l'horizon 2080. Ce n'est qu'à cet horizon que le transfert des déchets HA, depuis les entreposages vers l'installation de stockage, permettra de réduire les charges de leur entreposage en surface.

Les entreposages de déchets vont donc perdurer encore au moins un siècle et la décision d'engager ou non Cigéo ne se pose donc pas en termes de choix immédiat entre le stockage ou l'entreposage ou la recherche d'autres voies de gestion. Tous les modes de gestion potentiels des déchets HA et MA-VL, y compris le centre de stockage Cigéo, se déroulent sur des périodes inhabituellement longues, supérieures au siècle. Sur de telles durées, de nouvelles connaissances et données viendront nécessairement enrichir la palette des techniques disponibles. Si des techniques nouvelles, présentant un avantage décisif par rapport au stockage, viennent à apparaître, elles seront naturellement utilisées pour la gestion des déchets radioactifs les plus dangereux. La récupérabilité offre aux générations futures la possibilité de retirer tout ou partie des colis stockés dans Cigéo, si un autre mode de gestion, plus avantageux, y compris en termes de sûreté à long terme, venait à être découvert et mis en œuvre.

Ainsi, l'engagement du projet de centre de stockage Cigéo ne constitue pas un « blanc-seing » pour le choix de ce mode de gestion. De nombreux rendez-vous de gouvernance jalonneront le projet au fil desquels il pourra être poursuivi, temporisé, réorienté, voire arrêté.

La gestion à long terme des déchets HA et MA-VL a pour objectif de limiter les charges et les risques transmis aux générations futures. Mettre en œuvre aujourd'hui le projet Cigéo permet d'assurer cette responsabilité intergénérationnelle en avançant prudemment vers une option de gestion des déchets durable. La temporalité de la mise en œuvre de ce projet, sur plus d'un siècle et sa réversibilité, voulue par la loi, laissent ouverts les droits et le libre-arbitre des générations à venir.

3

État actuel de l'environnement, principales incidences du projet global Cigéo et mesures associées et méthodes

3.1	Méthodes	56
3.2	Atmosphère	62
3.3	Sol	67
3.4	Sous-sol	71
3.5	Eaux	75
3.6	Biodiversité et milieu naturel, incluant les sites Natura 2000	85
3.7	Emploi, activités économiques, population et habitat	100
3.8	Activités agricoles et sylvicoles	101
3.9	Réseaux	104
3.10	Déchets radioactifs	106
3.11	Déchets conventionnels	107
3.12	Risques technologiques et sites pollués ou potentiellement pollués	108
3.13	Infrastructures de transport	109
3.14	Cadre de vie	115
3.15	Incidences sur la santé humaine	118
3.16	Paysage, patrimoine culturel, tourisme et activités de plein air	122
3.17	Planification territoriale et aménagement du territoire (y compris urbanisme) -Compatibilité avec les documents de planification territoriales et mesures	128
3.18	Interrelations, interactions et effets cumulés	130
3.19	Incidences négatives notables sur l'environnement des risques d'accidents et de catastrophes majeures	133
3.20	Incidences des opérations de démantèlement, fermeture et après fermeture définitive	134
3.21	Proposition de modalités de suivi des mesures environnementales et de surveillance	135
3.22	Estimation des dépenses liées aux mesures prises pour l'environnement	135
3.23	Évolution de l'environnement en cas de mise en œuvre du projet et en son absence	136

3.1 Méthodes

3.1.1 Méthode générale

À des fins de clarté, cette troisième partie rassemble, pour chaque facteur de l'environnement :

- une synthèse de l'état actuel ;
- une synthèse des incidences du projet global Cigéo sur ce facteur et des mesures d'évitement, de réduction et de compensation prévues, ainsi que des éléments de méthodes.

3.1.1.1 État actuel

L'incidence d'un projet sur son environnement est évaluée en prenant en compte ses effets par rapport à la situation telle qu'elle existe avant la mise en œuvre du projet. L'étude d'impact comprend donc une description des aspects pertinents de l'état actuel (au stade des études) de l'environnement et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet.

» ENJEU

L'enjeu est la valeur environnementale intrinsèque donnée aux différents milieux traversés au vu de leur état et de leur dynamique d'évolution, évolution naturelle des milieux et évolution en fonction des pressions extérieures. Cet enjeu est aussi dépendant de l'intérêt que porte la société aux différents facteurs de l'environnement du fait des avantages et ressources qu'elle en retire. Ainsi, la société humaine préfère par exemple un climat équilibré et régulier qui facilite son activité. Le maintien d'une bonne qualité de l'air ou de l'eau est une des préoccupations sociétales principales du fait de son lien direct avec la santé humaine et le bon état des écosystèmes. L'enjeu environnemental du territoire ou du milieu est indépendant du projet. Sur un même territoire on peut trouver des zones présentant des niveaux d'enjeu différents.

L'analyse de l'état actuel de l'environnement consiste à faire le diagnostic de l'existant et du fonctionnement global et dynamique du territoire d'implantation du projet global Cigéo. L'état actuel aborde tous les thèmes et facteurs de l'environnement, de façon à disposer des données nécessaires et suffisantes à l'évaluation des incidences du projet.

L'état actuel est basé sur des connaissances bibliographiques et des investigations de terrain.

Les données collectées et les études réalisées permettent de qualifier, voire quantifier l'état de l'environnement pour la thématique étudiée (appelée dans cette étude d'impact « facteur », conformément à l'article R. 122-5 du code de l'environnement) et d'en apprécier si possible les dynamiques d'évolution afin de mettre en évidence les enjeux territoriaux.

Une hiérarchisation des enjeux a été réalisée. L'échelle de valeurs des enjeux utilisée dans la présente étude d'impact comprend 5 niveaux, tels que présentés ci-dessous. La présence d'un milieu de bonne qualité ou d'une ressource importante relève d'un enjeu modéré à fort. Les enjeux très forts découlent de la présence d'éléments très exceptionnels et rares sur la planète. Enfin, plus un facteur suscite un fort intérêt sociétal plus son enjeu est fort.

Enjeux très forts
Enjeux forts
Enjeux modérés
Enjeux faibles
Enjeux très faibles

3.1.1.2 Incidences et mesures

L'évaluation des incidences du projet global Cigéo intègre la séquence ERC « Éviter-réduire-compenser » : en fonction des niveaux d'incidences identifiés, des mesures sont proposées visant dans un premier temps à éviter les impacts dès les études de conception, sinon à les réduire dès la conception ou grâce à des modalités spécifiques d'exécution des travaux.

Les niveaux d'impacts sont appréciés en tenant compte des effets directs, indirects, temporaires ou permanents induits lors des phases de vie du projet et des enjeux associés aux compartiments des milieux concernés. Lorsque persistent des incidences résiduelles qui n'ont pu être ni évitées, ni suffisamment réduites, des mesures de compensation sont, si possible, mises en œuvre, en particulier pour respecter l'objectif de zéro perte de biodiversité.

L'évaluation des impacts (incidences) prend en compte l'évolution dans le temps du projet et ses différentes phases de vie : les phases des aménagements préalables, de construction initiale et de fonctionnement. Pour les périodes correspondant au démantèlement des installations et à la post-fermeture qui n'interviendront pas avant plusieurs décennies (période d'exploitation séculaire), les principaux impacts attendus sont présentés séparément.

L'évaluation de l'incidence dépend, comme indiqué ci-dessus, des phénomènes impliqués (émissions, occupation de sols…) ainsi que de leur ampleur, de leur durée et des enjeux des différents facteurs de l'environnement.

Différents éléments d'appréciation des niveaux d'impacts sont synthétisés dans le tableau 3-1 et sont utilisés comme « fil conducteur » pour apprécier le niveau des impacts. Le niveau d'impact présenté (dans un encadré de couleur) pour chaque facteur correspond au niveau d'impact après mesures.

Tableau 3-1 Éléments d'appréciation du niveau d'incidence (grille indicative d'aide)

Niveau d'incidence	Éléments d'appréciation
Positif	Amélioration directe ou indirecte du facteur par la réalisation du projet
Très faible	Altération nulle ou marginale d'un facteur de l'environnement
Faible	Altération légère d'un facteur de l'environnement qui ne modifie pas ses fonctionnalités Gêne ressentie par quelques personnes ou pendant une durée limitée Altération d'habitats ou d'espèces qui ne remet pas en cause son état de conservation et/ou son cycle biologique
Modéré	Dépassement ponctuel de seuils réglementaires Dégradation engendrant une modification perceptible d'un facteur de l'environnement, localisée ou limitée à quelques années Gêne ressentie par quelques dizaines de personnes Destruction ou dégradation d'habitats ou d'espèces à enjeu faible à moyen, susceptible de remettre en cause une partie du cycle biologique de l'espèce (ex : alimentation) et d'altérer l'état de conservation d'une partie de son habitat. Porte sur des espèces ou habitats d'intérêt départemental
Niveau d'incidence	**Éléments d'appréciation**
Fort	Dépassement régulier de seuil réglementaire Dégradation engendrant une modification importante d'un facteur de l'environnement, permanente ou sur une période longue. Perturbation du cadre de vie d'un grand nombre de riverains Destruction ou dégradation importante d'habitats ou d'espèces à enjeux moyen à fort, qui remet en cause le cycle biologique d'une espèce et/ ou l'état de conservation de son habitat
Très fort	Destruction ou dégradation d'un facteur de l'environnement présentant un intérêt national Très forte et permanente perturbation du cadre de vie des riverains Destruction ou dégradation très importante d'habitats ou d'espèces à enjeu fort à très fort, qui remet en cause le cycle biologique d'une espèce et/ ou l'état de conservation de son habitat. Destruction ou dégradation importante des eaux, susceptibles d'entraîner leur détérioration définitive ou l'abandon des usages

Il n'y a pas dans le code de l'environnement de définition de ce qu'est une incidence notable, telle qu'abordée dans l'article R. 122-5 fixant le contenu d'une étude d'impact. Aussi, sur une échelle à 5 niveaux d'incidences négatives, il a été choisi, dans cette étude d'impact, de considérer que les trois niveaux négatifs les plus élevés correspondent aux incidences négatives notables.

LA SÉQUENCE ÉVITER/RÉDUIRE/COMPENSER

La séquence « éviter, réduire, compenser » dite séquence ERC a été introduite dans la méthodologie des études environnementales dès les années 90. Transposée progressivement dans le code de l'environnement, la séquence ERC a été intégrée à la réglementation et appliquée de façon transversale aux procédures environnementales.

Elle conduit les porteurs de projet à rechercher et mettre en œuvre des mesures visant à éviter les atteintes (effet négatif) à l'environnement et à la santé humaine, à réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et, si nécessaire et lorsque c'est possible, à compenser les incidences négatives notables qui n'ont pu être ni évitées, ni suffisamment réduites.

Les **mesures d'évitement** visent à supprimer des effets négatifs sur l'environnement ou la santé humaine. Elles correspondent soit à un choix d'aménagement ou d'implantation qui permet d'éviter la survenue de l'impact grâce à la préservation de zones à enjeux, soit à des modifications dans les choix technologiques ou les temporalités de réalisation permettant de supprimer totalement des impacts.

Les **mesures de réduction** sont définies dès lors que des impacts ne peuvent être évités totalement lors de la conception du projet. Elles visent à réduire les effets négatifs permanents ou temporaires du projet sur l'environnement et la santé humaine, pendant sa construction ou son fonctionnement. Elles peuvent agir en diminuant soit la durée de cet impact, soit son intensité, soit la combinaison de plusieurs de ces éléments.

Les **mesures de compensation** ont pour objet d'apporter une contrepartie, en fonction des objectifs règlementaires édictés pour chacun des facteurs, aux incidences négatives notables du projet qui n'ont pu être ni évitées, ni suffisamment réduites. Elles sont mises en œuvre en priorité sur le site endommagé ou à proximité de celui-ci afin de garantir sa fonctionnalité de manière pérenne. Elles doivent permettre de conserver globalement et, si possible d'améliorer, la qualité environnementale des milieux.

Ces différentes mesures peuvent être également complétées par des **mesures d'accompagnement**. Ces mesures ne s'inscrivent pas dans un cadre réglementaire ou législatif obligatoire, mais sont prises volontairement par les maîtres d'ouvrage en complément de mesures d'évitement, de réduction et de compensation pour renforcer leur pertinence et leur efficacité.

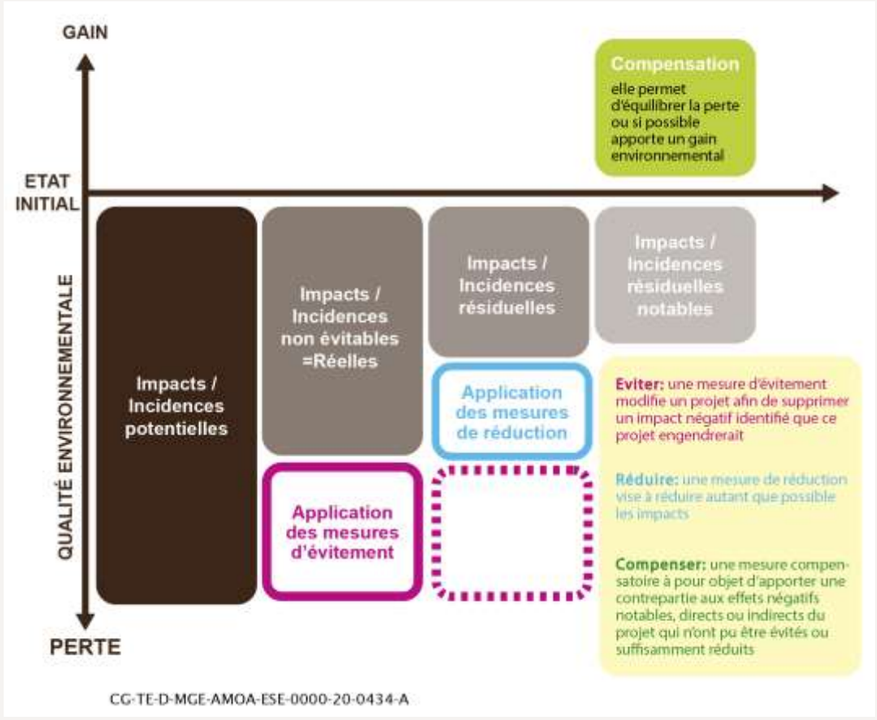

Figure 3-1 Démarche éviter-réduire-compenser

3.1.2 Définition des aires d'étude

La caractérisation de l'état actuel de l'environnement, l'appréciation de son évolution probable en l'absence de projet et l'évaluation des incidences du projet sont réalisées dans différents périmètres (aires d'étude) au sein desquelles les facteurs de l'environnement sont susceptibles d'être affectés par le projet de façon positive ou négative, directe ou indirecte secondaire, temporaire ou permanente, cumulative le cas échéant, et à court, moyen et long terme.

Les aires d'étude ont été définies pour chaque facteur en application du principe de proportionnalité du contenu de l'étude d'impact à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, installations, ouvrages, et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine. Trois catégories d'aires d'étude sont définies en fonction des types d'effets potentiels envisagés :

- **l'aire d'étude immédiate** correspond à la zone susceptible d'être affectée par les effets directs d'emprise des ouvrages et installations du projet global Cigéo ainsi que par les perturbations majeures liées aux travaux et activités.

  Par précaution, cette aire d'étude immédiate a été étendue jusqu'à 500 m de part et d'autre de la zone d'intervention potentielle du centre de stockage Cigéo et des emprises envisagées pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage du projet global dont l'implantation ou les variantes d'implantation sont connues.

  Elle inclut les potentielles zones de travaux et de fonctionnement du centre de stockage Cigéo et des opérations suivantes des autres maîtres d'ouvrage : les variantes d'alimentation électrique en dehors des travaux de sécurisation de la ligne 400 kV Houdreville-Méry (cf. Paragraphe spécifique sur cette ligne plus loin dans ce chapitre), la mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 et les variantes de déviation de la route départementale D60/960. Elle est commune à tous les facteurs de l'environnement sauf pour les activités agricoles et sylvicoles où elle est restreinte aux installations du centre de stockage.
- **l'aire d'étude rapprochée,** qui varie en fonction des facteurs de l'environnement, correspond à une extension de l'aire d'étude immédiate mieux adaptée à l'évaluation des certains effets du projet ou concernant des opérations encore peu définies.

  C'est par exemple dans cette aire d'étude que sont intégrés les éléments relatifs à l'adduction d'eau pour le facteur eaux ou les facteurs relatifs au milieu humain.
- **l'aire d'étude éloignée,** qui varie en fonction des facteurs de l'environnement, correspond à la zone susceptible d'être impactée par tous les effets potentiels ou éloignés directs et indirects secondaires du projet global Cigéo. Cette aire d'étude a été définie en tenant compte de l'ensemble des incidences potentielles que pourraient avoir les installations, ouvrages, travaux et activités d'après les connaissances disponibles.

L'adaptation de cette typologie à chaque facteur est décrite et justifiée dans les chapitres suivants. Les aires d'étude de chaque facteur sont définies de manière proportionnée aux enjeux de ces facteurs et aux impacts potentiels des différentes opérations du projet global pour chaque facteur.

Une aire d'étude spécifique a été définie pour les travaux de sécurisation de la ligne électrique 400 kV qui s'étendent sur 124 km d'est en ouest. Pour de nombreux facteurs, cette étendue est largement en dehors de la zone susceptible d'être affectée par le reste du projet global Cigéo. Pour d'autres facteurs, l'aire d'étude éloignée suffisamment vaste intègre les travaux de sécurisation de la ligne électrique 400 kV.

Aucune incidence potentielle n'est envisagée en dehors de la France que ce soit en fonctionnement normal ou accidentel. Ainsi, le projet global Cigéo n'est pas susceptible de présenter des impacts transfrontaliers.

Les aires d'étude associées aux différents facteurs de l'environnement sont les suivantes :

- **Milieu physique**

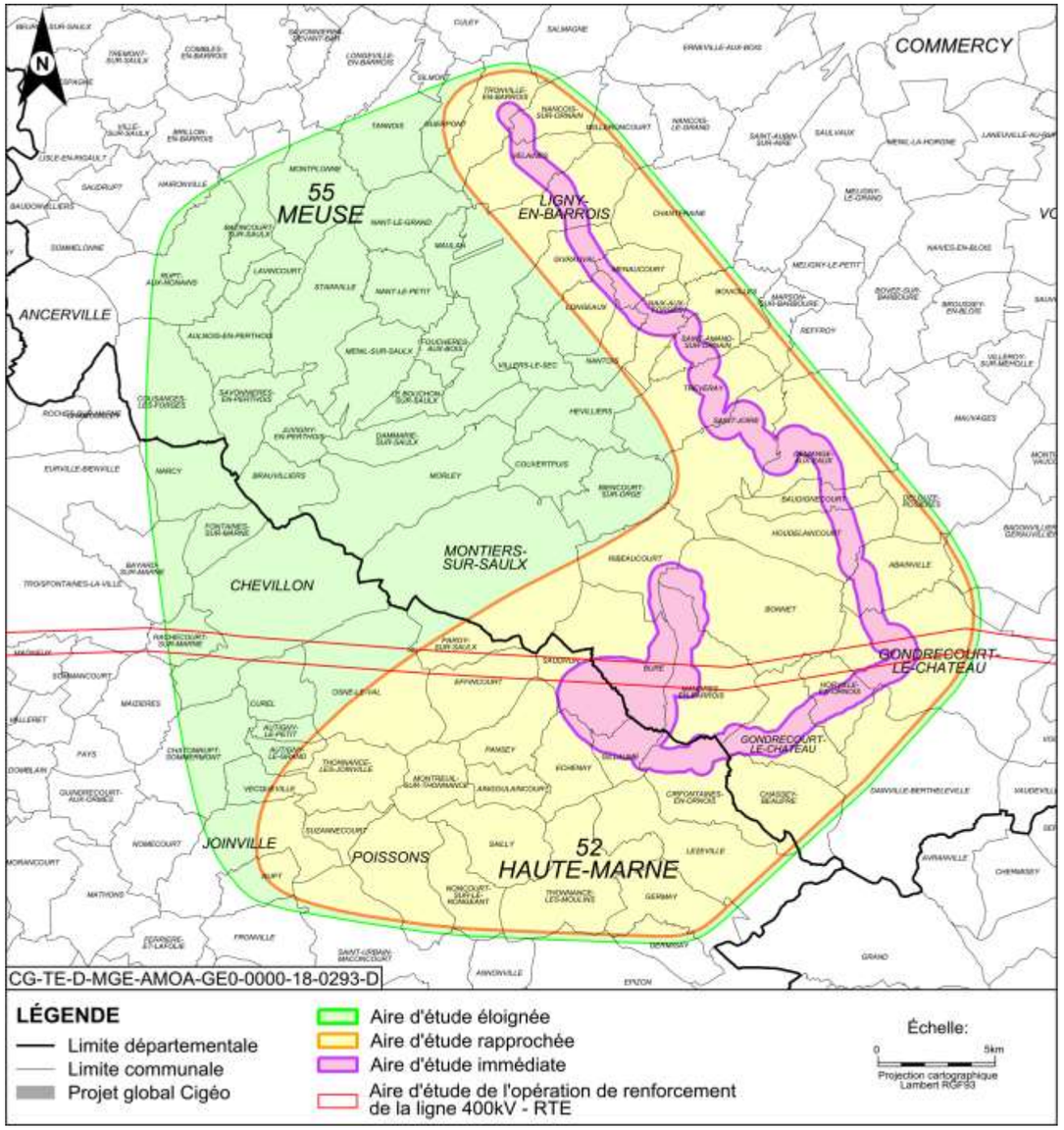

Figure 3-2 Aires d'étude du milieu physique

- **Milieu naturel**

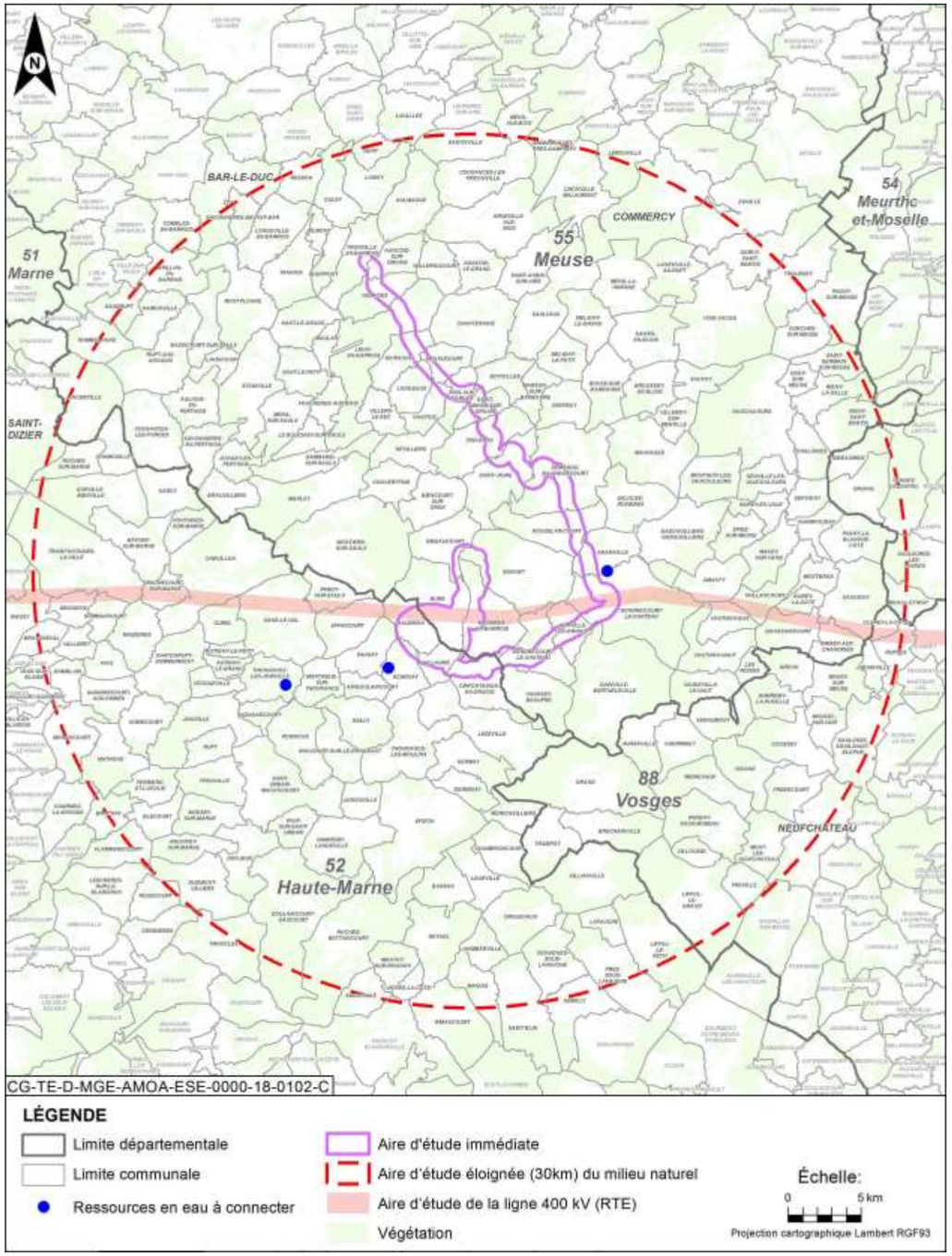

Figure 3-3 Aires d'étude du milieu naturel

- **Milieu humain**

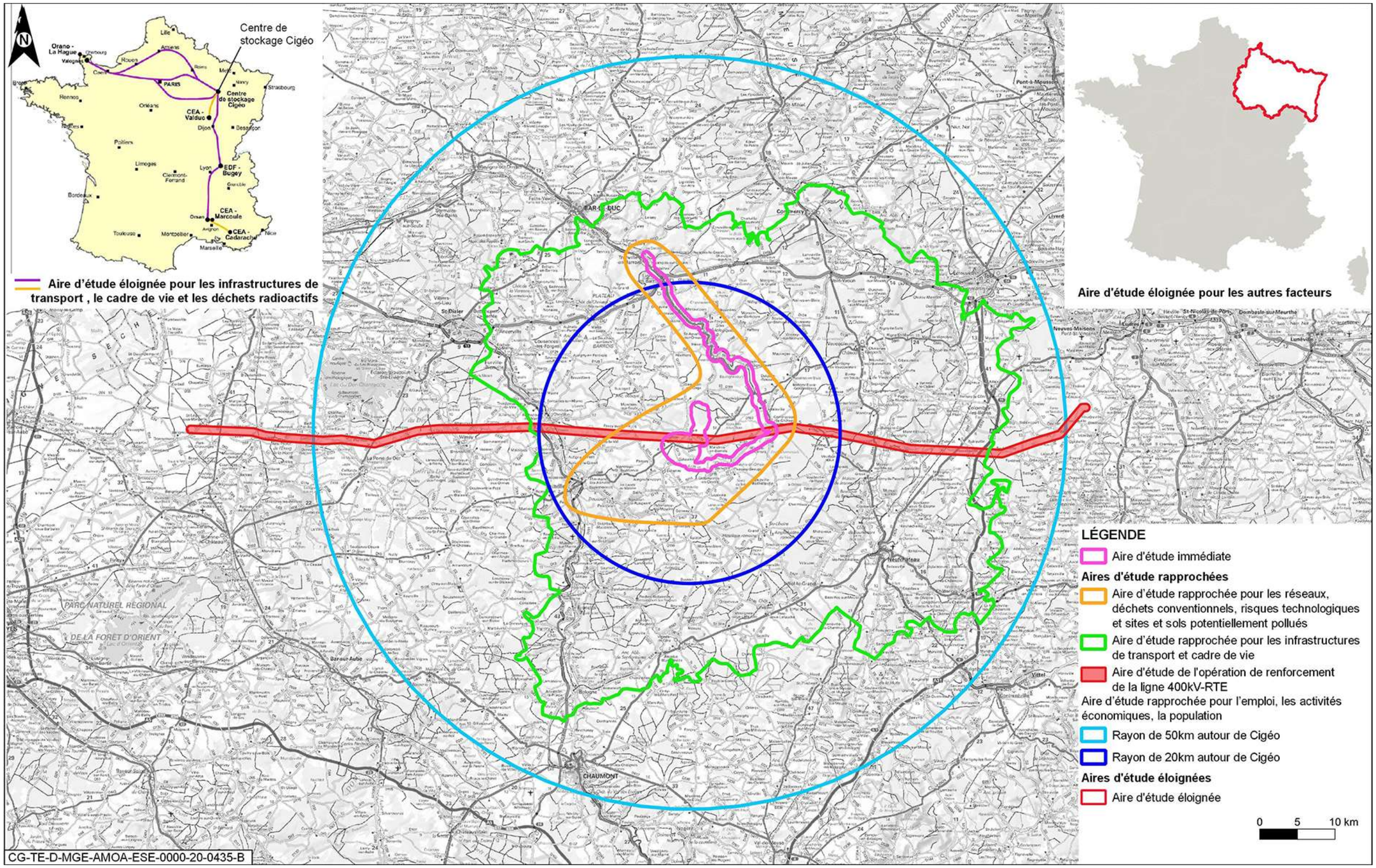

Figure 3-4 Aires d'étude du milieu humain

- **Activités agricoles et sylvicoles**

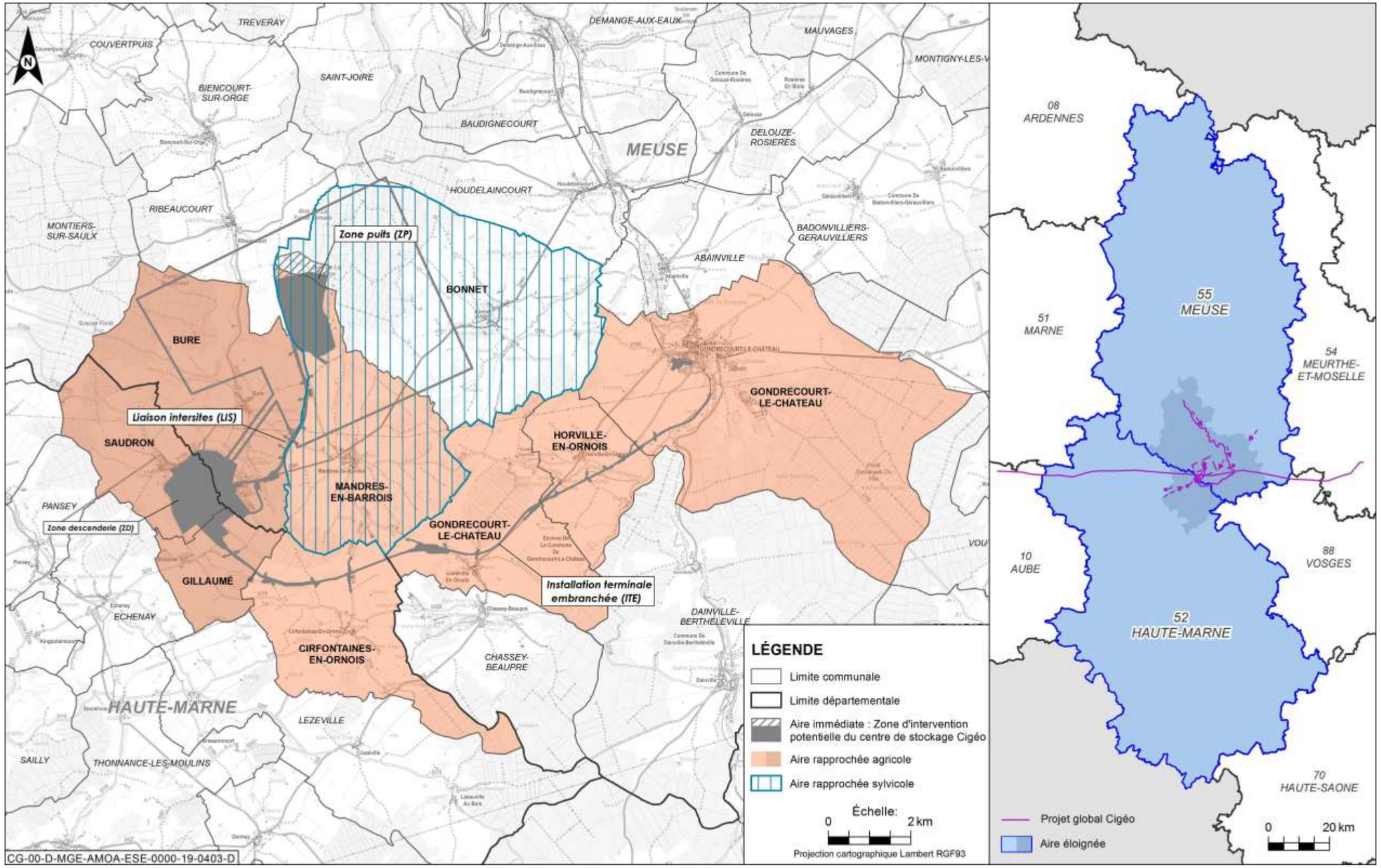

Figure 3-5 Aires d'étude des activités agricoles et sylvicoles

3.2 Atmosphère

3.2.1 Conditions météorologiques locales

SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

La climatologie locale a été déterminée grâce aux relevés de stations météorologiques agréées Météo-France : la station météorologique de Saint-Dizier, la station atmosphérique d'Houdelaincourt implantée par l'Andra et la station météorologique de Cirfontaines-en-Ornois.

L'étude de ces paramètres est primordiale, ils conditionnent les modèles de dispersion atmosphérique, l'évaluation de la pluie de référence, la modélisation hydrodynamique d'écoulement des eaux souterraines et sont une donnée d'entrée pour le dimensionnement de certains ouvrages tels que les ouvrages de gestion des eaux pluviales.

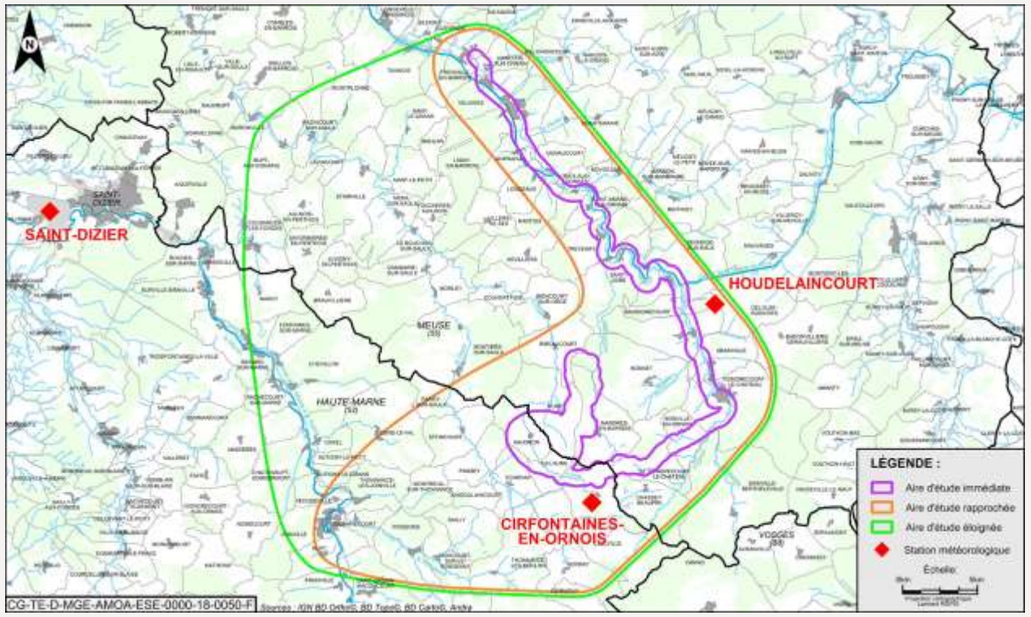

Figure 3-6 Localisation des stations météorologiques d'Houdelaincourt, de Saint-Dizier et de Cirfontaines-en-Ornois

3.2.1.1 État actuel

Le projet global Cigéo s'insère dans un secteur présentant une tendance climatique de type continental influencé par des temps doux et humides associés aux passages de perturbations venues de l'océan.

- **Précipitations**

  Le cumul annuel moyen des précipitations est de l'ordre de 840 mm. Les précipitations subissent de fortes variations interannuelles allant de 562 mm à 1 094 mm.

L'automne et l'hiver connaissent régulièrement des épisodes de neige (4,4 jours en moyenne en janvier) et de brouillard (5 à 6 jours en moyenne mensuelle).

- **Température**

  La température moyenne annuelle est 11,8 °C. L'amplitude thermique annuelle moyenne est de 16,6 °C. Les températures extrêmes sont de -22,5 °C en 1956 à +40,4 °C en 2003.

- **Vitesse et direction du vent**

  Les vents sont essentiellement du sud-ouest, avec quelques périodes de vent d'est à nord-est. La vitesse moyenne des vents est de 3,8 m/s, soit 14 km/h, avec une dominance des vents modérés : 60 % des vents sont compris entre 1 m/s et 4 m/s ce qui est favorable à la dispersion atmosphérique.

  Des rafales ont atteint une vitesse mesurée de 44 m/s (160 km/h) lors de la tempête de décembre 1999.

- **Humidité**

  L'humidité relative moyenne est de 78,3 %.

- **Durée d'ensoleillement**

  La durée d'ensoleillement annuelle moyenne est de 1 727 h.

- **Évapotranspiration**

  L'évapotranspiration potentielle annuelle est de 774 mm/an correspondant à une évapotranspiration de 2,1 mm par jour.

DÉFINITIONS

L'évapotranspiration est la somme de l'évaporation de l'eau contenue dans le sol et de l'eau transpirée par les plantes. Elle est exprimée en mm. Elle sert notamment à connaitre la quantité d'eau nécessaire pour l'irrigation.

L'évapotranspiration potentielle est la quantité maximale d'eau susceptible d'être évaporée par évapotranspiration sous un climat donné par un couvert végétal continu bien alimenté en eau.

- **Risques météorologiques**

  Aucun risque météorologique majeur n'est répertorié sur l'aire d'étude rapprochée.

Enjeux

Les conditions météorologiques locales sont conformes aux normales régionales. Elles présentent des variabilités annuelles et interannuelles moyennes. Les évènements exceptionnels sont rares.

Enjeu faible

3.2.1.2 Incidences et mesures associées

Le projet global Cigéo, qui vient s'insérer dans un environnement rural peu urbanisé, pourrait avoir des incidences sur les conditions météorologiques locales à travers la modification des températures (émissions de chaleur), des vents (obstacle à la circulation du vents), de l'humidité (rejet de vapeur…) et de l'ensoleillement local (par effet d'ombrage des aménagements et bâtiments).

Plusieurs mesures mises en place dès les aménagements préalables pour d'autres facteurs ont l'avantage de renforcer le maintien des conditions météorologiques locales. Il s'agit par exemple de la réduction des émissions de gaz à effet de serre et les mesures généralement favorables à la diminution des consommations énergétiques, à la gestion des eaux ou au maintien de la biodiversité qui réduisent aussi le phénomène d'ilot de chaleur (limitation des surfaces minéralisées, végétalisation des espaces extérieurs et des toitures, création de bassins de rétention, recours aux matériaux alternatifs).

Ainsi, le projet global Cigéo ne présente pas d'incidence résiduelle sur les conditions météorologiques, à aucune des phases (aménagements préalables, construction initiale, fonctionnement). Aucun effet notable sur l'hygrométrie, la température, la circulation du vent et l'ensoleillement n'est attendu.

Incidence très faible sur les conditions météorologiques locales

3.2.1.3 Incidences du changement climatique sur le projet

L'analyse de la vulnérabilité du projet global Cigéo au changement climatique est nécessaire pour définir la façon de le concevoir et de l'exploiter, notamment de le maintenir dans le temps.

Les installations nucléaires et les équipements importants pour leur protection sont conçus pour fonctionner sur des plages de température très larges, notamment jusqu'à + 35 °C en continu, + 42 °C pendant 7 jours consécutifs et + 47 °C pendant toute une journée. Mais la forte inertie des ouvrages en béton armé, dont une partie est enterrée, fait qu'ils sont peu sensibles à de telles températures. En outre, le projet de raccordement électrique ne présente pas de vulnérabilité particulière au changement climatique. Compte tenu de ces choix de conception et de gestion des installations, des hausses de températures et une augmentation du nombre de vagues de chaleur selon les prévisions du GIEC n'auront pas d'incidence sur le projet global Cigéo.

Par ailleurs, l'augmentation des épisodes de sécheresse n'aura pas d'incidence résiduelle sur le projet, qui vise autant que possible à réduire sa consommation en eau.

Enfin, compte tenu du dimensionnement des bassins de collecte des eaux pluviales et de leur adaptabilité sur les décennies à venir, le renforcement des précipitations extrêmes n'aura pas d'incidence résiduelle sur le projet.

Les effets du changement climatique sur le projet global Cigéo auront une incidence très faible.

3.2.2 Énergie et gaz à effet de serre

SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

- **Bilan carbone**

  L'estimation des quantités de gaz à effet de serre (GES) pouvant être générées par le projet à ces différentes phases de vie a été réalisée à l'aide de la méthodologie Bilan Carbone® développée par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie. L'objectif de cet outil est de « challenger » la conception en privilégiant des solutions minimisant les émissions de gaz à effet de serre.

- **Séquestration carbone**

  La séquestration carbone a été traitée à partir :

  - ✓ des données de l'EFESE du Commissariat Général au Développement Durable (rapport national intitulé « La séquestration du carbone par les écosystèmes français » (16)) ;
  - ✓ des données du Réseau de mesure de la qualité des sols national (GIS SOL, 2011) et des données des Référentiels pédologiques régionaux de la Lorraine, de la Haute-Marne et de la Marne ;
  - ✓ des données du Corine Land Cover (2018) relatives à l'occupation des sols.

Le croisement des données de séquestration de carbone des écosystèmes avec celles relatives à la nature des sols a permis d'établir une qualification (nulle à très forte) de la capacité de séquestration des écosystèmes présents sur les aires d'étude éloignée et immédiate. Puis en partant de cette classification, une représentation cartographique de la capacité de séquestration carbone des écosystèmes a été réalisée en fusionnant sous SIG (logiciel QGIS v3.10) les données des référentiels pédologiques et d'occupation des sols.

- Le profil énergétique et l'étude sur les gaz à effets de serre ont été réalisés sur la base des chiffres clés 2017 du ScoT du pays Barrois par Atmo Grand Est.

DÉFINITIONS

Les **énergies renouvelables** (ENR) sont des énergies dérivées de processus naturels en perpétuel renouvellement. Il existe plusieurs formes d'énergies renouvelables, notamment l'énergie générée par le soleil, le vent, la biomasse solide (bois énergie essentiellement), la chaleur terrestre, l'eau des fleuves, des lacs, des mers et des océans, le biogaz et les biocarburants liquides. On distingue l'énergie renouvelable électrique de l'énergie renouvelable thermique.

L'énergie renouvelable électrique comprend l'électricité hydraulique, éolienne, marémotrice, le solaire photovoltaïque et la géothermie à haute température.

L'énergie renouvelable thermique comprend le bois de chauffage (ramassé ou commercialisé), la géothermie valorisée sous forme de chaleur, le solaire thermique actif, les résidus de bois et de récoltes incinérés, les biogaz, les biocarburants et les pompes à chaleur, les déchets urbains et industriels biodégradables (quelle que soit leur nature).

Les **gaz à effets de serre (GES)** sont des gaz qui absorbent une partie des rayons solaires en les redistribuant sous la forme de radiations au sein de l'atmosphère terrestre, phénomène appelé effet de serre. Ils sont mesurés en tonnes équivalent pétrole teqCO2.

La **séquestration carbone** désigne l'ensemble des processus extrayant le CO_2 de l'atmosphère et le stockant dans un réservoir. Aujourd'hui, les principaux réservoirs terrestres de carbone sont les océans, les sols (dont les tourbières) et la biomasse végétale, en particulier le bois qu'il soit en forêt (arbres et bois mort) ou utilisé comme matériau dans la construction ou l'ameublement. À l'échelle mondiale, les sols et la biomasse stockent environ 4 fois plus de carbone que n'en contient l'atmosphère. Leurs évolutions sont donc déterminantes dans le processus de régulation du climat. Les roches sédimentaires sont en réalité le plus grand réservoir de carbone terrestre mais ce réservoir évolue peu à l'échelle du siècle, qui est celle qui nous concerne dans le cadre de la lutte contre le changement climatique.

En France métropolitaine, 3 à 4 milliards de tonnes de carbone sont stockés dans les 30 premiers centimètres de sols et 1,5 milliard dans la biomasse forestière (Source : Atmo Grand Est (17)).

3.2.2.1 État actuel

- **Profil énergétique**

  Le territoire, notamment le Pays Barrois se caractérise par une consommation importante d'énergie pour le chauffage des habitations et les déplacements. Il importe les énergies fossiles nécessaires aux déplacements automobiles. Ses productions d'électricité éolienne et de chaleur grâce au bois-énergie couvrent les autres besoins. Des apports extérieurs viennent compléter l'irrégularité de la production éolienne.

  Ainsi l'aire d'étude rapprochée se distingue de la région Grand Est : cette dernière est largement alimentée par l'énergie nucléaire, qui est, pour une part importante, consommée par l'industrie.

- **Potentiel en énergies renouvelables**

  L'énergie éolienne constitue 98 % de la production d'électricité du Pays Barrois. Des zones potentielles de développement éolien dans le Pays Barrois persistent au sud de Gondrecourt-le-Château et autour du Seuil d'Argon.

  La filière bois-énergie domine la production locale d'énergie thermique renouvelable avec des perspectives de développement importantes.

  Des gisements de bois, de méthane issu de l'agriculture et de récupération de chaleur des industries sont identifiés dans l'aire d'étude rapprochée.

- **Émissions de gaz à effets de serre**

  De par son profil rural, le Pays Barrois est dominé par des émissions issues du secteur agricole, des transports routiers et des bâtiments résidentiels.

  Au niveau de la région Grand Est, les émissions sont principalement dues à l'industrie et aux transports routiers.

- **Séquestration carbone**

  De nombreux paramètres influencent la capacité de séquestration carbone : le climat, la nature de l'écosystème, les pratiques de gestion associées et la nature des sols sur lesquels repose l'écosystème. La capacité de séquestration carbone de l'aire d'étude éloignée a été étudiée à partir d'une approche croisée entre l'occupation des sols et la nature des sols sur laquelle repose l'écosystème. Ainsi, le taux de boisement relativement important de l'aire d'étude éloignée la fait apparaitre comme une zone favorable à la séquestration naturelle du carbone. Toutefois, la présence de sols forestiers légèrement acides conjuguée à la prédominance de sols cultivés peu à moyennement profonds modèrent la capacité de séquestration carbone de l'aire d'étude éloignée. Il y a finalement peu de surfaces à très forte capacité de séquestration : ce sont uniquement les forêts de vallées.

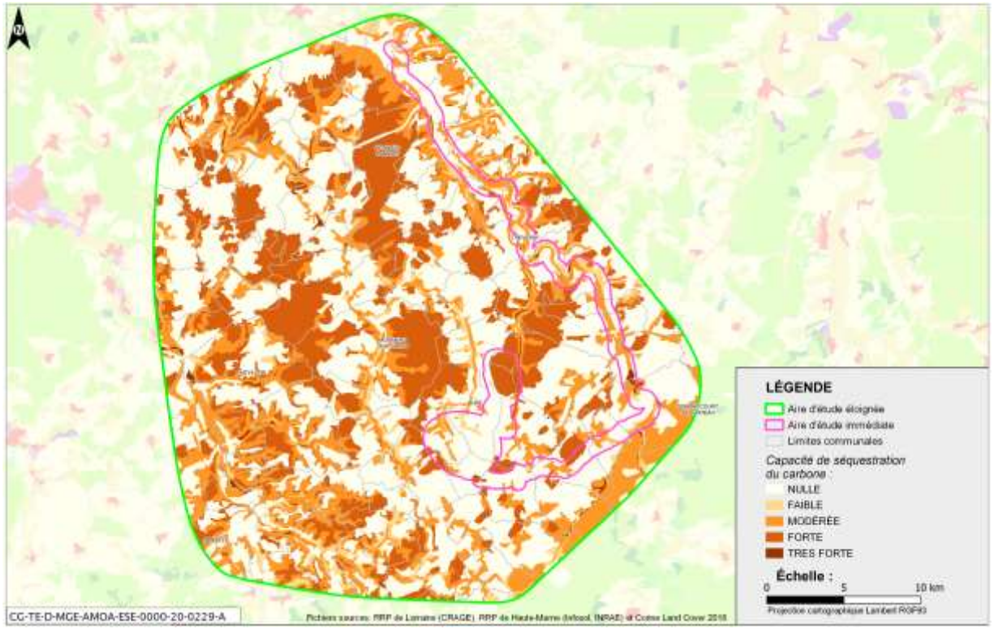

Figure 3-7 *Carte de la capacité de séquestration carbone dans l'aire d'étude éloignée du milieu physique*

Enjeux

L'aire d'étude éloignée est uniquement productrice d'énergies renouvelables, principalement d'origine éolienne et bois-énergie. Cette dernière filière présente un potentiel de développement important. La forêt dans cette aire d'étude présente aussi une capacité modérée de séquestration du carbone. Le territoire importe des énergies fossiles pour couvrir ses importants besoins liés aux déplacements routiers.

Enjeu modéré

3.2.2.2 Incidences et mesures associées

Le projet global Cigéo vient s'insérer dans un environnement rural, dominé par des espaces agricoles et forestiers. Les espaces forestiers bénéficient d'un fort pouvoir de séquestration carbone.

Dès la phase des aménagements préalables (et jusqu'au démantèlement des installations), les sources de contribution aux émissions de gaz à effet de serre correspondent aux consommations énergétiques (électricité, hydrocarbures pour les engins et les frets internes), aux besoins en matières premières principales (en particulier le béton), aux transports, aux déplacements de personnels et aux surfaces artificialisées. Ce sont les phases de travaux du centre de stockage Cigéo qui présentent le plus d'émissions de gaz à effet de serre.

En termes de mesures d'évitement, le choix a été fait de répartir la zone d'intervention potentielle du centre de stockage Cigéo entre des espaces forestiers et des espaces agricoles. Ainsi, plusieurs centaines d'hectares de forêts ne sont pas défrichées et conservent leur capacité de séquestration du carbone, qui est bien supérieure à celles des terrains cultivés.

Des mesures de réduction sont mises en œuvre : la réalisation de bilans carbone au cours des prochaines phases de conception et durant son fonctionnement afin que le projet global Cigéo bénéficie des évolutions technologiques qui seront mise en place dans le contexte d'une économie globalement décarbonnée porté par la stratégie nationale bas carbone, la desserte du centre de stockage par train, l'optimisation des surfaces artificialisées, la réduction des besoins en matériaux, l'utilisation rationnelle de l'énergie, le recours aux énergies renouvelables, la réduction des émissions liées aux engins et véhicules thermiques. Aucune mesure compensatoire spécifique aux émissions de gaz à effet de serre n'est prévue.

Après ces mesures, le bilan carbone est de l'ordre de 10 millions teqCO_2, de la conception à la fermeture de centre de stockage (soit sur une période d'environ 150 ans). Cela équivaut à environ 67 000 teq CO_2 par an, soit environ 0,02 % des émissions annuelles nationales actuelles. Le bilan carbone du projet global Cigéo peut également être mis en perspective des émissions de CO_2 liées à la production d'électricité d'origine nucléaire, dont il ne représente que 4 à 9 %.

Incidence faible sur les gaz à effet de serre

3.2.3 Qualité de l'air

SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

La définition de la qualité de l'air a été déterminée à partir des relevés effectués à la station d'Houdelaincourt implantée par l'Andra. Cette station météorologique est également équipée d'une station atmosphérique intégrée au réseau de surveillance de la qualité de l'air AIR-LOR.

L'incidence du projet sur la qualité de l'air a été étudiée à l'aide d'une modélisation de dispersion atmosphérique. La modélisation a été réalisée à partir du logiciel ARIA Impact™ (18) Version 1,8.

Ce modèle, développé par ARIA Technologies, permet de réaliser l'analyse statistique de données météorologiques, puis de simuler la dispersion des polluants atmosphériques d'origine industrielle ou automobile (gazeux ou particulaires) issus d'une ou plusieurs sources diffuses ou canalisées (Aria Technologies, 2013 (19) ; Aria Technologies, 2009 (18)).

Figure 3-8 Démarche mise en œuvre par le logiciel ARIA Impact™

3.2.3.1 État actuel

- **Paramètres conventionnels**

  La qualité de l'air peut être modifiée par des polluants qui peuvent être d'origine naturelle ou d'origine anthropique, c'est-à-dire liés à l'activité humaine. La pollution de l'air a des effets sur la santé et l'environnement significatifs.

  Les polluants étudiés sont ceux règlementés au titre de la surveillance de la qualité de l'air à l'article R. 221-1 du code de l'environnement. Il s'agit :

  - ✓ du dioxyde d'azote NO_2 ;
  - ✓ du dioxyde de soufre SO_2 ;
  - ✓ de l'ozone (O_3) ;
  - ✓ du monoxyde de carbone (CO) ;
  - ✓ des particules (PM_{10} et $PM_{2,5}$) ;
  - ✓ des composés organiques volatiles (COV) assimilés au benzène, seuls COV disposant de valeur seuil ;
  - ✓ des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), représentés par le benzo(a)pyrène (B(A)P) lui-même réglementé ;
  - ✓ des métaux lourds (arsenic, cadmium, nickel et plomb).

L'aire d'étude dans laquelle s'implante le projet global Cigéo est rurale ; le trafic y est faible tout comme le nombre d'industries émettrices de polluants. La synthèse des activités émettrices de polluants révèle que le secteur « résidentiel, tertiaire, commercial et institutionnel » et le secteur agricole sont à l'origine des émissions de la plupart des polluants.

Par conséquent, les concentrations en polluants (SO_2, NO_x, CO, benzène, benzo(a)pyrène, PM_{10} et $PM_{2,5}$ et éléments traces métalliques) mesurées sur l'aire d'étude à la station atmosphérique d'Houdelaincourt respectent à la fois les valeurs limites et quasiment tous les objectifs de qualité indiquées dans la règlementation à l'exception de l'ozone (les dépassements revêtant un caractère régional à national) et des particules $PM_{2,5}$ (lors de conditions météorologiques particulièrement défavorables à de bonnes conditions de dispersion des masses d'air).

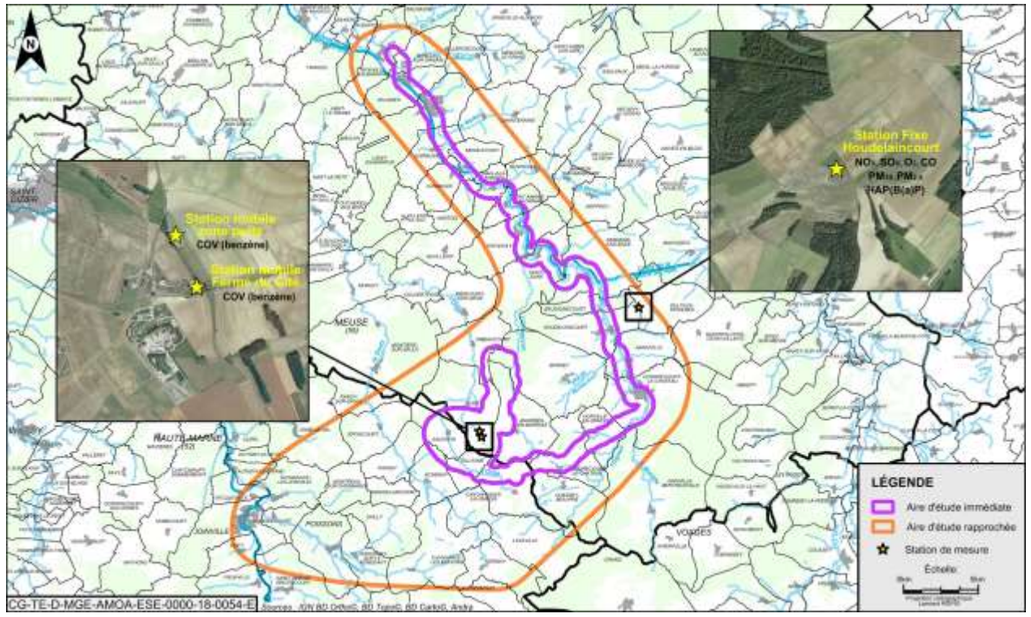

Figure 3-9 Localisation des points de mesures de la qualité de l'air

- **Paramètres radiologiques**

  L'état actuel radiologique complet réalisé par l'Andra (qui réalise un suivi de la qualité radiologique de l'air depuis 2011 à la station d'Houdelaincourt) montre un niveau de radioactivité ambiant correspondant à une zone éloignée des activités nucléaires. En outre, les niveaux mesurés sont globalement du même ordre de grandeur que les niveaux moyens mesurés dans l'air en France.

Enjeux

La qualité de l'air dans de ce territoire rural peu industrialisé et peu urbanisé est bonne. Par ailleurs, ce milieu ouvert, peu concerné par des situations de vent calme permet une bonne dispersion atmosphérique.

L'état initial montre un niveau de radioactivité ambiant de l'air correspondant à une zone éloignée de toute activité nucléaire.

Enjeu fort

3.2.3.2 Incidences et mesures associées

La pollution de l'air est la modification de la composition de l'air par des polluants nuisibles à la santé et à l'environnement. Ces polluants proviennent des activités humaines ou de la nature. Les activités de chantier et de fonctionnement du projet global Cigéo émettent des polluants dans l'air parmi lesquels :

- le monoxyde de carbone (CO), émis principalement par les véhicules et engins de chantier ;
- les oxydes d'azote (NO_x) émis principalement par les véhicules et les chaudières ;
- les oxydes de soufre (SO_x) émis essentiellement par les chaudières ;
- les hydrocarbures, notamment les composés organiques volatiles (COV) au travers de l'étude du benzène émis principalement par les véhicules et engins de chantier.

Les particules ou poussières en suspension distinguées selon un critère de taille :

- les PM_{10} : particules dont le diamètre est inférieur à 10 microns (µm) soit 0,01 mm ;
- les $PM_{2,5}$: particules dont le diamètre est inférieur à 2,5 microns (µm) soit 0,0 025 mm.

Le projet global Cigéo s'implante dans un environnement rural, peu urbanisé où les dépassements des seuils de qualité de l'air indiquées dans l'article R. 221-1 du code de l'environnement ne sont jamais constatés à l'exception de l'ozone et des $PM_{2,5}$.

Ces émissions sont plus ou moins importantes selon les phases temporelles du projet global Cigéo.

En phase d'aménagements préalables et en construction initiale, les travaux rassemblent de nombreuses activités telles que les terrassements, le défrichement, la construction des bâtiments, etc. qui sont à l'origine des émissions de polluants dans l'air. En effet, ces opérations entrainent une augmentation du trafic (*in-situ*) et nécessitent l'utilisation d'engins de chantier, de centrales à béton, etc. émetteurs de polluants en quantité variable tels que :

- les poussières (via notamment la remise en suspension des particules de sols pendant les opérations de terrassement ou à l'échappement des véhicules) ;
- les COV (composés organiques volatils) (à l'échappement des véhicules, des engins de chantier, et très ponctuellement de la centrale d'enrobée) ;
- le dioxyde d'azote (NO_x) ;
- et le monoxyde de carbone (CO) (à l'échappement des véhicules et très ponctuellement à l'utilisation de la centrale d'enrobée) et pour finir de dioxyde de soufre (SO_x) (via l'utilisation très ponctuelle d'explosifs pour les terrassements, ou de la centrale d'enrobée).

Sans dispositions spécifiques, ces émissions auraient pu avoir une incidence notable sur la qualité de l'air au-delà des limites de sites, notamment en ce qui concerne les envolées de poussières et les COV.

Pour limiter ces incidences, l'Andra s'engage à mettre en place des mesures d'évitement et de réduction. Parmi les mesures d'évitement, sont prévues : l'utilisation d'un convoyeur semi-enterré pour transporter des verses et matériaux entre les zones puits et descenderie, le dépôt des verses en zone puit à proximité du lieu d'extraction ce qui permet d'éviter des rotations de camions, ou encore la réutilisation d'infrastructures existantes qui permet d'éviter les quantités de poussières mises en suspension dans l'air lors des travaux. Ces mesures d'évitement s'accompagnent de mesures de réduction usuellement mises en œuvre sur les chantiers. Parmi ces mesures on peut citer : la brumisation des zones de dépôt des verses non couvertes, la prise en compte les conditions météorologiques lors d'opérations susceptibles de disperser des poussières (chaulage par exemple), l'arrosage par temps sec, l'adaptation des équipements susceptibles de disperser des poussières (bâchage des camions autant que possible, dispositifs de capotage et d'aspiration des équipements le nécessitant), la mise en place de revêtements et la limitation de la vitesse des véhicules, etc.

L'ensemble de ces mesures permettent de garantir une incidence faible sur la qualité de l'air.

En phase de fonctionnement, des modélisations de dispersions atmosphériques ne mettent pas en évidence de dépassements des normes de qualité de l'air indiquées dans l'article R. 221-1 du code de l'environnement. L'impact est donc faible.

Incidence faible sur la qualité de l'air

3.2.4 Compatibilité avec les documents de planification relatifs à l'air, l'énergie et le climat

En adéquation avec les accords internationaux, la France traduit sa politique de lutte contre le réchauffement climatique et de préservation de la qualité de l'air dans des lois et règlements qui se déclinent en documents de planification au niveau national et au niveau local.

Tous ces documents visent une baisse importante des gaz à effet de serre par :

- la réduction des consommations énergétiques ;
- le recours aux énergies renouvelables ;
- l'amélioration de l'isolation des bâtiments ;
- la baisse de la consommation des ressources ;
- la réduction des déchets.

Ils visent aussi la réduction de l'émission de polluants atmosphériques par :

- l'innovation technologique ;
- l'évolution de l'offre de mobilité.

Le projet global Cigéo veille à intégrer ces objectifs de réduction de gaz à effets de serre et d'émission de polluants atmosphériques, lors de sa conception, sa construction et pendant son fonctionnement.

3.3 Sol

DÉFINITIONS

La **géomorphologie** (« géo », la terre, « morpho », la forme, et « logie » formé du grec logos, que l'on peut traduire ici par loi ou science) est une discipline scientifique dont l'objet est de nommer et de mesurer les formes du relief, mais aussi d'expliquer leur genèse et de prévoir leur évolution.

La **pédologie** est la science des sols. C'est l'étude de l'organisation (structures et fonctionnement) des sols, de leurs propriétés, de leur distribution dans l'espace et de leur évolution dans le temps. Les conceptions les plus modernes partent du constat que les véritables objets d'étude de la pédologie sont les couvertures pédologiques, formations naturelles, continues, tridimensionnelles, dont l'organisation et les propriétés sont en perpétuelle évolution, en lien avec les autres facteurs du milieu et en particulier avec les interventions de l'Homme.

3.3.1 État actuel

SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

- **Géomorphologie**

  Les analyses géomorphologiques des sols sont menées à partir des cartes topographiques de l'IGN (Institut national de l'information géographique et forestière) ainsi qu'à partir de visites de terrain.

- **Occupation du sol**

  L'occupation du sol est décrite à partir de la cartographie Corine Land Cover 2018.

- **Pédologie**

  Deux cartes des sols à des échelles différentes ont été utilisées pour décrire le contexte pédologique. Le Référentiel régional pédologique (RRP) du Grand Est à l'échelle du 1/250000, produit du programme national IGCS (Inventaire, gestion et Conservation des sols) a permis de décrire la pédologie de l'aire d'étude éloignée. Puis ces données ont été affinées par l'analyse de la carte pédologique au 1/50 000 réalisée par l'Observatoire pérenne de l'environnement (OPE) en 2019 sur une zone plus petite, d'environ 320 km^2, mais plus précise que le RRP du Grand Est.

- **Caractéristiques physico-chimiques des sols**

  Les caractéristiques physico-chimiques des sols ont été décrites à partir des données d'analyse d'échantillon de sols sur 146 sites répartis sur l'aire d'étude rapprochée. Cet état de référence qui porte sur les caractéristiques physico-chimiques, les teneurs en contaminants organiques et minéraux, ainsi que sur la diversité microbienne a été mené par l'OPE en collaboration avec l'INRA, l'INPL/ENSAIA (Institut national polytechnique de Loraine/École nationale supérieure d'ingénieurs agronomes et industries alimentaires) et le CNRS.

- **Caractéristiques radiologiques des sols**

  Les caractéristiques radiologiques des sols sont établies sur la base des mesures de radioactivité des sols réalisées sur la période 2007-2013.

- **Géomorphologie**

  Située dans la partie orientale du Bassin parisien, l'aire d'étude éloignée est constituée d'une succession de cuesta calcaire et de dépressions argileuses.

  La ligne électrique 400 kV traverse plusieurs unités morphologiques de façon rectiligne : la région du Saintois (vaste plaine argileuse vallonnée), l'extrémité sud du plateau de Haye, les côtes de Meuse, la vallée de la Meuse, le plateau calcaire du Barrois et le Pays du Der.

  Dans l'aire d'étude rapprochée les altitudes varient entre 210 m et 420 m. Le centre de stockage Cigéo est installé sur le front et le revers de la côte des Bars entre 300 m et 400 m d'altitude. L'installation terminale embranchée et la ligne ferroviaire 027000 cheminent entre 370 m et 215 m d'altitude en suivant les vallées de l'Ognon et de l'Ornain.

  Les sources d'eau potable sont localisées dans les vallées entre 200 m et 300 m d'altitude.

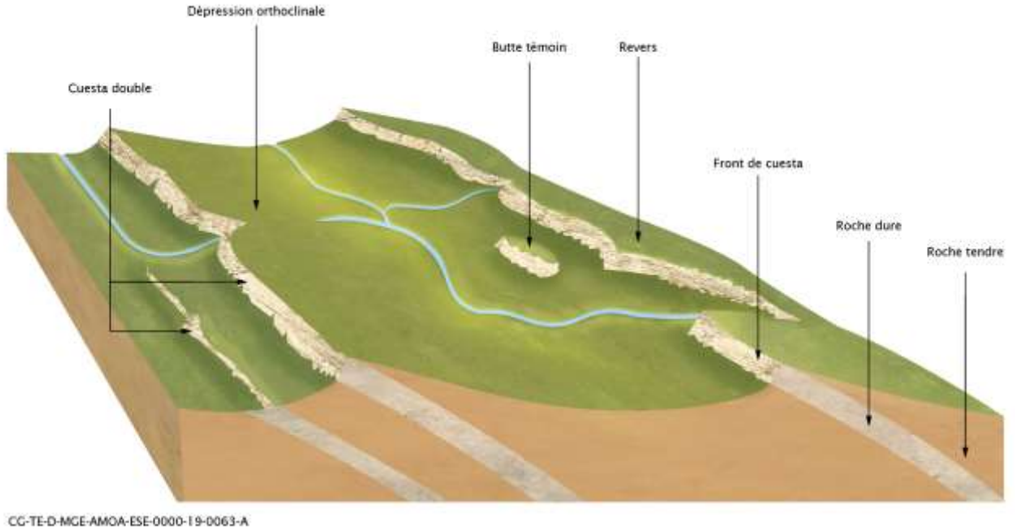

Figure 3-10 Relief de Côte ou de Cuesta

- **Occupation des sols**

  L'occupation des sols témoigne d'un caractère rural marqué avec les zones agricoles qui représentent 59 % de l'occupation des sols et les zones forestières 38,5 %. La part de sols artificialisés est de 2,5 % contre 9,3 % en France métropolitaine. Le secteur de Joinville et celui de Ligny-en-Barrois, respectivement situés au sud-ouest et au nord-est de l'aire d'étude éloignée, constituent les centres urbains les plus importants. Les autres secteurs urbanisés sont représentés par les villages et quelques zones industrielles ou carrières qui apparaissent ponctuellement dans ce territoire rural.

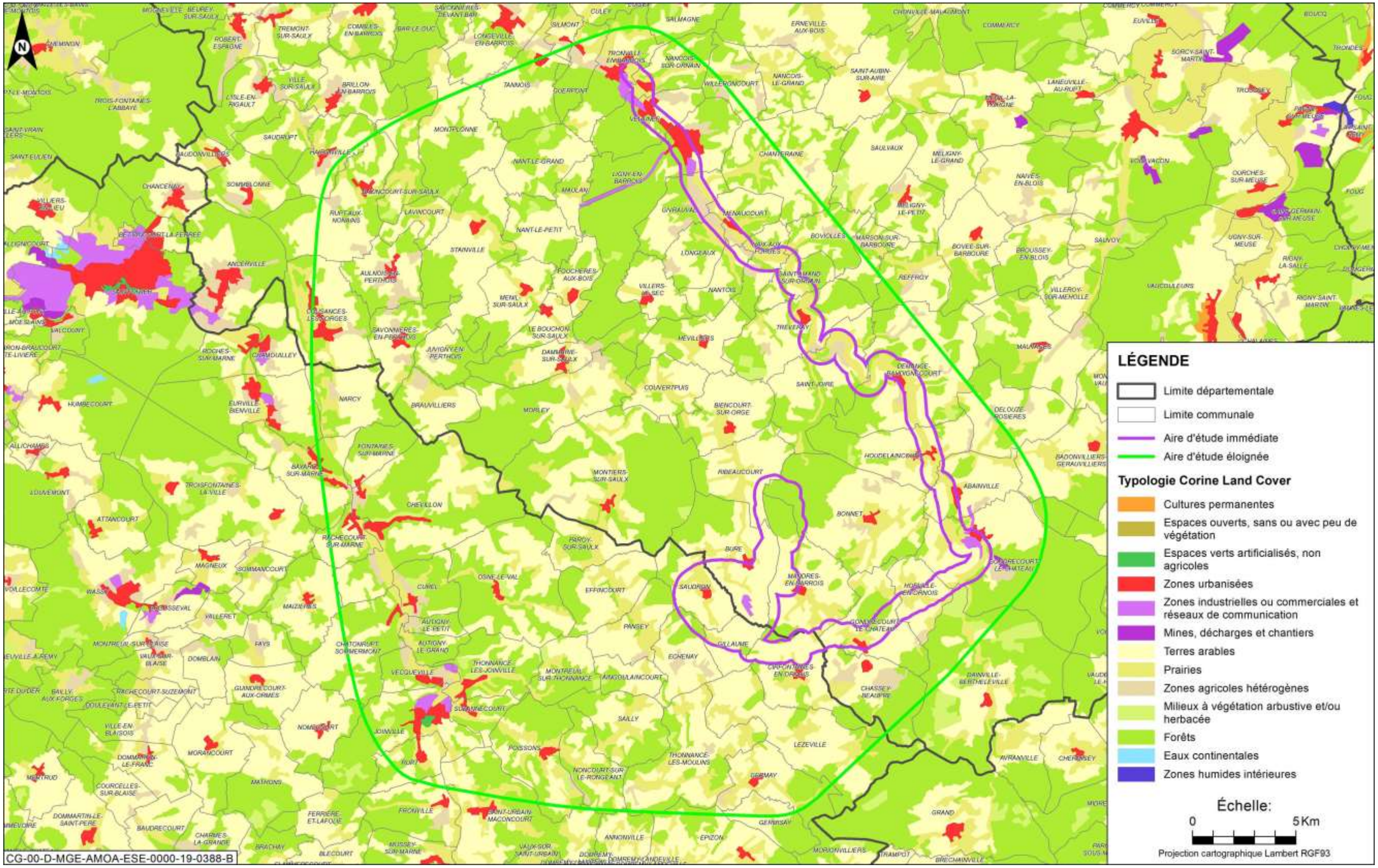

Figure 3-11 Occupation du sol (Corine Land Cover, 2018)

- **Pédologie**

  Les sols, au niveau de l'aire d'étude éloignée, sont majoritairement argileux à limoneux, généralement caillouteux et composés de carbonates de calcium et magnésium. Les épaisseurs de sol, excèdent rarement 0,5 m. Elles peuvent atteindre 1 m d'épaisseur sous les forêts et dans le fond de vallée le long de la ligne ferroviaire 027000.

  Les sols sont en général riches en activité microbiologique. Leur géochimie et concentration en polluants est globalement comparable au niveau national. Cependant, des contaminations fréquentes en hydrocarbures sont observées à proximité immédiate de l'ancienne plateforme ferroviaire. Au nord-ouest de l'aire d'étude éloignée les analyses ont mis en évidence un léger enrichissement naturel en fer et autres éléments traces métalliques (Co, As, Ni…) liés à la nature de la roche mère (dépôts limono-argilo-sableux du Valanginien).

  La radioactivité mesurée dans les sols de l'aire d'étude éloignée provient principalement des formations géologiques accompagnées de faibles quantités liées aux retombées d'accidents ou d'essais nucléaires. Elle est du niveau attendu dans ces types de formations géologiques sédimentaires à l'écart des activités nucléaires actuelles.

Enjeux

L'aire d'étude éloignée présente un relief de cuesta typique de la bordure du bassin parisien. Les sols sont occupés principalement par des cultures et des forêts. Les sols sont de qualité ordinaire.

Enjeu modéré

3.3.2 Incidences et mesures associées

Le projet global Cigéo, de par les surfaces importantes qu'il nécessite et de par son caractère industriel et nucléaire, peut impacter les sols de diverses manières :

- le centre de stockage vient modifier l'occupation des sols puisqu'il s'installe sur des terrains actuellement essentiellement forestiers et agricoles ;
- les terrassements préalables aux constructions et aux aménagements associés sur plusieurs centaines d'hectares vont modifier le relief, la nature et la structure des sols et enfin, mettre temporairement des terrains à nu ;
- les travaux de construction de l'ensemble du projet et l'activité industrielle peuvent être à l'origine de dépôt de polluant à la surface du sol.

En termes d'occupation du sol, les choix opérés par l'Andra permettent d'éviter une surconsommation de terres agricoles ou d'espaces naturels tout en garantissant les surfaces nécessaires au bon déroulement du projet :

- en stockant sur site uniquement les verses (argilites du Callovo-Oxfordien) qui sont réutilisées pour la fermeture des ouvrages souterrains. Ainsi, différentes opportunités de valorisation des verses excédentaires sont en cours d'étude ;
- en réutilisant des installations ferrées existantes notamment, la ligne ferroviaire 027000 entre Nançois-Tronville et Gondrecourt-le-Château et la plateforme ferroviaire de l'ancienne voie ferrée Gondrecourt-le-Château/Joinville sur une distance de 10 km.

3.3.2.1 Changement d'occupation du sol

Le projet engendre un changement d'occupation du sol dès le démarrage des travaux. Pour certaines opérations du projet, comme les adductions d'eau potable et les lignes électriques souterraines, les changements d'occupation du sol sont temporaires : les tranchées étant rebouchées systématiquement au fur et à mesure de l'avancée des travaux. Certaines installations de chantier le long des infrastructures de transport viennent aussi modifier temporairement l'occupation du sol.

Pour les autres composantes du projet, le changement d'occupation du sol est permanent (centre de stockage, poste de transformation électrique, déviation de la route départementale D60/960). Les zones d'intervention potentielle du centre de stockage Cigéo représentent 721 ha. Pour les opérations des autres maitres d'ouvrage, les emprises potentielles concernent environ 62 ha.

À l'échelle du projet global, les modifications d'occupation des sols se traduisent sur l'ensemble de la durée du projet par :

- l'artificialisation d'environ 587 ha ;
- le déboisement d'environ 192 à 231 ha selon la valorisation des verses, principalement sur la zone puits et dans une moindre mesure sur la zone descenderie et sur une partie de l'ITE. Le déboisement sera progressif et dépendant de la chronologie de gestion des verses ;
- la suppression d'environ 347 à 415 ha de champs pour la zone descenderie, la LIS, l'ITE, le poste de transformation électrique, l'adduction d'eau, la mise à niveau de la ligne ferroviaire et la déviation de la route départementale D60/960.

Plusieurs mesures sont mises en œuvre pour réduire l'emprise du projet global :

- l'approvisionnement en énergie par des lignes électriques enterrées ;
- l'optimisation de l'emprise du centre de stockage grâce à la mise en place d'un parking silo en zone puits, la mutualisation de certaines installations entre la zone puits et la zone descenderie, la création d'une liaison intersites regroupant cote à cote des voies PL/VL et un convoyeur, et la localisation des installations de chantier des zones puits et descenderie au sein de la zone d'intervention potentielle.

D'autres mesures de réduction en termes d'occupation du sol permettent de réduire les surfaces artificialisées :

- les zones d'intervention potentielle pour les composants du projet global à l'extérieur du centre de stockage seront remises en état à l'issue des travaux ;
- des espaces verts seront créés au sein du centre de stockage ;
- la végétalisation progressive des verses qui, à terme, sera reboisée.

En dehors des travaux liés à l'approvisionnement du projet en eau et en énergie, les travaux liés au projet global Cigéo impactent de larges surfaces (environ 783 ha). Le centre de stockage, le poste de transformation 400 kV, la déviation de la route départementale D60/960 s'insèrent très largement sur des terres agricoles et des milieux naturels. L'incidence résiduelle, après la mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction, est forte, aussi des mesures de compensation de cet effet notable sont donc mises en place. Elles concernent le milieu naturel ainsi que les activités agricoles et sylvicoles :

- compensation écologique sur des milieux boisés, sur des milieux prairiaux et des milieux cultivés. Quel que soit l'habitat concerné, ces mesures visent à diversifier les milieux de façon à augmenter la biodiversité par la création de zones d'alimentation, de repos, de nidification, d'hibernation ainsi qu'à restaurer l'équilibre écosystémique ;
- contribuer financièrement au développement des filières agricoles et sylvicoles et reboiser le double des surfaces défrichées.

Incidence modérée sur l'occupation du sol

3.3.2.2 Terrassements et mouvements de terre

La construction du projet global Cigéo implique d'adapter la topographie du site afin d'assurer une assise optimale des ouvrages et de répondre aux contraintes techniques comme aux contraintes de sécurité liées au fonctionnement. Les travaux de terrassement vont engendrer des mouvements de terre importants et nécessiter le stockage temporaire des déblais (apport de matériaux) à certains endroits du site en attendant leur réutilisation en tant que remblais (enlèvement de matériaux).

- **Le centre de stockage**

  Plusieurs mesures de réduction sont mises en œuvre pour limiter les mouvements de terre vers ou depuis l'extérieur :

  - ✓ la prise en compte de la topographie naturelle pour la composition spatiale du site ;
  - ✓ une conception du projet visant à équilibrer le bilan remblais/déblais : 13,4 millions de m³ de terres et de matériaux déblayés seront utilisés en tant que remblais *in situ* ;
  - ✓ une organisation du chantier basée sur la gestion des matériaux extraits sur site et leur réemploi en fonction de leurs caractéristiques ;
  - ✓ des aménagements paysagers intervenant dès la fin des aménagements préalables.

  À l'issue des travaux, la zone descenderie est aplanie, le relief de la zone puits est accentué. Toutefois, les nouveaux modelés s'inscrivent dans les proportions des reliefs existants : les verses ne dépassent pas 20 m comme la butte du Chaufour ; la zone descenderie accentue le replat du revers de côte sur lequel elle s'inscrit.

  Les modifications sur la topographie du site concernent essentiellement la zone de verses. En raison de la vocation du projet qui engendre l'extraction de matériaux provenant du creusement des galeries souterraines, le volume global de verses déposé et transitant sur la plateforme de gestion des verses au nord de la zone puits correspond à environ 11 millions de m³. La surface remaniée maximale concernée est de l'ordre de 147 ha (en considérant la Z3 potentiellement mobilisable à l'horizon 2070-2080 si les filières de valorisations étaient compromises).

  La surface de gestion des verses est optimisée : elle permet de conserver les verses vives qui représentent environ 40 % du volume global des verses extraites et de gérer les flux de verses mortes qui sont évacuées hors du site pour valorisation.

  Plusieurs mesures de réduction permettent de limiter l'impact de la zone de gestion des verses sur la topographie et le paysage, notamment leur disposition en pyramide étagée dont la pointe présente une hauteur maximum de 20 m. Ce choix renforce le relief existant sans créer une nouvelle colline. Les abords de la zone puits et de la zone de gestion des verses sont reboisés, fondant les verses dans un paysage forestier. Par ailleurs, les verses seront végétalisées progressivement. Les verses vives sont réutilisées pour la fermeture des ouvrages souterrains. Après la fermeture, les plateformes feront l'objet de travaux écologiques pour reconstituer un milieu naturel s'intégrant dans l'environnement.

  L'incidence résiduelle après mesures de réduction est qualifiée de faible. Aucune mesure compensatoire n'est nécessaire.

- **Les autres opérations**

  En comparaison des mouvements de terres des zones puits et descenderie, ceux nécessaires aux autres installations et opérations sont de faible ampleur, ils consistent à :

  - ✓ aplanir la plateforme accueillant le poste de transformation 400/90 kV à proximité de la zone descenderie ;
  - ✓ réaliser les tranchées de quelques mètres de large pour les liaisons électriques enterrées entre les zones puits et descenderie ;
  - ✓ réaliser les tranchées de quelques mètres de large pour les adductions d'eau depuis les trois points de captages ;
  - ✓ étayer ponctuellement les ouvrages d'art des éventuels rétablissements de passages à niveau le long de la ligne ferroviaire 027000 ;
  - ✓ aplanir la plateforme accueillant la déviation de la route départementale D60/960 à proximité de la zone descenderie et créer des ouvrages de franchissement des cours d'eau pour les variantes sud et nord.

  Leur incidence fine sur le relief sera présentée lors des phases ultérieures d'actualisation de la présente étude d'impact. Toutefois, pour ces opérations, les modifications de la topographie se limitent à la présence ponctuelle de stock de terre sur site. L'installation du poste de transformation impose l'aplanissements du terrain sur 6 ha. Certaines variantes de la déviation route départementale D60/960 nécessitent des ouvrages en terres pour traverser la vallée de l'Orge. Pour les opérations de sécurisation de la ligne 400 kV, d'adduction d'eau et de mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000, aucune modification complémentaire de la topographie et/ou mouvement de terre n'est attendue.

  L'incidence des autres opérations est qualifiée de faible pour la déviation de la route départementale D60/960 et le raccordement électrique. Il est très faible pour l'adduction d'eau et la mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000. Aucune mesure compensatoire n'est nécessaire.

Incidence faible sur les terrassements et mouvements de terre pour les autres opérations du projet global Cigéo

3.3.2.3 Pollution des sols

- **En phases d'aménagements préalables et de construction initiale**

  Au cours des phases d'aménagements préalables et de construction initiale, des pollutions accidentelles peu étendues sont susceptibles de survenir. Pour limiter ce risque, des dispositifs de stockage adaptés aux produits dangereux et aux déchets seront mis en place sur les zones d'intervention potentielle et le chantier bénéficiera d'une organisation adaptée (plan de circulation, emploi de produits écoresponsables, contrôle de la qualité des matériaux, postes de distribution de carburant, signalisation, kits anti-pollution, etc.).

  Pour limiter les risques d'émissions de poussière, les pistes empruntées par les engins de chantier seront enrobées le plus tôt possible. Les conditions météorologiques seront prises en compte de façon à adapter la conduite à tenir (traitement à la chaux les jours de vent, arrosage des pistes et des zones de stockage des matériaux les jours secs, etc.). Les équipements et camions seront munis de dispositifs de bâchage et de capotage.

Incidence faible sur la pollution des sols lors des phases des aménagements préalables et de construction initiale

- **En phase de fonctionnement**

  En phase de fonctionnement, la pollution du sol peut provenir des dépôts au sol des éléments radioactifs rejetés dans l'air et de pollutions accidentelles comme des fuites de carburant sur les camions ou les engins de chantier.

  Les modélisations réalisées montrent que les dépôts au sol des éléments radioactifs rejetés dans l'air sont extrêmement faibles. Ils correspondent à des ordres de grandeur non détectables par les techniques de mesures actuelles.

  Les principales sources de pollution identifiées en phase de fonctionnement correspondent à des fuites de carburant des engins de chantier/poids lourds et à des pollutions accidentelles. Le risque de fuite du carburant sur les sols est limité par le fait que les engins et poids lourds circulent sur des zones imperméabilisées dont les eaux de ruissèlement sont collectées et traitées avant rejet au milieu naturel. Plusieurs mesures de réduction relatives à la gestion des eaux de ruissèlement et à la gestion des déchets sont prévues. Elles sont traitées respectivement aux chapitres 5.3 et 11.1 du volume IV de l'étude d'impact.

  Dans le cadre du projet, le principal risque identifié susceptible de provoquer une pollution du sol est le risque de dispersion d'éléments radioactifs en cas d'accident lors du transport des colis de déchets radioactifs. Ce risque est très limité en raison des conditions de transport des colis de déchets radioactifs : ils sont transportés dans des emballages très robustes et ne présentant pas de déformation ou fuite dans des conditions accidentelles sévères. Les postes de conduite des locomotives sont équipés de dispositifs « homme mort » et le convoi est suivi en temps réel, avec un système de déclenchement d'alerte et secours en cas d'anomalie.

Incidence temporaire très faible sur la pollution des sols lors de la phase fonctionnement

3.4 Sous-sol

DÉFINITIONS

La **tectonique** est l'étude des structures géologiques d'échelle kilométrique et plus (chaînes de montagnes, bassins sédimentaires) et des mécanismes qui en sont responsables. Cette discipline est directement rattachée à la tectonique des plaques. D'abord appelée dérive des continents, la tectonique des plaques est liée à la dynamique mantellique (mouvements convectifs) et ses répercussions mécaniques et thermiques en surface (séismes, volcans, formation des océans et chaînes de montagnes...). La **lithosphère**, couche externe de la Terre, est découpée en plaques rigides, les plaques tectoniques, qui flottent et se déplacent sur l'asthénosphère, partie supérieure du manteau terrestre plus ductile. Les **plaques tectoniques**, encore appelées plaques lithosphériques, sont des fragments de la lithosphère qui résultent de son découpage liés aux mouvements dans le manteau et qui se traduit par un système de failles, de dorsales, de rifts et de zones de subduction. Les plaques lithosphériques, se déplacent de quelques centimètres par an dans des directions différentes, ce qui entraîne la formation de zones de divergence, de subduction, de collision et de coulissage. C'est dans les zones étroites qui les limitent que se concentrent les déformations (ouvertures océaniques là où elles s'écartent, création des chaînes de montagnes là où elles se rapprochent) et que se produit la plupart des séismes.

Les **sédiments** sont des particules plus ou moins grosses qui se déposent et s'accumulent après avoir été transportées généralement par le vent ou l'eau. Leurs matériaux peuvent provenir de l'érosion de roches plus anciennes, de transports de divers matériaux meubles ou fluides, ou être les résultats d'activités organiques diverses. Selon son origine, le sédiment peut être marin, fluviatile, lacustre ou glaciaire. Durant et après son dépôt, le sédiment peut être affectés par le phénomène de la **diagenèse**. La diagénèse est l'ensemble des processus physico-chimiques et biochimiques qui interviennent dans la transformation progressive d'un dépôt meuble de sédiments en **roches sédimentaires**, par compaction, déshydratation, augmentation de la pression, dissolution et recristallisation.

L'étude de l'agencement dans l'espace et dans le temps des couches ou strates géologiques est appelée la **stratigraphie**.

3.4.1 État actuel

SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

- **Sismique et stratigraphie**

  Les contextes sismique et stratigraphique sont basés sur les analyses bibliographiques qui ont été complétées par de nombreuses campagnes d'investigation. Plusieurs campagnes sismiques 2D et 3D ont été réalisées ainsi que plus d'une quarantaine de forages profonds de plusieurs centaines de mètres. Les carottes extraites des forages ont fait l'objet de nombreuses analyses : sédimentologie, composition chimique, quantification minéralogique, observations aux microscopes, mesures de porosité, mesures de perméabilité et de diffusion de traceurs, essais géomécanique.

  Ces opérations ont permis de préciser la géométrie des couches composant le sous-sol, de confirmer l'homogénéité de la couche d'argilites du Callovo-oxfordien et l'absence de failles au sein de celle-ci. Les connaissances sur le comportement des argilites (notamment leur capacité de confinement et la constructibilité d'ouvrages souterrains) ont été approfondies grâce aux expériences et investigations menées au Laboratoire souterrain du Centre de Meuse/Haute-Marne.

  Par ailleurs, l'Andra a constitué en place un réseau d'écoute sismique de haute performance en surface et dans le Laboratoire souterrain, permettant de mesurer de manière très fine la sismicité et d'en discriminer l'origine (naturel ou humaine).

- **Ressources naturelles potentielles du sous-sol**

  Les données sur les ressources naturelles sont issues des études qui composent le socle de connaissances scientifiques et techniques de Cigéo ainsi que des schémas départementaux des carrières de la Haute-Marne et de la Meuse.

- **Risques naturels de mouvement de terrain**

  Les risques de mouvements de terrain sont abordés par la consultation des Dossiers départementaux des risques majeurs, des bases de données du BRGM et du site internet Géorisques.

  Le risque sismique est étudié grâce aux ressources bibliographiques (publications scientifiques et chroniques historiques des tremblements de terre), aux campagnes de forages et études sismiques réalisées pour l'Andra et au réseau d'écoute sismique.

- **Tectonique**

  Le projet global Cigéo s'implante à l'est du Bassin parisien qui est une zone intra-plaque remarquablement stable.

  Trois secteurs de failles, inactives depuis *a minima* 2 millions d'années et probablement 25 millions d'années, sont présents dans l'aire d'étude rapprochée du projet global Cigéo à proximité des opérations d'alimentation électrique, d'adduction d'eau et de mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 :

  - ✓ au sud-ouest : les failles du socle de la Marne de direction nord-nord-ouest et les failles du fossé de Joinville de direction nord-nord-est ;
  - ✓ au sud-est : les failles du fossé de Gondrecourt-le-Château de direction nord-nord-est/sud-sud-ouest du centre de stockage Cigéo ;
  - ✓ au sud : le faisceau « en queue de cheval » de failles de petites dimensions de direction nord-ouest à nord-nord-est et dans le prolongement des failles de la Marne.

  Au cœur de cette aire d'étude rapprochée, la zone de transposition (cf. Figure 3-12) où vient s'implanter le centre de stockage Cigéo est exempte de faille détectable.

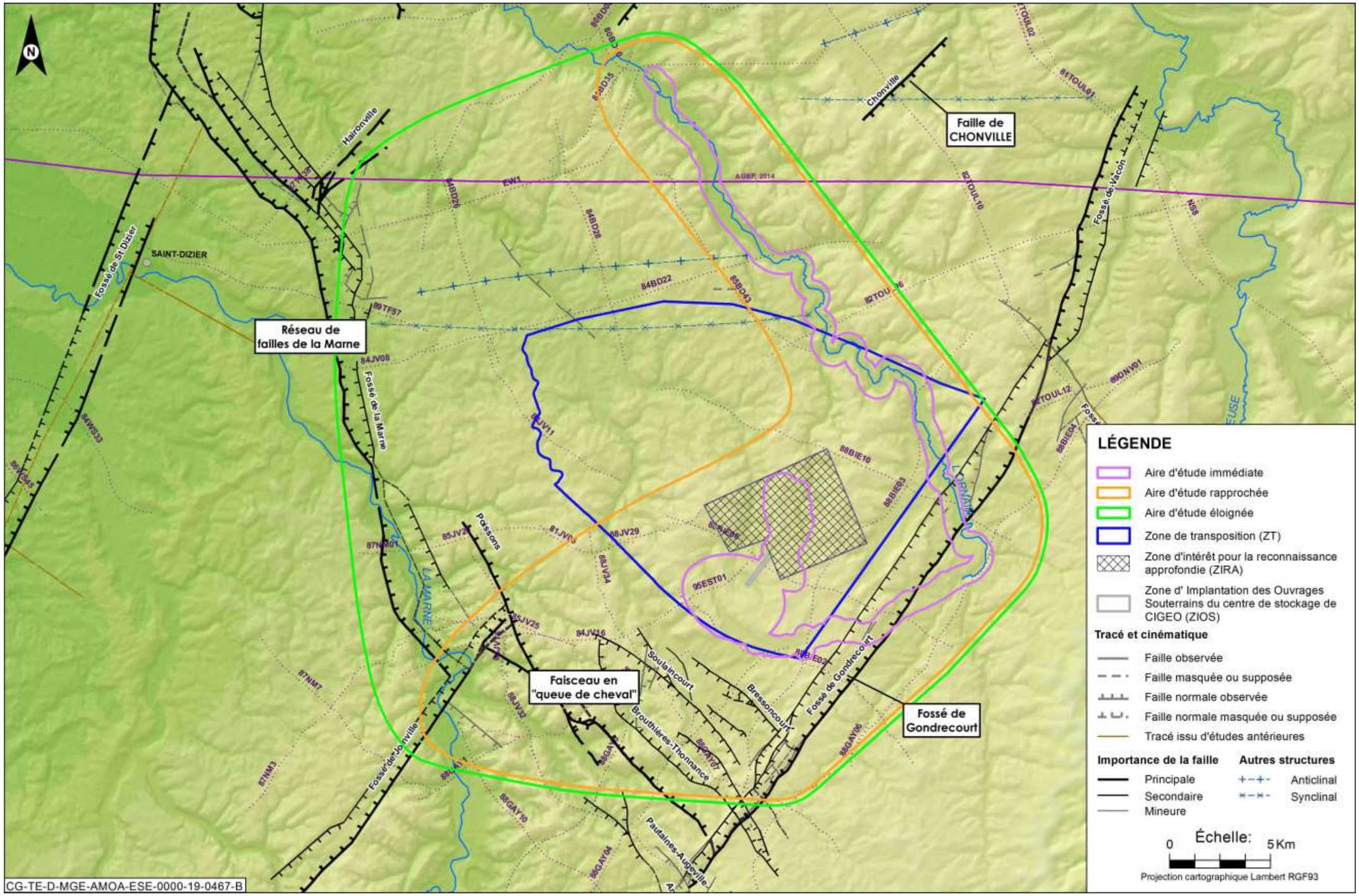

Figure 3-12 Contexte tectonique local

- **Stratigraphie**

Le projet global Cigéo se situe sur la bordure orientale du Bassin parisien, constitué d'une alternance de formations sédimentaires à dominante argileuse ou calcaire déposées entre 250 millions et 135 millions d'années.

Le linéaire de la ligne 400 000 volts Houdreville – Méry, traverse les formations géologiques qui constituent les bordures extérieures du Bassin parisien. D'est en ouest, sont retrouvées : les formations du Lias plutôt marneuses, celles du calcaire du Dogger, celles du Jurassique supérieur puis celles plus tendres du Crétacé.

Les formations géologiques présentes dans le sous-sol de l'aire d'étude éloignée sont, des plus récentes en surface aux plus anciennes en profondeur :

- ✓ les formations quaternaires, principalement dans la vallée de l'Ornain ;
- ✓ la partie inférieure de la formation du Valanginien sur quelques points hauts ;
- ✓ les Calcaires du Barrois d'une quarantaine de mètres d'épaisseur autour du Laboratoire souterrain et présentant une karstification diffuse ;
- ✓ les Marnes du Kimméridgien sur environ 110 m d'épaisseur sous la zone puits ;
- ✓ l'Oxfordien carbonaté sur près de 280 m d'épaisseur autour du Laboratoire souterrain ;
- ✓ le Callovo-Oxfordien entre 443 m et 594 m de profondeur sous la zone puits. Cette couche à dominante argileuse est homogène latéralement sur 350 km² ; l'agencement de sa structure minérale lui offre une très faible perméabilité et les minéraux argileux lui confèrent une forte capacité de rétention des éléments radioactifs, ce qui, notamment, conduit à la désigner comme formation hôte du stockage souterrain ;
- ✓ les Calcaires du Dogger de 200 m d'épaisseur.

Ces formations présentent une inclinaison générale vers le centre du Bassin parisien de 1,5° vers le nord-ouest. Les strates calcaires sont le lieu de circulations d'eau.

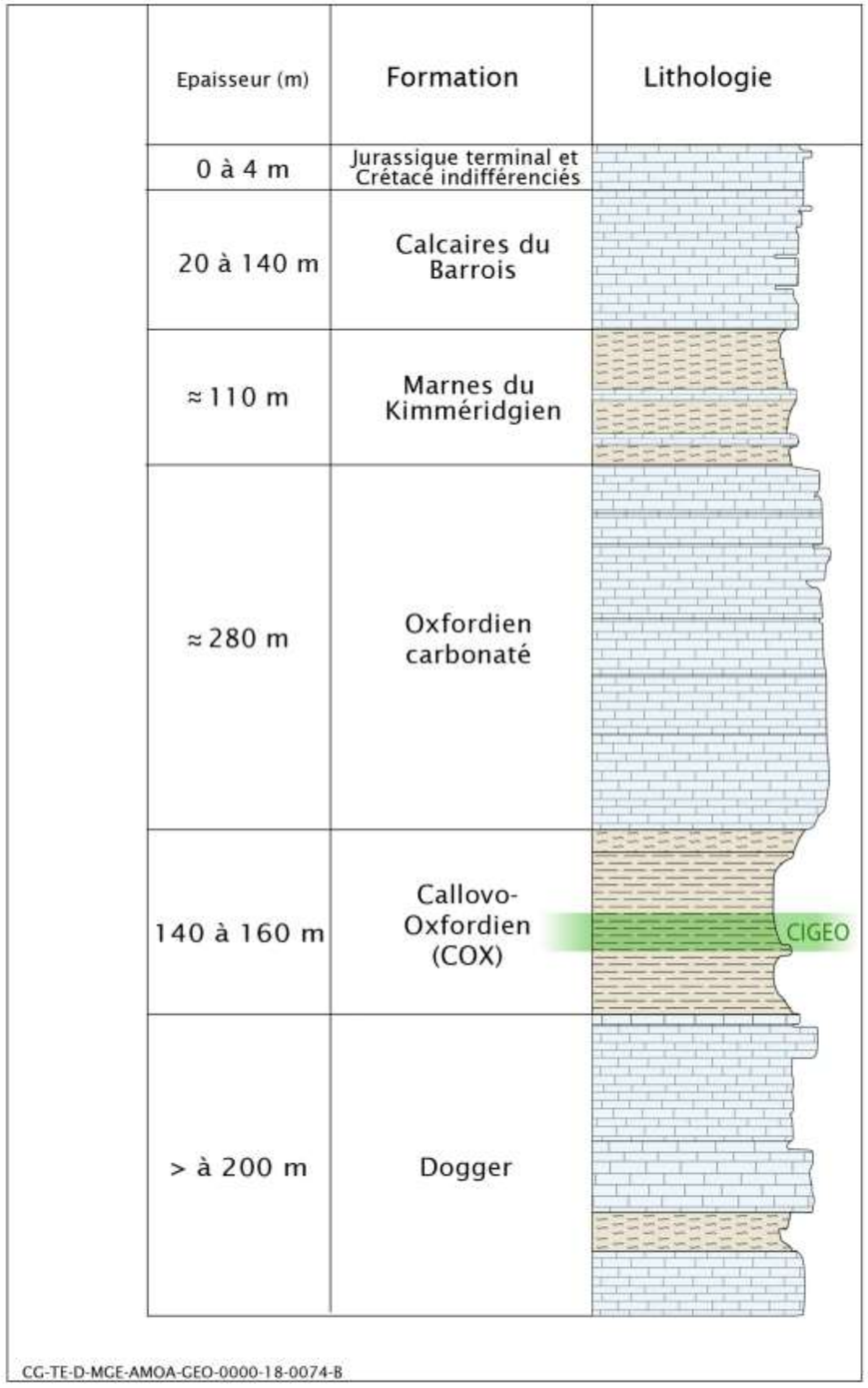

Figure 3-13 Succession schématique des formations géologiques de l'aire d'étude éloignée

- **Caractéristiques radiologiques**

  Les éléments radioactifs présents dans les formations géologiques du sous-sol sont exclusivement d'origine naturelle. La radioactivité est du niveau attendu dans ces types de formations géologiques.

- **Ressources naturelles du sous-sol**

  Aucune ressource naturelle particulière ou exceptionnelle de ressources naturelles, qu'il s'agisse de matériaux de carrière, de minerais, d'hydrocarbures ou de géothermie, n'est présente dans l'aire d'étude éloignée.

- **Risques naturels liés à la géologie**

  Quelques cavités naturelles sont identifiées à proximité du tracé, particulièrement à Trois fontaines-la-Ville (Haute-Marne). La ligne 400 kV Houdreville – Méry traverse deux grandes zones présentant un aléa fort de retrait et gonflement des argiles en surface : la région du Saintois et celle du pays de Der. Très ponctuellement, certains supports peuvent également être situés sur des secteurs caractérisés par des aléas fort de retrait et gonflement des argiles. Le principal risque naturel lié à la géologie, répertorié dans l'aire d'étude immédiate est celui d'effondrement des cavités karstiques dans les calcaires du Barrois et il est qualifié de faible.

» RETRAIT ET GONFLEMENT DES ARGILES

Le retrait par assèchement des sols argileux lors d'une sécheresse prononcée et/ou durable produit des déformations de la surface des sols (tassements différentiels). Il peut être suivi de phénomènes de gonflement au fur et à mesure du rétablissement des conditions hydriques initiales ou plus rarement de phénomènes de fluage avec ramollissement.

Les affleurements d'argile font l'objet d'un aléa de retrait et gonflement des argiles. Il est faible sur la butte du Chaufour et le bois Lejuc et il est moyen dans certaines vallées : l'Orge, l'Ornain et ses affluents dont l'Ormançon.

Malgré une activité sismique très faible, voire inexistante, un suivi de la sismicité est mené depuis 2001 pour garantir le caractère asismique de la zone et l'inactivité des failles avoisinantes.

Enjeux

L'aire d'étude rapprochée présente une grande stabilité tectonique et stratigraphique. Les caractéristiques du Callovo-Oxfordien sont performantes pour la rétention des éléments radioactifs. Elle n'est pas le lieu de risques naturels d'ampleur. Elle ne renferme pas de ressource géologique particulière ou exceptionnelle.

Enjeu faible

3.4.2 Incidences et mesures associées

- **Contamination du sous-sol**

  Au cours **des phases d'aménagements préalables et de construction initiale**, le principal risque de pollution du sous-sol concerne une contamination accidentelle liée aux engins de chantiers et au ruissellement sur les terrains à nu qui pourrait atteindre les couches géologiques à l'affleurement. Ce risque est minime et l'incidence de l'ensemble des travaux sur le sous-sol est très faible.

  Au cours de **la phase de fonctionnement**, le stockage des colis de déchets se fait dans la couche de roche dure argileuse du Callovo-Oxfordien qui s'est déposée il y a environ 160 millions d'années et qui est située à environ 500 m de profondeur. Par conséquent, le stockage est protégé vis-à-vis des activités humaines et des événements naturels en surface sur le très long terme.

  Le choix de ce secteur d'implantation a été le résultat de plusieurs décennies de recherches pour garantir la pérennité du stockage. Le projet global Cigéo se situe en partie orientale du Bassin parisien qui constitue l'une des zones géologiques les plus stables du monde. La construction progressive du centre de stockage Cigéo correspond à un enchaînement prudent d'opérations de construction et de mises en service successives de parties du centre de stockage sur toute la durée de son fonctionnement.

  La couche du Callovo-Oxfordien est principalement composée d' « *argiles* », d'où sa dénomination commune d' « *argilites* ». L'ensemble des expériences menées sur cette roche ont démontré qu'elle dispose des propriétés nécessaires pour le confinement des déchets radioactifs :

  - ✓ la couche du Callovo-Oxfordien a une perméabilité très faible, les circulations d'eau sont très limitées : une molécule d'eau parcourt quelques centimètres en 100 000 ans ;
  - ✓ de par cette très faible perméabilité les éléments radioactifs se déplacent préférentiellement par diffusion dans la roche et cette diffusion est très lente ;
  - ✓ les argilites du Callovo-Oxfordien possèdent de fortes capacités de rétention pour la majeure partie des éléments radioactifs et contiennent une part importante de minéraux argileux dont de la smectite qui fixe les éléments à leur surface ;
  - ✓ la composition chimique de l'eau dans la roche conduit à une très faible solubilité de la majeure partie des éléments radioactifs.

  Les alvéoles de stockage et les ouvrages souterrains de Cigéo seront implantés en milieu de couche, ce qui permet de bénéficier d'une argilosité (teneur en argile) maximale et d'une épaisseur importante et équivalente du sommet à la base. Un périmètre de protection prévu par l'article L. 542-10-1 de code de l'environnement à l'aplomb de la ZIOS (zone d'implantation des ouvrages souterrains) empêchera toute activité susceptible de remettre en cause la pérennité du stockage souterrain.

  Ainsi, en fonctionnement, aucun élément radioactif ne migre dans le sous-sol. Ces migrations n'interviendront qu'à très long terme, pendant la phase après-fermeture.

  Plusieurs mesures permettent également de réduire le risque de contamination radiologique du sous-sol en phase de fonctionnement. Il s'agit par exemple du conditionnement strict des déchets radioactifs qui sont solidifiés et immobilisés sous forme non dispersable. La conception de l'installation souterraine permet de garantir le maintien des caractéristiques du Callovo-Oxfordien : les alvéoles sont conçus afin de limiter au maximum tout risque d'effondrement pendant le creusement et en phase de fonctionnement, ou encore de limiter la migration des radionucléides après la fermeture du site. Enfin, les opérations de stockage des déchets et de creusement de nouvelles alvéoles sont séparées géographiquement au cours de la phase fonctionnement.

Incidence très faible sur le risque de contamination du sous-sol

- **Risques naturels**

  Parmi les risques naturels inventoriés, le risque de retrait-gonflement des argiles constitue le principal risque naturel identifié au droit du projet global Cigéo. Certains secteurs du projet sont soumis à un aléa faible comme en zone puits et ponctuellement dans la vallée de l'Orge au droit de la nouvelle plateforme de l'installation terminale embranchée. D'autres secteurs sont soumis à un aléa modéré : la ligne ferroviaire 027000 et la variante sud de la déviation de la route départementale D60/960. Certaines portions de ligne électrique à renforcer traversent des zones d'aléa fort à très fort, notamment en Champagne humide.

  Concernant le risque d'effondrement de cavités, la karstification des calcaires du barrois qui affleurent autour du centre de stockage est diffuse. Les zones de dissolution sont donc petites. Le risque de dissolution est faible dans la zone d'intervention potentielle.

  Pour limiter les risques naturels, les méthodes de creusement sont adaptées aux caractéristiques des terrains rencontrés. De plus, grâce à la réalisation d'études géotechniques, les fondations des bâtiments et des ouvrages seront adaptées au contexte géotechnique réduisant ainsi les dommages liés aux risques naturels.

  Par ailleurs, le projet n'est pas de nature à augmenter les risques naturels liés au sous-sol.

Vulnérabilité du projet aux risques naturels liés au sous-sol et incidence résiduelle très faible

- **Utilisation des ressources**

  Dans le cadre du choix d'un site pouvant accueillir un stockage de déchets radioactifs, les zones présentant un caractère exceptionnel en terme de ressources souterraines ont été évitées, tel que le recommande le guide de sûreté ASN.

  Aucune carrière n'est exploitée dans la zone d'intervention potentielle du projet global Cigéo. Les ressources de minerais, charbon et hydrocarbures sont situées très profondément dans le secteur du projet, ce qui actuellement limite significativement leur intérêt pour une exploitation éventuelle. Les ressources géothermiques ne présentent pas de caractère exceptionnel.

  Le projet global aura une incidence très faible sur l'utilisation des ressources.

- **Besoin de matériaux de construction**

  C'est la construction du centre de stockage qui génère le besoin le plus important en matériaux de construction. Les premières estimations des besoins sur toute la durée du projet s'élèvent à :

  - ✓ 5,7 millions de tonnes de granulat ;
  - ✓ 1,4 millions de tonnes de ciment ;
  - ✓ 4,9 millions de tonnes de sables.

  Compte-tenu des quantités mises en jeu, l'Andra étudie la mise en œuvre de plusieurs pratiques visant à réduire ce besoin (dimensionnement au plus juste, structures extrudées, récupération des chutes de béton, utilisation du calcaire extrait lors du creusement des liaisons surfaces fond, utilisation de matériaux de recyclage sous réserve du respect des formulations spécifiques du béton).

- **Compatibilité du projet avec les Schémas Départementaux des Carrières de la Haute-Marne et de la Meuse**

  Le projet global est compatible avec les Schémas départementaux des Carrières de la Haute-Marne et de la Meuse en dépit des quantités de matériaux qu'il mobilise. En effet, il participe à la pérennité des carrières locales. L'Andra favorise l'utilisation de matériaux de recyclage sous réserve du respect des formulations, pour les ouvrages du projet du centre de stockage les moins sensibles en terme de sécurité. La valorisation des verses est envisagée par les cimentiers, ce qui contribue également à limiter la pression sur la ressource naturelle au niveau départemental, voire régional.

Incidence résiduelle faible sur les ressources du sous-sol

3.5 Eaux

» DÉFINITIONS

L'**hydrologie** (du grec « hýdōr », eau et « lógos », étude) est une discipline scientifique dont l'objet est de s'intéresser à tous les aspects du cycle de l'eau, L'hydrologue contribue à la connaissance et gestion des ressources en eau et à leur durabilité en rapport avec les bassins versants environnementaux.

L'hydrologie se subdivise classiquement :

- **l'hydrologie de surface** étudiant le ruissellement, les phénomènes d'érosion, les écoulements des cours d'eau et les inondations ;
- **l'hydrologie de subsurface** ou hydrologie de la zone non-saturée étudiant les processus d'infiltration, de flux d'eau et de transport de polluants au travers de la zone non saturée. Cette zone a une importance fondamentale car elle constitue l'interface entre les eaux de surfaces et de profondeur ;
- l'hydrologie souterraine ou **hydrogéologie** portant sur les ressources du sous-sol, leur captage, leur protection et leur renouvellement ;
- **l'hydrologie urbaine** constituant un « sous-cycle » de l'eau lié à l'activité humaine : production et distribution de l'eau potable, collecte et épuration des eaux usées et pluviales.

Bien que ces domaines soient intrinsèquement liés les uns aux autres, il est utile de distinguer ces différents aspects de l'hydrologie car les phénomènes physiques en jeu diffèrent grandement entre eux, ce qui implique des échelles de temps distinctes de plusieurs ordres de grandeur.

3.5.1 Eaux souterraines

» SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

L'hydrogéologie a été déterminée grâce aux éléments présents dans les schémas d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Seine-Normandie et Rhin-Meuse en vigueur et grâce aux informations et représentations cartographiques disponibles sur le site du service de l'administration nationale des données et référentiels sur l'eau (SANDRE).

Des données terrains complémentaires (niveau d'eau, qualité des eaux) permettent de mieux appréhender le fonctionnement et l'état des masses d'eau. Le recensement des usages a été fait sur une base documentaire.

L'analyse du risque d'inondation par remontée de nappe s'est appuyée sur la consultation de la carte nationale de sensibilité aux remontées de nappe produite par le BRGM.

La détermination de différentes caractéristiques des masses d'eau est primordiale pour le calage des modèles utilisées pour l'évaluation des incidences.

3.5.1.1 État actuel

a) Les « masses d'eaux » souterraines

L'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo est caractérisée par une superposition de couches géologiques comportant des masses d'eau au sein de chacune desquelles existe une circulation d'eau souterraine.

Trois principales masses d'eau souterraines sont identifiées au sein de l'aire d'étude éloignée : la nappe des calcaires du Barrois (FRHG303 et FRHG302), la nappe du Kimméridgien-Oxfordien (FRHG306 et FRHG305) et la nappe des calcaires du Dogger (FRHG310).

Au niveau de l'aire d'étude spécifique de la ligne 400 kV, les masses d'eau supplémentaires rencontrées sont au nombre de 7.

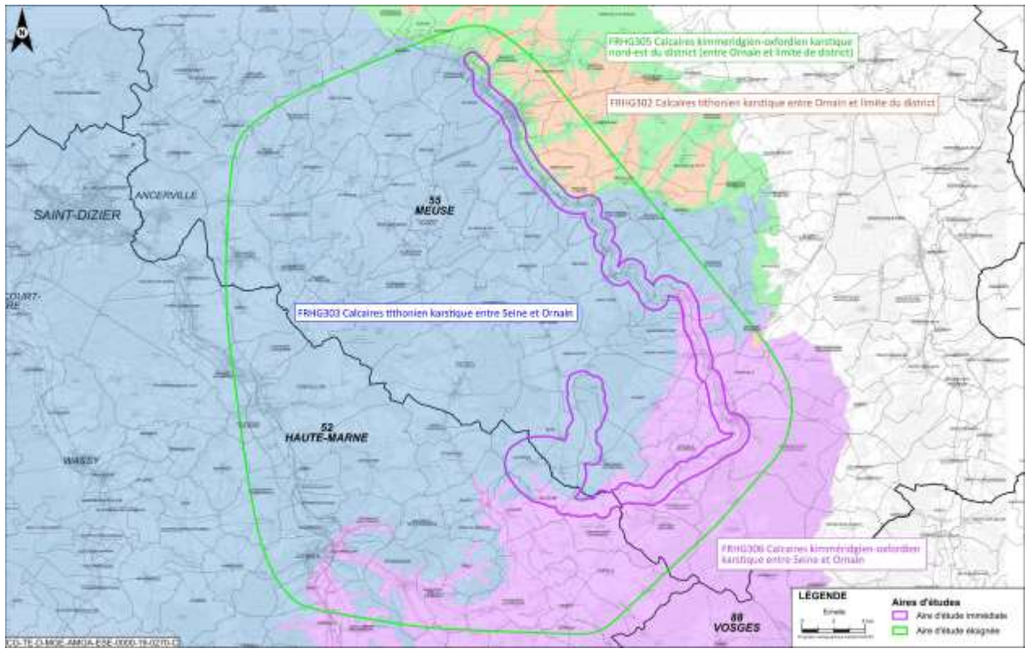

Figure 3-14 Masses d'eau souterraine rencontrées à l'affleurement sur l'aire d'étude éloignée

b) Les aquifères

Les formations géologiques et notamment les calcaires sont fréquemment des « aquifères », c'est-à-dire qu'elles constituent des réservoirs naturels d'eau souterraine qui peut circuler dans la roche ou à la faveur de fissures, fractures.

L'alimentation des masses d'eau se fait principalement par infiltration d'eau de pluie et localement par les cours d'eau connectés aux nappes d'eau.

À l'aplomb du projet global Cigéo, la masse d'eau des calcaires du Barrois apparait vulnérable au risque de pollution, ceci à la fois en raison de son mode d'alimentation par infiltration directe et des circulations karstiques. La masse d'eau des calcaires du Kimméridgien et de l'Oxfordien, plus préservée par une large couverture marneuse, est peu vulnérable.

La masse d'eau du Dogger n'affleure pas dans l'aire d'étude éloignée ; elle se trouve confinée sous le Callovo-Oxfordien et elle n'est donc pas vulnérable.

Au sein de l'aire d'étude éloignée, les vallées des cours d'eau incisant les différentes formations géologiques présentent des nappes d'accompagnement développées au sein des formations alluviales.

Concernant les aquifères supplémentaires présent au droit de l'aire d'étude spécifique de la ligne 400 kV, leur fonctionnement est directement lié aux caractéristiques géologiques de la zone.

c) Qualité des eaux souterraines

La masse d'eau des calcaires du Barrois est globalement en mauvais état du fait de dégradations régulières de son état qualitatif (déclassements récurrents liés notamment à la turbidité et à la présence de produits phytosanitaires). Son état quantitatif est lui bon. Un objectif de bon état est visé pour 2021 par le SDAGE Seine-Normandie.

La masse d'eau de l'Oxfordien calcaire subit également régulièrement des déclassements liés à la turbidité et à la présence de sulfates en concentration supérieure à la norme de qualité environnementale. Ces dépassements entrainent également un classement en mauvais état de cette masse malgré un état quantitatif considéré comme bon. L'objectif de bon état était fixé à 2015.

Les enjeux pour ces deux masses d'eau sont donc une maitrise de la qualité chimique (et notamment des intrants en matières en suspension et produits phytosanitaires) des eaux et une non dégradation de leur état quantitatif.

Plusieurs communes sont concernées par des zonages de vulnérabilité nitrate et par un captage vulnérable avec six communes en Haute-Marne et deux communes en Meuse au niveau de l'aire d'étude éloignée. Au niveau des communes les plus proches du projet global Cigéo, seul le captage d'Échenay est classé vulnérable selon la Directive nitrates et un programme de mesures agro-environnementales et climatiques est déployé sur l'aire d'alimentation du captage. Aucune dégradation des eaux souterraines liée à des teneurs excessives en nitrates n'a été observée lors des campagnes d'analyse de 2014 à 2017.

Seuls des éléments radioactifs d'origine naturelle ont été détectés dans les eaux souterraines profondes du secteur d'étude. La radioactivité des eaux souterraines est très faible et à des niveaux cohérents avec le bruit de fond naturel.

d) Utilisation des eaux souterraines

La nappe des calcaires du Barrois et la nappe du Kimméridgien-Oxfordien sont utilisées pour l'alimentation en eau potable des collectivités, pour des usages agricoles et quelques usages de puits privés.

Les installations du centre de stockage Cigéo se trouvent dans le périmètre de protection éloigné du captage en eau potable de Rupt-aux-Nonains et d'Échenay et dans les futurs périmètres de protection du captage d'alimentation en eau potable d'Horville-en-Ornois (périmètre de protection éloignée et rapprochée).

Par ailleurs, les autres opérations du projet global Cigéo jouxtent ou traversent d'autres périmètres de protection de captage et sont concernés par les prescriptions associées.

Pour les captages d'eau agricole, les usages industriels et autres usages, plusieurs prélèvements sont identifiés dans l'aire d'étude éloignée à partir de données bibliographiques dont la fiabilité est faible en raison de l'évolution des pratiques des exploitations agricoles. La vérification des usages actuels des ouvrages localisés dans l'aire d'étude est prévue au second semestre 2020 dans le cadre d'une campagne de recensement des captages d'eau et de leurs usages.

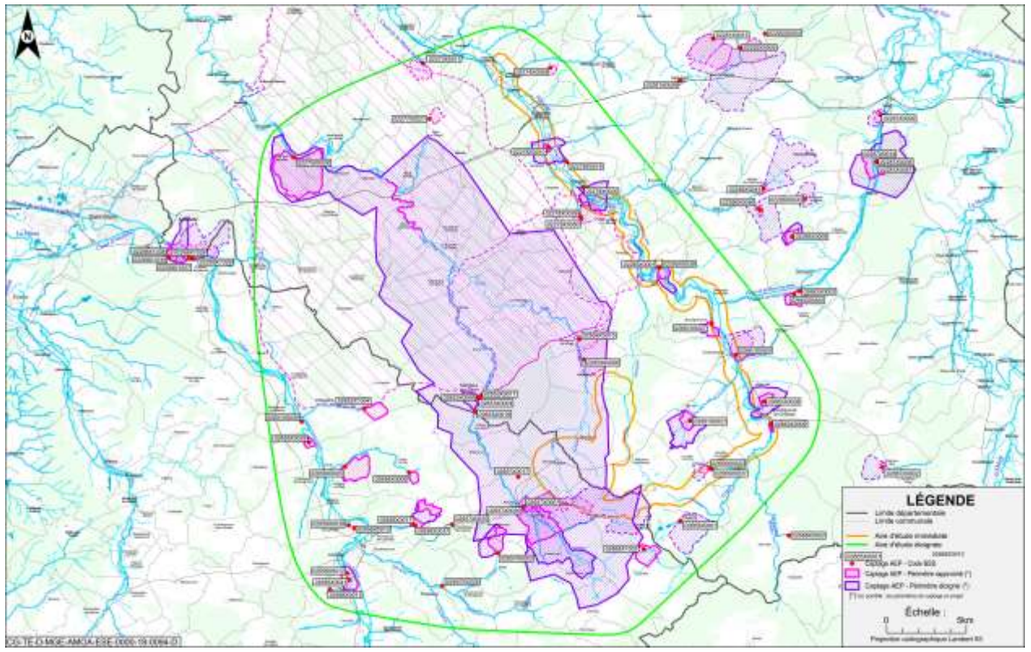

Figure 3-15 *Ensemble des captages d'alimentation en eau potable des collectivités et périmètres de protection associés recensés dans l'aire d'étude éloignée (source ARS, novembre 2019 et actualisation en juin 2020)*

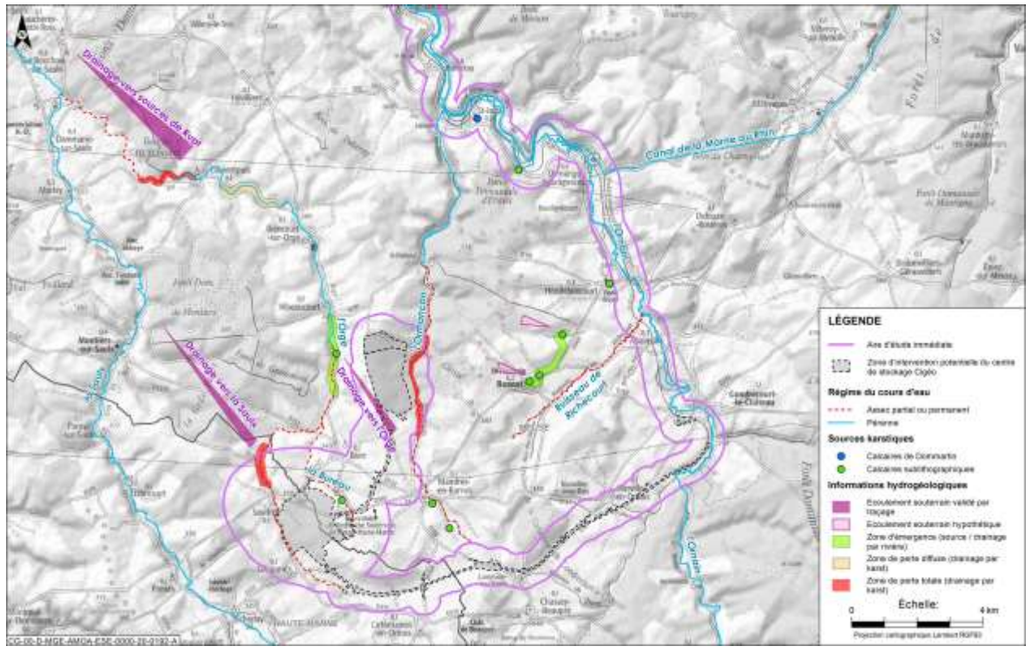

Figure 3-16 *Synthèse des informations hydrogéologiques des relations de l'Orge, de La Bureau et de l'Ormançon avec l'aquifère des calcaires du Barrois*

e) Risques d'inondation par remontée de nappe

L'aire d'étude éloignée comprend des zones avec des risques d'inondation par remontée de nappes mais, au niveau du projet global Cigéo, les risques d'inondation par remontée de nappe sont limités.

f) Interfaces eaux souterraines et eaux superficielles

Étant donné le caractère karstique de la formation calcaire du Barrois, le rôle de drainage/alimentation des cours d'eau comme l'Orge, La Bureau et l'Ormançon se traduit soit par des phénomènes de pertes importantes et des tronçons en assec permanent ou quasi permanent, soit par des zones d'émergences plus ou moins pérennes.

Les débits de ces cours d'eau sont donc fortement liés au niveau des nappes présentes dans les aquifères à l'affleurement. L'interface entre les eaux de surface et les eaux souterraines est donc importante.

Enjeux

La conservation de l'état des masses d'eau est un enjeu global fort pour le projet global Cigéo pour la pérennité des usages des ressources. Au regard du contexte hydrogéologique, l'enjeu de la thématique « eau souterraine » est :

- modéré sur l'ensemble du territoire, hors périmètre de protection des captages d'alimentation en eau potable de l'aire d'étude considérée ;
- fort au droit des périmètres de protection des captages d'alimentation en eau potable (captages AEP) de l'aire d'étude considérée.

Enjeu fort

3.5.1.2 Incidences et mesures associées

Il existe 3 types d'incidences potentielles sur les eaux : l'incidence quantitative, l'incidence qualitative et l'incidence sur les usages.

Une interrelation forte existe entre les eaux superficielles et les eaux souterraines au droit des zones de pertes et de résurgences dans les cours d'eau mais aussi par un possible transfert de pollution de la surface vers la nappe d'eau souterraine par infiltration.

a) Incidences potentielles notables sur les eaux souterraines

Les incidences potentielles quantitatives sur les eaux souterraines sont induites par les travaux en lien avec le sous-sol et la nappe d'eau souterraine, les besoins en eau du projet global Cigéo, la réalisation des liaisons surface-fond et des forages, l'imperméabilisation en surface et le risque d'inondation de la zone d'intervention par remontée de nappe.

Les incidences potentielles qualitatives sur les eaux souterraines sont entrainées par l'ensemble des travaux en lien avec le sous-sol et le risque de transfert d'une pollution des eaux superficielles vers les eaux souterraines notamment si aucune mesure n'était prise et en cas d'un incident ayant un impact sur l'environnement. Pendant la phase de fonctionnement du centre de stockage Cigéo, le stockage des déchets radioactifs peut potentiellement induire une pollution des nappes d'eau souterraine par migration d'éléments radioactifs dans le sous-sol.

Toutes les incidences quantitatives et qualitatives sur les eaux génèrent des incidences potentielles sur l'ensemble des usages de la ressource en eau en provoquant potentiellement une diminution et/ou une dégradation de la ressource.

b) Mesures d'évitement sur les eaux souterraines

Différentes mesures d'évitement sont définies **pour les nappes d'eau souterraine** de l'aire d'étude du projet global Cigéo avec, notamment, des travaux suspendus en période de plus hautes eaux et une mise en sécurité du chantier.

Pour **limiter la consommation de la ressource en eau** et ne pas aggraver un risque de pénurie pour les populations desservies, il n'est prévu aucune création de forage dédié à l'alimentation en eau potable ou pour un autre usage du centre de stockage Cigéo. Par conséquent, le besoin en eau du centre de stockage est satisfait par un raccordement au réseau local d'adduction d'eau, les résultats de l'étude de faisabilité quantitative ayant permis de vérifier que les débits prélevés sont adaptés à la capacité de recharge des captages sollicités pour le besoin.

Différentes mesures d'évitement sont prises concernant la conception des **liaisons surface-fond :** ces dernières sont espacées les unes des autres et leur diamètre est faible au regard des deux formations géologiques traversées. Ces mesures de conception permettent d'éviter une modification des écoulements et un effet barrage des liaisons surface-fond (descenderies et puits) au sein de la nappe des calcaires du Barrois et de la nappe du Kimméridgien-Oxfordien.

La mise en œuvre d'une gestion des eaux superficielles dans des dispositifs adaptés et l'absence de rejet d'eau non traitée dans le milieu local permettent d'**éviter tout impact qualitatif sur les eaux souterraines depuis les eaux de surface.**

Au vu de l'avancement des études de conception des **opérations des autres maîtres d'ouvrage**, seuls des principes de mesures d'évitement sont retenus à ce stade.

c) Mesures de réduction et incidences résiduelles sur les eaux souterraines

Différentes mesures de réduction sont prises concernant notamment **la protection du bâtiment nucléaire** contre la remontée de nappe : une conception adaptée de **la paroi étanche** en zone descenderie permet de répondre aux incidences d'obstacle aux écoulements de la nappe des calcaires du Barrois et limiter les incidences sur les eaux superficielles. Elle traverse toute la formation des calcaires du Barrois et permet de protéger une zone d'environ 33 ha des remontées d'eau souterraine. Cet ouvrage produit un effet barrage dans la nappe avec une **incidence piézométrique en amont (augmentation) et en aval (baisse),** on parle de cône de rabattement. Au stade actuel des études, la paroi étanche (avec son dispositif d'étanchéité/drainage) est un dispositif, parmi d'autres, une option, dont la conception fait l'objet d'une démarche itérative en regard de l'objectif de protection des ouvrages concernés.

Des dispositions constructives adaptées **pour les liaisons surface-fond** sont prises pour réduire les incidences quantitatives sur les eaux souterraines (effet de drainage) et les effets des éventuels rabattements de nappe en dehors des emprises du centre de stockage Cigéo. Il s'agit de méthode constructive, de la mise en place de bulbe d'étanchéité pour éviter de mettre en communication différents aquifères, de la mise en œuvre de différents types de revêtement au niveau des liaisons surface-fond et de la mise en place d'un système de gestion des eaux collectées dans les liaisons surface-fond. La mise en place des différents dispositifs permet d'assurer **une incidence résiduelle liée à la construction des liaisons surface-fond non-notable sur le drainage des eaux souterraines et sur la modification des écoulements des eaux souterraines lors de leur creusement en phase de construction initiale.**

Des précautions sont prises pour la création des forages nécessaires à l'opération de caractérisation, de surveillance et de suivi environnemental.

Des modélisations hydrogéologiques de la nappe des calcaires du Barrois (3 scénarios de modélisation) et des nappes recoupées par le creusement des puits ont été entreprises pour valider les mesures de conception retenues actuellement au regard des incidences potentielles sur les usages. Concernant les incidences sur les usages traités, ces dernières sont actuellement modélisées comme :

- non notable sur les captages d'eau potable dans les calcaires du Barrois ;
- non notable sur les captages d'eau potable ou autres usages dans la nappe du Kimméridgien-Oxfordien ;
- notable sur les captages (agricoles ou autres usages) localisés dans le cône de rabattement de la nappe des calcaires du Barrois induit par la paroi étanche de la zone descenderie.

L'incidence résiduelle sur les eaux souterraines est notable et permanente. Cette évaluation est basée sur des résultats théoriques issus de modélisations. L'approfondissement de la conception de la paroi étanche mais aussi des liaisons surface-fond va faire l'objet d'une démarche itérative afin d'identifier des pistes d'optimisation permettant de réduire ses incidences sur l'environnement. Des investigations supplémentaires incluses dans l'opération de caractérisation et de surveillance environnementale vont permettre d'affiner la modélisation des nappes d'eau souterraine et de mieux appréhender les incidences modélisées avec notamment un recensement des usages actuels des nappes d'eau souterraine (les usages de 11 points d'eau doivent être déterminés).

Concernant **l'alimentation en eau potable**, la conception du centre de stockage Cigéo vise à préserver les ressources locales, en privilégiant le recyclage des eaux produites par les activités du centre de stockage Cigéo, puis leur utilisation maximale pour ses propres activités qui ne nécessitent pas une eau potable au sens de la consommation humaine. Ainsi, sur chaque installation de surface (zone puits, zone descenderie) est implantée une station d'épuration traitant les eaux usées et industrielles de surface et un dispositif de traitement des eaux de fond.

Le centre de stockage Cigéo est inclus en partie dans un périmètre de protection d'un captage d'alimentation en eau potable (Rupt-aux-Nonains), le respect des prescriptions associées est assuré pendant toutes les phases du projet global Cigéo.

L'ensemble des eaux générées au sein des ouvrages souterrains de stockage fait l'objet d'une gestion mutualisée sur chaque installation de surface du centre de stockage Cigéo. Les eaux sont collectées et remontées par canalisations avant leur traitement en surface pour une réutilisation au sein des installations du centre de stockage Cigéo. Le réseau de collecte sépare les effluents dits conventionnels des effluents dits non conventionnels.

Toutes les mesures d'évitement, de réduction et de modalité de suivi de ces mesures concernant les incidences potentielles quantitatives du sous-sol et des eaux superficielles sont mises en œuvre et participent à la réduction des incidences sur les eaux souterraines.

En plus des opérations d'entretien et de maintenance, les modalités de suivi de ces mesures comprennent le contrôle de la performance des dispositifs quantitatifs/qualitatifs de la gestion des eaux pluviales et un réseau de suivi des eaux souterraines. La définition précise du protocole de suivi est menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demande d'autorisations environnementales préalable au démarrage des travaux de cette phase.

Au regard des différentes mesures de conception, d'évitement et de réduction mises en œuvre pour le centre de stockage Cigéo, l'incidence résiduelle est modérée pour l'aspect quantitatif au droit de la zone présentant une baisse de la piézométrie de la nappe des calcaires du Barrois avec la réalisation de la paroi étanche sur la zone descenderie dès la phase d'aménagements préalables. Par conséquent, l'incidence résiduelle sur tous les usages de la ressource est modérée dans cette zone.

Cependant, il n'existe aucune incidence résiduelle sur l'usage d'alimentation en eau potable suite :

- à la réalisation d'une étude de faisabilité quantitative pour l'alimentation en eau potable du centre de stockage Cigéo avec des captages existants ayant permis de concevoir l'opération d'adduction d'eau du projet global Cigéo ;
- à la compatibilité du centre de stockage avec les prescriptions des périmètres de protection des captages d'alimentation en eau potable concernés.

Par ailleurs, concernant les **opérations des autres maîtres d'ouvrage** et au vu de l'avancement des études de conception, seuls des principes de mesures de réduction retenus sont prévus.

Au regard des différentes mesures de conception, d'évitement et de réduction mises en œuvre pour le centre de stockage Cigéo, l'incidence résiduelle est modérée (notable) pour l'aspect quantitatif au droit de la zone présentant une baisse de la piézométrie de la nappe des calcaires du Barrois avec la réalisation de la paroi étanche sur la zone descenderie dès la phase d'aménagements préalables. Par conséquent, l'incidence résiduelle sur tous les usages de la ressource est modérée dans cette zone. Il est donc retenu une mesure de compensation d'usage. Cette dernière est adaptée au dysfonctionnement constaté (travaux spécifique, indemnisation, ...) et est mise en place avec le gestionnaire/propriétaire concerné et les services de l'État.

Il n'existe aucune incidence résiduelle sur l'usage d'alimentation en eau potable.

Pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage, en l'absence de terrassement de grande ampleur ou de creusement dans le sous-sol, de la mise en œuvre d'une conception et de mesures d'évitement et de réduction notamment dans les périmètres de protection des captages d'alimentation en eau potable, **l'incidence résiduelle est faible sur les eaux souterraines.**

Incidence faible sur les eaux souterraines après application de la séquence « éviter – réduire – compenser »

3.5.2 Eaux superficielles

SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

Le réseau hydraulique a été déterminée grâce aux éléments présents dans les schémas d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Seine-Normandie et Rhin-Meuse en vigueur et grâce aux informations et représentations cartographiques disponibles sur le site du service de l'administration nationale des données et référentiels sur l'eau (SANDRE). Les départements de la Meuse et de la Haute-Marne comprennent aussi une liste préfectorale des écoulements considérés comme cours d'eau.

Des données terrains complémentaires (mesure de débit, qualité des eaux) permettent de mieux appréhender le fonctionnement et l'état des eaux superficielles. Le recensement des usages a été fait sur une base documentaire.

L'analyse du risque d'inondation s'est appuyée sur l'ensemble des documents administratifs concernant ce sujet : atlas des zones inondables, plan de prévention des risques d'inondation...

La détermination de différentes caractéristiques des eaux superficielles est primordiale pour le dimensionnement des dispositifs de traitement des eaux (bassins, stations d'épuration...) aux différentes phases du projet global Cigéo.

Pour les aspects d'alimentation en eau potable du centre de stockage Cigéo, une étude spécifique a été menée.

3.5.2.1 État actuel

a) Réseau hydrographique

Le projet global Cigéo s'inscrit dans le grand bassin versant Seine-Normandie, et plus particulièrement dans le secteur hydrographique Marne amont. Le projet global Cigéo est concerné par le SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2010-2015[16] .

L'aire d'étude éloignée s'insère dans trois bassins versants principaux : le bassin versant de la Marne, le bassin versant de la Saulx (et ses affluents l'Orge et la Bureau) et le bassin versant de l'Ornain, incluant plusieurs affluents dont l'Ormançon.

La ligne 400 kV s'inscrit, depuis Balignicourt jusqu'à Gondrecourt-le-Château (soit environ 2/3 de son tracé), dans le grand bassin versant Seine-Normandie. Sur l'extrémité est de la ligne 400 kV aux environs de Gondrecourt-le-Château à Houdreville, cette dernière recoupe le grand bassin versant Rhin-Meuse.

Dans le grand bassin versant Seine-Normandie, 22 cours d'eau et ruisseaux et 1 voie navigable sont concernés par le projet global Cigéo et par les travaux de sécurisation de la ligne 400 kV. Dans le grand bassin versant Rhin-Meuse, 8 cours d'eau et ruisseaux sont concernés par les travaux de sécurisation de la ligne 400 kV.

[16] Suite à la décision du 19 décembre 2018, le Tribunal Administratif de Paris a annulé l'arrêté du préfet coordonnateur du bassin Seine-Normandie du 1er décembre 2015 approuvant le SDAGE 2016-2021

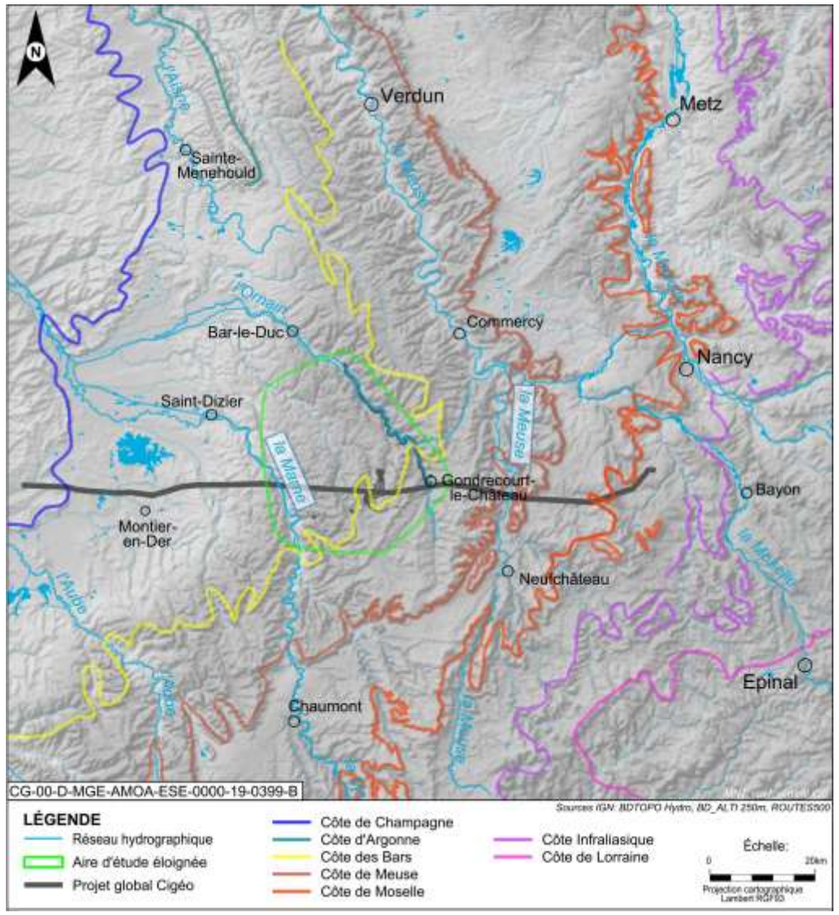

Figure 3-17 Contexte général du réseau hydrographique au niveau régional

b) Caractéristiques hydromorphologiques et débit des cours d'eau

Les cours d'eau temporaires de l'Orge, de la Bureau et de l'Ormançon sont les plus proches du centre de stockage Cigéo. L'installation terminale embranchée est traversée ou longe des petits affluents de l'Ornain comme le ruisseau de l'Étang et le ru de l'Ognon.

Du fait du contexte géologique local, le fonctionnement hydraulique des cours d'eau dépend, sur certaines sections, plus des fluctuations de niveau des eaux souterraines que du ruissellement dans leur propre bassin versant. Les cours d'eau présentent des périodes d'assec important.

L'opération d'alimentation électrique au niveau du poste de transformation et le faisceau d'implantation des liaisons électriques enterrées se situe dans les bassins versants de l'Orge, de La Bureau et de l'Ormançon. La ligne 400 kV recoupe d'ouest en est plusieurs autres bassins versants.

Les travaux associés à l'opération d'adduction d'eau concernent les trois bassins versants principaux (Marne, Saulx et Ornain).

La ligne ferroviaire 027000 se localise dans la vallée de l'Ornain, cours d'eau pérenne, qu'il longe sur la majeure partie de son tracé. Plusieurs franchissements de l'Ornain mais aussi de ses affluents existent. À partir de la prise d'eau d'Houdelaincourt, la ligne ferroviaire 027000 est aussi concernée par le canal de la Marne au Rhin.

Les options de la déviation de la route départementale D60/960 recoupent potentiellement l'Orge et/ou La Bureau.

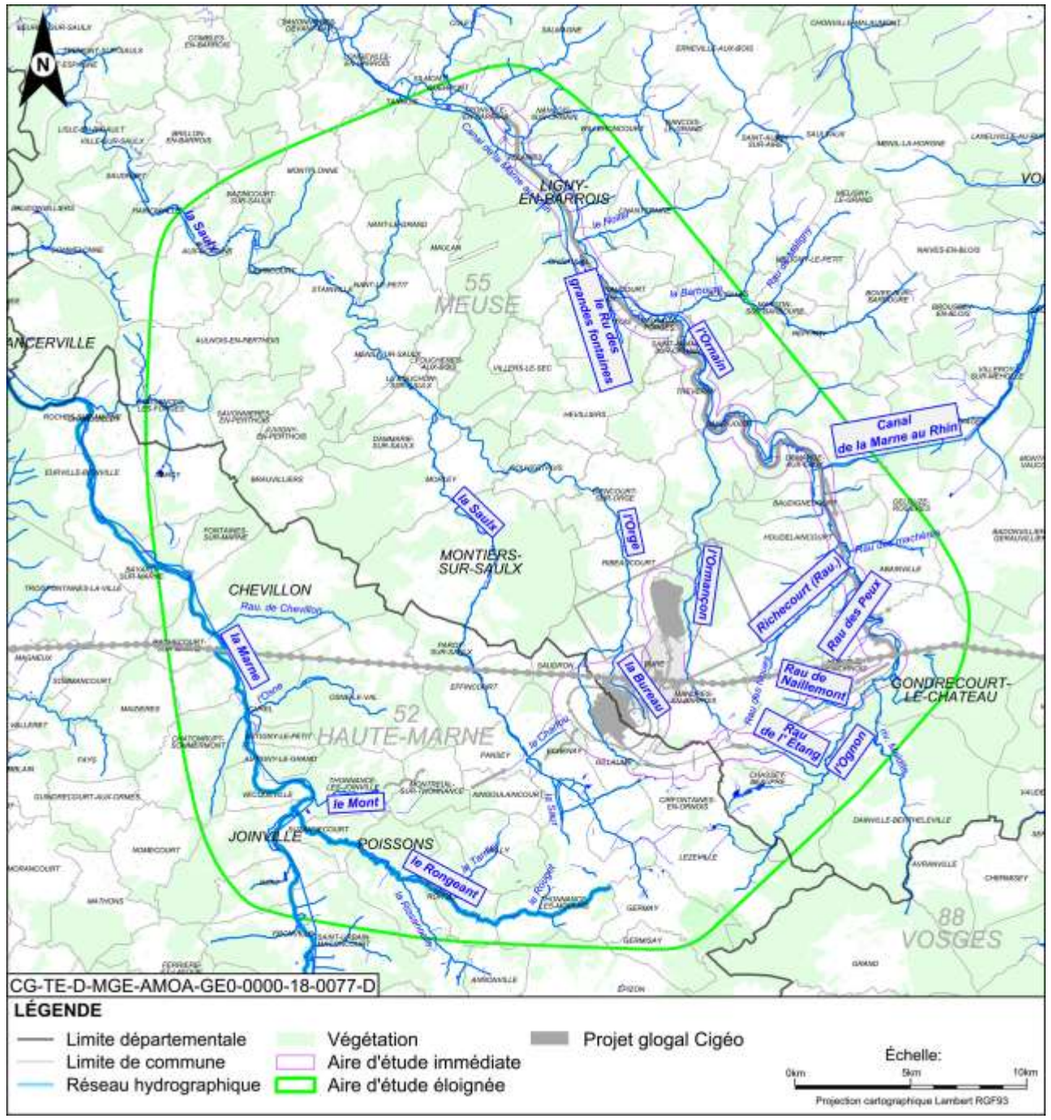

Figure 3-18 Densité du réseau hydrographique dans l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo

c) Caractéristiques des plans d'eau concernés par le projet global Cigéo

Le centre de stockage Cigéo se localise à proximité du plan d'eau de Gillaumé (installation terminale embranchée) et du plan d'eau de La Ballastière sur la commune de Gondrecourt-le-Château (installation terminale embranchée).

Plusieurs plans d'eau existent à proximité de la ligne ferroviaire 027000.

Aucun plan d'eau ne se trouve sous les zones d'intervention potentielle du projet global Cigéo (en dehors des plans d'eau qui sont déjà traversés par la ligne 400 kV).

d) Qualité des eaux superficielles

La qualité chimique des cours d'eau est très variable selon les stations de prélèvement et l'année d'étude. Globalement, les masses d'eau des 3 sous-secteurs concernés présentent une qualité chimique des eaux très régulièrement dégradée.

L'état écologique global des masses d'eau superficielles de la zone d'étude oscille entre « mauvais » et « bon » sur la période 2014-2017 avec cependant la prédominance de l'état écologique « moyen ».

L'état écologique de la Saulx est globalement plus dégradé que celui des autres cours d'eau et notamment de l'Ornain dont la qualité écologique est préservée sur les paramètres mesurés.

Aucun cours d'eau étudié n'atteint cependant un « très bon état » écologique.

Les déclassements sont essentiellement liés à des problèmes d'oxygénation et à des teneurs excessives en azote. Ce type d'observation est très fréquente pour des cours d'eau subissant des assecs en milieu agricole.

Les indices biologiques mesurés dans les cours d'eau pérennes révèlent une structuration des populations biologiques (diatomées et invertébrés) plutôt de bonne qualité.

La radioactivité des eaux superficielles et du milieu aquatique associé dans l'aire d'étude rapprochée est très faible, à des niveaux cohérents avec le bruit de fond attendu dans des zones à l'écart des activités nucléaires actuelles.

e) Utilisation des eaux superficielles

Il n'existe pas dans l'aire d'étude éloignée de prélèvement déclaré d'eau superficielle pour des usages d'eau potable collectif. Il n'existe pas dans l'aire d'étude immédiate de prélèvement déclaré d'eau superficielle pour des usages agricoles. Il n'y a pas d'utilisation industrielle notable des eaux superficielles présentes dans les communes de l'aire d'étude éloignée.

En plus des activités de pêche au niveau des cours d'eau pérennes de l'aire d'étude éloignée, il est à noter que certains plans d'eau (Gillaumé, Ligny-en Barrois) ont aussi un usage récréatif pour la pêche.

Aucune zone de baignade réglementairement autorisée n'est recensée dans l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo et dans l'aire d'étude spécifique de la ligne 400 kV.

Certains cours d'eau font l'objet d'un classement pour la continuité écologique. Il n'existe pas de cours d'eau réservoir de biodiversité et corridor dans l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo mais 2 cours d'eau (La Voire, La Héronne) sont classés dans l'aire d'étude spécifique de la ligne 400 kV.

Il n'existe pas de zones de répartition des eaux superficielles dans l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo, ni dans l'aire d'étude spécifique de la ligne 400 kV.

f) Risques d'inondation

Du recensement des risques naturels liés aux inondations résultent différentes procédures administratives traitant de ce sujet et définissant des contraintes réglementaires, notamment sur l'aménagement et l'urbanisme d'une zone et sur la constructibilité d'un terrain sujet à des inondations.

Enjeux

À l'échelle du projet global Cigéo, **l'enjeu est fort sur la thématique « eaux superficielles »**. Néanmoins, de par les caractéristiques écologiques des cours d'eau et le contexte hydrogéologique des aires d'étude, les cours d'eau présentent des enjeux variables qu'il convient de mentionner :

- faible pour les cours d'eau à fort débit comme La Blaise, La Marne, La Saulx, La Meuse ;
- faible :
  - ✓ pour les cours d'eau pérennes comme l'Ornain et l'Ormançon amont ;
  - ✓ pour les cours d'eau déjà franchis par les infrastructures comme les affluents de l'Ornain pour l'installation terminale embranchée et les cours d'eau franchis par la ligne 400 kV.
- modéré pour les cours d'eau de faible débit ayant des zones de pertes potentielles uniquement en période de basses eaux :
  - ✓ l'Orge à l'amont de Saudron, puis à l'aval de la Fontaine de Ribeaucourt ;
  - ✓ la Bureau ;
  - ✓ l'Ormançon en aval du bois Lejuc, puis après Saint Thibault jusqu'à la confluence avec l'Ornain.
- fort pour les cours d'eau de faible débit ayant des pertes actives même en période de hautes eaux :
  - ✓ l'Orge entre Saudron et la Fontaine de Ribeaucourt ;
  - ✓ l'Ormançon au droit de la zone boisée.

Enjeu fort

3.5.2.2 Incidences et mesures associées

Il existe 3 types d'incidences potentielles sur les eaux : l'incidence quantitative, l'incidence qualitative et l'incidence sur les usages. Une interrelation forte existe entre les eaux superficielles et les eaux souterraines au droit des zones de pertes et de résurgences dans les cours d'eau mais aussi par un possible transfert de pollution de la surface vers la nappe d'eau souterraine par infiltration.

LES DIFFÉRENTS TYPES D'EAU

La définition des incidences sur les eaux superficielles au sein des différentes installations du projet global Cigéo prend en considération des types d'eau dont le volume, la qualité, le lieu de production et la temporalité différents :

- **les eaux pluviales** sont les eaux d'eau de pluie ruisselant et collectées sur les surfaces imperméabilisées (voiries, toitures, parkings ...) et certaines surfaces artificialisées des zones d'intervention potentielle (espaces verts...) ;
- **les eaux usées** sont les eaux produites au niveau des sanitaires, douches et réfectoires ;
- l**es eaux industrielles** (en surface ou en fond) sont les eaux produites par les travaux et activités du projet global Cigéo par exemple au niveau des aires de lavages, des centrales de béton, des ateliers ;
- **les eaux d'exhaure** sont des eaux d'infiltration dans un ouvrage souterrain pendant sa construction et son exploitation (fouille profonde, liaisons surface-fond), elles sont collectées par un système adapté, puis évacuées par pompage en dehors de l'ouvrage souterrain pour un traitement en surface.

Elles sont regroupées en trois catégories :

- **les eaux pluviales** ;
- **les effluents conventionnels** :
  - ✓ en surface regroupant 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...) ;
  - ✓ en fond ou eaux de fond regroupant les eaux d'exhaure, les eaux industrielles (eaux de lavage, eaux liées au fonctionnement du tunnelier), eaux de tests de prises incendie.
- **les effluents non conventionnels** c'est-à-dire contenant des traces de contamination radioactives apportées par les activités du centre, pourraient être produits dans certaines zones de l'installation nucléaire dites « zones à production possible de déchets nucléaires » (96) et faisant l'objet d'une gestion spécifique. Elles ne sont jamais mélangées aux eaux conventionnelles que ce soit en surface ou au fond.

a) Incidences potentielles notables sur les eaux superficielles

Les incidences potentielles quantitatives sur les eaux superficielles sont induites par les travaux au droit des cours d'eau, l'imperméabilisation en surface, les besoins en eau du projet global Cigéo, la perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau par les rejets d'eau dans le milieu et des travaux en zones inondables.

Les incidences potentielles qualitatives sur les eaux superficielles sont entrainées par l'ensemble des travaux en lien avec le sous-sol, le rejet des eaux pluviales et des eaux produites par les activités des différentes opérations du projet global Cigéo et le risque de pollution accidentelle des eaux.

Toutes les incidences quantitatives et qualitatives sur les eaux génèrent des incidences potentielles sur l'ensemble des usages de la ressource en eau en provoquant potentiellement une diminution et/ou une dégradation de la ressource disponible.

b) Mesures d'évitement sur les eaux superficielles

Plusieurs mesures d'évitement des différentes incidences potentielles sont définies avec une optimisation des dispositifs et des ouvrages hydrauliques en privilégiant la réhabilitation des ouvrages existants (cas de l'installation terminale embranchée avec la reprise sur 10 km d'une plateforme existante), la réalisation en période d'assec des travaux au droit des cours d'eau temporaires, l'utilisation des routes et des chemins existants à proximité des cours d'eau (pour éviter la création de franchissement provisoire de cours d'eau), l'interdiction de prélèvement dans les eaux superficielles.

De plus, le centre de stockage Cigéo ne se localise dans aucune des zones inondables identifiées à proximité des installations.

D'autres mesures permettent d'éviter les incidences sur les eaux superficielles, telles que : la mise en place d'une gestion des eaux usées selon les principes de l'assainissement provisoire et l'interdiction de rejet d'eau non traitée dans le milieu naturel.

En phase de fonctionnement, des **effluents « non conventionnels »,** c'est-à-dire contenant des traces de contamination radioactives apportées par les activités du centre, pourraient être produits dans certaines zones de l'installation nucléaire dites « zones à production possible de déchets nucléaires ». Il s'agit uniquement des zones dans lesquelles les colis de déchets sont manipulés ou de zones dans lesquelles des opérations sont susceptibles de générer une contamination radioactive des équipements. Cette contamination peut alors être transmise à d'éventuels effluents de condensation ou de ruissellement. **Le principe retenu est de ne pas rejeter ces effluents non conventionnels dans le milieu naturel local.** Les effluents non conventionnels sont gérés de façon spécifique, totalement séparée des effluents conventionnels. Ils sont collectés et contrôlés radiologiquement et le cas échéant traités via une unité mobile (technologie existante et éprouvée) avant un transfert vers une installation agréée pour leur élimination.

Concernant les **opérations des autres maîtres d'ouvrage** et au vu de l'avancement des études de conception, certains principes de mesures d'évitement sont prévus.

c) Mesures de réduction et incidences résiduelles

Différentes mesures de réduction sont prises comme la limitation des zones d'intervention potentielles au strict nécessaire pour éviter une imperméabilisation des surfaces, la mise en place d'une gestion quantitative des eaux pour une non aggravation du risque d'inondation en aval des points de rejet. Le dispositif de gestion des eaux est dimensionné pour assurer la collecte et le traitement jusqu'à une pluie dont l'intensité se retrouve statistiquement tous les 10 ans (ou pluie de retour décennale) en phase d'aménagements préalables, puis est remplacé avant la fin de cette phase par le dispositif d'assainissement définitif du centre de stockage Cigéo, dimensionné lui pour une pluie de retour centennale. Les bassins quantitatifs de la liaison intersites et de l'installation terminale embranchée sont, quant à eux, dimensionnés pour une pluie décennale, conformément aux règles de l'art des ouvrages linéaires. Des emprises conservatoires sont néanmoins réservées pour le cas où les études, les échanges avec le territoire, ou les autorisations de travaux exigeraient à l'avenir un redimensionnement des ouvrages.

DÉFINITION D'UN EXUTOIRE OU POINT DE REJET

L'exutoire ou point de rejet est défini comme étant le lien entre une filière de rejets et le milieu naturel. Les exutoires permettent la diffusion dans le milieu naturel en minimisant les risques de ravinement et détérioration du milieu naturel, en assurant l'écoulement des effluents et en privilégiant l'infiltration dans le sous-sol.

Pour les exutoires provisoires, en phase d'aménagements provisoires, ils sont implantés sur chaque vallée durant les phases de terrassement. Ils connectent les fossés provisoires et permettent le rejet dans le milieu naturel. Leur positionnement respecte les bassins versant avant aménagement.

En phase d'exploitation avec le déploiement de toutes les verses, le centre de stockage Cigéo comprend 2 points de rejets au niveau de la zone descenderie (Bureau et Orge), 3 points de rejets au niveau de la zone puits

(Ormançon), 2 points de rejets pour la liaison intersites (Bureau et Ormançon) et 2 points de rejets pour l'installation terminale embranchée.

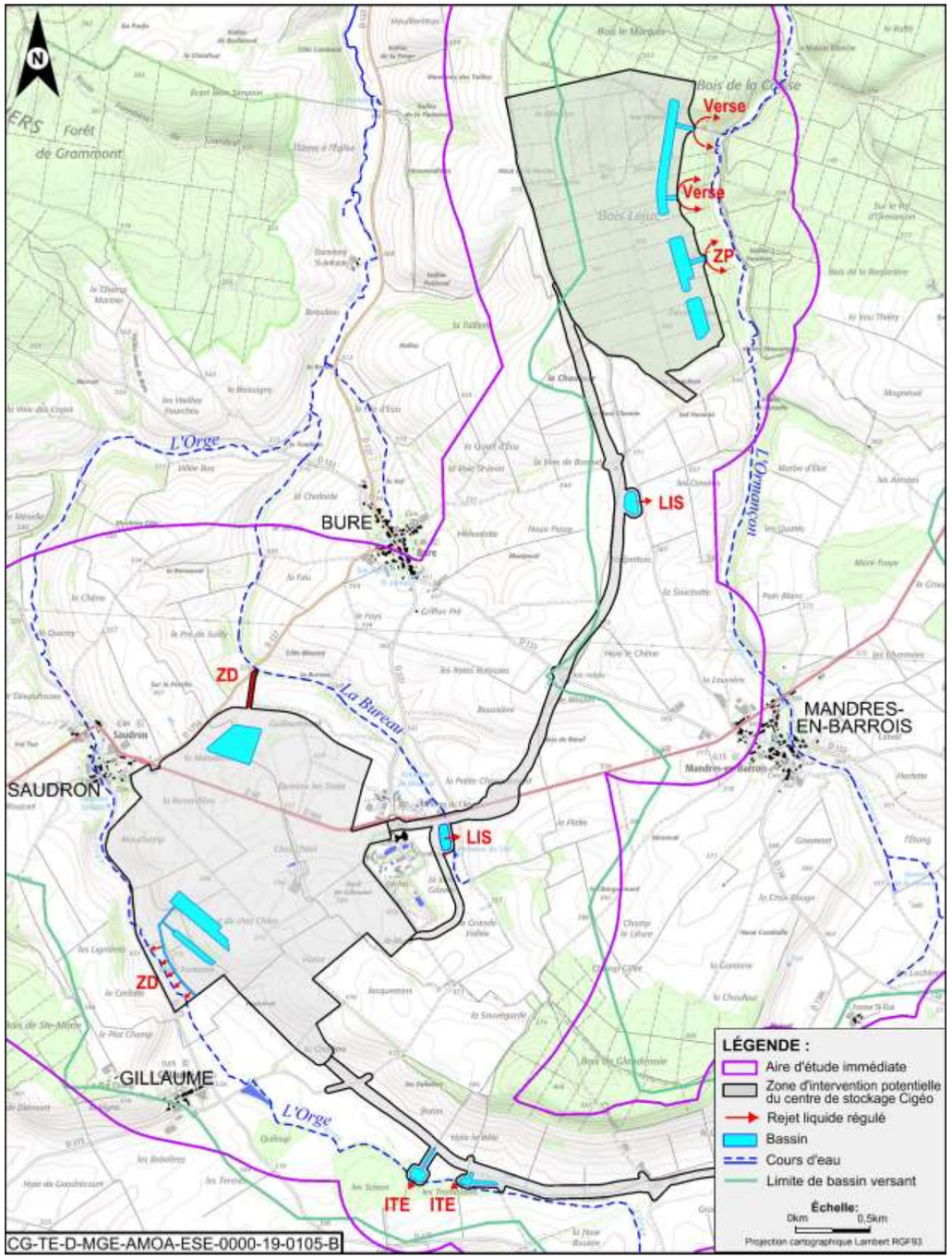

Figure 3-19 Carte de localisation des points de rejets liquides du centre de stockage Cigéo

Tous les ouvrages de franchissement hydraulique créés pour le centre de stockage Cigéo permettent le passage d'une crue centennale. Des dispositifs sont mis en œuvre au droit des remblais pour éviter l'accumulation d'eaux pluviales en fond de vallon amont et donc potentiellement une inondation des terrains en amont.

Pour ne pas altérer la qualité des eaux superficielles, il est mis en place un dispositif de gestion des eaux pluviales et des effluents conventionnels. Il est adapté à la nature des eaux considérées et à la phase du projet global Cigéo, ainsi :

- En phase d'aménagements préalables, des dispositifs provisoires et évolutifs d'assainissement des eaux pluviales des plates-formes et de toutes les zones de chantier, dimensionnés pour la pluie décennale, sont mis en place. Adaptés à un chantier, ils comprennent des systèmes de traitement de la qualité des eaux de type filtres à fines, séparateurs à hydrocarbures ou dispositifs similaires. L'objectif de ces dispositifs est l'absence de rejet polluant (hydrocarbures, matières en suspension…) vers le milieu local tout en assurant une régulation des débits rejetés dans ce milieu. Des dispositifs d'assainissement non collectif sont installés pour le traitement des eaux usées produites par les bases vie des chantiers (zones descenderie et puits/plates-formes de chantier au droit des zones de rétablissement routiers avec l'installation terminale embranchée). Ils sont dimensionnés selon les exigences des règlements sanitaires départementaux ou les prescriptions techniques précisés dans les documents d'urbanismes concernés.
- En phase de construction initiale, dès la fin de la phase d'aménagements préalables, les dispositifs qualitatifs et quantitatifs définitifs de traitement des eaux pluviales et des effluents conventionnels sont fonctionnels et dimensionnés pour la pluie de référence du projet. L'Andra a pour objectif de traiter l'ensemble des eaux pluviales et des effluents conventionnels selon les meilleures techniques possibles. Un dispositif spécifique est mis en place pour collecter et traiter les eaux de ruissellement au niveau des verses de la zone puits.
- En phase de fonctionnement, les dispositifs de collecte, de stockage, de traitement et de rejet développés en phase de construction initiale pour les eaux pluviales et les effluents conventionnels sont maintenus et utilisés. Sur la durée de fonctionnement d'ordre séculaire du centre de stockage Cigéo, ils pourront naturellement être adaptés suite à la prise en compte des retours d'expérience, de développements technologiques ou à d'éventuelles modifications des installations. **Les matériaux mis en verses ne génèrent donc pas d'éléments chimiques toxiques**

Au stade actuel des études, les effluents issus des eaux usées, eaux industrielles et eaux d'exhaure fond l'objet de deux filières de traitement spécifique avec :

- une station d'épuration sur chaque installation de surface du centre de stockage Cigéo traitant les eaux usées et les eaux industrielles de surface ;
- un dispositif de traitement des eaux de fond en provenant des ouvrages souterrains de stockage.

Les deux dispositifs sont conçus pour produire des eaux recyclées de qualité adaptée au besoin en eau non potable du centre de stockage , et permettre une réutilisation prioritaire de ces eaux afin de limiter le prélèvement sur la ressource en eau potable.

La réutilisation des eaux traitées nécessite la mise en place de réservoirs de stockage des eaux dites « recyclées » pendant 3 jours. Les eaux recyclées peuvent être utilisées pendant ce laps de temps pour un usage n'impliquant pas une consommation humaine. Passé le délai de 3 jours, les eaux, après contrôle, sont rejetées vers le milieu naturel tout en étant compatibles avec les critères de bon état écologique et chimique des eaux superficielles et en respectant le principe de non-aggravation des risques d'inondation en aval hydraulique.

Les espaces verts et les accotements des voiries du centre de stockage Cigéo sont entretenus sans l'emploi de produits phytosanitaires comme le stipule les prescriptions applicables dans le périmètre de protection éloignée du captage de Rupt-aux-Nonains.

Pour limiter l'apport de sel dans les eaux superficielles en saison hivernale, l'utilisation de sels en solution sous forme de saumure est privilégiée pour le déneigement des voiries internes au centre de stockage Cigéo.

La mise en place des dispositifs de régulation et traitements qualitatifs des eaux pluviales et des effluents permet de réduire l'incidence sur les usages récréatifs et agricoles des cours d'eau, notamment l'abreuvement du bétail. Plusieurs mesures d'évitement et de réduction pour le sous-sol et les eaux superficielles permettent de réduire l'impact lié à l'imperméabilisation des sols et l'altération de la qualité des eaux, sauf en cas d'incident ayant un impact sur l'environnement.

Au terme de la phase d'aménagements préalables, certaines zones d'intervention potentielles sont non utilisées pour les phases ultérieures du centre de stockage Cigéo. En fin de travaux, elles font l'objet d'une remise en état de qualité.

Les modalités de suivi de ces mesures comprennent, en plus des opérations d'entretien et de maintenance, le contrôle de la performance des dispositifs quantitatifs/qualitatifs de la gestion des eaux ainsi que le contrôle de la performance des dispositifs de traitement des eaux usées. Un réseau de suivi des eaux superficielles est établi ainsi d'un réseau de suivi des zones d'expansion des crues, un suivi hydromorphologique des cours d'eau et le suivi de la qualité des eaux recyclées. La définition précise des protocoles de suivi est menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demande d'autorisations environnementales préalable au démarrage des travaux de cette phase. L'entretien et la maintenance de l'ensemble des dispositifs de gestion des eaux (collecte, traitement, stockage) est assurée.

Au vu de l'avancement des études de conception des **opérations des autres maîtres d'ouvrage** (y compris pour les opérations de caractérisation et de surveillance environnementale réalisés en dehors du centre de stockage), plusieurs principes de mesures de réduction sont retenus. Ils seront adaptés à l'opération considérée.

- En phase d'aménagements préalables : il s'agit notamment de la limitation des zones d'intervention au strict nécessaire, de la mise en place d'une gestion quantitative et qualitative des eaux pour ne pas aggraver le risque d'inondation en aval des points de rejet mais aussi pour éviter une altération de la qualité des eaux, de la définition des ouvrages hydrauliques adaptés aux caractéristiques écologiques et hydrauliques du cours d'eau, le respect des prescriptions techniques et protection du chantier en zone inondable.
- L'organisation du chantier est adaptée aux enjeux avec des mesures générales limitant le risque de pollution chronique ou accidentelle en phase travaux et une remise en état des zones d'intervention temporaires est entreprises avant le démarrage de l'exploitation de l'infrastructure créée.
- Lors de l'exploitation des opérations (phases de construction initiale et de fonctionnement du projet global Cigéo), le dispositif de gestion des eaux superficielles est opérationnel. Au besoin, un assainissement non collectif est prévu au niveau des bâtiments techniques, si aucun raccordement avec le réseau local n'est possible. Les mesures de maintenance des infrastructures créés et notamment la gestion de la végétation sont conforme à la réglementation et aux prescriptions environnementales des zones traversées.

Les principes de suivi quantitatif et qualitatif des eaux superficielles, le contrôle de la performance des dispositifs de gestion des eaux superficielles, l'entretien et la maintenance des dispositifs de gestion des eaux sont actuellement prévus. La définition précise du protocole de suivi (point de suivi, fréquence de suivi, paramètres analysés) est menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demandes d'autorisation environnementale préalablement au lancement des travaux.

Incidence faible sur les eaux superficielles

3.5.3 Outil de planification de la gestion des eaux

3.5.3.1 État actuel des outils de planification de gestion des eaux

Le projet global Cigéo est concerné par 4 types d'outil de planification de gestion des eaux en vigueur au droit de l'aire d'étude éloignée et de l'aire spécifique de la ligne 400 kV.

a) Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) applicable au projet global Cigéo

Le projet global Cigéo est concerné par deux SDAGE avec :

- le SDAGE du bassin Seine Normandie 2010 – 2015 redevenu applicable après l'annulation du SDAGE de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2016-2021. Les orientations fondamentales du SDAGE du bassin Seine – Normandie 2010 – 2015 (arrêté par le préfet coordonnateur du bassin le 20 novembre 2009) pour une gestion équilibrée de la ressource en eau répondent aux 4 enjeux identifiés à l'issue de l'état des lieux sur le bassin. Il est à noter le « SDAGE 2022-2027 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands» est en projet et fait l'objet d'une consultation jusqu'au 1er septembre 2021 (20). Il n'est pour l'heure pas applicable ;
- le SDAGE Rhin-Meuse 2016 – 2021 arrêté par le préfet coordonnateur du bassin le 30 novembre 2015 au niveau de l'extrémité est de la ligne 400 kV après Gondrecourt-le-Château jusqu'à Houdreville. Les orientations fondamentales du SDAGE pour une gestion équilibrée de la ressource en eau répondent aux 6 grands thèmes identifiés à l'issue de l'état des lieux.

b) Schéma d'aménagement et de gestion de l'eau

Il n'existe aucun SAGE sur l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo, ni au droit de l'aire d'étude spécifique la ligne 400 kV.

c) Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) du Grand-Est

Le SRADDET de la région Grand Est adopté le 22 novembre 2019 et approuvé le 24 janvier 2020 permet à la Région et aux territoires de se doter d'un outil stratégique pour concrétiser une ambition collective et relever les trois défis qui émergent du diagnostic territorial du SRADDET :

- faire région, à toute échelle, renforcer les coopérations ;
- dépasser les frontières pour un rayonnement du Grand Est ;
- réussir les transitions de nos territoires.

Enjeux

Le projet global Cigéo s'inscrit dans un territoire comprenant des enjeux forts pour les eaux souterraines et pour les eaux superficielles.

Enjeu fort

3.5.3.2 Compatibilité du projet global Cigéo avec les outils de planification

a) Compatibilité du projet global Cigéo et de l'opération de sécurisation de la ligne 400 kV avec les SDAGEs en vigueur

Les activités et installations du projet global Cigéo sont compatibles avec le SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2010-2015, document de planification en vigueur suite à l'annulation du SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2016-2021.

Pour information, le centre de stockage Cigéo est aussi compatible avec le SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2016-2021.

Le projet global Cigéo est compatible avec les orientations et les dispositions du projet de « SDAGE 2022-2027 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands » (20) non encore applicable.

La ligne électrique 400 kV est concernée par les SDAGE Seine-Normandie et Rhin-Meuse. L'opération de sécurisation de la ligne 400 kV est compatible avec le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015, sur sa partie ouest, ainsi qu'avec le SDAGE du bassin Rhin-Meuse 2016-2021, au-delà de Gondrecourt-le-Château sur sa partie est.

b) Compatibilité du projet global Cigéo et de l'opération de sécurisation de la ligne 400 kV avec les SAGEs en vigueur

Il n'existe aucun SAGE sur l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo ainsi qu'au droit de l'aire d'étude de la ligne électrique 400 kV.

c) Compatibilité du projet global Cigéo et de l'opération de sécurisation de la ligne 400 kV avec le SRADDET Grand-Est en vigueur

Adopté en novembre 2019 et approuvé en janvier 2020, le SRADDET Grand-Est englobe l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo ainsi que l'opération de sécurisation de la ligne électrique 400 kV. Ces derniers sont compatibles avec les règles concernant la préservation de la ressource en eau du SRADDET Grand-Est.

d) Compatibilité du projet global Cigéo et de l'opération de sécurisation de la ligne 400 kV avec les PGRIs en vigueur

L'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo et les 2/3 de l'aire d'étude au droit de la ligne électrique 400 kV sont incluses dans le PGRI du bassin Seine-Normandie approuvé en décembre 2015. L'extrémité est de l'aire d'étude au droit de la ligne électrique 400 kV est incluse dans le PGRI du bassin Rhin-Meuse approuvé en novembre 2015.

Les activités et installations du projet global Cigéo et les travaux de sécurisation de la ligne électrique 400 kV sont compatibles avec le PGRI du bassin Seine-Normandie. Les travaux de sécurisation de la ligne électrique 400 kV (partie est à partir de Gondrecourt-le-Château) sont compatibles avec le PGRI du bassin Rhin-Meuse.

e) Conformité du projet global Cigéo avec les PPRI en vigueur

Le projet global Cigéo doit être conforme aux prescriptions des PPRI concernés par les différentes opérations.

La démonstration de cette conformité est attendue dans les dossiers de demande d'autorisation d'urbanisme à venir et dans le cadre de la procédure d'autorisation d'urbanisme, et elle y sera intégrée.

Le projet global Cigéo est compatible avec l'ensemble des plans, programme en lien avec la préservation de la ressource en eau.

3.6 Biodiversité et milieu naturel, incluant les sites Natura 2000

» SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

L'état actuel du milieu naturel a été déterminé grâce à des inventaires faunistiques et floristiques de terrain réalisés sur l'aire d'étude immédiate, par des bureaux d'étude spécialisés en écologie. Ces données ont été précédées et complétées par le recueil de données bibliographiques disponibles auprès de l'Observatoire pérenne de l'environnement de l'Andra, de la littérature spécialisée et d'organismes compétents.

Les incidences du projet global sur la biodiversité (faune, flore, zones humides, continuités écologiques, zones naturelles protégées ou remarquables) sont évaluées en tenant compte des habitats détruits et de leurs fonctionnalités, des espèces potentiellement détruites ou perturbées ou encore de l'altération des milieux. Les incidences résiduelles sont évaluées en prenant en compte la performance des mesures d'évitement et de réduction mises en œuvre. Les incidences résiduelles restant notables donnent lieu à des mesures de compensation.

Le besoin compensatoire est évalué selon le principe de la méthode miroir. Celle-ci permet de quantifier le gain écologique apporté par les mesures compensatoires. Au final, le principe est d'obtenir un gain écologique *a minima* équivalent à la dette écologique induite par les incidences résiduelles du projet sur la biodiversité, de telle sorte que le projet global Cigéo ne cause aucune perte nette de biodiversité.

3.6.1 État actuel

3.6.1.1 Politique de protection de la biodiversité

Dès 2004, la France marque sa volonté de faire entrer la biodiversité dans le champ de toutes les politiques publiques pour enrayer la perte de biodiversité. Pour se faire, elle a mis en place : les orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques en 2007, la stratégie nationale pour la biodiversité 2011-2020, et le plan biodiversité en 2018. Les principaux leviers d'action sont la connaissance, la protection, la reconquête, la valorisation, l'adaptation au changement climatique et l'intégration au cœur de toutes les politiques publiques nationales et internationales.

La protection des zones humides (qui constituent des écosystèmes parmi les plus riches) sur le territoire accueillant le projet est encadrée par le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Seine-Normandie. Le SDAGE applicable au projet global Cigéo est le SDAGE 2010-2015, qui est aujourd'hui réglementairement en vigueur et applicable par décision du 19 décembre 2018 du Tribunal Administratif de Paris. Une partie de la ligne 400 kV est concernée par le SDAGE Rhin Meuse. À noter qu'il n'existe aucun Schéma d'aménagement et de gestion de l'eau (SAGE) sur l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo.

La Champagne-Ardenne met en place des plans allant au-delà des plans d'action nationaux pour les insectes, les chiroptères et les amphibiens. Elle a aussi mis en place des Orientations régionales de gestion de la faune sauvage et d'amélioration de la qualité de ses habitats (ORGFH).

Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalite des Territoires (SRADDET) de la région Grand Est a été adopté le 22 novembre 2019 et approuvé le 24 janvier 2020. Le SRADDET est un document de planification qui, à l'échelle régionale, précise la stratégie, les objectifs et les règles fixées par la Région dans plusieurs domaines de l'aménagement du territoire. Il intègre les atlas et les plans d'actions de chaque Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) des anciennes régions.

Le Syndicat Mixte du Pays Barrois a réinitialisé en avril 2012 la démarche du Schéma de Cohérence Territorial (SCoT), afin de réaliser un projet commun et inscrire son territoire dans un développement attractif et durable. Le projet de SCoT a ainsi été approuvé le 19 décembre 2014 en séance du Comité Syndical. Une des orientations du Scot du pays Barrois vise à protéger et mettre en valeur la biodiversité.

La préservation et la prise en compte des enjeux de la biodiversité et du milieu naturel sont également déclinés dans les Plan locaux d'Urbanisme (PLU) à l'échelle des communes ou des intercommunalités. On peut citer le PLUi de la Communauté de communes de la Haute Saulx qui regroupe 14 communes au sud du département de la Meuse, sur un territoire de 200 km² et dans lequel s'inscrit en grande partie le projet global Cigéo.

3.6.1.2 Caractérisation générale de la biodiversité de l'aire d'étude éloignée

La région Grand Est est un territoire abritant de nombreux types de paysages différents : montagnes (Massif des Vosges), côtes, plaines lorraines et alsaciennes, ainsi qu'une multitude de plateaux et de cours d'eau. Cette mosaïque de paysages est favorable à la richesse de la biodiversité dans la région. Toutefois, la tendance globale des espèces au sein du territoire est au déclin, s'alignant ainsi sur le contexte national. Certaines populations d'espèces ont fortement régressé (exemple du Milan royal qui a perdu 90 % de ses effectifs en 15 ans dans l'ex-région Champagne-Ardenne).

L'aire d'étude éloignée du milieu naturel abrite plusieurs foyers de concentration de la biodiversité, où vivent parfois un nombre conséquent d'espèces patrimoniales et/ou protégées de faune et de flore. On peut citer la zone Ramsar des étangs de la Champagne humide en particulier au niveau des Étangs de la Horre (Réserve Naturelle Nationale, site Natura 2000, ZNIEFF type I), le secteur du Bassigny, la vallée de la Meuse (site Natura 2000) ou le

Lac du Der (site Natura 2000). Les trois sites Natura 2000 précédemment cités sont notamment traversés par l'actuelle ligne électrique 400 kV. Toutefois, la multiplicité des secteurs à enjeux exposés ci-dessus est essentiellement due à l'extension de l'aire d'étude éloignée dans un rayon de 30 km autour de l'emprise immédiate du projet (cf. Figure 3-20).

La plupart des zones à fort enjeu écologique à l'échelle régionale restent relativement éloignées de l'aire d'étude immédiate du projet de centre de stockage Cigéo qui n'intercepte pas directement des zonages environnementaux réglementaires (sites Natura 2000, arrêtés de protection biotope...). En revanche, 15 ZNIEFF de type I et 7 ZNIEFF de type II sont présentes dans l'aire d'étude immédiate du projet global. En 2016, le bois Lejuc a fait l'objet d'un classement en ZNIEFF I car intégré dans une nouvelle ZNIEFF, d'emprise plus large, dénommée « Forêt de la Fosse Lemaire à Mandres-en Barrois ». Dans le cas du bois Lejuc, c'est la richesse des observations disponibles, issues des inventaires réalisés par l'Andra, qui justifie le classement plutôt que la présence exceptionnelle d'espèces sur le site. Comparativement aux forêts et bois du secteur, il ne recèle pas d'habitat ou d'espèces spécifiques et ne présente pas une richesse écologique particulière.

Enjeux

L'implantation du projet global Cigéo est en grande majorité prévue sur des lieux où la biodiversité est ordinaire et où les espaces naturels n'ont pas de haute fonctionnalité écologique.

Enjeu modéré

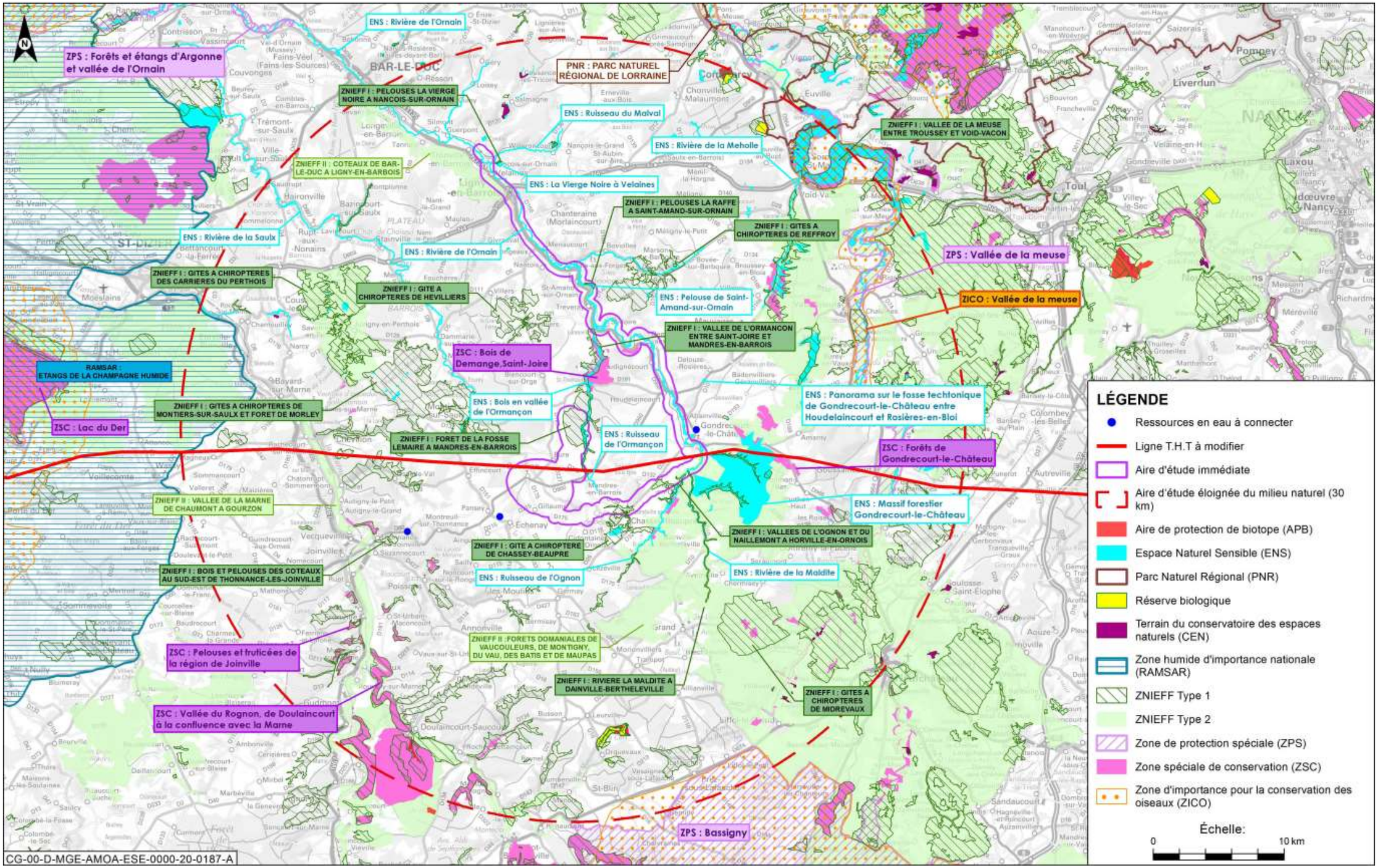

Figure 3-20 Zonages environnementaux sur l'aire d'étude éloignée

3.6.1.3 Zones humides

» DÉFINITION RÉGLEMENTAIRE DES ZONES HUMIDES

L'article L. 211-1 I 1° du code de l'environnement apporte la définition suivante d'une zone humide : « *On entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année* ».

La définition légale des zones humides est donc fondée sur deux critères alternatifs que constituent, d'une part les sols habituellement inondés ou gorgés d'eau et, d'autre part, la végétation hygrophile (espèces adaptées à la vie dans des milieux très humides ou aquatiques).

Les zones humides (marais, tourbières, vasières, forêts alluviales, etc.) sont des zones de transition entre le milieu terrestre et le milieu aquatique, caractérisées par la présence d'eau, en surface ou dans le sol.

Cette position d'interface implique que ces milieux constituent des écosystèmes parmi les plus riches sur le plan écologique et leur permet d'assurer des fonctionnalités regroupées en quatre catégories primaires : régulation, habitat, production et information.

- **Zones humides en région Grand-Est**

  Les principaux types de milieux humides continentaux que l'on retrouve dans la région Grand Est sont les suivants :

  - ✓ les zones humides alluviales en fond de vallée des fleuves et rivières y compris le petit chevelu hydrographique des têtes de bassin versant ;
  - ✓ les prairies humides ;
  - ✓ les fourrés et forêts humides présentes aussi bien sur les versants des plus hauts sommets qu'au sein des nombreuses vallées alluviales ;
  - ✓ les tourbières ;
  - ✓ les mares, dépressions topographiques alimentées par les précipitations, le ruissellement ou des résurgences de nappes phréatiques ;
  - ✓ les bordures d'étangs.

  Certaines zones humides de la région Grand Est sont particulièrement remarquables par leur singularité : les marais tufeux haut-marnais, la zone Ramsar des étangs de la Champagne humide, les mares et prés salés continentaux et le Ried Alsacien.

- **Analyse bibliographique sur les zones humides**

  L'analyse de l'évolution du paysage dans le temps ne fait pas apparaitre de grand changement d'occupation du sol, en dehors de la création de la ligne ferroviaire. Une grande partie des zones humides pérennes sont présentes en fond de vallons. Des zones humides temporaires peuvent être observées sur les affluents des trois principaux cours d'eau. Des zones humides ponctuelles peuvent être liées également à des zones d'étangs ou de plan d'eau. Le réseau hydrographique s'avère sensible en particulier autour centre de stockage Cigéo, à la fois du fait de la faible capacité des cours d'eau locaux, mais aussi par un fonctionnement dynamique particulier en lien avec le fonctionnement de la nappe phréatique.

  La majeure partie de l'aire d'étude immédiate est couverte par des sols de plateaux correspondant au sud du plateau du Barrois. Les sols de coteaux sont plus présents au sud et à l'est de l'aire d'étude. Enfin, les sols de fond de vallon et vallées couvrent de faibles surfaces associées aux cours d'eau comme l'Ornain, l'Orge ou l'Ormançon. Les sols de vallées, à proximité des cours d'eau et donc fréquemment inondés, sont eux difficilement cultivables et donc laissés sous prairies d'élevages. Les villes et villages étant souvent implantés à proximité des cours d'eau, ils occupent aussi généralement ces unités de sols localisées dans les vallées.

  Au niveau de l'aire d'étude immédiate du projet global Cigéo, la cartographie des Zones à Dominantes Humides (ZDH) fournie par la DREAL (Direction régionale de l'environnement et de l'aménagement du territoire) Grand Est permet d'identifier les zones humides potentielles au droit de l'aire d'étude immédiate du projet global Cigéo :

  - ✓ le cours d'eau de l'Ormançon est entouré de ZDH sur l'ensemble de son linéaire : il est ainsi présent au droit des aires d'étude de la zone puits, de la liaison intersites et très partiellement sur l'installation terminale embranchée ;
  - ✓ les cours d'eau de l'Orge et de la Bureau présentent des ZDH le long de son linéaire jusqu'à la frontière entre les départements de la Meuse et de la Haute-Marne. Une ZDH relie les cours d'eau de la Bureau et de l'Ormançon au niveau du nord de l'aire d'étude de la zone puits et du centre de l'aire d'étude de la liaison intersites. Les ZDH de l'Orge se prolongent au-delà de son linéaire connu, au droit de l'aire d'étude de l'installation terminale embranchée ;
  - ✓ L'aire d'étude de l'installation terminale embranchée abrite également des ZDH liées à l'Ognon et à ses affluents rive gauche (notamment le ruisseau de l'étang et le ruisseau du Naillemont), ainsi que l'Ornain sur environ 4 km ;
  - ✓ Enfin, l'Ornain et ses affluents présentent des ZDH tout le long de son linéaire au droit de l'aire d'étude de la ligne ferroviaire 027000.

  Une zone humide d'une surface de 4 ha a été identifiée au niveau du cours d'eau de l'Orge suite à une visite de terrain pour la cartographie des cours d'eau par la DDT52 Direction départementale des territoires de la Haute-Marne) et l'AFB52 (Agence française pour la biodiversité/Haute-Marne). Cette zone humide est incluse dans l'aire d'étude immédiate associée à la zone descenderie.

- **Caractérisation des zones humides du projet global Cigéo**

  5,4 ha de zones humides avérées ont pu être relevés sur la zone d'intervention potentielle du projet de centre de stockage Cigéo ce qui représente moins de 1 % de la surface totale (cf. Figure 3-21).

  Ces zones humides sont essentiellement localisées le long des cours d'eau (Orge, Ormançon, Bureau, ruisseau de l'Étang, Ornain) en lien avec leurs nappes d'accompagnement. Aucune zone humide avérée n'a été identifiée sur la zone puits. Les enjeux se concentrent en bordure de la zone descenderie au niveau de la vallée de l'Orge où la présence d'une zone humide de 30 ha a été délimitée entre les villages de Saudron et de Gillaumé, au niveau de la Bureau et en contrebas de la plateforme de l'installation terminale embranchée. Les enjeux sont globalement faibles à l'échelle de la zone d'intervention potentielle du projet de centre de stockage Cigéo mais localement fort au niveau des vallées des cours d'eau et en périphérie de la plateforme ferroviaire de l'installation terminale embranchée.

  Au niveau de l'aire d'étude immédiate de la ligne ferroviaire 027000, l'enjeu peut être considéré comme fort. En effet, plusieurs zones humides sont identifiées, en lien avec la présence de l'Ornain. L'habitat principal identifié, caractéristique des zones humides, correspond au « Cours d'eau avec ripisylve d'Aulnes et de Frênes » d'une surface de 140 ha. Ainsi, plus de 196 ha de zones humides ont été relevés sur l'aire d'étude immédiate.

  Une partie de la ligne 400 kV au niveau de l'étang de la Horre se situe dans le vaste complexe des Étangs de la Champagne humide, classé comme site Ramsar. Plusieurs des secteurs sont également identifiés en tant que Zones Humides Remarquables. Ces zones humides abritent une biodiversité exceptionnelle et présentent un état écologique préservé. Elles font notamment l'objet de dispositions particulières dans le SDAGE Rhin-Meuse.

  Pour l'opération de déviation de la route départementale D60/960, compte tenu de l'avancement des études, seuls les enjeux associés aux zones humides ont été évalués pour la présente version de l'étude d'impact sur les zones à dominante humides fournies par la DREAL Grand Est. Des relevés basés sur les deux critères réglementaires (végétation et pédologique) sont en cours sur l'ensemble du fuseau des variantes de la déviation de la route départementale D60/960 localisée autour de la zone d'intervention potentielle de la zone descenderie.

  L'opération d'adduction d'eau n'est définie à ce stade que par ses fonctionnalités. Les versions ultérieures de la présente étude d'impact viendront préciser les enjeux « zone humide » pour cette opération dès que les tracés des canalisations seront connus et stabilisés.

Enjeu fort localement

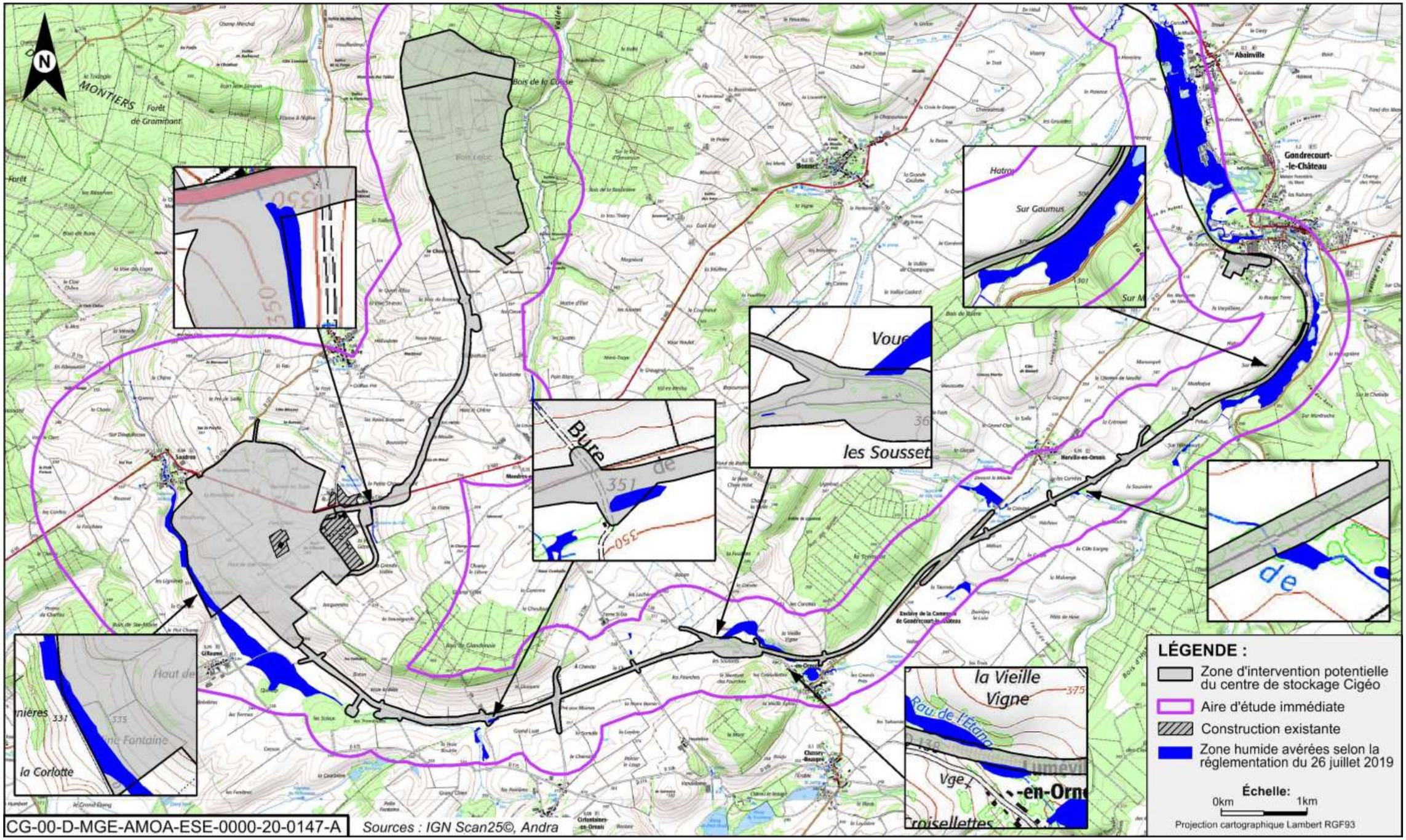

Figure 3-21 Localisation des zones humides avérées sur la zone d'intervention potentielle du centre de stockage Cigéo

3.6.1.4 Continuités écologiques

» DÉFINITIONS

Continuités écologiques

Une continuité écologique est un élément du maillage des milieux nécessaires au fonctionnement des habitats et des espèces qu'ils contiennent : sites de reproduction, d'alimentation, d'hivernage et de repos, espaces de circulation… La notion de continuité écologique est associée à celle de "connectivité du paysage" qui correspond au degré avec lequel ce paysage permet les mouvements des espèces.

Les continuités écologiques ont deux principales composantes : les réservoirs de biodiversité et les corridors écologiques.

Réservoirs de biodiversité

Les réservoirs de biodiversité sont des espaces dans lesquels la biodiversité est la plus riche, où les espèces peuvent accomplir tout ou partie de leur cycle de vie. Ils abritent des noyaux de population d'espèces sauvages ou sont susceptibles d'en accueillir de nouvelles. Ils comprennent tout ou partie des espaces protégés et les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité.

Corridors écologiques

Les corridors écologiques sont des voies de déplacement préférentielles empruntées par la faune, qui relient les réservoirs de biodiversité. Les corridors écologiques, ne sont pas nécessairement constitués d'habitats « remarquables » et sont souvent des espaces de nature ordinaire.

- **Continuités écologiques à l'échelle nationale et régionale**

  La région Grand Est est traversée par des continuités écologiques d'importance nationale. L'aire d'étude éloignée se trouve en périphérie de deux continuités écologiques des milieux boisés. Cependant, à l'échelle de la région, le centre de stockage Cigéo est en dehors des zones concentrant le plus de réservoirs de biodiversité et de corridors.

- **Corridors et réservoirs de biodiversité identifiés dans le SRADDET**

  Trois corridors écologiques régionaux traversent la périphérie de l'aire d'étude immédiate :

  - ✓ le corridor écologique terrestre forestier passant au nord du bois Lejuc et qui chemine entre la forêt de Montiers-sur-Saulx à l'ouest de l'Orge et la forêt de Reffroy à l'est de l'Ornain. Il suit une portion de la vallée de l'Ornain et de la ligne ferroviaire 027000 entre les communes de Tréveray et de Saint-Joire ;
  - ✓ le corridor écologique herbacé thermophile qui longe la vallée de l'Ornain et la ligne ferroviaire 027000 ;
  - ✓ le corridor écologique terrestre forestier qui passe au sud-est de l'installation terminale embranchée.

  Certains tronçons de cours d'eau sont également identifiés comme réservoir-corridor : l'Ormançon, la Maldite, l'Ognon, ainsi que l'Ornain et ses autres affluents.

  Les corridors relient entre eux des réservoirs de biodiversités, l'ensemble constituant la trame verte et bleue régionale.

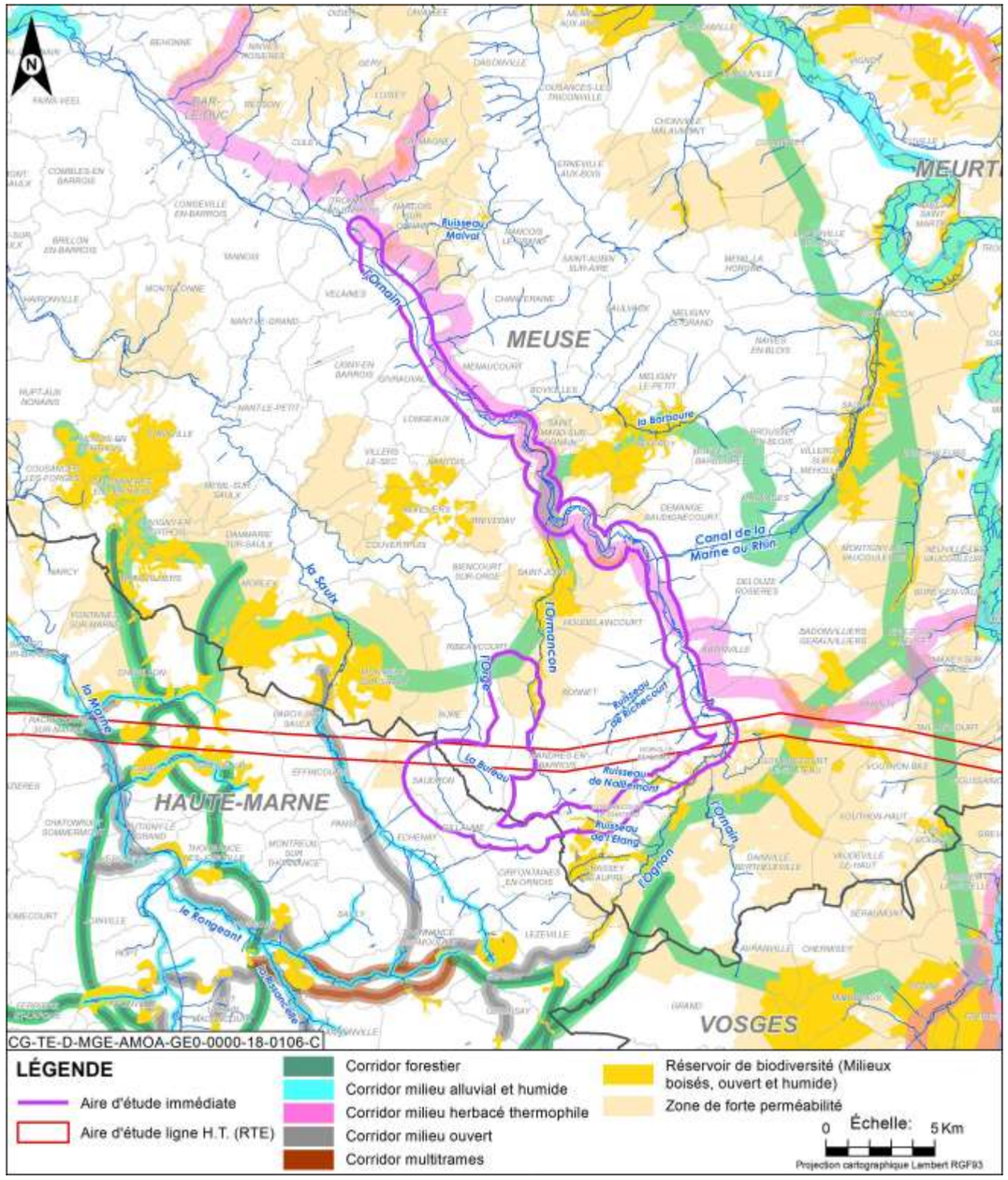

Figure 3-22 Carte des corridors écologiques au niveau de l'aire d'étude immédiate

- **Continuités écologiques (trame verte et bleue) à l'échelle du projet global Cigéo**

» DÉFINITION D'UNE SOUS-TRAME

Une sous-trame correspond à l'ensemble des espaces constitués par un même type de milieu (forêt, milieu humide ou pelouse calcicole, etc.) et au réseau que constituent ces espaces plus ou moins connectés. Ils sont composés de réservoirs de biodiversité, de corridors écologiques et d'autres espaces qui contribuent à former la sous-trame.

✓ Sous-trame des milieux boisés :
- les milieux boisés sont bien représentés et ont un intérêt d'autant plus important s'ils sont associés à d'autres types d'habitats non boisés, particulièrement riches (lisières arbustives, prairies et pelouses, etc.) ;
- les principaux points de rupture des continuités liés au projet global sont localisés au niveau de l'installation terminale embranchée et de la ligne ferroviaire 027000.

✓ Sous-trame des milieux ouverts
- les milieux ouverts sont représentés par une mosaïque d'habitats prairiaux et agricoles ;
- les principaux points de rupture des continuités liés au projet global sont localisés au niveau de l'installation terminale embranchée et de la ligne ferroviaire 027000.

✓ Sous-trame des milieux aquatiques et humides
- la sous-trame est caractérisée par le corridor humide et aquatique lié à l'Ornain, qui traverse l'aire d'étude immédiate en longeant la ligne ferroviaire 027000 du nord au sud. Le long de ce linéaire, plusieurs points de rupture de continuités existent, notamment sur sa partie centrale. Ce corridor est d'autant plus important que les impacts de la ligne 027000 se cumulent avec ceux de la route départementale D966, longeant également le tracé de l'Ornain ;
- au niveau du cœur du centre de stockage Cigéo, le corridor le plus sensible est celui lié à l'Ormançon, à l'est de la zone puits. Il constitue un corridor important localement, car alimentant le réservoir de biodiversité lié au Bois de la Caisse ;
- enfin, au niveau de l'installation terminale embranchée, l'aire d'étude immédiate est traversée par les corridors liés au ruisseau de l'Étang (partie ouest de la future installation terminale embranchée) et au ruisseau du Naillemont (partie est).

- **Continuités à l'échelle du centre de stockage Cigéo**

Certains secteurs possèdent un intérêt fort en termes de corridors de déplacement. Cependant, la zone géographique dans laquelle s'insère le centre de stockage est constituée de grands ensembles forestiers, séparés les uns des autres par de grandes zones de cultures intensives : les connexions entre les différents massifs forestiers sont souvent fragiles et parfois interrompues, voire inexistantes.

Une autre connexion existe le long de la vallée de la Bureau et permet de relier le massif forestier de Montiers-sur-Saulx au Bois de Glandenoie, en passant au milieu de grandes zones de cultures. Ce corridor encore fonctionnel reste fragile.

L'installation terminale embranchée joue un rôle important en tant que corridor local pour de nombreuses espèces. Il ne bénéficie cependant pas d'un enjeu « fort » en raison des connexions multiples existantes entre la voie ferrée et les vallées de l'Ornain, de l'Ognon, du ruisseau de Naillemont, du ruisseau des Tourailles.

Des corridors locaux ont également été identifiés pour les chauves-souris : les lisières du bois Lejuc, les éléments paysagers attenants (haies en contexte agricole), les vallées de l'Ormançon et de l'Orge.

- **Continuités à l'échelle des opérations des autres maîtres d'ouvrage**

L'emprise du poste de transformation 400/90 kV est de l'ordre de 6 ha et sa position exacte, ainsi que des raccordements souterrains, seront déterminés après participation du public à l'élaboration du projet. Les six variantes retenues pour la localisation du poste et la zone potentielle d'intervention pour l'implantation des liaisons électriques ne sont pas situées sur un corridor écologique du SRADDET. Une connexion existe le long de la vallée de la Bureau et permet de relier le massif forestier de Montiers-sur-Saulx au bois de Glandenoie, en passant au milieu de grandes zones de cultures (le Chat forestier a été observé utilisant ce corridor). Ce corridor est encore fonctionnel mais fragile.

L'opération d'adduction d'eau n'est définie à ce stade que par ses fonctionnalités, aussi seules les données bibliographiques disponibles sur l'aire d'étude éloignée du milieu naturel ont été étudiées pour caractériser l'environnement. Les tracés des canalisations sont susceptibles de croiser des corridors écologiques identifiés dans le SRADDET principalement du côté de l'alimentation ouest

Des enjeux sur les continuités écologiques ont été identifiés au niveau de la ligne ferroviaire 027000. Plusieurs points de franchissement préférentiels de la voie ferrée ont été mis en évidence. Les éléments linéaires ou ponctuels du paysage de l'aire d'étude immédiate constituent des supports de déplacement et de dispersion à l'échelle locale. La voie ferrée actuellement non circulée peut également servir de corridor de déplacement pour de nombreuses espèces et permet de contourner les zones urbaines (villages) et les routes présentes à proximité.

Les variantes de tracé de la déviation de la route départementale D60/960 se situent dans l'aire d'étude immédiate, autour de la zone descenderie. Aucun corridor écologique du SRADDET n'est situé dans le fuseau des variantes de la déviation de le route départementale D60/60. Des corridors locaux ont été d'ores et déjà identifiés pour les chauves-souris, notamment les lisières du bois Lejuc et les éléments paysagers attenants (haies en contexte agricoles), la vallée de l'Ormançon, ainsi que la vallée de l'Orge.

Enjeu modéré

3.6.1.5 Synthèse des enjeux biodiversité à l'échelle du projet global Cigéo

- **Les enjeux locaux par groupe d'espèces**

Les principaux enjeux identifiés concernent les chiroptères. Ils sont présents sur l'ensemble des zones, mais en particulier au niveau des boisements de la zone puits qui constituent des territoires de chasse et de gîte pour les espèces arboricoles. Quelques gîtes anthropiques sont également présents, en particulier au niveau de l'installation terminale embranchée, dans un ancien poste de garde-barrière.

D'autres mammifères sont également présents mais la plupart sont des espèces chassées comme le Chevreuil, le Sanglier ou le Lièvre. Quelques espèces protégées emblématiques comme le Chat forestier ou le Muscardin (petit rongeur) sont régulièrement observées dans les zones boisées ou à proximité de l'installation terminales embranchée.

L'aire d'étude immédiate comporte également une grande diversité d'oiseaux, associés aux milieux boisés sur la zone puits ou plutôt aux milieux ouverts sur les autres zones. Certaines espèces emblématiques de la région ont été observées comme l'Œdicnème criard à proximité de la zone descenderie ou la Cigogne noire en halte migratoire. Les enjeux concernent principalement les espèces en période de reproduction, mais également quelques espèces en hivernage ou en migration.

Pour les autres groupes, les enjeux sont moindres ou plus localisés, comme au niveau des cours d'eau ou des zones humides qui sont favorables à certaines espèces protégées d'insectes ou d'amphibiens. On notera également la présence d'une espèce floristique protégée en Lorraine, la Mélique ciliée, qui a été observée dans l'aire d'étude immédiate associée à l'installation terminale embranchée. Une espèce floristique à enjeu très fort, la Petite spéculaire, a été relevée dans l'aire d'étude immédiate associée la zone descenderie, mais l'unique observation de cette espèce associée aux cultures (espèce messicole) est assez ancienne (2013).

Figure 3-23 Mélique ciliée sur l'installation terminale embranchée (Floragis)

- **Les enjeux locaux par zone**

  Les principaux enjeux sur les différentes zones sont les suivants :

  - ✓ l'aire d'étude immédiate associée à l'installation terminale embranchée présente les enjeux écologiques les plus forts du fait de sa forte diversité d'habitats et de sa fonction de corridor de déplacement local. Les enjeux sont les plus forts pour le groupe des chiroptères, notamment Grand murin (cf. Figure 3-24), Petit rhinolophe du fait de la présence de gîtes au sein d'anciens bâtiments (ancien poste de garde barrière à Cirfontaines) et le groupe des oiseaux (Huppe fasciée, Cigogne noire en migration). Ils sont également forts pour deux espèces d'amphibiens (Alyte accoucheur et Pélodyte ponctué) et quelques invertébrés, ainsi que pour une espèce végétale protégée (Mélique ciliée) ;

Figure 3-24 Photographie du Grand murin (source Biotope)

  - ✓ l'aire d'étude immédiate de la zone puits présente également des enjeux écologiques qui peuvent être qualifiés de forts du fait des boisements jouant le rôle d'habitat et de corridor. Les enjeux sont forts pour le groupe des chiroptères ;
  - ✓ les aires d'étude de la zone descenderie, du raccordement électrique, de la déviation et de la liaison intersites, situées dans les mêmes types de milieux, présentent des enjeux écologiques moyens, notamment liés à la mosaïque de milieux ouverts et aux milieux humides proches des cours d'eau. Ces enjeux sont moyens pour les groupes des insectes, des chiroptères, des oiseaux et des espèces végétales. Sur les zones de grandes cultures, les enjeux sont faibles, sauf pour certaines espèces d'oiseaux comme les Busards ou l'Œdicnème criard qui nichent au sol ;
  - ✓ l'aire d'étude immédiate associée à la ligne ferroviaire 027000 présente des enjeux écologiques globalement moyens, mais localement forts pour les chiroptères et pour sa fonction de corridor de déplacement local ;
  - ✓ le long de la ligne 400 kV les enjeux les plus forts sont à proximité de l'étang de la Horre, dans la forêt de Gondrecourt-le-Château et dans la vallée de la Meuse.

- **Habitats d'espèces**

  Pour le projet global Cigéo, les niveaux d'intérêts associés aux habitats d'espèces tous groupes identifiés sont présentés sur la figure 3-25 (hors ligne 400 kV).

- **État radiologique**

  La radioactivité mesurée sur l'aire d'étude éloignée est principalement d'origine naturelle et représentative d'une zone à l'écart des activités nucléaires actuelles. Quelques éléments radioactifs d'origine artificielle issus de sources connues telles que les retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires ou encore d'accidents nucléaires comme Tchernobyl ont été enregistrés en adéquation avec les niveaux nationaux mesurés.

Le tableau 3-2 présente une synthèse des principaux enjeux identifiés sur les différentes zones et opérations du projet global Cigéo. Sont présentés, pour chaque habitat ou groupe, les enjeux associés aux espèces présentes, ainsi que les niveaux d'intérêt des habitats d'espèces pour chaque groupe.

La figure 3-25 permet de visualiser les principaux enjeux biodiversité sur l'ensemble de l'aire d'étude immédiate du projet global Cigéo (hors ligne HT) : corridors de déplacement, intérêt des habitats d'espèces, zonages environnementaux, localisation de la flore patrimoniale. Les enjeux les plus forts se situent principalement au niveau des boisements et des cours d'eau.

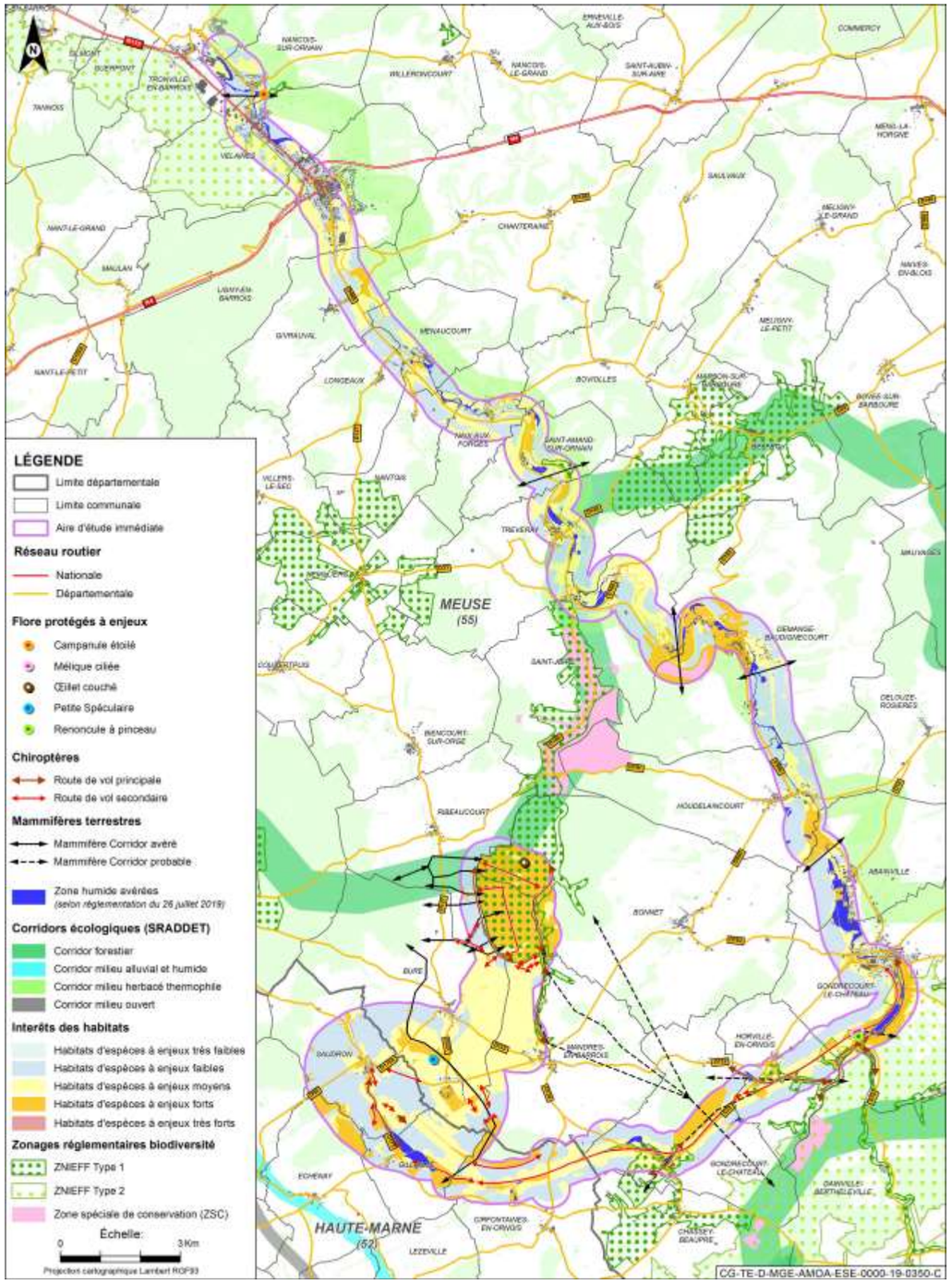

Figure 3-25 Carte de synthèse des enjeux biodiversité - projet global Cigéo

Tableau 3-2 Synthèse des principaux enjeux identifiés sur les différentes zones et opérations du projet global Cigéo

Groupes	Espèces/habitats d'espèces	Zone descenderie et liaison intersites	Zone puits	Zone de l'Installation Terminale Embranchée (ITE)	Zone de l'alimentation électrique	Ligne 400 kV	Ligne ferroviaire 027000	Synthèse projet global
Habitats naturels	-	Faible Localement fort pour les saussaies, aulnaie-frênaies	Moyen	Moyen Localement fort pour les Aulnaie-frênaies et la pelouse calcaire	Faible Localement moyen (prairie de fauche, lisière du bois de Lejuc)	-	Moyen Localement fort au niveau des habitats rivulaires, des lisières et des pelouses calcaires	MOYEN (localement fort)
Flore	Espèces	Moyen Très fort pour la Petite spéculaire	Moyen Fort pour l'Œillet couché	Moyen Fort pour la Mélique ciliée et le Renoncule à pinceau	Moyen	-	Moyen Fort pour la Campanule étoilé	MOYEN (localement fort)
Insectes	Espèces	Faible Moyen pour le Cuivré des marais	Faible mais localement moyen sur le secteur de présence d'*Hylis simonae*	Moyen Fort pour le Cuivré des marais, l'Agrion de Mercure, le Flambé et le Mélitée des digitales	Faible Localement Moyen pour le Cuivré des marais	-	Fort pour le Cuivré des marais, l'Agrion de Mercure et le Mélitée des digitales	MOYEN (fort pour le Cuivré des marais, l'Agrion de Mercure, le Flambé et le Mélitée des digitales)
	Habitats d'espèces	Faible Localement fort pour la Bureau et l'Orge	Moyen Localement fort au niveau des lisières	Faible Localement fort au niveau des milieux humides (à l'est) et milieux thermophiles	Faible Localement fort au niveau de la Bureau	-	Très faible Localement fort au niveau des fossés, des prairies humides et des mégaphorbiaies	MOYEN (localement fort)
Amphibiens	Espèces	Faible Moyen pour le Triton ponctué et l'Alyte accoucheur	Moyen	Moyen pour le Pélodyte ponctué Fort pour l'Alyte accoucheur	Faible	Fort pour le crapaud Sonneur à ventre jaune	Fort pour l'Alyte accoucheur	MOYEN (fort pour l'Alyte accoucheur et le Sonneur à ventre jaune)
	Habitats d'espèces	Fort ponctuellement dans la vallée de l'Orge Moyen au niveau des milieux périphériques de la Bureau (cours d'eau et zone de fruticées)	Fort au niveau des milieux humides et de la vallée de l'Ormançon, favorables à la reproduction	Moyen Localement fort au niveau des zones humides	Faible Localement moyen au niveau de la Bureau	Localement fort au niveau de l'étang de la Horre (pylônes 105 et 108) et au niveau de la forêt de Marnesse (pylônes 105,108 et 142)	Faible Localement fort au niveau des fossés et la vallée de l'Ornain	MOYEN (localement fort)
Reptiles	Espèces	Faible Moyen pour la Couleuvre verte et jaune et le Lézard des souches	Moyen Fort pour la Coronelle lisse	Moyen Fort pour la Vipère aspic et la Coronelle lisse	Faible Moyen pour la Couleuvre verte et jaune et le Lézard des souches	-	Moyen Fort pour la Vipère aspic et la Coronelle lisse	MOYEN (fort pour la Vipère aspic, la Coronelle lisse)
	Habitats d'espèces	Faible Localement moyen pour la Bureau et les haies	Moyen concernant le boisement Localement fort au niveau des lisières	Faible Localement fort le long du tracé de l'ITE (délaissées ferroviaires) et quelques zones thermophiles	Faible Localement moyen au niveau de la Bureau et du bois de Lejuc	-	Faible Localement fort au niveau des voies ferrées, des coteaux secs, des lisières ensoleillées et les prairies humides et étangs	FAIBLE (localement fort)
Oiseaux	Espèces	Moyen Fort pour l'Œdicnème criard, le Moineau friquet le Busard cendré et le Busard Saint-Martin	Moyen	Moyen Fort pour le Moineau friquet, le Pipit Farlouse et la Huppe fasciée	Moyen Fort pour l'Œdicnème criard et le Moineau friquet	Moyen pour le Faucon pèlerin (pylône 140) et le Faucon crécerelle (pylônes 98, 129, 138, 139, 140, 230)	Moyen Fort pour le Moineau friquet, la Huppe fasciée et le Pipit farlouse	MOYEN (fort pour l'Œdicnème criard, le Moineau friquet, le Pipit farlouse, le Busard Saint-Martin et le Busard cendré)

Groupes	Espèces/habitats d'espèces	Zone descenderie et liaison intersites	Zone puits	Zone de l'Installation Terminale Embranchée (ITE)	Zone de l'alimentation électrique	Ligne 400 kV	Ligne ferroviaire 027000	Synthèse projet global
	Habitats d'espèces	Moyen sur les secteurs de présence de l'Œdicnème et des busards Fort (éléments structurants du paysage et bordures de l'Orge)	Fort	Localement fort au niveau des boisements et bocage	Moyen à Fort		Localement fort	Fort
Mammifères terrestres	Espèces	Moyen : Chat forestier	Moyen : Chat forestier, Muscardin et Putois	Moyen	Moyen	-	Moyen Fort pour le Chat forestier et le Putois d'Europe	Moyen (localement fort pour le Chat forestier et le Putois d'Europe)
	Habitats d'espèces	Fort au niveau de l'Orge et de la Bureau : présence du Chat forestier + corridor de déplacement privilégié	Moyen (taillis) : Muscardin Fort (certaines zones de hêtraie à mélique)	Faible (culture majoritaire) Moyen au niveau des éléments structurant du paysage (boisements, haie, pâtures) et ponctuellement fort	Faible (cultures dominantes) Localement fort au niveau du bois de Lejuc et de la Bureau	-	Moyen Localement fort au niveau des corridors	Moyen (localement fort au niveau des boisements, bocages)
Chiroptères	Espèces	Moyen	Fort	Fort	Moyen	-	Moyen Fort pour le Grand murin	FORT
	Habitats d'espèces	Faible (culture) Moyen au niveau des vallées de l'Orge et de la Bureau Fort localement au niveau des gîtes	Fort	Fort	Faible (cultures dominantes) Localement fort au niveau du bois et de la Bureau	-	Moyen Localement fort au niveau de la voie ferrée, alignement d'arbres, boisements, prairies bocagères et ruisseaux.	FORT
Faune piscicole	Espèces	Faible	Faible	Faible	Très faible	-	Moyen	Faible
	Habitats d'espèces		Faible	Faible		-		
Mollusques et crustacés aquatiques	Espèces	Très faible	Très faible	Faible	Très faible	-	Moyen	Faible
	Habitats d'espèces							
Mammifères semi-aquatiques	Espèces	Faible Moyen pour le Crossope aquatique	Faible	Faible	Faible	-	Faible	Faible Moyen pour le Crossope aquatique
	Habitats d'espèces	Faible Localement moyen au niveau de l'Orge				-	Localement fort pour le Crossope aquatique dans l'Ornain	FAIBLE Localement fort au niveau des cours d'eau

3.6.2 Incidences et mesures associées

3.6.2.1 Incidences potentielles sur le milieu naturel et mesures d'évitement et de réduction

La construction puis le fonctionnement du projet global Cigéo induisent des incidences potentielles notables sur les différentes composantes du milieu naturel présentes au niveau des emprises et à proximité (habitats naturels, flore, faune, zones humides, continuités écologiques).

Afin de supprimer les incidences dommageables sur le milieu naturel, des mesures d'évitement ont été définies dès la conception, comme l'évitement de zones naturelles sensibles (vallées des cours d'eau, sites Natura 2000, zones humides avérées…). Les incidences qui n'ont pu être évitées donnent lieu à la mise en place de mesures de réduction comme par exemple l'adaptation des plannings d'intervention en fonction de la biologie des espèces, la limitation du travail de nuit, la mise en place de barrière anti-intrusion pour la faune.

3.6.2.2 Incidences résiduelles sur les espaces naturels protégés ou remarquables

Compte tenu de l'éloignement, de la nature des travaux, ainsi que des mesures d'évitement et de réduction mises en œuvre, les incidences du projet global Cigéo ne sont pas significatives sur les sites Natura 2000 situés dans l'aire d'étude éloignée, que ce soit lors de la construction ou en phase de fonctionnement (cf. chapitre 3.6.3 du présent document). Pour les autres zones naturelles protégées ou remarquables, quelques ZNIEFF sont inscrites dans l'aire d'étude immédiate du projet global.

Une partie de la ZNIEFF type I Forêt de la Fosse Lemaire est située dans la zone d'intervention potentielle de la zone puits. À terminaison, le projet impactera près de la moitié de la surface de la ZNIEFF. Dans le cas du bois Lejuc, les inventaires réalisés par l'Andra ont contribué à mieux connaître la biodiversité du site et à justifier le classement en ZNIEFF. Comparativement aux autres forêts du secteur, ce boisement ne présente pas une richesse écologique particulière. Après mise en œuvre de mesures d'évitement et de réduction qui permettent de préserver une partie des habitats, les incidences résiduelles de la zone puits sur la ZNIEFF « Forêt de la Fosse Lemaire » restent notables et des mesures compensatoires seront mises en œuvre pour compenser la perte d'habitat des espèces ayant justifié la désignation du site.

Par la mise en œuvre de mesure de d'évitement et de réduction, l'ensemble des opérations envisagées dans le cadre de la sécurisation de la ligne 400 kV ne sont pas de nature à impacter les habitats ni les espèces d'intérêt des zones Natura 2000 traversées. Pour rappel, le risque de collision de l'avifaune avec les câbles de la ligne électrique 400 kV ne sera pas augmenté en phase de fonctionnement car il ne s'agit pas d'une création de ligne mais de sa sécurisation sans ajout de câble supplémentaire. À ce stade d'avancement des études, les incidences résiduelles sont faibles et aucune mesure compensatoire n'est à prévoir.

Incidence modérée sur les espaces naturels remarquables

3.6.2.3 Incidences résiduelles sur les zones humides

Compte tenu de l'éloignement et des mesures d'évitement et de réduction mises en œuvre, comme la réutilisation des anciennes plateformes ferroviaire, le centre de stockage Cigéo n'a pas d'incidence résiduelle notable sur les zones humides, que ce soit lors de la construction ou en phase de fonctionnement. Pour les opérations des autres maitres d'ouvrage, dont la conception favorisera systématiquement l'évitement, l'analyse des incidences fera l'objet d'une évaluation détaillée lors des prochaines mises à jour de l'étude d'impact.

La présente étude d'impact fera l'objet d'actualisations au fur et à mesure de l'évolution des connaissances de l'ensemble des opérations du projet global, de l'intégration des conclusions des participations du public en cours ou à venir et de l'approfondissement itératif de la conception du projet global. Des études et des modélisations viendront compléter l'analyse des incidences du projet global sur les fonctionnalités des zones humides. L'avancement et les conclusions de ces démarches seront détaillées et intégrées dans les mises à jour à venir de l'étude d'impact.

Conformément à la réglementation, si ces démarches complémentaires mettaient en évidence des perturbations, même faibles, et ce malgré les mesures d'évitement et de réduction, l'Andra s'engage à mettre en œuvre des mesures de compensation.

Les mesures de compensation ont pour objectif d'atteindre l'équivalence fonctionnelle en appliquant un ratio de deux et en s'appuyant sur le « Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions de zones humides » de l'ancienne ONEMA (mai 2016).

Ainsi avec un ratio d'équivalence fonctionnelle de 2 pour 1, le gain fonctionnel obtenu dans le cadre du programme de compensation sera au moins deux fois supérieur à la perte fonctionnelle engendrée par le projet.

Incidence faible du centre de stockage Cigéo sur les zones humides

3.6.2.4 Incidences résiduelles sur les continuités écologiques

Le projet global Cigéo se situe en dehors des principaux corridors régionaux. Cependant, un corridor forestier régional passant au nord de la zone puits est identifié dans le SRADDET de la région Grand Est. Le déploiement progressif de la zone puits du sud vers le nord, ainsi que la mesure d'évitement (Mesure ME0), qui assure la préservation d'une bande boisée de 100 m de large à l'ouest et de 200 m de large à l'est et au nord de la zone puits, participent au maintien d'une continuité écologique entre les deux massifs. Pour réduire l'incidence, un réseau de haies et de bandes enherbées sera créé dès les premières phases de défrichement entre la forêt de Grammont et le nord du bois Lejuc (mesure MR15) afin de réduire l'incidence résiduelle à un niveau non notable sur les continuités écologiques. Au niveau local, des mesures de réduction comme la création de passages à faune permettent de ne pas avoir d'incidence résiduelle notable sur les continuités écologiques observées lors des études naturalistes de terrain. Le couloir de servitude sous la ligne électrique 400 kV dont l'entretien peut se traduire par des coupes est maintenu comme dans la situation actuelle sans générer d'incidences supplémentaires. En phase d'exploitation, la ligne n'a pas d'incidences sur les composantes de la Trame Verte et Bleue. La remise en état des terrains, en zone humide, permet de ne pas engendrer de différence entre les situations avant et après travaux, au niveau du site d'intervention et potentiellement sur les zones humides situées à proximité immédiate du support considéré.

Incidence résiduelle faible du projet global sur les continuités écologiques

3.6.2.5 Incidences résiduelles par groupe d'espèces et par installation ou opération

- **Incidences résiduelles par groupe d'espèces**

  Les incidences résiduelles les plus fortes concernent les chiroptères et les oiseaux, du fait de la destruction de surfaces importantes d'habitats favorables à leur reproduction ou à leur alimentation (habitats d'espèces), en particulier des boisements, haies et bosquets. Dans une moindre mesure, sont également concernés les mammifères terrestres (Chat forestier, Muscardin, Putois) et plus localement les reptiles, les amphibiens et les insectes.

  Les risques de destruction des individus sont faibles, compte tenu des mesures d'évitement et de réduction mises en œuvre : évitement des périodes de reproduction des oiseaux et chiroptères pour les défrichements ou phasage de l'aménagement des verses. Ils restent possibles pour les espèces peu mobiles comme les reptiles ou certains petits mammifères.

  Pour la flore, les impacts résiduels sont forts ponctuellement pour la Mélique ciliée (espèce protégée) dont les stations présentes sur les emprises de l'ITE ne peuvent être évitées lors des travaux.

On notera, l'absence de destruction d'habitats ou d'espèces à très fort enjeux et que les milieux et les espèces impactés sont communes pour la région.

- **Incidences résiduelles par installation ou opération**

Les incidences sur le milieu naturel sont les plus importantes **en phase des aménagements préalables**, du fait des opérations de défrichement et des aménagements réalisés sur l'ensemble des zones.

Sur la zone descenderie, les incidences résiduelles concernent principalement les oiseaux, du fait de la présence de boisements et haies de petites surfaces mais fonctionnels pour la reproduction.

Sur la liaison intersites, les impacts résiduels sont faibles sur la partie centrale non associée à la zone puits ou la zone descenderie.

Concernant le risque de destruction d'espèces protégées, les impacts résiduels les plus importants **concernent la zone puits et l'ITE**. Ils portent sur les chiroptères, les oiseaux, les mammifères et les reptiles. L'impact résiduel sur la flore est considéré comme fort localement sur l'ITE car la Mélique ciliée (espèce protégée) ne pourra être évitée compte tenu de sa localisation. Le dérangement des espèces, sous-entendu la remise en cause d'une étape de leur cycle biologique, est jugé comme non notable au regard des habitats de report présents à proximité immédiate et des mesures de réduction mises en œuvre, comme l'adaptation de l'éclairage nocturne ou la limitation des travaux de nuit.

Compte tenu du niveau de définition de **l'opération de construction du poste de transformation électrique et des liaisons souterraines** reliant les installations du centre de stockage au poste, les incidences résiduelles ne peuvent pas être évaluées très finement à ce stade. Les incidences résiduelles seront précisées une fois le projet retenu, à l'issue des études de conception et de la participation du public à l'élaboration du projet.

En ce qui concerne **l'opération de sécurisation de la ligne 400 kV**, la mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction, comme l'adaptation des périodes de travaux et des emprises, permet de limiter les incidences résiduelles sur le milieu naturel. En phase de fonctionnement, le risque de collision de l'avifaune avec les câbles de la ligne électrique 400 kV ne sera pas augmenté car il ne s'agit pas d'une création de ligne mais de sa sécurisation sans ajout de câble supplémentaire. À ce stade d'avancement des études, les incidences résiduelles sont faibles et aucune mesure compensatoire n'est à prévoir.

Les études de conception et de dimensionnement de **l'opération de réhabilitation de ligne ferroviaire 027000** sont en cours à la date de rédaction de la présente étude d'impact. Les incidences résiduelles sur le milieu naturel ne peuvent pas être évaluées finement à ce stade. Les emprises nécessaires aux travaux seront principalement localisées sur la plateforme existante de la ligne par l'emploi de trains spécialisés pour ce type d'opération. À noter que les surfaces remaniées pour la réhabilitation de cette ligne pourront être élargies au niveau des rétablissements routiers à aménager et pour lesquels les études de conception sont en cours.

Cela étant, **les opérations de raccordement au réseau d'adduction d'eau** se résument à la réhabilitation et à l'installation de canalisations enterrées. Compte tenu également du caractère très temporaire de la phase chantier, les incidences résiduelles sur le milieu naturel pour cette opération peuvent être considérées comme faibles voire très faibles en phase de fonctionnement. Des mesures d'évitement géographiques et techniques seront mis en œuvre dès la phase de conception pour réduire autant que possible les incidences de l'opération. Les incidences seront notamment réduites par le choix des tracés des canalisations qui favoriseront les bordures de route existantes afin d'éviter les zones naturelles à enjeu.

Globalement, les relevés des habitats naturels sur le fuseau d'étude de variante de **la déviation de la route départementale D60/960** ont révélé la prédominance de zone de grandes cultures sans intérêt écologique majeur. Les principaux enjeux sont localisés dans les vallées de deux cours d'eau intermittents. Le choix du tracé définitif se fera sur la base d'une analyse multicritère et après participation du public. Après application des mesures d'évitement et de réduction, les incidences résiduelles notables feront l'objet de mesures compensatoires avec pour objectif d'atteindre une incidence nulle voire de gain de biodiversité.

La réalisation des forages de caractérisation et de suivi n'aura pas d'incidence résiduelle notable sur le milieu naturel de par la durée très limitée de la phase travaux et l'absence d'activité impactante en phase de fonctionnement.

Après application des mesures d'évitement et de réduction, les principales incidences résiduelles notables sur le milieu naturel portent sur la destruction des habitats d'espèces faunistiques d'intérêt pour une surface totale de l'ordre de 420 ha. Cette altération des milieux est nécessaire principalement pour l'implantation des installations du centre de stockage Cigéo.

Incidence modérée à forte sur la faune, la flore et les habitats d'espèces

3.6.2.6 Incidences résiduelles des émissions radioactives sur l'environnement non humain

La méthode adoptée par l'Andra pour évaluer le risque radiologique sur l'environnement non humain, associé aux émissions radioactives du projet global Cigéo, est basée sur l'utilisation de l'approche ERICA et de l'outil associé, développés et utilisés au niveau européen. Quelle que soit la localisation, les débits de dose absorbés par les 15 organismes représentatifs de l'environnement non humain, liés aux rejets radioactifs du projet global Cigéo, sont très largement inférieurs à la valeur seuil sans effet attendu de 10 µGy/h (microgray par heure).

Incidences très faibles des émissions radioactives du projet global Cigéo sur l'environnement non humain

3.6.2.7 Dette écologique du projet de centre de stockage

Les incidences résiduelles d'un niveau qualifiées de modéré à fort feront l'objet de compensation écologique.

La dette écologique est évaluée selon le principe de la méthode miroir (cf. Figure 3-26). Elle est calculée sur la base des surfaces des habitats d'espèces impactées, auxquelles est attribué un coefficient multiplicateur en fonction de leur intérêt écologique global. Ceci donne une dette écologique, exprimée en unité de compensation (UC).

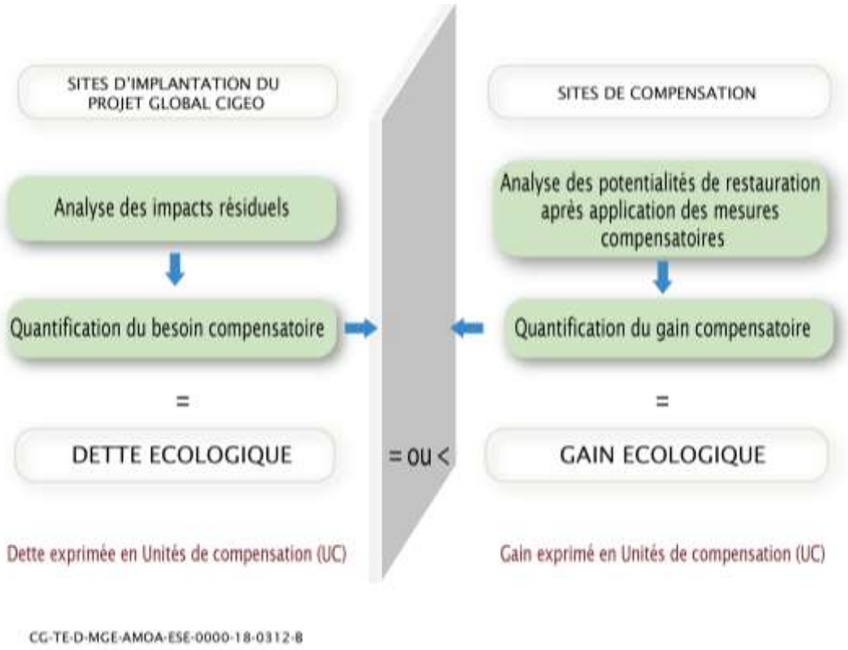

Figure 3-26 Schéma de la méthode miroir

Pour le projet global Cigéo, les surfaces nécessitant une compensation écologique représentent une dette d'environ 640 UC en milieux boisés, de prairie et de cultures. L'Andra a retenu la prise en compte de compensation écologique sur les milieux cultivés inclus dans un rayon de 200 m autour des structures arborées (haies, arbres seuls etc.), qui sont des zones propices à l'alimentation des oiseaux, afin de tenir compte de l'ensemble de l'écosystème local.

À cette dette surfacique, s'ajoutent des impacts ponctuels liés à la destruction de petites mares forestières ou des placettes de flore protégée.

3.6.2.8 Compensation écologique

Conformément à la réglementation, les mesures compensatoires sont adaptées pour viser l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité, voire de gain. Elles seront fixées dans les arrêtés d'autorisation environnementales à venir du projet et doivent se traduire par une obligation de résultat.

Afin de garantir la pérennité du programme de compensation écologique, l'Andra s'est engagé dans une démarche d'acquisition de la totalité de ses sites de compensation écologique. Conformément à la méthode présentée dans le volume VII de la présente étude d'impact, l'évaluation des potentialités compensatoires de chaque site a été estimée grâce à des prédiagnostics écologiques. Des études complémentaires sont en cours de finalisation à l'issue de cette première étape de sélection.

L'Andra s'engage à réétudier au bout de 50 ans le devenir des sites de compensation avec les services de l'État en charge du suivi des mesures compensatoires : maintien des mesures, transfert ou non de propriété, nature et durée des mesures de gestion conservatoire.

Le besoin compensatoire des surfaces impactées a été évalué selon le principe de la méthode miroir (cf. Figure 3-26) : le gain écologique (exprimé en Unités de Compensation) apporté par les mesures compensatoires appliquées sur les sites retenus doivent à minima être égal à la dette calculée également en Unité de Compensation (UC), selon les impacts résiduels du projet.

L'Andra a retenu des sites pour une surface totale estimée à 900 ha uniquement dédié à la compensation écologique et répondant aux différents critères d'éligibilité (proximité et/ou potentiel de restauration et/ou équivalence fonctionnelle etc.). Les mesures compensatoires seront déployées progressivement, selon le phasage des travaux et les milieux impactés associés.

Une espèce de plante protégée en Lorraine, la Mélique ciliée, est présente et sera impactée par les travaux de l'ITE. Les études sont en cours pour une préservation partielle d'une partie de la population à l'extrémité du talus de l'ITE mais également une reconstitution du milieu et un réensemencent à proximité de la zone impactée par les travaux sur un terrain dont elle est propriétaire.

Des mares permanentes seront mises en place en lisière de forêt en contrôlant la végétation ligneuse pour les maintenir au soleil et limiter les dépôts de feuilles mortes. L'Andra s'engage à créer et à entretenir le double du nombre de mares impactées par le projet global Cigéo. Ces mares permettront éventuellement le déplacement d'individus qui pourraient être retrouvées sur les sites d'implantation.

Absence de perte nette de biodiversité après mise en œuvre de la compensation

Incidence très faible sur le milieu naturel.

3.6.2.9 Compatibilité du projet global avec les documents de planification

Compte tenu des mesures d'évitement et de réduction mises en œuvre, le projet global Cigéo est compatible avec les différents documents de planification qui lui sont opposables : les plans d'actions pour les espèces menacées (en particulier les chiroptères et le Milan royal), le SRADDET de la région Grand Est et le SDAGE Seine Normandie.

Certaines dispositions des documents d'urbanismes (SCoT du Pays Barrois, PLUi de la Haute-Saulx, PLU de Gondrecourt) nécessitent d'être adaptées pour permettre la réalisation du centre de stockage Cigéo. Il s'agit d'inclure explicitement le centre de stockage Cigéo parmi les exceptions à l'application de certaines orientations. Les adaptations nécessaires pour ces mises en compatibilité sont soumises aux exigences relatives à l'évaluation environnementale des documents d'urbanisme, qui donne lieu à l'élaboration d'un rapport environnemental spécifique prévu par les articles L. 104-1 et suivants du code de l'urbanisme, en l'espèce distinct de l'évaluation environnementale du projet global Cigéo qui se matérialise par la présente étude d'impact. Pour les opérations ne relevant pas de la maîtrise d'ouvrage de l'Andra, il appartiendra à chaque maître d'ouvrage de procéder, si nécessaire, à la mise en compatibilité des documents d'urbanisme concernés.

3.6.3 Incidences Natura 2000

» DÉFINITIONS

Le réseau Natura 2000 est un ensemble de sites naturels européens identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces animales ou végétales et de leurs habitats. Ce réseau est défini réglementairement à partir de la directive européenne « Oiseaux » 2009/147/CE du 30 novembre 2009 (21) et de la directive européenne « Habitats Faune-Flore » 92/43/CEE du 21 mai 1992 (22). Les espèces et habitats naturels qui nécessitent, sur la base de ces deux directives, la désignation de sites Natura 2000 sont dites **d'intérêt communautaire**. Certains habitats ou certaines espèces dits **« prioritaires »** sont identifiés comme en danger de disparition compte tenu de leur état de conservation très préoccupant. L'effort de conservation et de protection de la part des États membres doit être particulièrement intense en faveur de ces habitats et espèces.

Le réseau comprend trois types de sites :

- les **ZPS (Zones de protection spéciales)** qui visent à conserver les espèces d'oiseaux sauvages figurant à l'annexe I de la directive « Oiseaux » (21), ou les zones qui servent d'aire de reproduction, de mue, d'hivernage ou de zones relais à des oiseaux migrateurs ;
- les **ZSC (Zones spéciales de conservation)** qui visent à conserver les types d'habitats et les espèces animales et végétales figurant aux annexes I et II de la directive « Habitats ». Au sens de la directive « Habitats », un habitat naturel constitue un ensemble indissociable réunissant :
  - ✓ une faune avec des espèces ayant tout ou partie de leurs diverses activités vitales sur l'espace considéré ;
  - ✓ une végétation ;
  - ✓ un compartiment stationnel (conditions climatiques, liées au sol et hydrauliques).
- les **SIC (Sites d'importance communautaire)** qui sont des propositions de sites (pSIC) auprès de la Commission européenne, pouvant être désignés ZSC après évaluation communautaire.

Concernant la désignation des ZSC, chaque état membre fait part de ses propositions à la Commission européenne, sous la forme de pSIC (proposition de site d'importance communautaire). Après approbation par la Commission européenne, le pSIC est inscrit comme site d'importance communautaire (SIC) pour l'Union européenne et est intégré au réseau Natura 2000. Un arrêté ministériel national désigne ensuite le site comme ZSC. La désignation des ZPS relève quant à elle d'une décision nationale, se traduisant par un arrêté ministériel, sans nécessiter un dialogue préalable avec la Commission européenne.

L'évaluation détaillée du projet global sur les sites Natura 2000 recensés dans l'aire d'étude éloignée du milieu naturel est présentée dans le volume V de la présente étude d'impact.

En synthèse, parmi les 28 sites Natura 2000 compris totalement ou partiellement dans la zone d'influence du projet global Cigéo, 14 sont susceptibles d'être affectés par le projet global.

Tableau 3-3 Sites Natura 2000 susceptibles d'être affectés par le projet global Cigéo

Identifiant national	Désignation	Habitat	Plantes	Insectes	Amphibiens	Mammifères	Oiseaux	Poissons
ZSC FR4100180	Bois de Demange, Saint-Joire	X		X				X
ZSC FR2102001	Anciennes carrières souterraines de Chevillon et Fontaines sur Marne					X		
ZSC FR4100247	Carrières du Perthois : gîtes à chauves-souris					X		
ZSC FR2100247	Pelouses et fruticées de la région de Joinville					X		
ZPS FR4112008	Vallée de la Meuse						X	
ZSC FR4100182	Forêts de Gondrecourt-le-Château	X						
ZSC FR4100154	Pelouses, forêts et fort de Pagny-la-Blanche-Côte	X		X		X		
ZSC FR4100191	Milieux forestiers et prairies humides des vallées du Mouzon et de l'Anger	X		X		X		X
ZSC FR2100291	Vallée du Rognon, de Doulaincourt à la confluence avec la Marne					X		
ZPS FR2112011	Bassigny						X	
ZPS FR4112011	Bassigny, partie Lorraine						X	
ZPS FR211009	Étang de la Horre						X	
ZSC FR2100332	Étang de la Horre	X		X	X	X		X
ZPS FR2112001	Herbages et cultures des vallées de la Voire, de l'Héronne et de la Laines						X	

Les analyses permettent de conclure à l'absence d'incidence significative du projet global Cigéo sur les habitats et les espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation des sites Natura 2000, quelle que soit les phases du projet (aménagements préalables, construction initiale et exploitation)

L'absence d'incidence significative se justifie par le fait que :

- RTE s'engage à ne pas faire de travaux de remplacement de fondation et / ou de renforcement de structure de pylône dans la ZPS et la ZSC de l'Étang de la Horre qui intègre la Réserve Naturelle Nationale éponyme. Par la mise en œuvre de mesures d'évitement et de réduction, l'ensemble des opérations envisagées dans le cadre de la sécurisation de la ligne 400 kV ne sont pas de nature à impacter les habitats ni les espèces d'intérêt des zones Natura 2000 traversées ;
- les effets associés aux rejets (atmosphériques ou liquides) du centre de stockage sont faibles et n'ont pas d'incidence significative sur les sites Natura 2000, en particulier le plus proche, le bois de Demange Saint-Joire, situé à 2 km au nord des installations, sous les vents dominants et en aval hydraulique par rapport à la zone puits ;
- les aménagements, notamment sur la zone puits et la zone descenderie, vont détruire des habitats de chasse et de repos, en particulier pour les chiroptères comme la Barbastelle d'Europe, le Murin à oreilles échancrées et le Murin de Bechstein dont une partie du cycle biologique peut s'effectuer en forêt notamment avec des besoins en gîtes arboricoles d'estivage. Cependant, les surfaces concernées ne représentent qu'une très faible part des surfaces de milieux ouverts ou forestiers disponibles autour des sites Natura 2000 voisins et en particulier les sites d'hibernation qui sont par ailleurs éloignés de plus de 10 km à 15 km des zones d'implantation du centre de stockage Cigéo. La probabilité d'impacter des individus issus des populations de ces sites Natura 2000 est de ce fait extrêmement réduite ;
- les autres opérations du projet global Cigéo ont des effets moindres que le centre de stockage et sont suffisamment éloignées des sites Natura 2000 pour ne pas engendrer une incidence significative sur les habitats et les espèces d'intérêt communautaire qui y sont présents (chauves-souris et oiseaux notamment).

De manière générale, l'analyse des impacts fait apparaître des **incidences non significatives** du projet global Cigéo sur les habitats et les espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation des sites Natura 2000, du fait de l'éloignement et grâce à la mise en œuvre de mesures d'évitement et de réduction adaptées.

Le projet global Cigéo est compatible avec les enjeux écologiques locaux. Il ne portera pas atteinte à l'intégrité des sites Natura 2000 et est donc compatible avec les objectifs de gestion des ZSC et ZPS concernées.

3.7 Emploi, activités économiques, population et habitat

» DONNÉES SOURCES

Pour l'état actuel : les analyses ont été réalisées à partir de données de l'institut national de la statistique et des études économiques.

Pour l'évaluation des incidences : les données d'emploi mobilisées sont issues du document technique sur les données d'entrée pour les acteurs du territoire en vue de préparer l'arrivée du projet Cigéo.

3.7.1 État actuel

- **Emploi et activités économiques**

Dans l'aire d'étude rapprochée (50 km autour du projet de centre de stockage Cigéo), le secteur de l'administration publique est le plus gros pourvoyeur d'emploi puisqu'il représente presque 40 % des emplois salariés. Vient ensuite le secteur du commerce/transports/services avec 30 % environ des postes salariés. L'industrie y représente historiquement un secteur essentiel à la dynamique socio-économique avec une forte représentation de l'industrie métallurgique. C'est aussi un très fort pourvoyeur d'emplois représentant 23 % des postes salariés (contre 14 % des postes au niveau national). L'aire d'étude est caractérisée par une forte surreprésentation des industries métallurgiques. Le secteur de la construction représente environ 6 % des postes salariés Enfin, l'agriculture représente 13 % des établissements actifs dans les 50 km autour du projet de centre de stockage Cigéo ce qui démontre le caractère extrêmement agricole du territoire concerné par le projet. Toutefois, il reste peu pourvoyeur d'emplois puisqu'il représente seulement 2 % des emplois salariés.

Toujours dans l'aire d'étude rapprochée, le taux de chômage est légèrement supérieur à celui observé aux niveaux régional et national. Si en France le nombre d'emplois s'est accru avant de se stabiliser à partir de 2010, l'aire d'étude rapprochée s'inscrit dans une tendance baissière, plus marquée à proximité du centre de stockage Cigéo (dans un rayon de 20 km). Cette faible attractivité économique va de pair avec un solde migratoire déficitaire (moins d'arrivées que de départs sur le territoire) et des commerces et services rendus à la population, peu nombreux. Ils se concentrent plutôt le long de la vallée de l'Ornain. À proximité du centre de stockage, seuls l'hôtel restaurant du Bindeuil et une boulangerie sont recensés à Bure. L'école d'Échenay, en dehors de l'aire d'étude immédiate, est l'établissement scolaire le plus proche du centre de stockage.

Le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) fixe l'objectif 27 suivant « développer l'économie locale ».

- **Population**

L'aire d'étude rapprochée est relativement peu peuplée. Ainsi par exemple, 92 % des communes de l'aire d'étude rapprochée dénombrent moins de 1 000 habitants alors que cette proportion n'est que de 62 % dans la région Grand Est et 44 % en France. Saint-Dizier est la commune la plus peuplée de l'aire d'étude rapprochée et compte 25 182 habitants en 2015. Plus proche du centre de stockage Cigéo (dans un rayon de 20 km), la commune la plus peuplée est Ligny-en-Barrois avec moins de 5 000 habitants. L'aire d'étude immédiate est une zone rurale qui regroupe principalement des petits villages de quelques centaines d'habitants et trois villes de plus de 1 000 habitants dont Ligny-en-Barrois. À l'échelle de l'aire d'étude spécifique de la ligne électrique 400 kV Houdreville-Méry la grande majorité des communes (45 sur 55) dénombrent moins de 500 habitants. La commune la plus peuplée est Wassy (2 891 habitants en 2016).

En comparaison avec la moyenne nationale, la structure de la population dans l'aire d'étude rapprochée montre un net déficit des tranches d'âges les plus jeunes, alors que la classe des plus de 65 ans est la plus représentée.

L'évolution démographique des cinquante dernières années est à la baisse sur l'aire d'étude rapprochée. Cette baisse marquée s'explique par un déficit migratoire (départs non compensés par des arrivées) et une diminution du solde naturel (différence entre le nombre de naissances et le nombre de décès). Dans un rayon plus proche du centre de stockage Cigéo (20 km), ce solde naturel est devenu négatif dès les années 2000, et toutes les communes. Cette situation est qualifiée de « préoccupante » dans le SCoT du Pays Barrois.

Le constat est similaire à l'échelle de la ligne électrique 400 kV Houdreville-Méry : la population totale des 55 communes territorialement concernées par l'aire d'étude a diminué de 1,7 % entre 2011 et 201, pour une perte de 334 habitants.

Les constats sur l'état actuel de la population reflètent l'hétérogénéité importante du territoire et la nécessité de nouveaux projets structurants et cohérents pour redynamiser la région et ses territoires.

- **Habitat**

L'aire d'étude rapprochée possède des logements globalement plus anciens que la moyenne de la région Grand Est. Le nombre de logements vacants assez important (supérieur à la moyenne nationale) illustre les soldes migratoire et naturels déficitaires. En période de vacances, la population ne tend pas non plus à augmenter avec des résidences secondaires. Néanmoins, en dépit du recul démographique, un phénomène d'extension résidentielle est observé, au détriment des zones agricoles et naturelles, notamment pour les communes situées en première voire deuxième couronne des pôles urbains (Bar-le-Duc, Ancerville, Revigny, Ligny-en-Barrois).

Les petites villes et villages de l'aire d'étude immédiate sont structurées de manière identique avec un habitat ancien organisé autour de l'axe routier principal. En périphérie, et souvent invisible depuis l'axe routier principal, se trouvent les zones pavillonnaires, plus récentes. Quelques fermes isolées sont recensées dans l'aire d'étude. La demande en logement étant en stagnation voire en faible régression, on trouve très peu de logements collectifs récents.

Figure 3-27 Ligny-en-Barrois traversée par la D966 en son centre

Près du centre de stockage, l'établissement recevant du public le plus proche est l'école d'Échenay, en dehors de l'aire d'étude immédiate.

Le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) fixe l'objectif suivant pour l'habitat « adapter l'habitat aux nouveaux modes de vie ».

L'habitat existant sur la bande d'étude de la ligne électrique 400 kV Houdreville-Méry correspond en grande partie à des fermes isolées, ainsi qu'à quelques constructions plus récentes type lotissements.

Enjeux

Le projet global Cigéo s'installe dans un territoire rural à faible densité de population, avec un solde migratoire déficitaire, une part importante de la population âgée de plus de 65 ans, et un nombre élevé de logements vacants.

Enjeu fort pour le territoire

3.7.2 Incidences et mesures associées

- **Incidences du projet global Cigéo sur l'emploi et les activités économiques (hors agriculture et sylviculture)**

  Les phases d'aménagements préalables et de construction initiale, puis la phase de fonctionnement du projet global Cigéo mobilisent des effectifs et créent des emplois (salariés de l'Andra et des autres maîtres d'ouvrage, salariés des maîtrises d'œuvre et des sous-traitants) et des emplois induits générés par les dépenses personnelles des salariés (consommation, investissement en logement, etc.).

  Quelle que soit la phase considérée, les effectifs prévisionnels pour le centre de stockage Cigéo sont bien plus importants que ceux mobilisés par les opérations des autres maîtres d'ouvrages.

  Les effectifs mobilisés augmentent en phase d'aménagements préalables pour s'étoffer à plus de 2 000 emplois en maximum annuel lors de la construction initiale. Durant ces phases, les emplois dédiés par l'Andra et les autres maîtres d'ouvrage au projet global sont respectivement d'une quarantaine en aménagements préalables (dont une partie a déjà fait l'objet d'un recrutement en avance à l'Andra) et de près de 300 en construction initiale.

  En phase de fonctionnement, les activités d'exploitation et de suivi des travaux souterrains mobiliseraient de 370 emplois par an avec un pic de 400 personnes par an à l'Andra, avant de décroître dans les dernières années de fonctionnement. Les emplois mobilisés parmi les fournisseurs et sous-traitants, prestataires se stabiliseraient aux alentours de 600 personnes au début de la phase de fonctionnement (soit 400 emplois liés à l'exploitation et 200 en lien avec les travaux souterrains). À plus long terme, ils baisseraient pour atteindre 200 personnes.

  Le projet global Cigéo a donc une incidence positive pérenne sur l'emploi dès la phase d'aménagements préalables. Afin de favoriser l'accès aux demandeurs d'emploi locaux et de permettre l'accès aux marchés de travaux de l'Andra par des petites et moyennes entreprises, des clauses sociales d'insertion seront insérées dans les marchés de travaux et l'allotissement sera adapté.

  Le projet global Cigéo a également une incidence positive indirecte sur la formation et sur l'implantation d'entreprises travaillant dans divers secteurs d'activité. Il contribue donc à la redynamisation économique du territoire.

  Une grande partie des impôts et taxes générés par le projet global Cigéo est reversée aux collectivités et contribue au financement de leur développement.

  Le projet global n'a pas d'effet d'emprise sur des zones d'activité économique ou des commerces existants.

  Il pourrait avoir un effet indirect positif dès la phase d'aménagements préalables sur le développement de services et d'équipements pour répondre aux besoins des populations, dans un contexte actuel de faible accès à certains équipements, notamment de santé. Le développement des équipements et services contribuera à augmenter l'attractivité du territoire.

  Ces effets positifs sont renforcés par le Projet de développement du territoire (PDT), élaboré, sous l'égide du préfet de la Meuse, en concertation et de manière collaborative avec l'ensemble des acteurs du territoire concernés (pouvoirs publics, collectivités et l'Andra notamment) et signé lors du Comité de haut niveau du 4 octobre 2019. L'objet de ce PDT consiste en effet à profiter de l'opportunité de la création du projet global Cigéo pour mettre en place une stratégie progressive et ambitieuse de développement économique et environnemental au bénéfice des deux départements de la Meuse et de la Haute-Marne.

- **Incidences du projet global Cigéo sur la population**

  Grâce aux emplois mobilisés et créés, le projet global Cigéo a une incidence indirecte positive sur la démographie du territoire dès la phase d'aménagements préalables par l'arrivée de nouvelles populations (effet sur le solde migratoire) et le rééquilibrage de la pyramide des âges, à la fois pour les phases de d'aménagements préalables et de construction initiale (présence temporaire de ces populations) et pour la phase de fonctionnement.

- **Incidences du projet global Cigéo sur l'habitat**

  Les personnes qui travaillent à la construction (aménagements préalables et construction initiale), puis au fonctionnement du centre de stockage Cigéo peuvent bénéficier des logements vacants dans la zone et des nouveaux logements dont la construction est prévue dans les documents d'urbanisme des collectivités. Le projet global Cigéo a donc un effet indirect positif sur la baisse du taux de vacance des logements.

  Le centre de stockage Cigéo n'a pas d'effet d'emprise sur de l'habitat, des services ou des équipements existants. Le risque vis-à-vis des habitations pour la remise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 est actuellement étudié dans le cadre des études de conception, avec une priorité donnée à l'évitement.

Le centre de stockage Cigéo représente une opportunité de redynamisation économique et démographique du territoire. Ses effets positifs sont accentués par le projet de développement du territoire. Le projet global Cigéo n'est pas concerné par les objectifs du SRADDET Grand-Est et du SCoT du Pays-Barrois concernant la population et l'emploi, mais pourra y contribuer indirectement par la participation de l'Andra au Projet de Développement du Territoire.

Incidence positive sur l'emploi, les activités économiques et la population

3.8 Activités agricoles et sylvicoles

SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

Les données agricoles et sylvicoles pour l'établissement de l'état actuel sont issues principalement de documents de synthèse établis par la Direction Régionale Interdépartementale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt du Grand Est et de base de données publiques (INSEE, IGN en particulier). Certaines de ces données ont été concaténées et retraitées par le SRISE (Service régional de l'information statistique et économique Grand Est).

Activités agricoles : l'évaluation des incidences sur les activités agricoles et l'approche de leur compensation s'appuie sur les échanges au sein d'un groupe de travail associant les directions départementales du territoire et les Chambres Départementales d'agriculture de Meuse et de Haute-Marne qui s'est réuni à plusieurs reprises de mai 2017 à décembre 2019. Les données d'entrée financières sont issues d'analyses comptables de groupes d'exploitations, produites par le centre de gestion agricole (CERFRANCE Adhéo). L'INAO (Institut national de l'origine et de la qualité) a également été sollicité pour l'évaluation des enjeux des productions agricoles sous signe d'indentification de qualité et d'origine. (AOC –AOP et IGP Fromagère en particulier).

Ces travaux ont été présentés à plusieurs reprises aux élus des chambres d'agriculture, aux exploitants agricoles de la zone concernée, à la DRAAF et à la mission Cigéo afin de valider chaque étape de cette évaluation mais également pour préparer les modalités de compensations associées.

Activités sylvicoles : pour évaluer les volumes de bois générés lors de la première phase de défrichement, des estimations de la hauteur des arbres ont été réalisées en 2015 à partir de mesures Lidar embarqué. Ce travail a permis d'en établir une cartographie croisant les hauteurs d'arbres avec les types de peuplements et d'estimer le volume de bois sur pieds exploitable par la filière sylvicole locale.

3.8.1 Activités agricoles

3.8.1.1 État actuel

Les départements de la Meuse de la Haute-Marne dans lesquels s'inscrit la majeure partie du projet global Cigéo sont fortement orientés vers l'agriculture. Ils correspondent à **l'aire éloignée**. Plus de la moitié de la surface de ces départements correspond à des terres agricoles, essentiellement des terres labourables utilisées par de grandes cultures. Ces départements sont concernés par plusieurs aires de production relevant de signe d'identification d'origine et de qualité (SIQO) : des appellations d'agriculture biologique et viticoles (IGP Haute-Marne Vin mousseux) mais surtout fromagères avec l'AOC Brie de Meaux et l'IGP Emmental Français. L'activité agricole est un enjeu pour ces départements et en particulier pour les quatre anciens cantons (Poissons en Haute-Marne, Gondrecourt-le-Château, Montiers-sur-Saulx et Ligny-en-Barrois en Meuse), plus particulièrement concernés par le projet global Cigéo.

Les portions de la ligne 400 kV à l'extérieur de cette aire éloignée se situent aussi principalement en milieu rural au niveau de terres agricoles dont certaines dans les aires de signes d'identification et d'origine (AOC Brie de Meaux, IGP Emmental Français, IGP Haute-Marne Vin mousseux et également AOC Munster et AOC/IG Mirabelle de Lorraine).

Plus de 60 % de l'**aire d'étude rapprochée** regroupant les communes de Gillaumé, Saudron, Cirfontaines-en-Ornois, Bure, Gondrecourt-le-Château, Horville-en-Ornois, Mandres-en-Barrois, sont occupés par des terres agricoles. Le potentiel de production est toutefois limité compte tenu de la nature des sols peu profonds et peu riches en matière organique. Les exploitations de tailles importantes sont fortement mécanisées et peu pourvoyeuses d'emplois. Les terres sont en grande majorité utilisées pour la culture de céréales (orge, blé…). L'élevage n'y est pas très important.

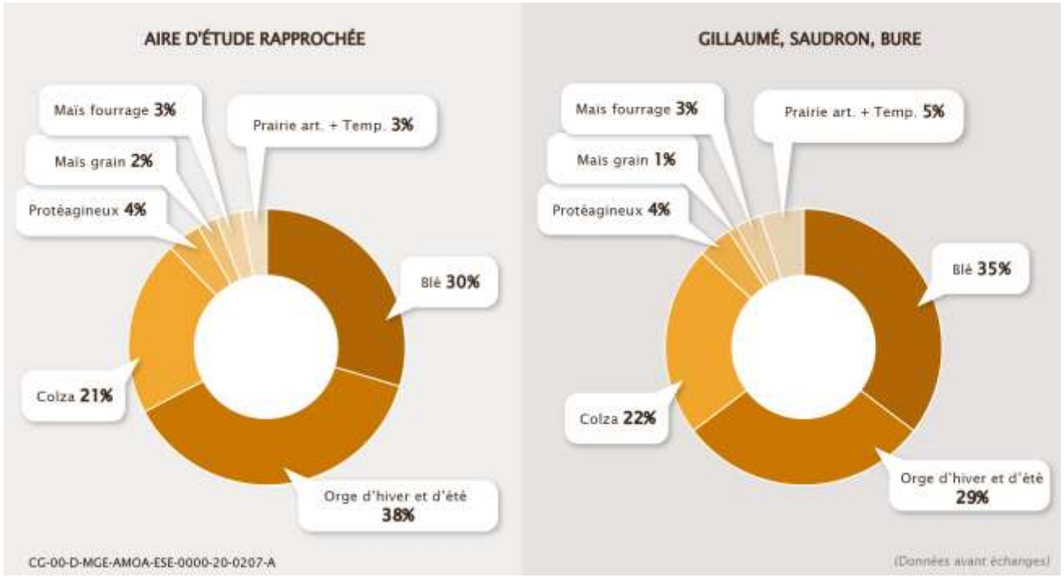

Figure 3-28 Répartition moyenne des différentes cultures sur les terres labourables dans l'aire rapprochée (Moyenne 2011-2015)

La production de 6 élevages laitiers est orientée vers la fabrication de Brie de Meaux contribuant à l'activité de plusieurs fromageries situées à proximité. Peu de productions sont actuellement en « agriculture biologique ». Aucune autre production ne relève d'un signe d'identification de qualité ou d'origine (SIQO), en particulier aucun vignoble de l'IGP Haute-Marne n'est présent dans l'aire rapprochée.

Les traces de polluants et de radioactivité sont mesurées dans les produits agricoles principalement d'origine naturelle et représentative d'une zone à l'écart des activités industrielles et nucléaires actuelles. Quelques éléments radioactifs d'origine artificielle issus de sources connues telles que les retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires ou encore d'accidents nucléaires comme Tchernobyl ont été enregistrés en adéquation avec les niveaux nationaux mesurés.

L'**aire d'étude immédiate** comprend 388 ha de terres agricoles, dont plus de 300, ont fait l'objet d'échanges anticipés avec la Safer et sont actuellement exploités en luzerne.

Une quarantaine d'exploitants intervient actuellement dans l'aire immédiate. La majeure partie des terres est utilisée pour des cultures principalement d'orge et de blé. De petits élevages bovins sont installés sur des prairies couvrant moins de 10 ha. Le lait de trois exploitations contribue à la fabrication de Brie de Meaux.

Enjeux

Les terres agricoles occupent la majeure partie des surfaces des aires d'étude agricoles du projet global Cigéo. En effet, l'activité agricole constitue une part importante de l'économie de ce territoire rural, concerné par différentes aires de signe d'identification de qualité et d'origine dont en particulier l'AOC Brie de Meaux.

Enjeu fort

3.8.1.2 Incidences et mesures associées

Le projet global s'intègre dans un environnement rural dominé par des espaces agricoles.

Les incidences du projet global Cigéo sur les activités agricoles sont potentiellement fortes compte tenu des surfaces agricoles consommées par le centre de stockage Cigéo. Le changement d'utilisation des surfaces agricoles (environ 580 ha en prenant en compte les surfaces dédiées aux mesures de compensation écologique), impacte non seulement les exploitations agricoles concernées, mais encore l'ensemble de la filière économique agricole.

Différentes mesures permettent d'éviter la consommation de terres agricoles, par exemple la répartition des installations du centre de stockage entre surface agricole présentant un potentiel de production limité et surface boisée ou la réutilisation infrastructures existantes.

Les zones d'intervention potentielle du projet global Cigéo affectent faiblement plusieurs aires de production sous SIQO (Signe Officiel d'Identification de la Qualité et de l'Origine). Mais le positionnement des installations évite le cœur de ces aires labélisées et la consommation de surface dans l'aire la plus touchée, celle de l'AOC Brie de Meaux, en représente moins de 0,03 %. Aucun vignoble existant n'est affecté.

Les échanges de terrains effectués sur plusieurs années ont permis d'éviter la perte de surface agricoles de chacune des exploitations concernées. La pérennité de ces exploitations est assurée à ce jour et les rétablissements des itinéraires agricoles ont été étudiés en concertation avec les usagers. La surface agricole de la zone d'intervention potentielle appartenant actuellement à des propriétaires privés est de l'ordre de 80 ha, utilisés par 43 exploitants, dont 25 ont déjà bénéficié d'échanges ces dernières années. Environ 50 ha sont situés dans la marge retenue pour tenir compte des incertitudes à ce stade d'avancement du projet sur la localisation définitive des installations. Il s'agit principalement de terres labourables localisées le long de la liaison intersites et de l'installation terminale embranchée sur les communes de Bure, Gondrecourt-le-Château, Horville-en-Ornois et Mandres-en-Barrois. La surface maximale à échanger est de 8,3 ha pour une des exploitations, correspondant à 12 % de sa surface agricole utile. Pour les autres exploitation (42), les emprises agricoles sont inférieures à 6 ha par exploitation et représentent moins de 5 % de leur surface agricole utile. La surface moyenne par exploitant est de 1,8 ha, ce qui est peu au regard de la taille des exploitations du secteur (supérieure à 100 ha). Tous les itinéraires agricoles nécessaires aux activités agricoles sont rétablis.

Par ailleurs, de nombreuses dispositions permettent de minimiser les rejets dans l'environnement (air, eau…) afin de ne pas impacter la qualité des productions (filtration des rejets dans l'air, traitement des eaux et gestion spécifique des effluents présentant des traces de radioactivité, utilisation de produits écoresponsables…). Des

analyses des produits seront régulièrement effectuées pour surveiller l'absence d'incidence du projet sur leur qualité et préserver l'image de l'agriculture locale.

Malgré les différentes mesures d'évitement et de réduction mises en œuvre, l'incidence résiduelle du projet global reste notable sur l'économie agricole principalement pour les filières amont (entreprises d'agro machinisme, d'agrofourniture...) et les filières aval (des organismes de collecte, coopératives...).

Les opérations des autres maîtres d'ouvrage, qui consomment moins de surfaces agricoles, en appliquant les mêmes principes de mesures, ont une incidence résiduelle bien inférieure à celle du centre de stockage.

Les effets résiduels du projet global sur l'économie agricole ont été évalués en étroite collaboration avec les opérateurs locaux, en particulier les chambres d'agriculture, les coopératives et l'expertise du centre de gestion Adhéo. Cette évaluation repose sur une estimation des pertes de valeur ajoutée pour les filières induites par le retrait de l'exploitation de surfaces agricoles, la réduction des surfaces de production dans les aires d'appellation, la modification des pratiques de cultures pour les mesures compensatoires environnementales.

L'incidence correspond à une perte évaluée entre 370 000 €/an et 440 000 €/an. Elle sera précisée en fonction des emprises réelles du projet.

Cette incidence économique fait l'objet d'une compensation agricole collective dont l'objectif est de consolider l'économie agricole locale.

La compensation économique collective agricole reposera sur le financement de projets générant une nouvelle valeur ajoutée. Ces projets visent en particulier à moderniser et développer les outils de production de l'industrie laitière et fromagère ; à favoriser la diversification des productions agricoles (production de protéines végétales et animales, culture de champignons...) et à développer des activités durables de production et de valorisation (production de biomasse-énergie, d'agro-matériaux).

Pour la mise en œuvre de la compensation collective agricole, l'Andra se substitue aux maîtres d'ouvrage des autres opérations du projet global Cigéo.

Cette compensation a vocation à aider au développement de projets novateurs sans effet négatif notable sur l'environnement. L'effectivité de la compensation sera liée à l'utilisation de l'intégralité du fonds et ne sera pas limitée à une échelle de temps.

Le montant total de la compensation pourrait varier de 1,8 à 4,4 millions d'euros, selon la surface agricole occupée par le projet global Cigéo et le temps de développement des projets qui seront retenus. Les préfets de Haute-Marne et de Meuse ont émis, en mars 2021, des avis favorables sur cette compensation et les modalités de sa mise en œuvre.

Incidence faible sur les activités agricoles après mise en place des mesures de compensation agricole collective

Par ailleurs, le projet global Cigéo prend en compte les orientations du schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET).

3.8.2 Activités sylvicoles

3.8.2.1 État actuel

La région Grand-Est se place parmi les premières régions françaises les plus boisées. Compte-tenu de l'importance des surfaces forestières en Meuse et en Haute-Marne, toute une activité économique s'est développée autour de la production forestière et de la valorisation du bois.

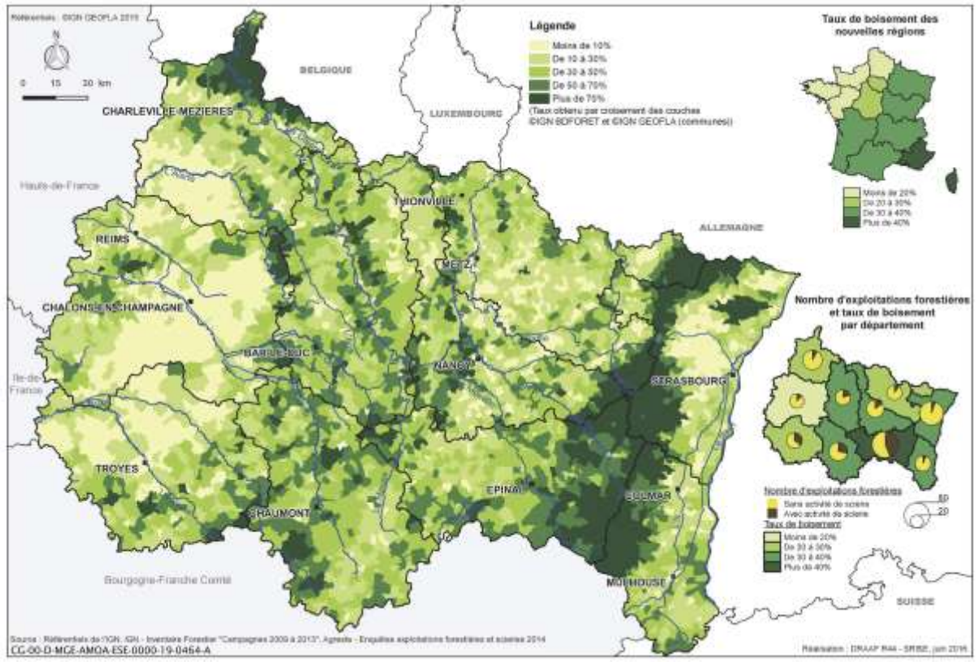

Figure 3-29 Taux de peuplement de la région Grand-Est

Les passages en forêt de la ligne 400 kV représentent moins de 20 km sur les 124 km à sécuriser.

Les forêts de l'**aire d'étude rapprochée**, le bois Lejuc à Mandres-en-Barrois et le bois Le Marquis à Bonnet, sont majoritairement composées de feuillus. Elles ont été partiellement dévastées par l'ouragan de 1999.

La surface boisée concernée par **l'aire d'étude immédiate** est de l'ordre de 250 ha. Les peuplements forestiers sont essentiellement des gauchis et des perchis ne présentant pas une valeur marchande particulière.

Enjeux

Les aires d'étude s'inscrivent dans une région fortement boisée, abritant de grandes forêts exploitées dont la production est en progression.

L'aire d'étude immédiate (zone d'intervention potentielle du centre de stockage) s'étend sur moins de 15 % de l'ensemble des forêts des deux communes principalement concernées : Mandres-en-Barrois et Bonnet. Les bois, de qualité moyenne, ne sont plus exploités depuis plusieurs années.

Enjeu modéré

3.8.2.2 Incidences et mesures associées

Compte tenu de la superficie boisée exploitable qui est à défricher pour permettre l'implantation sur la zone puits des installations de surface et le stockage des matériaux extraits (verses) lors du creusement des ouvrages souterrains, l'incidence potentielle du projet global Cigéo sur les activités sylvicoles est notable.

Pour les autres opérations, les surfaces boisées qui ne pourraient être évitées en fonction des options retenues sont très limitées. Leur consommation n'a pas d'incidence notable sur les activités sylvicoles.

Au total, ce sont près de 136 hectares de la forêt meusienne qui ne sont plus exploitables dès les défrichements nécessaires pour les investigations archéologiques avant le démarrage des aménagements du centre de stockage.

Bien que cette surface défrichée soit importante, les peuplements dégradés par la tempête de 1999, ne présentent pas une valeur marchande particulière. Ainsi, bien que le défrichement conduise à mettre sur le marché, sur une courte période, une quantité importante de bois, le marché local n'est pas déstabilisé.

Sur les espaces boisés dédiés à la compensation écologique, l'activité sylvicole est maintenue. Les modalités de gestion sylvicole et écologique, qui seront précisées dans les documents de gestion, sont toutefois adaptées afin de permettre la mise en œuvre des différentes mesures en faveur de la biodiversité. Une sensibilisation spécifique à la gestion durable et écologique des forêts sera apportée aux entreprises locales en charge des travaux forestiers réguliers nécessaires à la mise en œuvre des mesures de compensation environnementale.

Malgré la mise en œuvre de mesures d'évitement et de réduction (par exemple, le choix d'implantation, la planification par phase de l'occupation en zones boisées, les aménagements paysagers réalisés par les pépinières locales), le projet global Cigéo a une incidence résiduelle modérée notable sur les activités sylvicoles qui nécessite la mise en œuvre de mesures de compensation forestière.

À ce titre, la Direction départementale des territoires de Meuse a fixé un coefficient multiplicateur de compensation égal à deux, établi selon une grille de critères (rôle économique/valeur d'avenir, qualité des bois, rôle écologique, rôle social, taux de boisement communal).

L'Andra souhaite privilégier des travaux d'amélioration sylvicole consistant à reboiser des parcelles déjà destinées à une exploitation forestière mais dégradées et à favoriser le développement de la biodiversité. Une soixantaine de projets a été sélectionnée suite à un appel à candidature lancé par l'Andra fin 2017, à proximité de la zone d'intervention potentielle du centre de stockage Cigéo pour dynamiser les activités sylvicoles locales et favoriser la biodiversité. Ces projets représentent une disponibilité pour des reboisements de près de 560 ha dont une partie pourra être utilisée pour la compensation sylvicole. Après validation des surfaces à reboiser et des plans de reboisement par les directions départementales des territoires, une convention est établie entre l'Andra et le propriétaire forestier pour définir les modalités de reboisement et l'entretien de des plantations.

Cette convention mentionnera en particulier la responsabilité de l'Andra pour la conduite des plantations sur une période de cinq ans et l'obligation du propriétaire d'inscrire la parcelle dans un plan de gestion. Au cours des cinq premières années, l'Andra peut déléguer à un tiers, l'entretien de ces plantations dans les conditions qui seront définies avec le propriétaire en fonction de son souhait d'implication.

L'enveloppe financière pour la compensation forestière de la première phase de défrichement (reboisements et/ou abondement au fonds structurel forestier), est estimée, sur la base du retour d'expérience de l'Andra ces dernières années, à 2,3 millions d'euros. Le montant sera précisé par la direction départementale du territoire de la Meuse lors de l'instruction de la demande d'autorisation défrichement.

L'organisation, et en particulier la planification de ces chantiers de reboisement, veillera, compte tenu de l'ampleur des surfaces en jeu, à ne pas déstabiliser la filière sylvicole et les pépiniéristes.

Incidence faible sur les activités sylvicoles après compensation forestière

Par ailleurs, le projet global Cigéo prend en compte les orientations du schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET), du programme régional de la forêt et du bois de la région Grand Est 2018- 2027 ainsi que celles des schémas régionaux de gestion sylvicole de Lorraine et de Champagne-Ardenne.

3.9 Réseaux

3.9.1 État actuel

L'aire d'étude rapprochée dispose d'un maillage de réseaux divers : électricité, gaz, eaux usées, eaux pluviales, eau potable, téléphone, internet. Elle est traversée par plusieurs réseaux majeurs (électricité et gaz). La ligne électrique Très-Haute-Tension 400 kV Houdreville-Méry passe dans l'aire d'étude immédiate entre les zones puits et descenderie et au-dessus de l'installation terminale embranchée. La canalisation de transport de gaz DN200-1987 Aingeville - Trois-Fontaines-l'Abbaye passe au sud de Saudron, à l'ouest de la zone descenderie. Enfin, plusieurs réseaux électriques et canalisations de gaz se croisent et traversent le nord de l'aire d'étude immédiate dans le secteur de Ligny-en-Barrois et le sud-est de l'aire d'étude rapprochée.

Plusieurs lignes à haute tension sont par ailleurs répertoriées sur les communes traversées par la ligne 400 kV Houdreville-Méry.

Si certains réseaux présentent des lacunes (réseaux d'assainissement collectif peu développé, réseaux d'eau potable à faible rendement (fuites) et peu interconnectés, réseau de fibre optique

+en développement), plusieurs projets de développement et de mise à niveau des réseaux sont inscrits dans les documents de planification (Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires, Schéma décennal de développement du réseau, schéma directeur territorial d'aménagement numérique, plan losange) et en cours sur le territoire.

Les objectifs du SRADDET en lien avec les réseaux sont d'accélérer la révolution numérique sur le territoire et d'optimiser et adapter les réseaux de transport d'énergie.

Enjeux

L'aire d'étude rapprochée dispose d'un maillage de réseaux divers et des projets de développement et mise à niveau sont en cours pour certains. Plusieurs réseaux majeurs (canalisations de gaz et de lignes électriques dont la ligne haute-tension Houdreville-Méry) recoupent cette aire d'étude.

Enjeu modéré

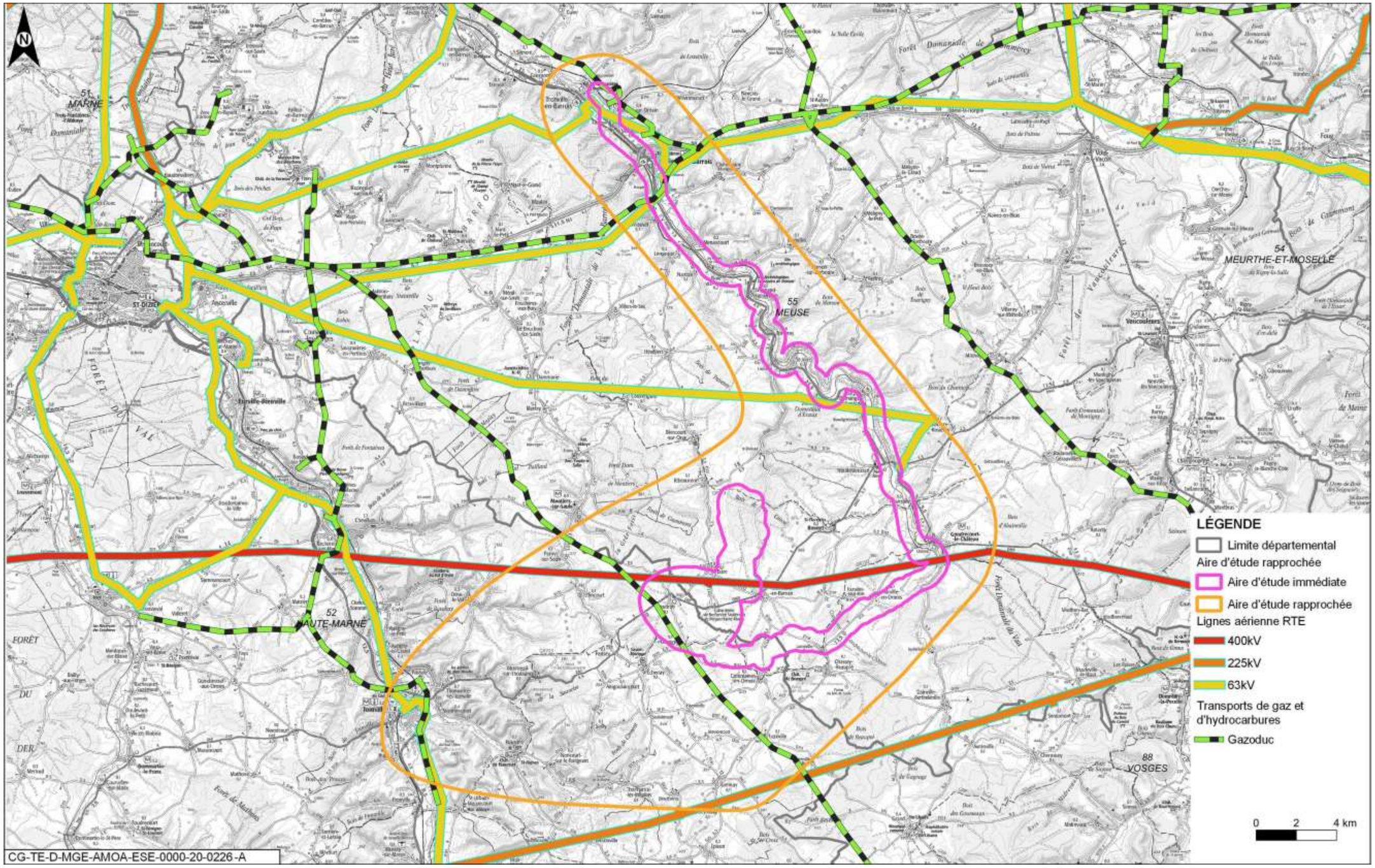

Figure 3-30 Localisation des réseaux dans l'aire d'étude rapprochée

3.9.2 Incidences et mesures associées

L'aire d'étude rapprochée dispose d'un maillage de réseaux divers, de gaz et d'électricité principalement.

Durant les phases de construction (aménagements préalables et construction initiale) des réseaux existants situés sur ou à proximité des emprises du projet global Cigéo pourront être dévoyés et les travaux de raccordement des installations du centre de stockage Cigéo aux réseaux existants pourront nécessiter des coupures temporaires des réseaux.

Néanmoins, les mesures d'évitement et de réduction, telles que l'information au préalable de coupures temporaires aux usagers et aux exploitants des réseaux existants, permettront de limiter les gênes occasionnées. L'incidence résiduelle est donc faible.

Par ailleurs, le projet global Cigéo entraine la création de nouveaux réseaux et le renforcement de certains réseaux existants parmi lesquels :

- la sécurisation de la ligne électrique 400 kV Houdreville-Méry, comprenant le remplacement du câble de garde actuel par un câble de garde avec fibre optique incorporée ;
- la création du poste de transformation électrique 400/90 kV ;
- la création des réseaux de liaisons électriques enterrées qui permettent le raccordement des zones puits et descenderie au poste de transformation électrique ;
- la création du réseau d'alimentation en eau potable des installations du centre de stockage Cigéo.

Les travaux de sécurisation de la ligne électrique 400 kV permettront d'éviter les coupures d'alimentation occasionnées par des événements climatiques exceptionnels et profiteront à tous les utilisateurs de la ligne. Cette sécurisation s'accompagne du remplacement du câble de garde actuel par un câble de garde avec fibre optique. Ce remplacement n'a pas d'incidence sur le réseau actuel.

Le poste de transformation électrique 400/90 kV, créé pour les besoins du projet, pourra à moyen et long terme, être utilisé par le territoire grâce à de nouveaux raccordement sur celui-ci. Cela représente une opportunité pour le territoire.

Les travaux d'alimentation en eau potable du centre de stockage Cigéo permettront de restructurer les réseaux et d'améliorer la distribution locale de façon à la sécuriser pour le territoire.

Les installations et activités électriques de RTE sont compatibles, car déjà intégrées, au schéma décennal de développement du réseau électrique et compatibles avec le SCoT du Pays Barrois et le SRADDET.

Incidence positive sur la sécurisation et l'optimisation de réseaux existants utiles au projet

Incidence faible sur les réseaux existants qui pourraient être interceptés

3.10 Déchets radioactifs

3.10.1 État actuel

La gestion des matières et des déchets radioactifs est encadrée par le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR). Le PNGMDR 2016-2018 en vigueur prescrit 29 recommandations à mettre en œuvre pour la gestion des déchets MA-VL et HA, incluant des recommandations relatives à la poursuite du projet de stockage géologique profond de ces déchets, Cigéo.

Ce PNGMDR a fait l'objet d'un décret le 23 février 2017 (23) et d'un arrêté d'application le 23 février 2017.

La préparation du prochain PNGMDR a fait l'objet d'un débat public en 2019 où ont notamment été débattus les cinq thèmes suivants : la valorisation des substances classées en « matières » et non en « déchets », les capacités d'entreposage des combustibles usés, le traitement des volumes importants de déchets de très faible activité, la gestion des déchets de faible activité à vie longue, la phase industrielle pilote et la réversibilité du projet de stockage géologique profond (projet Cigéo).

Le centre de stockage Cigéo est concerné par l'article 8 de la décision rendue le 21 février 2020 par la ministre chargée de l'énergie et du président de l'Autorité de sûreté nucléaire quant aux suites à donner au débat public sur le PNGMDR. Celui-ci devra, selon cet article, préciser les conditions de mise en œuvre de la réversibilité du stockage, définir les objectifs et les critères de réussite de la phase industrielle pilote, les modalités d'information du public entre deux mises à jour successives du plan directeur pour l'exploitation (PDE) et les modalités d'association du public aux étapes structurantes de développement du projet Cigéo, et organiser le soutien du public à la recherche sur des voies de traitement.

Concernant la situation nationale :

- trois centres gérés par l'Andra permettent de prendre en charge les déchets radioactifs TFA et FMA-VC. Ils sont localisés dans la Manche (le CSM aujourd'hui en phase de fermeture) et dans l'Aube (le Cires et le CSA, en exploitation) ;
- en l'absence d'un centre de stockage disponible pour leur mise en sécurité définitive, les déchets HA et MA-VL produits par les activités nucléaires françaises sont entreposés temporairement dans des installations dédiées chez les différents producteurs. L'objectif est qu'ils soient ensuite acheminés vers le centre de stockage Cigéo ;
- des études sont en cours pour définir une solution de stockage des déchets FA-VL. Ces déchets sont actuellement entreposés temporairement dans des installations dédiées chez les différents producteurs.

Enjeux

Aucune solution de gestion ne permet à ce jour en France la mise en sécurité définitive des déchets radioactifs HA et MA-VL. La création du centre de stockage Cigéo répond à cet objectif.

Enjeu fort

3.10.2 Incidences et mesures associées

Le centre de stockage en couche géologique profonde Cigéo est conçu pour accueillir les déchets français de moyenne activité à vie longue (MA-VL) et de haute activité (HA), de façon à assurer leur mise en sécurité définitive. Il s'agit d'une incidence positive du projet, qui répond ainsi aux objectifs fixés par le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR) 2016-2018 en vigueur, il est donc compatible avec celui-ci et se conformera à ses évolutions. Cette compatibilité avec le nouveau plan sera vérifiée lors des actualisations successives de la présente étude d'impact.

Incidence positive du projet global Cigéo qui constitue la solution française de mise en sécurité définitive des déchets MA-VL et HA

Le centre de stockage Cigéo produit des déchets radioactifs en phase de fonctionnement.

Afin d'éviter toute dispersion d'éléments radioactifs, les colis de déchets radioactifs sont conditionnés préalablement à leur transport et ne subissent aucune transformation dans les installations du centre de stockage Cigéo. Le confinement des déchets HA et MA-VL est donc en permanence maintenu, du départ des colis des installations des producteurs à leur stockage. Ainsi, aucun colis de déchet HA ou MA-VL n'est généré lors du fonctionnement du centre de stockage Cigéo.

Les déchets produits sont des déchets radioactifs très faiblement radioactifs (TFA) et faiblement et moyennement radioactifs (FMA), ainsi que des effluents non conventionnels. La quantité annuelle totale est inférieure à 50 tonnes. Des mesures de réduction de quantité de ces déchets sont mises en œuvre (plan de zonage des déchets, utilisation d'une presse à compacter les filtres, de moyens de découpe pour optimiser le remplissage des fûts, etc.), ainsi que de tri. Après conditionnement et contrôles radiologiques, ces déchets sont envoyés vers les filières appropriées. Les autres opérations du projet global ne produisent pas de déchets radioactifs. Il n'est pas envisagé de transfert transfrontalier de déchets radioactifs.

Incidence faible sur la production de déchets radioactifs

3.11 Déchets conventionnels

3.11.1 État actuel

La gestion des déchets conventionnels en région Grand-Est est encadrée par le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalite des Territoires (SRADDET) approuvé le 24 janvier 2020. Outre sa capacité à mettre les déchets en lien avec les autres enjeux régionaux qu'il aborde (habitat, infrastructures, transports, gestion économe de l'espace, air, énergie, climat, équilibre et égalité des territoires, biodiversité…), le SRADDET propose plusieurs outils de diagnostic et d'action en matière de prévention et de gestion des déchets. Pour cela, il intègre le plan régional de prévention et de gestion des déchets (PRPGD) de la région Grand Est.

À l'exception des déchets radioactifs, tous les déchets sont concernés par le PRPGD, quels que soient leur nature et leur producteur : les excédents inertes des chantiers du BTP, tous les déchets non dangereux non inertes, les déchets dangereux. Le plan repose sur trois axes majeurs : prévention, traitement et économie circulaire.

Figure 3-31 Déchets concernés par le PRPGD

De nombreuses installations de tri/transit, stockage, traitement et valorisation sont recensées au niveau régional. Aucune d'entre elles ne se situe dans l'aire d'étude rapprochée et les plus proches sont à environ 20 km autour des installations du centre de stockage Cigéo.

Enjeux

Aucune installation de gestion des déchets n'est présente dans l'aire d'étude rapprochée, mais de nombreuses installations sont présentes au niveau régional.

Enjeu modéré

3.11.2 Incidences et mesures associées

Le projet global Cigéo, et essentiellement le centre de stockage, sera à l'origine d'une production importante de déchets conventionnels, principalement constitués des argilites extraites lors du creusement des installations souterraines et de déchets inertes, mais également de déchets non dangereux et dangereux. Les autres opérations du projet global produisent également ces types de déchets, mais dans une proportion moindre.

Les différents maîtres d'ouvrage respecteront la hiérarchie des modes de traitement, en donnant la priorité à l'évitement, puis à la réduction des volumes de déchets.

Pour les déblais inertes issus des terrassements, la priorité est donnée à leur réutilisation sur le centre de stockage (équilibrage du bilan déblais/remblais), permettant d'éviter la production de déchets inertes issus des terrassements. Ce même objectif sera poursuivi pour les autres opérations du projet global Cigéo.

Malgré cette mesure, en phases d'aménagements préalables et de construction initiale, le volume de déchets conventionnels du centre de stockage (hors terres extraites lors du creusement) est estimé à environ 250 000 tonnes, dont 80 % de déchets inertes (essentiellement des bétons). Pour ces phases, les quantités des autres types

de déchets conventionnels (déchets non dangereux, non dangereux, etc.) sont difficiles à évaluer à ce stade des études.

En phase de fonctionnement, la production des différents types de déchets sera de l'ordre de 5 100 tonnes par an. Les opérations de jouvence pourront entraîner une augmentation temporaire des quantités de déchets, qu'il n'est pas possible d'estimer à ce stade des études.

Concernant les autres maîtres d'ouvrage, les volumes de déblais des 4 opérations cumulées, sont évalués à environ 500 000 m3. L'estimation des volumes de remblais est équivalente. Ainsi, le volume réel de déchets inertes généré dépendra des possibilités de réutilisation entre les différentes opérations et sera précisé par les maîtres d'ouvrage dans les versions ultérieures de l'étude d'impact. Concernant les autres types de déchets, les quantités ne peuvent pas être estimés à ce stade des études.

Des mesures de réduction à la source sont mises en œuvre (programmation de la construction des ouvrages tenant compte dès l'origine et autant que possible de l'évolution des besoins sur le temps long du projet, ainsi que la capacité d'adaptation/d'évolutivité des locaux, choix des matériaux en fonction de leur durabilité, etc.)

Par ailleurs, un tri à la source des déchets est mis en place dès la phase des aménagements préalables, au plus près des zones de production. Des plates-formes de gestion des déchets sont mises en place en construction initiale respectivement sur les zones descenderie et puits. Différents points de collectes sont également créés.

Le plan de zonage spécifique aux déchets permettant d'identifier les zones de production possible de déchets nucléaires et les zones dites à déchets conventionnels contenant une cartographie des locaux et les modalités du contrôle de sa validité est soumis à l'Autorité de sûreté nucléaire dans le cadre de la demande d'autorisation de création de Cigéo.

Les déchets conventionnels issus du périmètre de l'installation nucléaire font l'objet d'un suivi particulier et d'un contrôle avant transfert vers les plateformes déchets.

L'Andra poursuit les réflexions visant à réduire encore les volumes de déchets tout au long de la conception et cette priorité sera indiquée dans les cahiers des charges des entreprises.

La réduction du volume de déchets à la source est également une priorité pour les maîtres d'ouvrage des autres opérations du projet global.

Les déchets sont orientés vers les filières adaptées et agréées en donnant la priorité à la valorisation et au réemploi, notamment pour les déchets inertes et non dangereux. Afin de limiter l'incidence sur l'environnement du transport des déchets, les filières de traitement locales du Grand Est sont privilégiées. Il n'est pas envisagé de transfert transfrontalier de déchets.

Le volume des verses dites « mortes », correspondant à l'argilite du Callovo-Oxfordien excavée lors des travaux de creusement non réutilisée pour l'obturation des galeries de stockage des déchets radioactifs est estimé à 60 % des 11 millions de m^3 des verses à l'issue de la phase de fonctionnement. L'Andra prévoit de valoriser ces verses « mortes » dans des filières extérieures au centre de stockage. Dans l'éventualité où les filières de valorisation des verses n'aboutiraient pas ou si leur pérennité venait à être remise en question pendant le fonctionnement du centre, l'Andra devrait avoir recours à une extension de la zone des verses à l'horizon 2070-2080.

Différentes pistes de valorisation sont envisagées pour d'autres types de déchets (métaux et ferraille dans les industries sidérurgiques, revalorisation du bois issu du défrichement, etc.).

Malgré les mesures prises, la quantité de déchets générée par le projet global Cigéo reste forte. La poursuite des études de conception a pour objectif de réduire encore la production de ces déchets et la gestion des déchets fera l'objet d'une attention particulière dans les marchés des différentes entreprises de travaux.

Le projet global Cigéo est compatible avec le Plan national de gestion des déchets et avec les objectifs du SRADDET relatifs aux déchets.

Le projet global Cigéo engendre une production forte de déchets. Cependant, compte-tenu de la gestion mise en œuvre pour ces déchets, l'incidence résiduelle sur l'environnement est faible.

3.12 Risques technologiques et sites pollués ou potentiellement pollués

3.12.1 Risques technologiques

» DÉFINITION

Installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE)

Les installations en fonctionnement, dont les activités ou produits peuvent présenter des risques d'incendie, explosion et pollution par des substances toxiques, relèvent de la règlementation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Elles peuvent être soumises à autorisation, enregistrement ou à déclaration en fonction de l'importance des risques ou des inconvénients qui peuvent être engendrés. Les installations dont les risques sont les plus importants peuvent faire l'objet de contraintes renforcées associées au régime SEVESO.

3.12.1.1 État actuel

Aucun site SEVESO (sites présentant les risques technologiques les plus importants), ni plan de prévention des risques technologiques n'est recensé dans l'aire d'étude rapprochée. De nombreuses installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) sont recensées dans cette aire, dont 14 dans l'aire d'étude immédiate. Seules deux sont situées dans la partie sud de l'aire d'étude, au niveau du centre de stockage Cigéo (les autres sont recensées le long de la ligne ferroviaire 027000) : le Laboratoire de recherche souterrain de l'Andra, soumis à déclaration, qui jouxte la zone descenderie (classé pour l'utilisation de de gaz fluorés dans les systèmes d'extinction incendie et les pompes à chaleur et un groupe électrogène) et la plateforme Syndiese du CEA, soumise à enregistrement (classée pour l'utilisation de broyeurs de bois). Le Laboratoire de recherche souterrain de l'Andra est également classé au titre de la loi sur l'eau et des milieux aquatiques pour les installations suivantes : forage pour des travaux de recherche, bassin pour la gestion des eaux pluviales, rejets d'eau dans le milieu aquatique et station d'épuration.

Aucune installation nucléaire de base n'est recensée dans l'aire d'étude immédiate ; la plus proche est le centre de stockage de l'Aube (CSA), centre de stockage de déchets FMA-VC géré par l'Andra, situé à environ 70 km.

Plusieurs communes de l'aire d'étude rapprochée sont concernées par un risque de transport de matières dangereuses par la route ou par canalisation.

Aucun risque majeur de rupture de barrage n'est recensé dans l'aire d'étude immédiate.

Le risque de présence d'anciennes munitions de guerre est faible au niveau de l'aire d'étude rapprochée.

Enjeux

L'aire d'étude rapprochée n'accueille pas d'installation présentant des risques majeurs. Les principaux risques sont liés au transport de matières dangereuses et à la présence d'installations classées pour la protection de l'environnement.

Enjeu modéré

3.12.1.2 Incidences et mesures associées

L'aire d'étude rapprochée n'accueille pas d'installation présentant des risques technologiques majeurs. Les principaux risques sont liés au transport de matières dangereuses et à la présence d'installations classées pour la protection de l'environnement.

Ces risques sont pris en compte dans le chapitre 3.19 relatif aux incidences des risques d'accident et de catastrophes majeures.

3.12.2 Risques liés aux sites pollués ou potentiellement pollués

» DÉFINITION

Un site pollué est un site qui, du fait d'anciens dépôts de déchets ou d'infiltration de substances polluantes, présente une pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque pérenne pour les personnes ou l'environnement.

Ces situations sont souvent dues à d'anciennes pratiques sommaires d'élimination des déchets, mais aussi à des fuites ou à des épandages de produits chimiques, accidentels ou pas. Il existe également autour de certains sites des contaminations dues à des retombées de rejets atmosphériques accumulés au cours des années voire des décennies. Source : https://basol.developpement-durable.gouv.fr/accueil.php

3.12.2.1 État actuel

Une ancienne fonderie est recensée dans la base de données BASOL (sites pollués appelant une action des pouvoirs publics) pour ses sols pollués à Joinville, dans l'aire d'étude rapprochée.

Aucun site n'est recensé dans les secteurs d'information sur les sols, SIS (terrains où l'État a connaissance d'une pollution des sols justifiant la mise en place de mesures de gestion).

De nombreux sites industriels et activités de service de la base de données BASIAS, susceptibles d'avoir eu un impact sur la qualité des sols et des eaux souterraines, sont recensés dans cette aire d'étude.

Dans l'aire d'étude immédiate, ces sites sont essentiellement localisés le long de la ligne ferroviaire 027000. Plusieurs sites sont situés à Gondrecourt-le-Château (l'ancienne décharge le long de l'ITE – depuis réhabilitée par l'Andra en 2019, et l'ancien site de fabrication de meubles au niveau de la plate-forme logistique), néanmoins ils ne sont pas pollués. Le Laboratoire souterrain de l'Andra longe la zone descenderie, mais aucune pollution n'a eu lieu sur le site, que ce soit en phase travaux ou en phase de fonctionnement. D'autres sources potentielles de pollution sont susceptibles d'être présentes dans l'aire immédiate (cuves de fioul, produits phytosanitaires, créosotes, etc.).

Le SRADDET mentionne de prévenir et de réduire l'exposition des populations mais également des milieux naturels dans le domaine des risques et des nuisances.

Enjeux

Aucune pollution avérée des sols n'est recensée dans la partie sud de l'aire d'étude immédiate. Des sites industriels et activités de service susceptibles d'avoir eu un impact sur la qualité des sols et des eaux souterraines sont recensés dans la partie nord de l'aire d'étude immédiate.

Enjeu modéré

3.12.2.2 Incidences et mesures associées

Aucune pollution avérée des sols n'est recensée dans la partie sud de l'aire d'étude immédiate. Des sites industriels et activités de service susceptibles d'avoir eu un impact sur la qualité des sols et des eaux souterraines sont recensés dans la partie nord de l'aire d'étude immédiate.

Des mesures sont mises en place pour réduire le risque de pollution des sols.

» DÉMARCHE ENTREPRISE EN CAS DE CONSTAT D'INCIDENT AYANT UN IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Les services de l'État compétents sont informés dans les plus bref délais en cas de constat d'incident ayant provoqué une pollution du milieu.

Un incident peut avoir plusieurs origines : un acte de malveillance (vandalisme, incendie…) ou le constat d'une anomalie lors de l'interprétation des résultats de suivi des différentes composantes de l'environnement (air, eau, biodiversité…) et leur comparaison avec l'état actuel, état de référence.

Une analyse des conséquences de l'incident sur les différentes composantes de l'environnement est entreprise afin de déterminer le plan d'action nécessaire pour y remédier.

3.13 Infrastructures de transport

» SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

Trafic routier : une modélisation du trafic routier – pour le centre de stockage Cigéo - a été réalisée par le Cerema (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement). Pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage, des estimations ont été réalisées sur la base des mouvements de terres envisagés.

Trois évaluations des **consommations énergétiques** ont été conduites, chaque fois en différentiel entre deux situations :

- une première évaluation est établie par différence entre une situation dans laquelle le projet global Cigéo est réalisé, avec le programme d'infrastructures de transport retenu pour accompagner le centre de stockage Cigéo (cf. la description de ce programme dans le volume II de la présente étude d'impact), et la situation dans laquelle le projet global Cigéo n'est pas réalisé ;
- une seconde évaluation est établie par différence entre une situation dans laquelle le projet global Cigéo est réalisé, mais dans laquelle on limite les aménagements à réaliser en réutilisant autant que faire se peut les infrastructures de transport existantes, et la situation dans laquelle le projet global Cigéo n'est pas réalisé ;

- une troisième évaluation est menée par différence entre deux situations dans lesquelles le centre de stockage Cigéo est réalisé :
  - ✓ dans un cas, le programme d'infrastructures de transport retenu est réalisé ;
  - ✓ dans l'autre cas, ce programme n'est pas réalisé et on limite les aménagements à réaliser en réutilisant autant que faire se peut les infrastructures de transport existantes.

3.13.1 État actuel

Le projet global Cigéo est éloigné des grandes infrastructures de transport. L'aéroport et la gare TGV les plus proches sont situés à plus de 50 km.

Les infrastructures de transport ferroviaire incluses dans l'aire d'étude immédiate, car faisant partie du projet global Cigéo, sont :

- la ligne ferroviaire 027000 qui reliait historiquement Gondrecourt-le-Château à Nançois-Tronville. Le tronçon entre Gondrecourt-le-Château et Ligny-en-Barrois est fermé à la circulation ferroviaire depuis 2014. Le tronçon situé entre Nançois-Tronville et Ligny-en-Barrois (environ 3 km) a été utilisé pour la desserte des silos de céréales de Ligny-en-Barrois et Gondrecourt-le-Château jusqu'en 2019 avant d'être lui aussi fermé à la circulation ferroviaire. À l'état actuel, aucun train ne circule sur la ligne ferroviaire 027000 ;
- au sud de la ligne ferroviaire 027000, à Gondrecourt-le-Château, se trouve une plateforme logistique, ancienne usine de fabrication de meuble, puis dans le prolongement une ancienne installation terminale embranchée (ITE) désaffectée depuis plusieurs décennies.

Le réseau d'infrastructures routières dans l'aire d'étude rapprochée est composé des axes structurants suivants : la nationale RN 67 qui relie Saint-Dizier à Chaumont, la route nationale N4 qui relie Paris à Strasbourg, l'autoroute A31 à l'est qui relie du nord au sud la frontière franco-luxembourgeoise à Beaune et la route départementale D60 dans le département de la Haute-Marne, prolongée par la route départementale D960 dans le département de la Meuse. La route départementale D966 suivie de la route départementale D127 relient le site sélectionné pour l'implantation du centre de stockage Cigéo aux axes structurants. La route départementale D60/960, incluse pour partie dans l'aire d'étude immédiate, relie d'ouest en est Joinville à Houdelaincourt en passant par le centre de stockage Cigéo. Elle est classée comme route à grande circulation et axe privilégié pour les transports exceptionnels. Elle compte en moyenne 800 véhicules/jour.

L'aire d'étude immédiate inclut aussi de nombreuses infrastructures routières de moindres dimensions telles que les routes et chemins ruraux ou encore les chemins agricoles.

L'offre de transports en commun est relativement restreinte. Seule une ligne de bus est comprise dans l'aire d'étude immédiate : elle suit la vallée de l'Ornain de Bar-le-Duc à Gondrecourt-le-Château. Au sein de l'aire d'étude rapprochée, deux autres lignes de bus relient respectivement Bar-le-Duc à Saint-Dizier et Chaumont à Neufchâteau. Des réseaux de bus sont aussi présents au sein des villes de Bar-le-Duc et Saint-Dizier.

L'aire d'étude immédiate ne recoupe pas d'infrastructure pour la circulation par mode doux (marche, vélo, etc.).

Trois canaux sont recensés dans l'aire d'étude rapprochée : le canal de la Marne au Rhin Ouest et le canal de la Meuse au nord, ainsi que le canal entre Champagne et Bourgogne à l'ouest. Ces trois canaux sont majoritairement utilisés pour la plaisance. Seul le canal de la Marne au Rhin recoupe l'aire immédiate.

Deux aérodromes civils sont présents dans l'aire d'étude rapprochée mais exclus de l'aire d'étude immédiate : l'aérodrome de Joinville-Mussey à 20 km au sud-ouest de Bure et l'aérodrome de Neufchâteau à 30 km au sud-est de Bure. Ils sont utilisés pour la pratique d'activités de loisirs et de tourisme.

La ligne électrique 400 kV Houdreville-Méry croise différentes infrastructures tout au long de son tracé : routes, voies ferrées, canaux.

Les itinéraires utilisés pour l'acheminement des colis de déchets radioactifs depuis les entrepôts des producteurs vers le centre de stockage Cigéo ne sont pas encore précisément connus. C'est pourquoi les données de trafic à l'état actuel des lignes ferroviaires et routes qui pourraient être empruntées pour le transport de ces colis (aire d'étude éloignée) ne sont pas présentées dans la présente version de l'étude d'impact. Ces éléments seront précisés dans les actualisations ultérieures.

Le schéma régional des infrastructures de transport est intégré au Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) Grand-Est. Le SRADDET présente trois objectifs en lien avec la thématique des transports : développer l'intermodalité et les mobilités nouvelles ; valoriser les flux et devenir une référence en matière de logistique multimodale ; moderniser les infrastructures de transport tous modes et désenclaver les territoires.

Le Contrat de plan État-Région (CPER) Lorraine incite à poursuivre l'amélioration, la rénovation, la fiabilisation et la modernisation des infrastructures de transport (routier, ferroviaire et fluvial).

Le site d'implantation du projet global Cigéo n'est pas concerné par un plan de déplacement urbain (PDU) ni par un plan local de déplacement (PLD).

Enjeux

Le centre de stockage Cigéo s'inscrit dans un territoire éloigné des grandes infrastructures de transport. Il est desservi par des voiries départementales reliées aux axes structurants. La plate-forme logistique de Gondrecourt-le-Château située à une quinzaine de kilomètres du centre de stockage est le point de départ d'une ancienne ligne ferroviaire entre Gondrecourt-le-Château et Joinville et de la ligne ferroviaire 027000 qui n'est plus en service.

Enjeu modéré

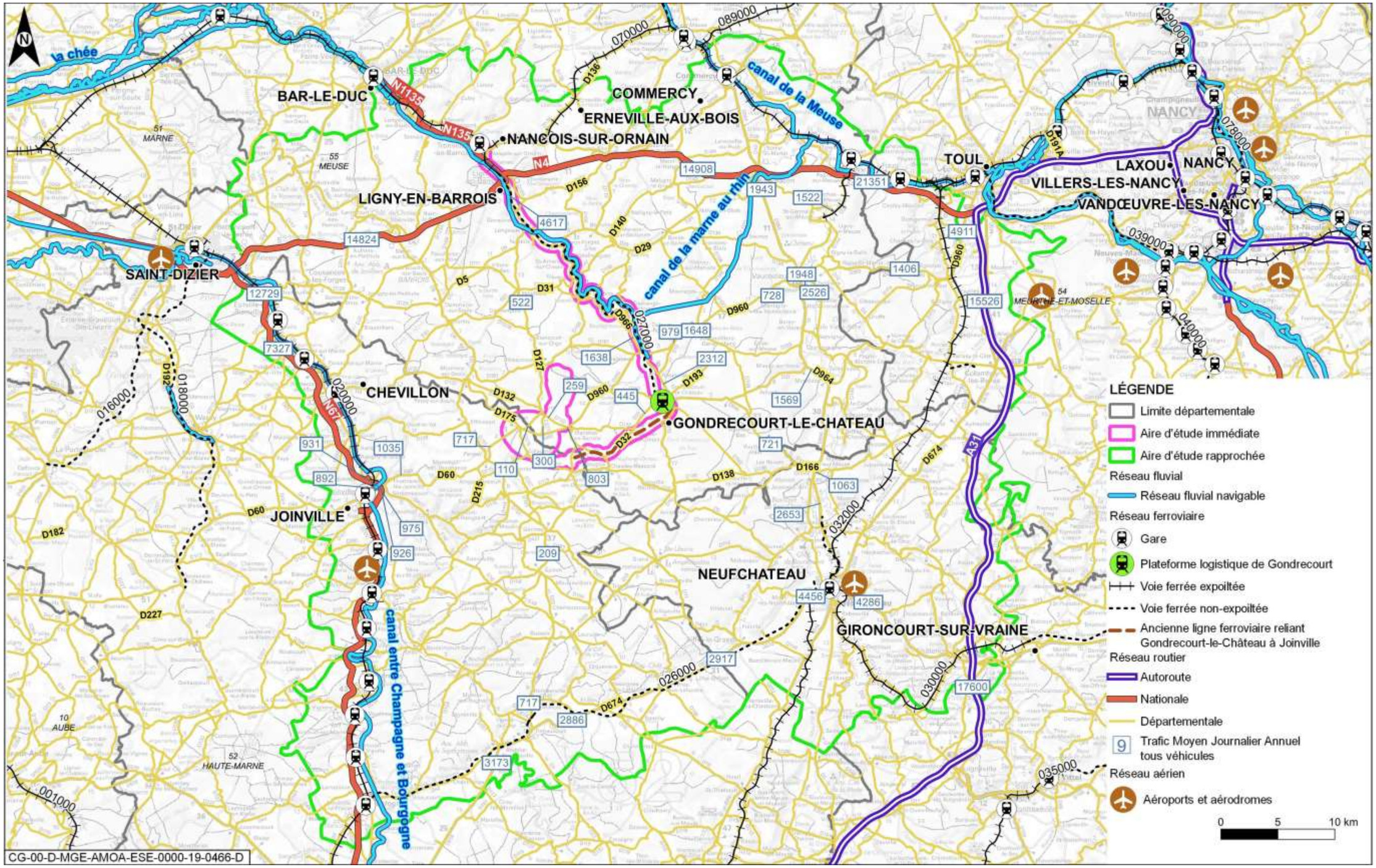

Figure 3-32 Infrastructures de transport dans l'aire d'étude rapprochée des infrastructures de transport et comptages routiers

3.13.2 Incidences et mesures associées

3.13.2.1 Incidences et mesures sur le réseau ferroviaire et son trafic

- **Réseau ferroviaire**

  La réflexion menée en amont sur la localisation des différentes composantes du projet global ainsi que la réutilisation des infrastructures ferroviaires existantes a permis d'éviter des impacts sur le réseau ferroviaire.

  Aucune coupure physique d'une infrastructure ferroviaire existante n'est engendrée par le projet global Cigéo. La nécessité d'adaptation des installations ferroviaires au niveau des sites des producteurs sera étudiée ultérieurement et présentée le cas échéant dans l'actualisation de la présente étude d'impact.

  Les infrastructures ferroviaires réutilisent autant que possible les emprises d'anciennes infrastructures désaffectées (pour l'installation terminale embranchée, incluant la plate-forme logistique de Gondrecourt-le-Château) ou qui ne sont plus en service (pour la ligne ferroviaire 027000). Seule une portion de 4 km d'installation terminale embranchée sera créée entre Cirfontaines-en-Ornois et la zone descenderie.

  Concernant la ligne ferroviaire 027000, les choix relatifs aux passages à niveau seront précisés à l'issue de la concertation préalable du projet de remise à niveau de la ligne dont le maître d'ouvrage est SNCF Réseau. Les travaux de modernisation des passages à niveaux et leurs emprises seront spécifiés ultérieurement en fonction de la solution retenue, qui fera l'objet d'un approfondissement des études et d'une actualisation de la présente étude d'impact.

  Le niveau d'impact très faible sur le réseau ferroviaire ne nécessite pas la mise en œuvre de mesures de réduction spécifiques.

- **Trafic ferroviaire**

  Les travaux de raccordement de l'ITE et de la ligne ferroviaire 027000 au Réseau ferré national ont un impact temporaire limité d'interruption des circulations sur la ligne afin de ne pas réaliser les travaux de raccordement proprement dit « sous circulation ».

  Que ce soit en phase de construction initiale où la circulation est estimée à 8 passages de train par jour (six pour le centre de stockage Cigéo et deux pour des utilisations potentielles comme le trafic céréalier par la SNCF), ou durant la phase de fonctionnement où le trafic moyen maximal serait de 6 trains par mois, le trafic ferroviaire engendré par le projet global n'est pas de nature à avoir une incidence notable sur le trafic ferroviaire local et encore moins à l'échelle nationale.

  Le niveau d'impact très faible sur le trafic ferroviaire ne nécessite pas la mise en œuvre de mesures de réduction spécifiques.

Incidence très faible sur le réseau ferroviaire et sur son trafic

3.13.2.2 Incidences et mesures sur le réseau routier, son trafic et les conditions de circulation

- **Réseau routier et chemins**

  Les travaux du projet global Cigéo entraîneront une modification du réseau routier existant dès la phase des aménagements préalables du fait des interceptions d'infrastructures routières existantes et des créations d'infrastructures dans le cadre du projet global.

  Afin d'éviter la coupure de nouveaux axes routiers, les infrastructures ferroviaires créées réutilisent autant que possible les emprises d'anciennes infrastructures ferroviaires.

  Les zones d'intervention potentielles du projet global interceptent plusieurs types de voiries : routes départementales (route départementale D60/960 notamment), chemins ruraux, chemins agricoles.

  Pour limiter au maximum les gênes apportées à la circulation des véhicules sur le territoire et à l'exploitation des parcelles agricoles et forestières situées de part et d'autre de l'infrastructure, les voies interrompues sont rétablies « en place » (au même endroit que l'ouvrage existant), via des ouvrages de franchissement dénivelé (pont-rail – PRA ou pont-route - PRO) ou à niveau (passage à niveau), soit par rabattement de la circulation vers des voies à proximité disposant d'un ouvrage de franchissement. Plus particulièrement, la route départementale D60/960 est rétablie par une déviation, en maintenant les fonctionnalités et le niveau de service et de sécurité actuels. La circulation sur la route départementale ne sera pas interrompue grâce à la mise en service préalable de la déviation avant la fermeture de la portion de route départementale située dans la zone d'intervention potentielle de la zone descenderie. Trois options sont en cours d'études par le Conseil départemental de la Haute-Marne pour cette déviation. Après participation du public à l'élaboration du projet, la solution retenue fera l'objet d'un approfondissement par des études techniques et environnementales.

  La mise en œuvre de ces mesures de réduction permet de rétablir les voiries routières interceptées, ce qui assure la non-modification des accès existants. Seuls quelques cheminements seront ponctuellement modifiés (déviation de la route de la départementale D60/960 notamment). Ainsi, l'incidence résiduelle du projet global sur le réseau routier est très faible et permanente.

Incidence très faible sur le réseau routier et les chemins

- **Trafic et conditions de circulation**

  Les phases de construction (aménagements préalables et construction initiale) et de fonctionnement du centre de stockage, et dans une moindre mesure des autres opérations du projet global Cigéo, génèreront du trafic routier avec la circulation des véhicules légers et des poids lourds.

  Des mesures d'évitement ont été mises en œuvre afin de limiter les incidences sur le trafic. Une liaison intersites est créée afin que le trafic des véhicules nécessaire entre les zones puits et descenderie du centre de stockage n'emprunte pas les voiries publiques. Concernant l'acheminement des colis de déchets radioactifs, les producteurs étudient les modalités de transport des colis de déchets mais la livraison par voie ferroviaire est privilégiée pour réduire les risques, les impacts et les nuisances. La livraison par camion est possible, mais doit être justifiée et limitée.

  L'incidence réelle du projet global sur le trafic est évaluée à partir de modélisations de trafic pour le centre de stockage et de premières estimations sur le nombre de poids lourds nécessaires pour les besoins des autres opérations. L'impact du centre de stockage sur le réseau structurant (A31, N4 et N67) est faible (inférieur à 10 % d'augmentation de trafic tous véhicules confondus), même sur la route nationale N67 qui supportera pourtant une part importante des flux générés par les zones puits et descenderie. Les flux de poids lourds (moyennes et longues distances) s'y concentreront mais la part déjà conséquente des circulations poids lourds rendra l'augmentation très relative. Les routes départementales en accès au projet Cigéo depuis les axes structurants du territoire sont également en capacité, en l'état, d'assumer les hausses de trafic engendrées. En phase d'aménagements préalables, les opérations d'alimentation électrique, de mise à niveau de la ligne 027000, de déviation de la route de départementale D60/960 et d'adduction d'eau auront, selon de premières estimations, une incidence relativement limitée sur les trafics. En termes de congestion du trafic, aucun nouveau point de saturation n'apparaît avec l'arrivée du projet global Cigéo.

  Le projet global n'a pas d'incidence notable sur les transports en commun et les modes doux.

  Les trafics attendus de convois exceptionnels en lien avec le centre de stockage Cigéo sont estimés, lors des années de pic de trafic, à environ 20 et 30 convois par an, respectivement en phase de construction et en phase de fonctionnement. Le nombre de convois exceptionnels liés aux autres opérations du projet global sera précisé dans les versions ultérieures de l'étude d'impact.

  Le projet Cigéo implique une augmentation significative du trafic routier en traversée de certains bourgs à proximité du projet (notamment Bure, Saudron, Mandres-en-Barrois, Houdelaincourt et Mauvages). L'Andra et les collectivités publiques compétentes vérifieront la cohérence des aménagements existants afin de permettre l'augmentation des trafics en garantissant la sécurité des riverains et celle des usagers du réseau routier. Des adaptations pourront être envisagées si nécessaires : l'adaptation de la vitesse de circulation des poids lourds en traversée de bourg, le mise en place de ralentisseurs, etc.

  Du point de vue de la circulation, l'incidence du projet global sur la route départementale D60/960 est très faible, limité à un très marginal allongement du temps de parcours compte-tenu de la longueur de la portion déviée à prévoir, supérieure de quelques kilomètres à la route départementale actuelle.

  Afin de réduire les niveaux de trafic routier, les entreprises sont incitées à utiliser la voie ferroviaire pour le transport de fret. Par ailleurs, l'Andra étudie les solutions de gestion des accès véhicules légers/poids lourds aux entrées/sorties des zones puits et descenderie afin d'éviter les remontées de files d'attente sur l'axe de la route départementale D60/960 et ainsi les risques de congestion associés.

En matière de sécurité routière, l'Andra, l'État et les collectivités publiques compétentes vérifieront la cohérence des aménagements existants afin de permettre l'augmentation des trafics et le passage de convois exceptionnels, en garantissant la sécurité des riverains et celle des automobilistes.

Après application des mesures de réduction, l'incidence résiduelle sur le trafic routier, les conditions de circulation et la sécurité routière sera faible, directe et permanente. Ainsi, aucune mesure compensatoire n'est proposée.

Incidence faible en termes de congestion et de sécurité routière

Les opérations du projet global Cigéo n'étant pas toutes au même niveau d'avancement, des compléments seront apportés dans les versions ultérieures de l'étude d'impact concernant les impacts et mesures sur le réseau routier et son trafic.

3.13.2.3 Incidences et mesures sur le réseau fluvial et son trafic

Par sa localisation et ses caractéristiques, le projet global Cigéo n'a pas d'incidence sur le réseau fluvial. En effet, il n'induit aucune coupure ou modification d'infrastructure fluviale existante et ne prévoit pas la création de nouvelles infrastructures fluviales.

Le fret ferroviaire est privilégié pour éviter les ruptures de charge. L'usage de la voie d'eau pour le fret est limité à quelques approvisionnements ponctuels (pièces spécifiques au poste électrique 400/90 kV par exemple). Ainsi, l'incidence sur le trafic fluvial et les conditions de navigation sera très faible.

Incidence très faible sur le trafic fluvial

3.13.2.4 Incidences et mesures sur le réseau aéroportuaire et son trafic

Par sa localisation et ses caractéristiques, le projet global Cigéo n'a pas d'incidence sur le réseau aéroportuaire. En effet, il n'induit aucune coupure ou modification d'infrastructure aéroportuaire existante et ne prévoit pas la création de nouvelles infrastructures aéroportuaires.

L'usage de la voie aérienne pour le fret n'est pas envisagé dans le cadre du projet. La construction et l'exploitation du projet global Cigéo pourront entrainer, de façon très marginale, des déplacements de personnes par avion (et le trafic aérien ne sera pas modifié).

Ainsi, l'incidence du projet global Cigéo sur le trafic aéroportuaire est indirecte, permanente et très faible.

Au regard du faible niveau d'incidence, aucune mesure de réduction n'est proposée. Le niveau d'incidence résiduelle est très faible.

Incidence très faible sur le trafic aéroportuaire

3.13.3 Compatibilité du projet global Cigéo avec les plans, schémas et programmes liés aux infrastructures de transport

L'aménagement et la réfection d'infrastructures de transports dans le cadre du projet global Cigéo semble compatible avec les objectifs du SRADDET.

Le projet global Cigéo est compatible avec les orientations du Contrat de plan État-Région (CPER) Lorraine concernant la thématique des infrastructures de transport.

La zone d'implantation du projet global Cigéo n'est pas concernée par un plan de déplacement urbain (PDU) ou un plan local de déplacement (PLD). Aucune analyse de compatibilité avec ces documents n'est nécessaire.

3.13.4 Conséquences prévisibles des infrastructures du projet global Cigéo sur le développement induit de l'urbanisation

Une infrastructure de transport peut avoir plusieurs types d'incidence potentielle sur l'urbanisation :

- une incidence directe par changement d'occupation du sol du fait de son emprise ;
- une incidence indirecte en facilitant l'accès à des zones qui pourront alors être ouvertes à l'urbanisation (développement induit de l'urbanisation).

La consommation directe d'espace pour la construction des infrastructures de transport (4 km d'installation terminale embranchée, terminaux ferroviaire et nucléaire, liaison intersites, déviation route départementale D60/960 et rétablissements routiers) est étudiée aux chapitres 0, 3.6 et 3.8 du présent document.

Les infrastructures dédiées au fonctionnement du centre de stockage Cigéo, non ouvertes au public (installation terminale embranchée, terminal fret ferroviaire, terminal fret nucléaire et infrastructures privées de la liaison intersites) et la ligne 027000, ont pour objet le transport de fret et colis de déchets radioactifs. Un trafic ponctuel de trains céréaliers pourra avoir lieu sur la ligne ferroviaire 027000. Ces infrastructures ne sont pas de nature à induire un développement de l'urbanisation.

En ce qui concerne les infrastructures ouvertes au public incluses dans le projet global Cigéo :

- les rétablissements routiers ne sont pas de nature à induire une quelconque urbanisation, ils ont pour unique objectif de rétablir les voies interceptées par le projet ;
- la route publique incluse dans la liaison intersites, du fait de sa vocation (accès à la zone puits et desserte de parcelles agricoles) et de sa localisation, ne semble pas de nature à engendrer une modification notable de l'urbanisation ;
- en fonction du tracé retenu pour la déviation de la route départementale D60/960, il est possible que les terrains enclavés entre la déviation et l'enveloppe urbaine existante (village de Saudron ou centre de stockage Cigéo) perdent de l'intérêt d'un point de vue agricole. C'est le cas notamment pour la variante de tracé de proximité qui passe au nord de la zone descenderie, mais aussi plus ponctuellement pour l'option de tracé nord plus longue ou l'option sud. Cependant, l'ouverture à l'urbanisation de ces zones, si elle devait advenir, serait liée à l'attractivité du centre de stockage Cigéo (création de logements ou zone d'activité) et pas uniquement à la déviation en elle-même. Néanmoins, cette extension de l'urbanisation sur des parcelles agricoles et naturelles n'est actuellement pas prévue dans le cadre des documents d'urbanisme en vigueur.

Aucune mesure d'évitement n'est proposée, ces infrastructures étant indispensables.

L'extension de l'urbanisation ne pourra pas excéder les zones prévues à cet effet dans les documents d'urbanisme et les adaptations prévues par la mise en compatibilité des documents d'urbanisme pour les infrastructures de transport. Toute extension supplémentaire éventuelle sera soumise à une mise à jour préalable des documents d'urbanisme en vigueur. Pour mémoire la mise en compatibilité des documents d'urbanisme associée au dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique est sans incidence sur cette analyse dans la mesure où, elle ne procède pas à une extension des zones à urbaniser mais adapte les types de zonages et les règlements

pour permettre uniquement l'implantation des seuls ouvrages du centre de stockage Cigéo (y compris ses infrastructures de transport).

L'incidence réelle des infrastructures du projet global Cigéo sur le développement induit de l'urbanisation est considérée comme très faible. Aucune mesure de réduction n'est proposée. L'impact potentiel sur l'urbanisation sera pris en compte lors de la comparaison des variantes pour la déviation de la route départementale D60/960. L'incidence résiduelle correspond donc à l'incidence réelle qui est très faible. À ce titre, aucune mesure compensatoire n'est proposée.

Incidence très faible sur le développement induit de l'urbanisation

3.13.5 Enjeux écologiques et des risques potentiels liés aux aménagements fonciers, agricoles et forestiers des infrastructures de transport

Pour la liaison intersites (LIS) et l'installation terminale embranchée (ITE), essentiellement en zone agricole, l'Andra a procédé à des aménagements fonciers à l'amiable à partir de réserves foncières agricoles constituées par la Safer et l'Andra, sur des parcelles qui sont maintenues en exploitation par des baux précaires tant qu'elles ne sont pas rétrocédées. Les enjeux écologiques sont donc faibles à très faibles ; ils concernent principalement les fonctionnalités de corridors par le maintien et si possible le renforcement de la trame verte (haie, etc.) et le cas échéant de la trame bleue. Les quelques parcelles boisées concernées sont prises en compte dans le cadre de la compensation forestière. L'Andra souhaite privilégier pour cette compensation, des travaux d'amélioration sylvicole de parcelles dégradées et favoriser le développement de la biodiversité.

Les caractéristiques de la déviation de la route départementale D60/960 n'étant pas connues à l'heure actuelle, les opérations potentielles d'aménagement foncier seront précisées lorsque le tracé retenu sera défini, après la participation du public. Les différentes options envisagées concernent essentiellement des parcelles agricoles. En appliquant la démarche déjà engagée par l'Andra, d'opérations d'échanges fonciers à l'amiable de parcelles agricoles en exploitation, les enjeux écologiques seront faibles pour les aménagements fonciers agricoles ainsi donc que les risques écologiques.

Pour la ligne ferroviaire 027000, il n'y a pas ou très peu d'aménagements fonciers, agricoles et forestiers prévus car peu de travaux sont nécessaires en dehors des emprises ferroviaires, à l'exception d'éventuelles modifications d'ouvrages d'art qui seront définies après participation du public à l'élaboration du projet. Les enjeux sont très faibles quantitativement et en appliquant la même démarche que l'Andra, les risques seront très faibles.

Pour le projet global Cigéo, les enjeux et risques écologiques des aménagements fonciers, agricoles et forestiers sont faibles

3.13.6 Évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet, notamment du fait des déplacements qu'elle entraîne ou permet d'éviter

Le programme d'infrastructures de transport prévu dans le projet global Cigéo permet de limiter les consommations énergétiques résultant de l'exploitation de ces infrastructures, grâce à une réorganisation des déplacements

L'économie de consommations est ainsi estimée à environ 12 000 tonnes d'équivalent pétrole depuis les aménagements préalables jusqu'au démantèlement du centre de stockage Cigéo.

Ce programme d'infrastructures, qui prend largement en compte les concertations successives avec le territoire, permet de réduire de plus de 20 % les consommations énergétiques attendues si l'on avait essentiellement recouru aux infrastructures existantes pour assurer les déplacements générés par le centre de stockage (à proximité de ce dernier ou entre ce dernier et le reste de la France).

Cette réduction résulte essentiellement du report modal depuis le transport routier vers le train pour l'acheminement des matériaux de construction, des équipements et des déchets radioactifs. Ce report modal est rendu possible par la mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 entre Nançois-sur-Ornain et Gondrecourt-le-Château et la construction de l'installation terminale embranchée jusqu'à l'intérieur de la zone descenderie du centre de stockage Cigéo

3.13.7 Coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité

- **Coûts collectifs des pollutions et nuisances**

  La réalisation du programme d'infrastructures de transport prévu dans le projet global Cigéo a pour effet de limiter les coûts collectifs des pollutions et nuisances générées par l'exploitation de ces infrastructures.

  Les coûts collectifs concernés sont ceux pour lesquels on dispose actuellement en France de méthodes de monétarisation : la pollution atmosphérique, les émissions de gaz à effet de serre, le bruit, la sécurité des transports (accidents) et la congestion routière.

  L'estimation des coûts collectifs évités grâce au programme d'infrastructures retenu s'élève à 3,5 millions d'euros depuis les aménagements préalables jusqu'au démantèlement du centre de stockage Cigéo. Le programme permet ainsi de réduire de 10 % les coûts collectifs (15 % pour les seuls coûts externes environnementaux) que l'on aurait observés si l'on avait essentiellement recouru aux infrastructures de transports existantes.

- **Bilan socioéconomique monétarisé (ou bilan coûts-avantages)**

  Le bilan socioéconomique monétarisé d'un projet de transport évalue l'opportunité de celui-ci pour la collectivité en exprimant, en termes monétaires, les avantages qu'il apporte (gains de temps des automobilistes, diminution des coûts de circulation des véhicules, baisse des accidents de la route, réduction des nuisances environnementales) puis en les rapportant à ses coûts (investissement initial en infrastructures, coûts d'entretien de celles-ci). Il prend en compte l'ensemble des acteurs, publics ou privés, qui sont affectés directement ou indirectement par le projet.

  Pour les infrastructures de transport retenues pour le projet global Cigéo, les avantages nets (avantages moins coûts) cumulés s'élèvent à 42,5 millions d'euros$_{2018}$. Les avantages générés sont donc globalement supérieurs à l'ensemble des coûts : le projet apparaît utile à la collectivité. La conduite de tests de sensibilité conforte ce résultat.

  Ce résultat favorable résulte de la combinaison de deux facteurs :

  - ✓ le report modal vers le train permis par la desserte ferroviaire sans rupture de charge du centre de stockage Cigéo, elle-même permise par la mise à niveau de la ligne 027000 et la construction de l'installation terminale embranchée ;
  - ✓ la diminution des distances moyennes parcourues par les véhicules automobiles dans les environs du centre de stockage Cigéo.

Le principal poste d'avantage correspond à l'économie de circulation de poids lourds ou de convois exceptionnels routiers liée au report modal. Le second poste significatif est le gain de temps des automobilistes permis par la construction de la déviation de la route départementale D60/960 et l'aménagement de la liaison intersites. L'autre poste notable est constitué de la réduction des émissions de gaz à effet de serre (CO_2).

Les infrastructures de transport retenues pour le projet global Cigéo sont donc utiles pour la collectivité du point de vue socioéconomique.

3.14 Cadre de vie

» DÉFINITION

Un établissement recevant du public (ERP) désigne, en droit français, les lieux publics ou privés accueillant des clients ou des utilisateurs autres que les employés (salariés ou fonctionnaires) qui sont, eux, protégés par les règles relatives à la santé et sécurité au travail.

Cela regroupe un très grand nombre d'établissements tels que les cinémas, théâtres, bibliothèques, écoles, universités, hôtels, restaurants, hôpitaux, gares, les divers lieux de cultes et qu'il s'agisse de structures fixes ou provisoires (chapiteau, structures gonflables).

3.14.1 État actuel

Les villages les plus proches du centre de stockage Cigéo sont Saudron (moins de 200 m de la zone descenderie), Bure (environ 2 km des zones puits et descenderie), Gillaumé (environ 1 km de la zone descenderie), Gondrecourt-le-Château (traversé par l'installation terminale embranchée), Horville-en-Ornois (quelques centaines de mètres de l'installation terminale embranchée), Cirfontaines-en-Ornois (1 km de l'installation terminale embranchée), Chassey-Beaupré (environ 1,5 km de l'installation terminale embranchée), Ribeaucourt (environ 1,5 km) et Mandres-en-Barrois (environ 2 km de la zone descenderie). La ligne ferroviaire 027000 traverse les zones bâties de différentes communes.

Quelques établissements sensibles ou recevant du public (ERP) sont recensés dans l'aire d'étude immédiate. L'établissement sensible le plus proche est l'école d'Échenay, au sud-est de la zone descenderie, en dehors de l'aire d'étude immédiate. Les ERP les plus proches du centre de stockage Cigéo sont l'hôtel restaurant du Bindeuil, la boulangerie, les archives d'EDF et les installations existantes de l'Andra (bâtiment d'accueil du public, écothèque et espace technologique) à Bure.

La majeure partie de l'aire d'étude se situe en zone rurale, sujette à peu de nuisances.

Dans la partie sud de l'aire d'étude, les circulations (notamment sur la route départementale D60/960) et les activités agricoles sont les principales sources de bruit et de vibrations. Le secteur est en zone d'ambiance calme à modérée. Les émissions lumineuses du centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne (CMHM) se distinguent des autres sources de pollution lumineuses de l'aire d'étude, constituées essentiellement des éclairages publics des villages. La ligne électrique 400 kV Houdreville-Méry est la principale source d'émissions électriques et électromagnétiques.

La partie nord de l'aire d'étude (vallée de l'Ornain où chemine la ligne ferroviaire 027000 qui ne présente plus aucune circulation depuis 2019) et notamment le secteur de Ligny-en-Barrois, présente un peu plus de perturbations du fait de son caractère plus urbain. Elle se situe en zone d'ambiance sonore modérée. Des lignes haute-tension, sources de champs électromagnétiques, sont également présentes. Ligny-en-Barrois, plus grande ville de l'agglomération, se distingue des autres sources de pollution lumineuses.

Les flashs de sécurité rouge en haut des pylônes des éoliennes à proximité de l'aire d'étude immédiate sont également visibles.

La ligne électrique Houdreville-Méry est implantée essentiellement en zone rurale agricole, dans des secteurs peu bâtis. Les principales sources de bruit sont donc les engins agricoles, ainsi que les véhicules empruntant les différentes voies croisées par la ligne THT. Les abords de la ligne électrique Houdreville-Méry peuvent être en majorité considérés en zone d'ambiance sonore modérée. Aucune source extérieure de vibration significative n'est identifiée.

Enjeux

L'aire d'étude immédiate est principalement située en zone rurale, sujette à peu de nuisances, en zone calme à modérée. L'éclairage du centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne (CMHM) et de la ville de Ligny-en-Barrois se distinguent des autres sources de pollution lumineuse. La densité de population est faible et quelques établissements sensibles (hors secteur du centre de stockage Cigéo) ou recevant du public (ERP) sont recensés dans l'aire d'étude immédiate.

Enjeu modéré

3.14.2 Incidences et mesures associées

3.14.2.1 Incidences acoustiques et mesures

Le projet global Cigéo, et en particulier le centre de stockage, sont sources de nuisances sonores.

Des mesures d'évitement sont mises en place : zones puits et descenderie éloignées des zones urbanisées (à l'exception de Saudron dont les premières habitations sont à moins de 100 m de la zone d'intervention potentielle de la zone descenderie mais à environ 500 m des premières installations industrielles), éloignement du tracé de la liaison intersites des zones habitées, réutilisation des emprises des infrastructures ferroviaires existantes pour ne pas impacter de nouvelles habitations, absence de travaux de surface en période nocturne, éloignement des variantes d'implantation du poste électrique 400/90 kV et de la déviation de la **route départementale** D60/960 des villes, etc.

En phase d'aménagements préalables (phase pendant laquelle toutes les opérations sont en construction), aucun seuil réglementaire n'existe, néanmoins les nuisances acoustiques seront limitées autant que possible. Les principales sources de bruit sont les engins et véhicules de chantier pour les différentes opérations.

Les zones induisant les nuisances sonores les plus importantes sont les zones puits et descenderie du centre de stockage Cigéo, en raison de la durée et de l'ampleur des travaux. La zone puits étant éloignée des habitations, c'est la zone descenderie qui impacte le plus les zones habitées à proximité. De plus les nuisances sonores induites par la zone descenderie se cumulent à celles induites par le poste de transformation électrique, la déviation de la route départementale D60/960 et la circulation routière pour Bure, Saudron, hôtel du Bindeuil, Mandres-en-Barrois.

Pour les autres opérations du projet global : l'alimentation électrique, la déviation de la route départementale D60/960, la mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 et l'adduction d'eau, le nombre d'engins de chantier est bien moindre et sur des durées beaucoup plus courtes (durées de travaux envisagées sont comprises entre 1 et 3 ans). Seulement quelques engins sont utilisés de manière concomitante sur ces chantiers. Ils se déplacent sur le linéaire en travaux au fur et à mesure de l'avancement de chacun des chantiers spécifiques à ces installations.

Le trafic pour le transport de fret est faible sur le réseau ferré national, ainsi l'incidence acoustique de cette opération est faible.

En phase de construction initiale, la liaison intersites, l'ITE, la ligne 027000, la route départementale D60/960 et les opérations d'alimentation électrique, dont le poste de transformation 400/90 kV, sont en fonctionnement. Leurs niveaux sonores sont conformes aux seuils réglementaires. Si une variante autre que le 5S pris en compte dans la modélisation acoustique devait être choisie pour l'implantation du poste électrique, des études complémentaires devraient être conduites.

La ligne électrique Houdreville-Méry ne génère pas de nuisance sonore supplémentaire par rapport à l'état actuel. Le trafic pour le transport de fret est faible sur le réseau ferré national, ainsi l'incidence acoustique de cette opération est faible.

Les travaux sur la zone puits et la zone descenderie sont toujours les sources prépondérantes de nuisances sonores.

Différentes mesures de réduction des nuisances sonores sont mises en place : organisation du chantier, modification des avertisseurs sonores des engins, éloignement de la centrale à béton de la limite du site, limitation de vitesse à 20 km sur les voiries, limitation de vitesse pour la circulation des trains, etc. Par ailleurs, un merlon est mis en place en aménagements préalables en limite de site, à l'est de Saudron et un écran anti-bruit du côté de l'Hôtel du Bindeuil.

Depuis la prise en compte de ces mesures de réduction dans la modélisation acoustique, la conception de la liaison intersites a été modifiée et inclut maintenant un convoyeur semi-enterré, une voirie pour les véhicules légers et une piste pour les poids lourds, permettant de réduire les nuisances.

La poursuite de l'optimisation des mesures de réduction vis-à-vis des sources de bruit (optimisation de conception, optimisation des travaux, optimisation des écrans et merlons, etc.) sera maintenue lors des phases de conception ultérieures afin de diminuer les sources de nuisances sonores pour les riverains. Ces optimisations seront présentées dans les actualisations successives de la présente étude d'impact du projet global.

Malgré ces mesures, les incidences sonores restent modérées durant ces deux phases.

Les modélisations réalisées sur la base des études préliminaires et présentées dans la présente étude d'impact seront actualisées lors des étapes de conception ultérieures du projet et présentées dans les versions actualisées de la présente étude d'impact.

Un suivi des niveaux sonores sera mis en place dès le début des travaux en différents points notamment en limite de propriété et en zone à émergence réglementée.

Incidence sonore modérée en phases d'aménagements préalables et de construction initiale

En phase de fonctionnement, toutes les opérations du projet global sont en fonctionnement. Comme en construction initiale, les opérations hors centre de stockage Cigéo respectent les limites règlementaires en matière de nuisances sonores. Une première modélisation acoustique réalisée en zone puits et descenderie montre un dépassement des seuils réglementaires pour des habitations situées à Bure, Saudron et l'hôtel du Bindeuil dues aux circulations des engins, déchargement des wagons, tours aéroréfrigérantes, etc. Des mesures de réduction sont mises en œuvre, comme la mise en place d'écran acoustique pour limiter le bruit des tours aéroréfrigérantes. Depuis l'avancement des études de conception, ces tours ont été remplacées par des refroidisseurs. Après mise en œuvre de ces mesures, les niveaux sonores en fonctionnement de ces zones sont conformes réglementairement, mais plus élevés qu'à l'état actuel. Les incidences résiduelles sont donc faibles.

Les modélisations réalisées sur la base des études préliminaires et présentées dans la présente étude d'impact seront actualisées lors des étapes de conception ultérieures du projet et présentées dans les versions actualisées de la présente étude d'impact.

Un suivi des niveaux sonores en différents points dont en limite de propriété et en zone à émergence réglementée sera mis en place en phase de fonctionnement.

Le trafic ferroviaire et routier pour le transport de colis de déchets radioactifs est faible sur le réseau national, ainsi l'incidence sonore de l'opération de transport des colis sera faible.

Incidence sonore faible en phase de fonctionnement

3.14.2.2 Incidences liées aux vibrations et mesures

Le projet global Cigéo est à l'origine de vibrations, essentiellement en phase d'aménagements préalables, pour les différentes opérations, et en construction initiale ainsi qu'en fonctionnement pour le centre de stockage et la ligne ferroviaire 027000.

Des mesures d'évitement sont mises en place : zones puits et descenderie éloignées des habitations (à l'exception de Saudron dont les premières habitations sont à moins de 100 m de la zone d'intervention potentielle de la zone descenderie mais à environ 500 m des premières installations industrielles), éloignement du tracé de la liaison intersites des zones habitées, réutilisation des emprises des infrastructures ferroviaires existantes pour ne pas impacter de nouvelles habitations, absence de travaux de surface en période nocturne, éloignements des variantes d'implantation du poste de transformation électrique 400/90 kV et des options de passage de la route départementale D60/960 des villages, etc.

En phase d'aménagements préalables, toutes les opérations sont en construction.

Les zones induisant les vibrations les plus importantes sont les zones puits et descenderie du centre de stockage Cigéo, en raison de la durée et de l'ampleur des travaux. Les principales sources de vibrations sont l'utilisation de la centrale à béton en zone descenderie, d'engins de chantier et les tirs de mines.

Pour les autres opérations du projet global : l'alimentation électrique, la déviation de la route départementale D60/960, la mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 et l'adduction d'eau, le nombre d'engins de chantier est bien moindre et sur des durées beaucoup plus courtes (durées de travaux envisagées sont comprises entre 1 et 3 ans). Seulement quelques engins sont utilisés de manière concomitante sur ces chantiers. Ils se déplacent, ainsi que les trains travaux pour l'ITE et la ligne 027000, sur le linéaire en travaux au fur et à mesure de l'avancement de chacun des chantiers spécifiques à ces installations.

Le trafic pour le transport de fret est faible sur le réseau ferré national, ainsi l'incidence vibratoire de cette opération est faible.

En phase de construction initiale, la liaison intersites, l'ITE, la ligne 027000, la route départementale D60/960, les opérations d'alimentation électrique et l'adduction d'eau sont en fonctionnement. Les opérations d'alimentation électrique et d'adduction d'eau n'émettent pas de vibration.

Durant ces phases, les vibrations des différentes opérations n'engendrent pas de dommage aux structures bâties. Les vibrations liées à l'utilisation d'engins de chantier et aux tirs de mines sont perceptibles pour les bâtiments les plus proches de la zone descenderie (hôtel du Bindeuil, archives EDF, Ferme du Cité, bâtiments de Andra) ; la zone puits étant plus éloignée des zones d'habitation.

L'installation souterraine étant situé à environ 500 m de profondeur, aucune vibration liée aux machines de creusement ne sera ressentie en surface, les vibrations n'étant plus ressenties au-delà de quelques dizaines de mètres tout au plus.

Par ailleurs, concernant la ligne 027000 les études vibratoires n'ont pas encore été réalisées. Des structures bâties sont présentes à moins de 100 m de voie et sont donc susceptibles de percevoir des vibrations. Elles seront listées dans les études d'impact ultérieures.

Différentes mesures de réduction des vibrations sont mises en place : limitation de vitesse à 20 km/h sur les voiries, limitation de la vitesse de circulation des trains, éloignement de la centrale à béton de la limite du site, engins non mobiles isolés du sol et équipés de dispositifs d'absorption des chocs et vibrations, adaptation des tirs de mines, etc. Par ailleurs, le merlon mis en place en aménagements préalables en limite de site, à l'est de Saudron, et l'écran anti-bruit, du côté de l'Hôtel du Bindeuil, participent à la réduction des vibrations.

La poursuite de l'optimisation des mesures de réduction vis-à-vis des vibrations (optimisation de conception, optimisation des travaux, etc.) sera maintenue lors des phases de conception ultérieures afin de diminuer les vibrations pour les riverains. Ces optimisations seront présentées dans les actualisation successives de la présente étude d'impact du projet global.

En phase de fonctionnement, toutes les opérations du projet global sont en fonctionnement. Les principales sources de vibration sont toujours : l'utilisation d'engins de chantier (mais dans une proportion bien moindre que les phases précédentes), la circulation ferroviaire et sur les voiries, ainsi que certains équipements nécessaires au fonctionnement du centre de stockage Cigéo (ventilateurs, pompes). Les mesures de réduction sont donc les

mêmes que pour les phases précédentes, auxquelles s'ajoutent notamment l'isolement du sol des équipements et la mise en place de dispositifs d'absorption des chocs. Durant cette phase, les vibrations des différentes opérations n'engendrent pas de dommage aux structures bâties. Elles seront très faiblement ressenties par les habitations les plus proches de la zone descenderie.

Un suivi des vibrations sera réalisé pendant les phases d'aménagements préalables et de construction initiale en limite de propriété et en zone à émergence réglementée pour le centre de stockage Cigéo. Par ailleurs, des mesures de suivi au niveau des habitations les plus proches des voies ferrées seront mises en œuvre après la mise en service des installations, en phase de fonctionnement.

Le trafic ferroviaire et routier pour le transport de colis de déchets radioactifs est faible sur le réseau national, ainsi l'incidence vibratoire de l'opération de transport des colis est faible.

Incidence liée aux vibrations faible

3.14.2.3 Incidences lumineuses et mesures

Le projet global Cigéo et essentiellement le centre de stockage, est à l'origine d'émissions lumineuses lors des phases d'aménagements préalables, mais surtout de construction initiale et de fonctionnement.

Des **mesures d'évitement** sont mises en œuvre : éloignement de la zone puits et de la zone descenderie des zones habitées, pas d'éclairage au niveau de la liaison intersites et de l'installation terminale embranchée.

Malgré ces mesures d'évitement, la **phase d'aménagements préalables** est à l'origine d'émissions lumineuses temporaires essentiellement dues aux éclairages de chantier et de sécurité et aux phares des engins, que ce soit pour le centre de stockage Cigéo ou les autres opérations du projet global. Concernant les opérations des autres maîtres d'ouvrage, le nombre d'engins de chantier est néanmoins bien moindre qu'en zone puits et descenderie et sur des durées beaucoup plus courtes (de 1 à 3 ans). Les engins déplacent sur le linéaire en travaux au fur et à mesure de l'avancement de chacun des chantiers spécifiques à ces installations.

En phase de construction initiale et en phase de fonctionnement, l'éclairage des zones puits et descenderie, est à l'origine d'une modification du contexte lumineux de ce territoire rural, qui s'ajoute, pour la zone descenderie, aux émissions lumineuses actuelles du centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne. Les autres opérations du projet global n'engendrent pas d'émissions lumineuses.

Ces éclairages sont plus visibles en période hivernale compte-tenu de l'absence de végétation.

Pour l'ensemble des phases, aucun travaux n'a lieu la nuit (22 h - 7 h) en surface. L'Andra met en œuvre un éclairage adapté aux besoins et écologiquement responsable, afin de réduire au maximum ces émissions. Concernant les opérations des autres maîtres d'ouvrages, les éclairages de chantier sont limités au strict nécessaire et adaptés aux travaux à réaliser. Par ailleurs, les mesures d'évitement et d'insertion paysagères (maintien de bandes boisées, travail des nivellements, mise en place d'un merlon haut végétalisé, plantation de bosquets ou de masques boisés sur la zone descenderie, ou encore plantation de bosquets sur la zone puits) permettent de réduire les incidences lumineuses sur les riverains. Néanmoins s'agissant des plantations, elles ne seront matures qu'en phase de fonctionnement.

Après mise en œuvre de ces mesures, les incidences résiduelles en phase d'aménagements préalables sont faibles. Elles sont perceptibles par l'hôtel restaurant du Bindeuil et les habitations des villages de Saudron et Gillaumé et le sud de la zone puits.

Incidence sur l'ambiance lumineuse faible en aménagements préalables

En phase de construction initiale et de fonctionnement, ces incidences résiduelles sont modérées, notamment car l'aire d'étude à l'état actuel comporte peu d'éclairage à l'exception de l'éclairage public des villages et de l'éclairage du centre de Meuse/Haute-Marne. Ces émissions sont visibles depuis l'hôtel restaurant du Bindeuil et plusieurs villages.

Incidence sur l'ambiance lumineuse modérée en phases de construction initiale et en fonctionnement

Les incidences sur la biodiversité sont présentées au chapitre 3.6 et les incidences sur la santé humaine au chapitre 3.15.

3.14.2.4 Incidences liées aux odeurs et mesures

Le projet global Cigéo est à l'origine d'émissions d'odeurs, liées majoritairement aux émissions atmosphériques des engins de chantier et des véhicules, à l'utilisation de produits chimiques, à la présence potentielle de déchets putrescibles issus des zones de restauration et à la gestion des eaux.

Le centre de stockage Cigéo a été implanté de façon à être éloigné au maximum des zones d'habitations (à l'exception de Saudron dont les premières habitations sont à moins de 100 m de la zone d'intervention potentielle de la zone descenderie et de 500 m des premières installations industrielles). Par ailleurs, les ouvrages de surface de gestion des eaux sont éloignés des zones habitées.

Plusieurs mesures de réduction sont mises en œuvre : entretiens réguliers des engins et véhicules, dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux, évaluation régulière des déchets putrescibles, etc. Elles permettent de limiter ces odeurs qui ne devraient pas être perceptibles par les riverains.

Incidence très faible concernant les odeurs

3.14.2.5 Incidences liées aux champs électriques et électromagnétiques et mesures

L'installation terminale embranchée et la ligne ferroviaire 027000 ne sont pas électrifiées.

Les installations électriques du projet global Cigéo émettent des champs électriques et magnétiques.

Les travaux de sécurisation de la ligne haute tension 400 kV d'Houdreville-Méry ne modifient pas la puissance de son champ électromagnétique. Ils n'entrainent donc pas d'émissions électromagnétiques supplémentaires par rapport à la ligne actuelle. Les lignes très haute-tension présentent une valeur de champ magnétique de 0,16 micro Tesla à environ 100 m de l'axe de la ligne. Ce sont les ouvrages de distribution d'électricité qui présentent les champs les plus forts. Ainsi cette valeur est plus faible à proximité d'un transformateur et encore plus à proximité d'une liaison électrique enterrée. Les champs magnétiques s'atténuent rapidement avec la distance.

Le choix initial d'implanter le poste de transformation électrique 400/90 kV à proximité immédiate de la ligne 400 kV Houdreville-Méry permet d'éviter l'installation d'un long linéaire de ligne électrique, et donc de réduire les champs électromagnétiques. Les ouvrages électriques de surface (poste de transformation, de livraison, lignes électriques aériennes) ont été positionnés de façon à être éloignés des zones d'habitation, évitant ainsi l'exposition des populations.

Les ouvrages sont conçus et exploités conformément à la réglementation. La présence d'un écran métallique coaxial extérieur relié à la terre sur les liaisons souterraines 90 kV permet de réduire significativement l'émission du champ électrique.

Des mesures de suivi (mesures directes et indépendantes des champs électriques et magnétiques) sont prévues par RTE dans le cadre d'un plan de contrôle et de surveillance pour vérifier que les valeurs limites d'émission sont respectées dans toutes les zones susceptibles d'exposer de façon continue des personnes à un champ électromagnétique. Par ailleurs, en cas de mise en évidence de tensions parasites sur des installations tierces, des

études spécifiques sont réalisées et des dispositions techniques sont mises en œuvre afin de supprimer ou limiter ces tensions.

Compte tenu de la profondeur de 500 m de l'installation fond du centre de stockage Cigéo, des sources de courant utilisée, le champ magnétique généré en surface est de fait très faible, et ce en regard notamment du champ magnétique naturel ou celui généré par des sources de courant en surface.

Incidence très faible concernant les champs électriques et électromagnétiques

3.15 Incidences sur la santé humaine

3.15.1 Incidences liées aux émissions physiques sur la santé humaine

Le projet global Cigéo est à l'origine d'émissions physiques, à savoir de bruit, de vibrations, de lumière, d'odeurs et de champs électromagnétiques.

L'évaluation des effets sur la santé se base sur l'analyse des résultats d'études scientifiques ayant conduit à des recommandations d'experts nationaux et internationaux ou à la détermination de seuils de nuisance et/ou de seuils réglementaires pour la protection de la santé des populations.

Les émissions physiques ont des incidences potentielles notables et font l'objet de mesures d'évitement et de réduction. Il est à noter toutefois que ces émissions se propageant dans l'air et/ou le sol, elles diminuent significativement avec la distance d'éloignement.

3.15.1.1 Les émissions de bruit

Les principales sources de bruit sont associées aux chantiers des phases d'aménagements préalables et de construction initiale, ainsi qu'au trafic routier engendré par le projet global Cigéo dans toutes ses phases de vie.

Les nuisances les plus importantes sont engendrées par les chantiers sur les zones puits et descenderie du centre de stockage Cigéo, en raison de la durée (une dizaine d'années) et de l'ampleur des travaux. Cependant, la zone puits étant éloignée des habitations, c'est la zone descenderie qui présente le plus d'incidences potentielles sur les zones habitées à proximité. Il en est de même en phase de fonctionnement.

Des mesures d'évitement et de réduction sont mises en œuvre afin de réduire les niveaux sonores induits par les travaux et le fonctionnement des installations de surface, et notamment ceux perceptibles au niveau des zones habitées. Parmi ces mesures, la zone Puits et la liaison intersites (LIS) sont implantées à plus de 500 m des habitations., les trains d'acheminement du fret et des colis de déchets ne circulent qu'en journée (évitement temporel) sur l'installation terminale embranchée et sur la ligne ferroviaire 027000, un convoyeur à bande transporteuse semi-enterré est mis en place pour l'acheminement des matériaux entre la zone descenderie et la zone puits, aucuns travaux en surface n'est réalisé de nuit (entre 22 h et 7 h), des merlons et des écrans acoustiques sont implantés en limite de la zone descenderie et les autres opérations du projet global sont implantés autant que possible à distance des habitations.

Après la mise en œuvre des mesures de réduction, l'ensemble des travaux est à l'origine d'émissions de bruits classiques pour un chantier, conformes aux différentes réglementations. Les niveaux sonores, en phase d'aménagements préalables et de construction initiale, sont au maximum de l'ordre de 50 dB(A) au niveau de Saudron, 45 dB(A) au niveau de Gillaumé et 40 dB(A) au niveau de Bure.

Bien que l'ambiance sonore reste globalement calme, une augmentation du niveau sonore en journée est perceptible. Elle peut être potentiellement et ponctuellement source de gêne pour les résidents à proximité des travaux, notamment le long des infrastructures de transport et à proximité la zone descenderie du centre de stockage. Ces gênes n'ayant pas lieu la nuit, le sommeil des résidents n'est pas perturbé.

Incidence faible des émissions de bruit sur la santé humaine

3.15.1.2 Les émissions de vibrations

Les vibrations générées par le projet global Cigéo sont principalement liées à la circulation des engins, poids lourds et trains, ainsi que celles générées par l'utilisation d'engins et d'équipements pendant les travaux sur l'ensemble des implantations potentielles. Des tirs d'explosifs sont également réalisés pour le creusement des puits sur le centre de stockage en phase travaux.

Les vibrations liées à la circulation des engins et des poids lourds sur les voieries, et des trains sur l'installation terminale embranchée (ITE) ainsi que celles générées par l'utilisation d'engins de chantier et d'équipements sont très peu perceptibles en dehors des zones d'intervention potentielles du projet Cigéo. Les vibrations liées aux travaux en souterrain ne sont pas perceptibles en surface. Seuls les tirs d'explosifs peuvent être ressentis jusqu'à 1 km mais restent très ponctuels.

Parmi les mesures d'évitement et de réduction des vibrations, sont notamment prévus la circulation des trains d'acheminement du fret et des colis de déchets en journée uniquement sur l'installation terminale embranchée et sur la ligne ferroviaire 027000, l'interruption pendant la nuit (entre 22 h et 7 h) des travaux de surface et l'éloignement, autant que faire se peut, des zones habitées.

Les vibrations associées aux tirs d'explosif pour le creusement des puits peuvent être ressenties très ponctuellement au niveau des bâtiments d'activité les plus proches (archives EDF, hôtel restaurant du Bindeuil, Espace technologique, laboratoire souterrain et son bâtiment d'accueil du public de l'Andra). Toutefois, aucune habitation n'est présente à moins de 1 km et il n'y aura pas de perception à leur niveau. Les activités sources de vibration étant réalisées en journée, elles ne sont pas susceptibles de perturber le sommeil des résidents.

Incidence très faible des émissions de vibrations sur la santé humaine

3.15.1.3 Les émissions lumineuses

Les principales sources d'émissions lumineuses du projet global Cigéo sont liées à l'éclairage des opérations de chantier pendant les phases d'aménagements préalables et de construction initiale, et des postes de garde du centre de stockage Cigéo pendant la phase de fonctionnement pour assurer la sécurité des personnes et des installations.

Des mesures de réduction sont mises en œuvre afin de réduire les émissions lumineuses induites, et notamment celles perceptibles au niveau des zones habitées. Il est à noter que le nombre de points d'éclairage est très limité (principalement associés à la sécurité du centre de stockage) et les flux lumineux ne sont pas orientés vers les zones de résidence.

Incidence faible des émissions lumineuses sur la santé humaine

3.15.1.4 Les émissions d'odeurs

Les odeurs émises par le projet global sont liées majoritairement aux émissions atmosphériques des engins de chantier, à des opérations de travaux ponctuels, à la présence potentielle de déchets putrescibles des zones de restauration et à la gestion des eaux.

Des mesures d'évitement et de réduction des odeurs sont mises en œuvre, notamment le stockage des produits et des déchets dans des ouvrages fermés, ventilés et filtrés si nécessaire.

Les odeurs liées aux gaz d'échappement des moteurs thermiques et à la mise en place des enrobés routiers sont peu intenses et très localisées. Leur dilution dans l'atmosphère est rapide.

Incidence très faible des émissions d'odeurs sur la santé humaine

3.15.1.5 Les émissions électromagnétiques

Les sources d'émissions électromagnétiques sont associées aux ouvrages d'alimentation électrique du projet global, à savoir, deux portions de ligne aérienne 400 kV, deux liaisons souterraines 90 kV, l'implantations potentielles du poste de transformation 400/90 kV, les postes de livraison 90 kV et de transformation 90/20 kV implantés au niveau des zones puits et descenderie.

Des mesures d'évitement et de réduction sont mises en œuvre, notamment le positionnement des ouvrages électriques est réalisé de façon à s'éloigner le plus possible des lieux de vie. Par ailleurs, ils sont conçus et exploités conformément à des prescriptions réglementaires visant entre autres, à limiter l'exposition des tiers aux champs électromagnétiques.

Les champs électriques et magnétiques générés par les équipements électriques du projet global Cigéo sont très inférieurs aux limites réglementaires.

Incidence très faible des émissions électromagnétiques sur la santé humaine

Conclusion

Les émissions physiques engendrées par le projet global Cigéo n'ont pas d'incidence notable sur la santé humaine au regard des niveaux d'exposition, en dehors de la gêne occasionnée par le bruit associé aux travaux, pour quelques lieux de vie à proximité immédiate. Ces travaux ne sont pas réalisés la nuit et ne perturbent donc pas le sommeil des habitants

3.15.2 Incidences liées aux émissions chimiques sur la santé humaine

Le projet global Cigéo est à l'origine d'émissions chimiques (poussières, composés organiques volatils…) pendant ses phases d'aménagements préalables, de construction initiale puis de fonctionnement.

L'évaluation des incidences sur la santé humaine liées aux émissions chimiques s'intéresse aux substances susceptibles d'avoir des effets sur la santé des populations environnantes du fait de leur potentielle toxicité. Cette évaluation repose sur une étude du risque sanitaire conformément aux recommandations de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS) (24).

Les émissions chimiques ont des incidences potentielles notables et elles font l'objet de mesures d'évitement et de réduction.

3.15.2.1 Les émissions chimiques liquides

Les sources d'émissions chimiques liquides du projet global Cigéo sont les eaux générées et/ou gérées sur les différents lieux d'implantation et pendant toutes les phases de vie du projet (eaux pluviales, eaux de ruissellement sur les verses, eaux usées et eaux de fond) puis rejetées dans le milieu local, soit par des ouvrages de diffusion, soit par des canalisations.

Sur l'ensemble du projet global, chaque type d'eaux fait l'objet d'une collecte et d'un traitement adapté afin que les eaux rejetées soient de bonne qualité chimique et écologique, avec des paramètres contrôlés inférieurs aux valeurs de référence fixées par la directive cadre sur l'eau. Ces eaux de bonne qualité rejetées dans le milieu récepteur naturel sont ensuite soit diluées dans un cours d'eau, soit filtrées par le sol. Sur le centre de stockage Cigéo, les eaux pluviales sont gérées séparément des autres types d'eaux, lorsque celles-ci ne sont pas recyclées, avant rejet (cf. Chapitre 3.5 du présent résumé non technique).

En comparaison, la qualité chimique actuelle des cours d'eau est très variable avec :

- une dégradation récurrente liée à la présence d'hydrocarbures ;
- une qualité écologique des cours d'eau souvent classée en « état moyen » ;
- des masses d'eau des calcaires du Barrois et de l'Oxfordien calcaire qui subissent régulièrement des déclassements liés à la turbidité (matières en suspension) et à la présence de sulfates en concentration supérieure à la norme de qualité environnementale.

Les eaux générées puis rejetées par le projet global étant de bonne qualité, elles ne sont donc pas une source d'émissions chimiques liquides dangereuses pour la santé des populations.

Incidence très faible des émissions chimiques liquides sur la santé humaine

3.15.2.2 Les émissions chimiques atmosphériques

Les principales émissions chimiques atmosphériques du projet global Cigéo dans ses premières phases (aménagements préalables et construction initiale) sont typiques d'un grand chantier, constituées de poussières, d'oxydes d'azote, d'oxydes de soufre, de monoxyde de carbone et de gaz de combustion (principalement des composés organiques volatils).

En phase de fonctionnement, les émissions chimiques sont principalement liées à la circulation des engins et des véhicules et au fonctionnement des installations, comme les chaudières, les centrales à béton et la ventilation des installations. Ce sont également essentiellement des poussières, des oxydes de carbone, des oxydes de soufre, du monoxyde de carbone et des gaz de combustion.

Ces émissions chimiques atmosphériques peuvent être diffuses ou canalisées. Elles sont localisées dans et aux abords du centre de stockage Cigéo et de part et d'autre des opérations des autres maitres d'ouvrage.

Des mesures sont mises en place, notamment pour réduire les émissions de poussières et réduire les transports (source d'émission de gaz de combustion). Il s'agit notamment de l'implantation du stockage des verses à l'aplomb de l'installation souterraine sur la zone puits et de leur transfert de la zone descenderie vers la zone puits par un convoyeur semi-enterré, mais aussi de la brumisation des verses non couvertes. Afin de limiter les émissions de poussière par « roulage », la vitesse des véhicules est limitée et les revêtements en enrobé réalisés au plus tôt sur les pistes empruntées par les véhicules.

La méthodologie recommandée par l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS) (24), consiste à évaluer, à l'aide des valeurs toxicologiques de référence relatives aux substances étudiées, soit des quotients de danger (QD) dans le cas des substances avec effet de seuil (substances non cancérogènes), soit des excès de risque individuel (ERI) dans le cas des substances sans effet de seuil (substances cancérogènes). Cette méthodologie n'étant applicable que pour certaines substances chimiques au regard des connaissances scientifiques actuelles, pour les autres substances chimiques, l'incidence sur la santé humaine associée sont évalués en comparant les résultats de l'évaluation de l'exposition humaine aux valeurs réglementaires ou de référence pour la protection des populations disponibles.

L'évaluation de l'exposition humaine est réalisée selon une démarche prudente, avec des choix d'hypothèses majorantes afin de couvrir au maximum les incertitudes associées. Les populations les plus exposées aux émissions chimiques atmosphériques du projet global Cigéo sont, compte tenu de la nature et de la quantité des émissions, celles qui se trouvent être les plus proches du centre de stockage Cigéo, à savoir celles des habitants de : Bonnet, Gillaumé, Saudron, Mandres en Barrois, Ribeaucourt et Bure, ainsi que les individus fréquentant l'Hôtel-

restaurant du Bindeuil (établissement recevant du public) et l'école d'Échenay (établissement recevant une population sensible).

La voie d'exposition majoritaire de l'homme aux émissions chimiques atmosphériques du projet global est l'inhalation de substances potentiellement toxiques. Les évaluations d'exposition humaine liée aux émissions chimiques atmosphériques sur la santé sont effectuées avec le logiciel Impact™ développé par ARIA Technologie, outil de référence de nombreuses installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Elles sont réalisées avec des hypothèses majorant les résultats (par exemple, les populations sont considérées exposées 365 jours par an).

Les résultats de ces évaluations confirment qu'aucune habitation, ni aucun établissement accueillant du public ou des populations sensibles recensé dans l'aire d'étude rapprochée du milieu physique du projet global n'est exposé à des concentrations de composés chimiques toxiques dépassant les valeurs de référence de la réglementation (valeurs limites pour la protection de la santé humaine) ou de gestion (objectifs de qualité).

Pour les substances dites d'intérêts (benzène, représentatif des composés organiques volatils, et monoxyde de carbone), représentatives des substances émises et traceurs de risque, les quotients de danger (QD) et les excès de risque individuel (ERI) calculés selon la méthodologie de l'INERIS sont largement inférieurs aux valeurs repères respectivement de 1 et de 10^{-5}. Le risque sanitaire est qualifié selon cette méthodologie de non préoccupant vis-à-vis de la santé humaine.

En tout état de cause, les concentrations de composés chimiques atmosphériques émis par le projet global Cigéo restent largement en deçà des valeurs réglementaires de protection de la santé humaine au niveau des habitations.

Incidence très faible des émissions chimiques atmosphériques sur la santé humaine

3.15.3 Incidences liées aux émissions radioactives sur la santé humaine

Le projet global Cigéo accueillera des colis de déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA et MA-VL) pendant toute sa phase de fonctionnement. Ces colis de déchets sont acheminés vers le centre de stockage Cigéo puis transférés au sein des installations jusqu'aux alvéoles de stockage dans la formation du Callovo-Oxfordien. Pendant leur transport sur la voie publique ou privée et leur transfert au sein des installations du centre de stockage Cigéo, ils ne subissent aucune transformation, et sont uniquement manipulés pour être stockés en souterrain.

Les sources d'émissions radioactives du projet global identifiées sont liées au relâchement de quelques éléments radioactifs gazeux (tritium, ^{14}C, ^{85}Kr) par certains colis de déchets MA-VL, la présence potentielle d'éléments radioactifs sur les surfaces externes des colis de déchets qui sont réceptionnés et la récupération possible d'effluents issus des zones à production possible de déchets nucléaires du centre de stockage, relevant de la réglementation Installation nucléaire de base (INB).

Les éléments radioactifs émettent des rayonnements dont la dangerosité dépend de la nature et du niveau de radioactivité. L'évaluation des effets sur l'homme se fait à l'échelle de sa vie entière, via le calcul d'une « dose efficace engagée », exprimée en Sievert (Sv).

Pour rappel, la radioactivité est un phénomène qui existe à l'état naturel depuis l'origine de l'univers (il y a 4,5 milliards d'années) lorsque les atomes se sont formés. L'exposition moyenne de la population française au bruit de fond radiologique (naturel et artificiel, en dehors des expositions médicales) est estimée à 2,9 mSv/an (avec une fourchette basse à 1,6 mSv pour les communes à faible teneur en radon, à faible niveau de rayonnements telluriques et peu touchées par les retombées anciennes, ainsi que pour des individus consommant peu de denrées alimentaires riches en radionucléides naturels et ne fumant pas).

Les émissions radioactives des colis de déchets ont des incidences potentielles notables, elles font l'objet de mesures d'évitement et de réduction dans le cadre de la conception du projet global Cigéo.

3.15.3.1 Les effluents issus des zones à production possible de déchets nucléaires

Aucun procédé sur le centre de stockage de Cigéo ne génère d'effluents radioactifs liquides en fonctionnement normal. En effet, il n'y a aucune opération de traitement ou de conditionnement de déchets radioactifs sur le centre, et les colis de déchets radioactifs réceptionnés ne sont pas ouverts. Par précaution, toutes les eaux récupérées dans les zones dites « à production possible de déchets nucléaires », comme les condensats collectés en pied de cheminée des émissaires de la ventilation nucléaire, les eaux de ruissellement collectées au niveau des alvéoles dédiés aux colis de déchets HA et les éventuelles eaux d'extinction incendie dans les zones nucléaires, font l'objet d'une gestion séparée. Elles sont considérées comme des effluents susceptibles d'être contaminés par la présence d'éléments radioactifs.

Le niveau de radioactivité des effluents issus des zones à production possible de déchets nucléaires est extrêmement faible, de l'ordre du Becquerel par litre (Bq/L). À titre de comparaison, le niveau de radioactivité naturelle de l'eau de pluie est d'environ 1 Bq/L. Les incidences potentielles des effluents issus des zones à productions possible de déchets nucléaires sur la santé humaine ne sont pas notables.

Sur le centre de stockage, les effluents issus des zones à production possible de déchets nucléaires sont collectés au plus près de leur zone de production, contrôlés et stockés dans des cuves, protégées des agressions et équipées de rétentions étanches pour palier à une éventuelle fuite.

L'Andra s'engage à ne pas les rejeter dans l'environnement local. Aussi, ces cuves sont ensuite transférées vers une installation nucléaire ou classée pour la protection de l'environnement, localisée en France, en mesure de les prendre en charge sans incidence notable sur son environnement. Leur transport est soumis à la réglementation transport de matières dangereuses comme pour les colis de déchets radioactifs.

Le centre de stockage Cigéo ne rejette donc pas d'effluents liquides issus des zones à production possible de déchets nucléaires dans l'environnement local.

3.15.3.2 Les émissions radioactives atmosphériques

Les éléments radioactifs gazeux qui proviennent de certains colis de déchets sont le tritium (^{3}H), le carbone 14 (^{14}C) et le krypton 85 (^{85}Kr). Ces trois éléments radioactifs sont très volatils, restent à l'état gazeux ou sous forme de vapeur d'eau, sans former d'aérosols. Ils sont également faiblement radiotoxiques. Les aérosols radioactifs (émetteurs alpha et bêta) pouvant être présents sur la surface externe des colis de déchets radioactifs (aussi appelée contamination surfacique labile) peuvent être mis en suspension lors de la manutention des colis de déchets.

Les mesures mises en œuvre sur le projet global Cigéo visent à la fois à éviter et à réduire les effets liés à la présence de ces éléments radioactifs. Il s'agit notamment :

- du conditionnement définitif des déchets radioactifs (solidifiés et immobilisés dans une matrice puis placés dans un conteneur), sur les sites des producteurs, et selon les spécifications d'acceptation fixées par l'Andra ;
- de la conception robuste des emballages de transport, sous la responsabilité de l'expéditeur (producteurs), et leur contrôle ;
- de la conception des installations du centre de stockage Cigéo, avec :
  - ✓ des ouvrages de génie civil conçus pour assurer une protection radiologique contre les rayonnements ionisants ;
  - ✓ des systèmes de ventilation dédiés à la gestion des émissions radioactives comprenant une canalisation des émissions au sein des installations jusqu'à des émissaires, appelés « cheminées », permettant leur surveillance, un système de filtration à très haute efficacité permettant de retenir la majeure partie des aérosols radioactifs) et une hauteur des émissaires de rejets (cheminées) favorisant la dispersion.

L'évaluation des risques sanitaires et des incidences sur la santé humaine liés à ces émissions radioactives est réalisée selon une démarche prudente, avec des hypothèses pénalisantes (majorantes) à chaque étape :

- l'évaluation des rejets radioactifs (avec des relâchements des éléments gazeux sans considérer une capacité de rétention par le conteneur, une contamination surfacique labile des moyens de transport, des emballages et des colis au niveau maximal des seuils autorisés, la présence de colis de déchets radioactifs dans l'installation nucléaire de surface au maximum de sa capacité…) ;
- l'évaluation de la dispersion de ces rejets radioactifs puis de leur transfert dans l'environnement et la chaîne agro-alimentaire (avec un taux de présence des individus sur le lieu d'exposition égal à 100 %, un air à l'intérieur des habitations considéré identique à l'air provenant de l'extérieur, une consommation de produits issus de l'agriculture et de l'élevage locaux…) ;
- l'évaluation de l'exposition humaine par le calcul d'une dose efficace engagée (avec la forme chimique du tritium la plus pénalisante, des émetteurs alpha et beta assimilés à des éléments radioactifs pénalisants, en considérant plusieurs classes d'âges de population plus sensibles…).

Les populations les plus exposées aux rejets atmosphériques radioactifs du projet global Cigéo sont, compte tenu de la nature et de la quantité des émissions, celles qui se trouvent être les plus proches du centre de stockage, et notamment de l'émissaire de la ventilation nucléaire de la zone puits.

Les évaluations sont réalisées avec la plateforme de calcul CERES (Code d'Évaluations Rapides Environnementales et Sanitaires), outil de référence pour de nombreuses installations nucléaires de base et dont les modèles physiques mis en œuvre ont déjà été analysés par l'Autorité de sûreté nucléaire et son support technique l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.

L'exposition humaine maximale liée aux émissions radioactives atmosphériques est extrêmement faible, de l'ordre du µSv/an (plus de mille fois inférieure au mSv) au niveau du village de Bure. L'exposition humaine pour les autres villages environnants est encore plus faible (entre 20 et 40 % de l'exposition à Bure, dans un rayon d'environ 8 km). Par ailleurs, l'exposition aux convois de transport, qui ne contiendront qu'un nombre très limité de colis de déchets radioactifs et dont les passages sont peu fréquents et limités dans le temps, est encore beaucoup plus faible que celle liée aux installations du centre de stockage Cigéo.

L'exposition humaine liée aux émissions du projet global Cigéo est ainsi largement inférieure à la contrainte réglementaire de 1 mSv/an pour les activités humaines en dehors de la radioactivité naturelle et des doses reçues en médecine. Elle est imperceptible au regard de l'exposition annuelle due à la radioactivité naturelle de la population française, même la moins exposée (moyenne à 2,9 mSv/an, et fourchette basse à 1,6 mSv/an).

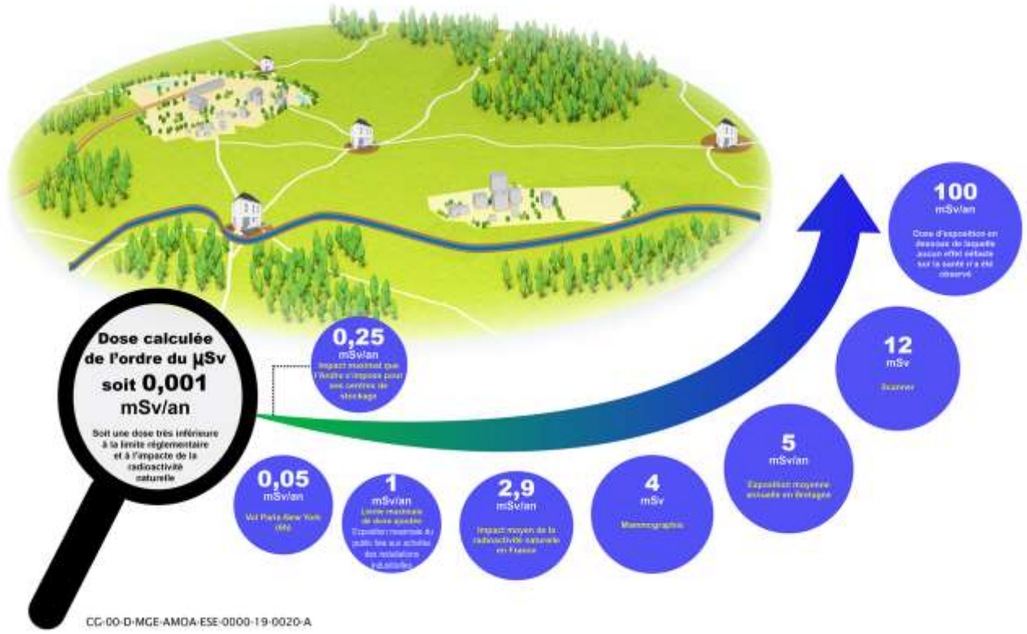

Figure 3-33 Valeurs repères d'exposition humaine aux émissions radioactives

Compte tenu de la diminution rapide des concentrations en gaz et aérosols radioactifs des rejets radioactifs atmosphériques avec la distance et des faibles quantités mises en jeu, les effets du projet global ne se cumulent pas avec d'autres projets et installations nucléaires de la région, et n'ont pas d'effet transfrontalier.

Une fois le centre de stockage ayant eu l'autorisation d'être définitivement fermé (cf. Chapitre 3.20 du présent résumé non technique), l'ensemble de l'installation souterraine (y compris les liaisons surface-fond) aura été remblayé et l'installation nucléaire de surface aura été démantelée. Les activités en surface seront fortement réduites, essentiellement liées à la surveillance du site et de l'environnement. Les déchets radioactifs seront isolés de l'homme et de l'environnement, notamment grâce à la couche du Callovo-Oxfordien, située à environ 500 m de profondeur et âgée d'environ 160 millions d'années, qui constitue une barrière naturelle entre le stockage et l'environnement de surface. L'essentiel des éléments radioactifs restent piégés dans le stockage et la couche du Callovo-Oxfordien en champ proche du stockage et seuls quelques éléments radioactifs solubles, non retenus par l'argile et à vie longue (comme l'^{129}I, le ^{36}Cl et le ^{79}Se) migreront dans la couche du Callovo-Oxfordien par diffusion de manière très lente et limitée. Cela prendra *a minima* plusieurs centaines de milliers d'années. Pour ces quelques éléments mobiles, le risque sanitaire (et incidence sur la santé humaine) après la fermeture définitive du centre de stockage Cigéo est apprécié de manière prudente et pénalisante, sur la base de l'état des connaissances et des incertitudes, en supposant que les humains du futur viendraient notamment utiliser les eaux des aquifères (prélèvements d'eau par forages) pour leurs activités. Dans le cadre des options de sûreté, l'incidence maximale associée à l'évolution normale du stockage se situe au-delà d'une centaine de milliers d'années. Elle est inférieure à 0,02 mSv/an et à la contrainte de dose fixée par le guide de sûreté de l'ASN de 2008 (14). Cette évaluation fera l'objet d'une mise à jour en vue de la demande d'autorisation de création (DAC).

Incidence très faible des émissions radioactives atmosphériques sur la santé humaine

3.16 Paysage, patrimoine culturel, tourisme et activités de plein air

3.16.1 Paysage

»SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

L'analyse du paysage s'appuie sur l'étude de la topographie, du réseau hydrographique, des structures végétales, du réseau viaire et de la localisation des espaces fréquentés, habités (village, hameaux, habitations isolées), récréatifs (chemins de randonnées, etc.) et patrimoniaux.

Cette analyse fine du paysage a permis de dégager les unités paysagères, unités élémentaires du découpage d'un territoire.

Les incidences du projet sur le paysage ont été appréhendées grâce à la réalisation d'une *carte de visibilité* et de *photomontages*. La carte de visibilité permet de localiser toutes les zones depuis lesquelles les composantes du projet sont visibles avant mise en place des mesures paysagères. Sa réalisation s'appuie sur l'analyse morphologique du territoire, des visites de site, des reportages photographiques, d'une maquette 3D, et de l'analyse de l'espace fréquenté.

Les photomontages permettent d'illustrer l'intégration du projet depuis différents points de vue et à toutes ces phases de vie.

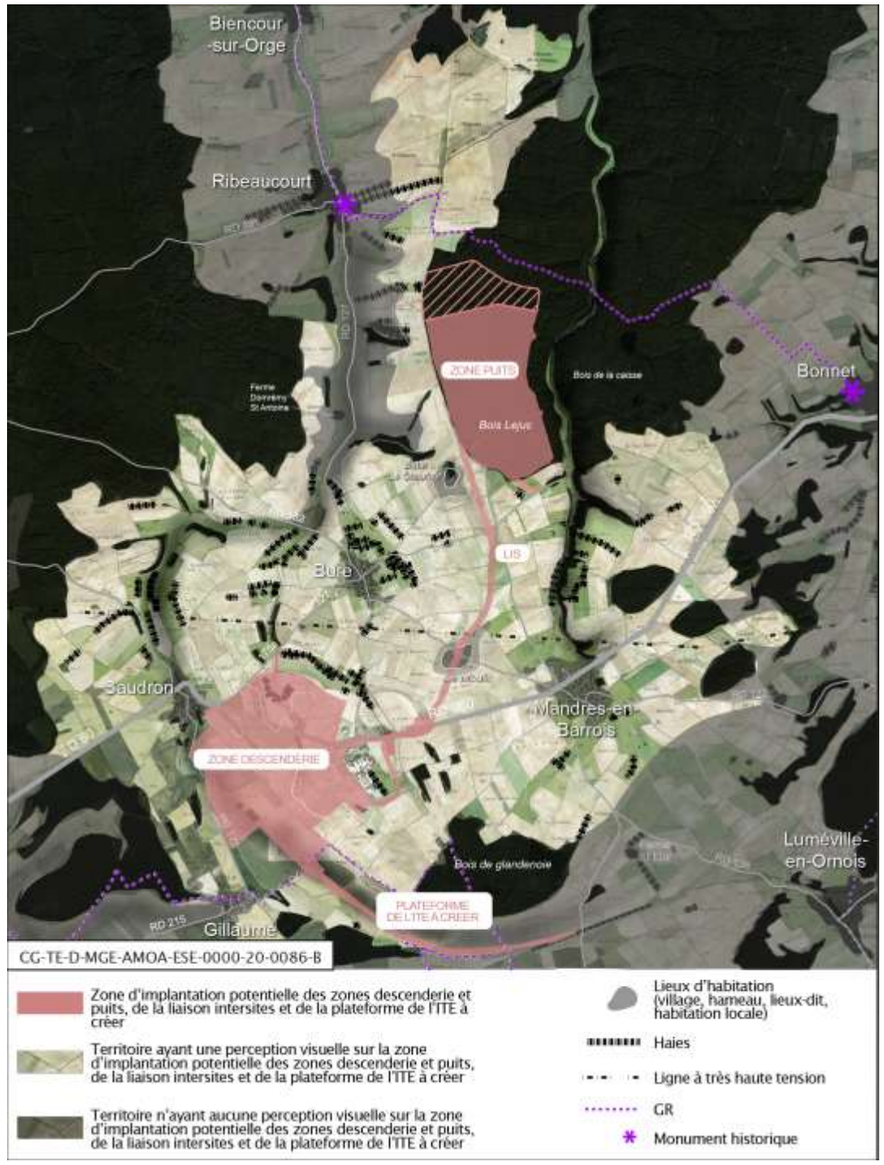

Figure 3-34 Carte de visibilité

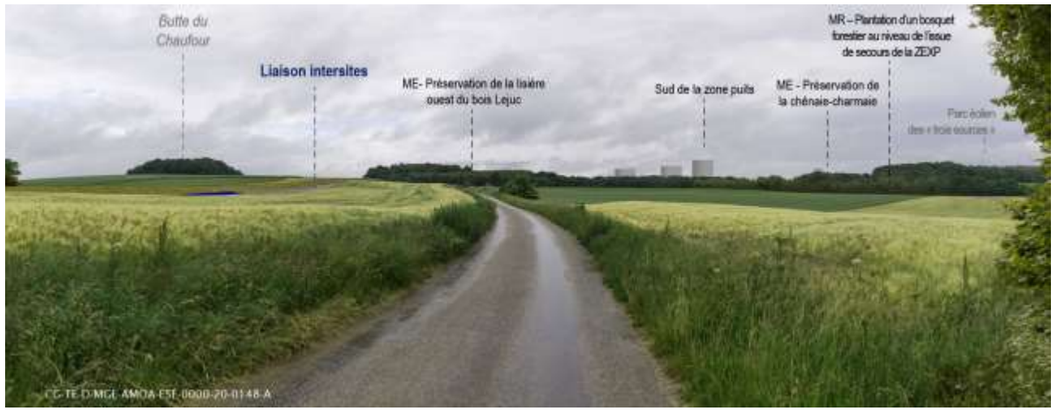

Figure 3-35 Exemple de photomontage

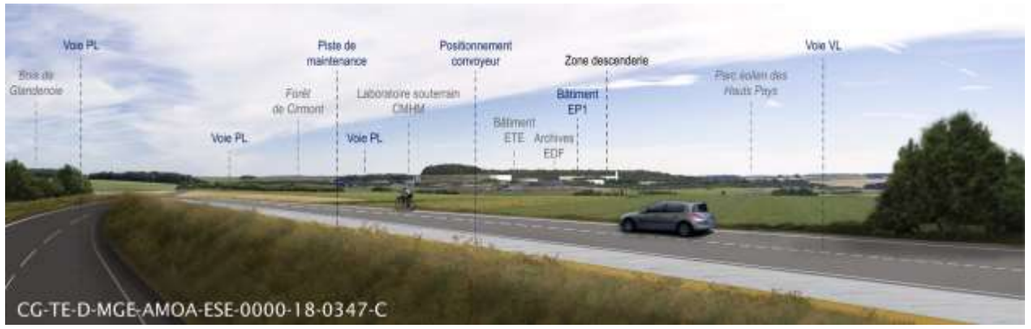

Figure 3-36 Exemple de photomontage

3.16.1.1 État actuel

L'aire d'étude rapprochée s'intègre dans deux entités paysagères : **le plateau du Barrois,** pour la partie sud de l'aire d'étude, incluant les installations du centre de stockage Cigéo, le poste de transformation électrique et la déviation ; et **la vallée de l'Ornain,** pour la partie nord, où chemine la ligne ferroviaire 027000.

Au sein d'un milieu rural, le territoire d'insertion du projet global Cigéo présente une topographie de plateau vallonné, drainé par des cours d'eau confluant vers la Marne.

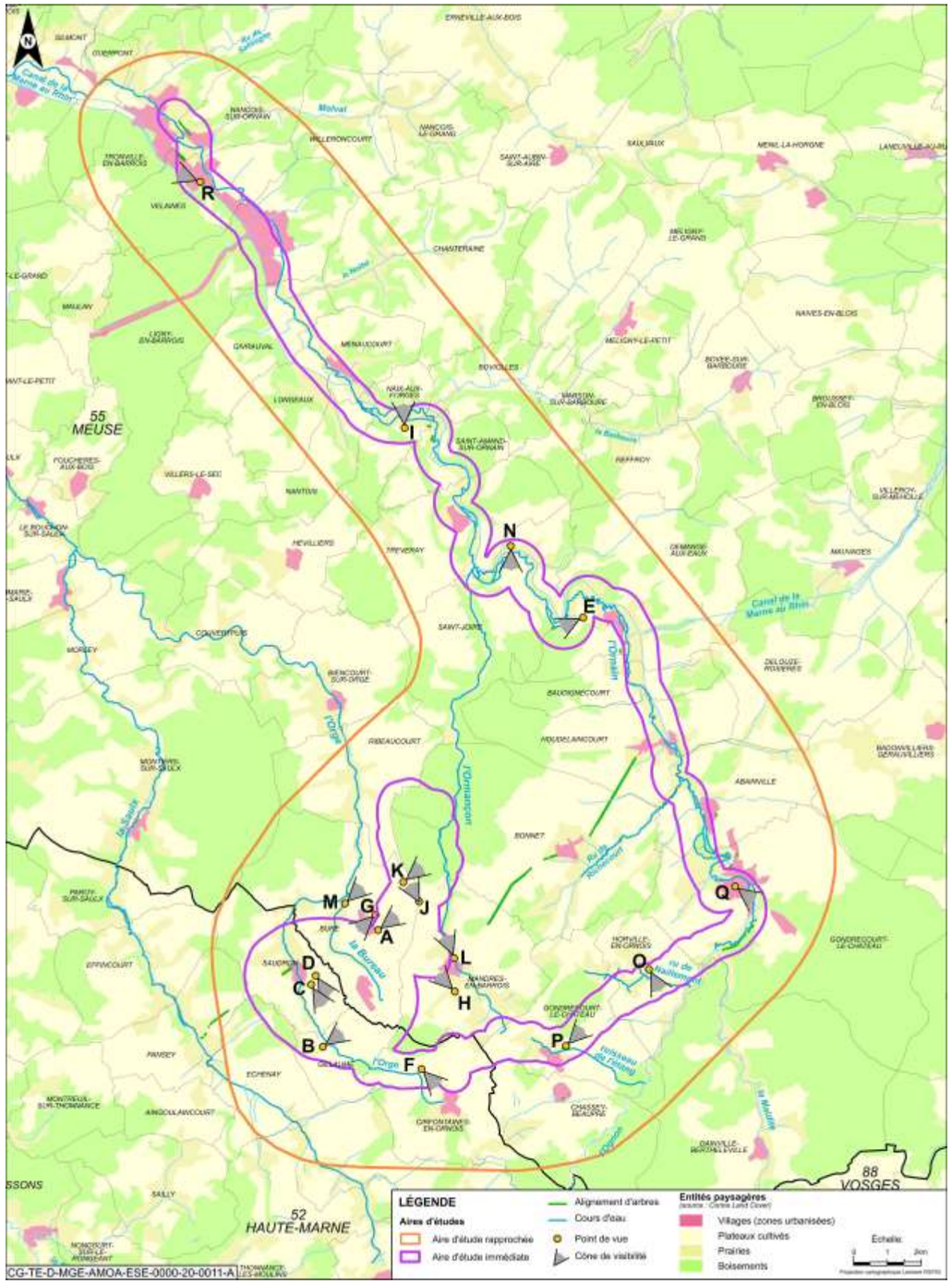

Figure 3-37 Localisation des points de vue des composantes des entités paysagères autour de l'aire d'étude immédiate

Le paysage des calcaires du Barrois est structuré autour des unités paysagères suivantes :

- **les plateaux cultivés**, au sein desquels s'implanteront la zone descenderie et l'installation terminale embranchée. Caractérisés par un relief aplani qui facilite les cultures souvent peu diversifiées, les éléments qui marquent les limites, telles que les haies, tendent à disparaître ;
- **les villages**. Peu nombreux, les villages de l'aire d'étude rapprochée sont installés, pour la plupart, en fond de vallée. Leur structure allongée (village rue), témoigne de l'activité agricole et de l'ancienne activité métallurgique de la région. Aujourd'hui encore ces villages agricoles sont composés de nombreuses fermes accolées ;
- les **boisements.** Ils marquent la transition avec les paysages agraires ouverts, souvent implantés sur les points hauts et les versants. La zone puits s'inscrira dans cette unité, au sein du bois Lejuc, appartenant à un massif boisé plus large situé sur le versant ouest de la vallée de l'Ormançon ;
- **les fonds de vallée.** Localisés en tête de bassin versant, le plateau est drainé par des cours d'eau. Au fond des vallées humides se trouvent de rares ripisylves, la majorité des fonds de vallées se trouvant entourés de prairies réservées à l'élevage. **Les installations du projet global Cigéo se trouvent à proximité de vallées :**
  - ✓ la zone descenderie, surplombe la vallée de l'Orge et de La Bureau ;
  - ✓ la zone puits est localisée à 200 m de la vallée de l'Ormançon ;
  - ✓ le tracé de l'ITE, dans sa partie existante, traverse deux ruisseaux, le Naillemont et l'étang ;
  - ✓ selon l'option qui sera retenue, le poste de transformation électrique pourra se situer à proximité des vallées de l'Ormançon ou de la Bureau, la déviation de la route départementale D60/960 pourra quant à elle traverser les vallées de l'Orge ou de la Bureau.
- **les prairies** : associées aux vallées ou aux coteaux, elles sont souvent non cultivables en raison de leur topographie. Destinées à l'élevage, les parcelles sont souvent délimitées par des haies, bosquets ou arbustes épars, éléments qui contrastent avec les champs ouverts ;
- **les alignements d'arbres** : souvent localisés le long des routes, quelques alignements d'arbres existent dans l'aire d'étude rapprochée, notamment le long de la route départementale D60/960 près de Bonnet ;
- **les éoliennes et la ligne électrique 400 kV** : les éoliennes, nombreuses dans l'aire d'étude et souvent implantées dans les boisements ou les plateaux cultivés, viennent rompre avec le caractère rural du paysage. Le parc éolien le plus proche de l'aire d'étude immédiate est celui des trois sources, situé à l'est du bois Lejuc. La ligne électrique 400 kV Houdreville-Méry, implantée dans les plateaux cultivés est également très présente dans le paysage qu'elle traverse d'est en ouest ;
- la **vallée de l'Ornain** est encaissée dans les calcaires du Barrois. Les courbes formées par les méandres de l'Ornain contrastent avec la rectitude du canal de la Marne au Rhin et de la voie ferrée 027000 installés au fond de cette vallée. De nombreux villages jalonnent la rivière.

L'aire d'étude de la ligne 400 kV Houdreville-Méry traverse les paysages de la Champagne humide, les plateaux du Barrois (ouverts et Argonnais), la vallée de la Meuse et les côtes et les plateaux de revers et Santois.

Enjeux

L'aire d'étude rapprochée s'intègre sur les plateaux du Barrois et la vallée de l'Ornain. Les plateaux du Barrois offrent un paysage agricole ouvert, vallonné, ponctué de bosquets et de petits villages peu peuplés. La vallée de l'Ornain s'organise autour de la rivière et du canal de la Marne au Rhin qui méandrent sur les argiles. Dans une aire très peu industrialisée, l'implantation du projet global Cigéo représente un enjeu fort.

Enjeu fort

3.16.1.2 Incidences et mesures associées

Le projet global Cigéo s'implante dans un environnement rural et forestier ponctué de petits villages.

Pour le centre de stockage Cigéo, les zones puits et descenderie et la liaison intersites sont les opérations susceptibles de générer une incidence notable sur le paysage. La zone puits est implantée dans un milieu boisé, la zone descenderie et la liaison intersites s'implantent dans un milieu agricole. L'ITE réutilise, sur une grande partie de son tracé (10 km), une ancienne voie ferrée, ce qui limite les incidences de cette opération sur le paysage. Seule la partie à créer, longue de 4 km, qui s'étend de Luméville-en-Ornois à la zone descenderie, vient impacter modérément le paysage par la création de remblais.

Dès la conception du projet, les aménagements paysagers sont pensés pour rendre le centre de stockage « discret de loin ». Pour cela, des mesures d'évitement telles que le maintien des bandes boisées à l'ouest et au nord et à l'est de la zone puits et le maintien de 1,1 ha de chênaie-charmaie sur cette même zone, permettent de limiter les vues depuis le territoire sur le centre de stockage.

Toutefois, en aménagements préalables, les travaux réalisés au niveau de la zone descenderie et de la liaison intersites viennent reconfigurer le paysage agricole et ouvert. Les vues sur le site, qui peuvent être proches et habitées (village de Gillaumé), sont dégagées de tout obstacle. Les mouvements de terre (dépôt, mise en place des plateformes), ainsi que les engins et les installations de chantier associés sont perceptibles depuis de nombreux points de vue.

Au niveau de la zone puits, le défrichement, vient créer une brèche dans le massif boisé visible depuis le sud de la zone puits malgré le maintien de certaines bandes boisées au nord, à l'est et à l'ouest.

Des mesures de réduction telles que le travail des nivellements, la mise en place d'un merlon haut végétalisé, la plantation de bosquets ou de masques boisés sur la zone descenderie, ou encore la plantation de bosquets sur la zone puits favorisent l'intégration du centre de stockage Cigéo dans son territoire. Néanmoins s'agissant souvent de plantations, leur efficacité n'est pas immédiate.

En construction initiale, les travaux continuent et les bâtiments tels que ceux abritant les puits sur la zone puits, accompagnés de grues, apparaissent. Au sein d'un paysage rural peu occupé, la rupture provoquée par la construction du site est notable. Les arbres restent trop jeunes pour assurer pleinement leur rôle de filtre ou de masque.

Durant la phase de fonctionnement, les plantations, sont en cours de développement, puis matures. L'artificialité des installations du centre de stockage Cigéo est atténuée par la présence de la végétation. Les motifs paysagers proposés sont semblables à ceux retrouvés dans le paysage alentours. De larges cônes de vue sont fermés et ne permettent pas de perception sur les installations industrielles de la zone descenderie (villages de Gillaumé, de Saudron) ou de la zone puits (aucune perception du site des verses et visibilité faible depuis Mandres-en-Barrois). Les ouvrages visibles depuis le territoire sont intégrés dans des écrins de verdure dont seuls les chevalements des puits dépassent. L'utilisation de la liaison intersites est moindre et le réseau de haie envisagé réduit l'incidence liée principalement aux passages des véhicules.

La concertation publique relative à l'alimentation électrique n'est pas encore terminée. Les opérations d'adduction d'eau, de mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 et la déviation de la route départementale D60/960 sont encore au stade de détermination des variantes techniques. Ainsi, leur intégration paysagère n'a pas encore donné lieu à des mesures opérationnelles pouvant être soumises à la concertation du public.

L'opération d'alimentation électrique inclut la sécurisation de la ligne 400 kV, la construction du poste de transformation et la réalisation des liaisons souterraines entre ce poste et les zones descenderie et puits. Parmi ces opérations, seule l'implantation du poste est susceptible d'avoir des effets temporaires et permanents notables, qui dépendront essentiellement de sa position et des mesures de réduction d'impact mises en œuvre. Les autres opérations associées à l'alimentation électrique seront susceptibles d'impacter le paysage uniquement de façon temporaire en phase travaux.

L'opération d'adduction d'eau consiste principalement à poser des réseaux enterrés. Les effets sur le paysage sont temporaires et liés à la durée du chantier.

L'opération de remise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 consiste à rendre de nouveau utilisable cette ligne en grande partie inutilisée. Les incidences sur le paysage seront principalement temporaires car liés au chantier.

La réalisation de nouveaux ouvrages d'art le long de cette ligne pourra impacter de façon permanente le paysage mais de façon très ponctuelle.

À l'image des opérations des autres maitrises d'ouvrage, l'opération de déviation de la route départementale D60/960 aura des effets temporaires liés aux travaux de terrassement et des effets permanents liés à son exploitation qui seront dépendants de son positionnement défini à l'issue de la concertation.

Aucune installation n'est actuellement envisagée par les producteurs pour l'expédition et le transport des colis de déchets radioactifs, aucune incidence sur le paysage n'est attendu à leur niveau.

La principale incidence paysagère du projet global Cigéo intervient autour du centre de stockage. Elle est forte en phase d'aménagements préalables et de construction initiale, puis modérée pendant la phase de fonctionnement pour devenir faible quand les plantations paysagères seront arrivées à maturité.

3.16.2 Patrimoine

SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

Archéologie

Le recensement des sites et vestiges archéologiques s'est appuyé sur diverses bases de données parmi lesquelles la base Mérimée (plateforme POP), la base de l'Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap), la carte archéologique nationale de la Direction régionale des affaires culturelles (DRAC).

Ces données publiques ont été complétées par les résultats d'un relevé Lidar (télédétection par laser), qui a permis d'identifier des indices de vestiges archéologiques.

Patrimoine historique et architectural et sites inscrits, sites classés

La liste des sites classés/sites inscrits a été définie sur consultation du site de la DREAL Grand Est et sur consultation de l'Atlas du patrimoine. Les sites patrimoniaux remarquables ont été recherchés au sein de l'Atlas des patrimoines et le recensement des monuments historiques inscrits ou classés a été effectué à partir de la base de données Architecture-Mérimée (plateforme POP).

DÉFINITIONS

Les sites classés sont des lieux dont le caractère exceptionnel justifie une protection de niveau national : éléments remarquables, lieux dont on souhaite conserver les vestiges ou la mémoire pour les événements qui s'y sont déroulés. Aucune modification d'un site classé n'est possible sans l'autorisation expresse du ministre en charge des sites.

L'inscription, quant à elle, est une reconnaissance de la qualité d'un site justifiant une surveillance de son évolution, sous forme d'une consultation de l'Architecte des Bâtiments de France sur les travaux qui y sont entrepris.

Les Sites patrimoniaux remarquables (SRP) ont été créés par la loi du 7 juillet 2016 relative à la liberté de la création, à l'architecture et au patrimoine. Ce dispositif a pour objectif de protéger et de mettre en valeur le patrimoine architectural, urbain et paysager de nos territoires.

Les sites patrimoniaux remarquables se substituent aux anciens dispositifs de protection :

- secteurs sauvegardés ;
- zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager (ZPPAUP) ;
- aires de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine (AVAP).

Un **monument historique** est un immeuble ou un objet mobilier recevant un statut juridique particulier destiné à le protéger, du fait de son intérêt historique, artistique, architectural mais aussi technique ou scientifique.

La **protection des monuments** classés ou inscrits s'étend autour de leur champ de visibilité. Pour les bâtiments soumis à ce régime, qu'ils soient inscrits ou classés, un périmètre des abords de 500 m de rayon ou de large autour du monument ou encore adapté aux zones réelles de visibilité est institué, générant une servitude opposable aux tiers.

3.16.2.1 État actuel

- **Patrimoine archéologique**

  Trois sites archéologiques classés « Monuments Historiques » recoupent la partie nord de l'aire d'étude rapprochée où chemine la ligne ferroviaire 027000. Il s'agit des vestiges de « Nasium », une ancienne cité gallo-romaine.

  Au sud de l'aire d'étude rapprochée, à proximité du centre de stockage Cigéo, il n'existe pas de site archéologique, néanmoins, la carte archéologique nationale de la Direction régionale des affaires culturelles (DRAC) et des relevés Lidar mettent en évidence la présence de traces et vestiges. Il s'agit d'éléments ponctuels tels que des foyers, des fossés… Une ancienne voie datée de l'époque gallo-romaine se trouve également sur l'aire d'étude rapprochée et immédiate : la voie romaine.

  Une grande partie des emprises de la zone descenderie et d'une partie de l'installation terminale embranchée ont déjà fait l'objet de diagnostics archéologiques.

  Ces derniers ont révélé la présence d'un site néolithique et des vestiges d'une villa gallo-romaine. Des fouilles seront réalisées une fois les autorisations obtenues.

Enjeux

L'aire d'étude immédiate recense de nombreux vestiges archéologiques, témoignant d'une longue histoire d'occupation et de peuplement. Des diagnostics archéologiques suivis, si nécessaire, de fouilles devront être réalisés.

Enjeu fort dans la partie ouest de l'aire d'étude immédiate

- **Patrimoine historique et architectural et sites inscrits, sites classés**

  Aucun site patrimonial remarquable, secteur sauvegardé, aire de mise en valeur du patrimoine ou zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager n'est recensé dans l'aire d'étude rapprochée du projet global Cigéo.

  Néanmoins, l'aire d'étude rapprochée compte plusieurs monuments historiques. La majorité sont localisés dans la vallée de l'Ornain. Ces derniers se trouvent également compris dans l'aire d'étude immédiate à proximité de la ligne ferroviaire 027000 et de la plateforme logistique de Gondrecourt-le-Château. Il n'y a aucun monument historique entre le captage de Thonnance-les-Joinville et les installations du centre de stockage Cigéo.

  Au sud de l'aire d'étude rapprochée, au sein de l'entité paysagère des calcaires du Barrois, les monuments historiques sont plus rares. Au nombre de trois (l'église de Bonnet, l'église de Ribeaucourt, le Domaine de Chassey-Beaupré), aucun n'est inclus dans l'aire d'étude immédiate.

  Un site classé est présent dans l'aire d'étude rapprochée et immédiate du projet. Il s'agit du parc municipal de Ligny-en-Barrois. Ce dernier se trouve à proximité de l'extrémité nord de la ligne ferroviaire 027000.

  L'aire d'étude de la ligne 400 kV Houdreville-Méry traverse les périmètres de protection de 8 monuments historiques et inclut deux sites patrimoniaux remarquables.

Enjeux

Seuls quelques monuments historiques sont recensés dans l'aire d'étude rapprochée. Ces monuments sont pour la plupart localisés dans les villages traversés par la ligne 027000 dans la vallée de l'Ornain. Seuls trois monuments historiques se trouvent à proximité des installations du centre de stockage Cigéo (l'église de Bonnet, l'église de Ribeaucourt, le Domaine de Chassey-Beaupré) et aucun n'a son périmètre de protection traversé par l'aire d'étude immédiate.

Enjeu faible à modéré le long de la ligne ferroviaire 027000

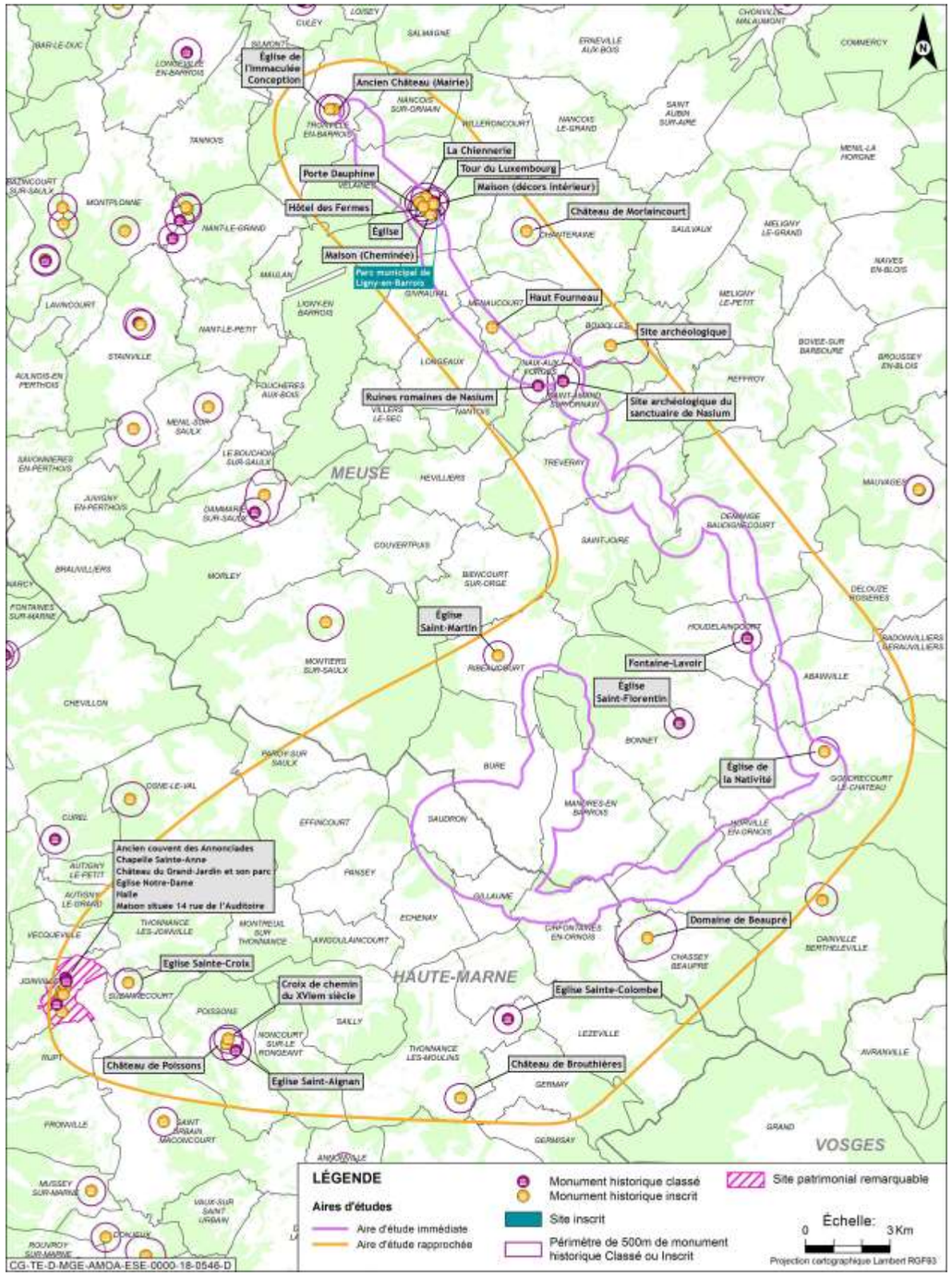

Figure 3-38 Localisation des monuments historiques sur l'aire d'étude rapprochée

3.16.2.2 Incidences et mesures associées

- **Patrimoine archéologique**

  L'Andra et les maîtres d'ouvrage du projet global Cigéo appliquent la règlementation relative à l'archéologie préventive.

  Des diagnostics archéologiques ont déjà été réalisés au niveau des zones d'intervention potentielle de la zone descenderie et d'une partie de l'ITE. Effectués par l'Institut national de recherches archéologiques préventives (Inrap) ils ont révélé la présence de vestiges, ce qui a conduit la Direction Régionale des affaires culturelles (DRAC) à prescrire des fouilles sur certaines zones. Ces prescriptions de fouilles sont détaillées dans des arrêtés préfectoraux et le commencement des travaux ne pourra débuter sans que ces arrêtés n'aient été appliqués.

  Des diagnostics archéologiques suivis de fouilles (si celles-ci sont jugées nécessaires par la DRAC), seront également entrepris sur la zone d'implantation potentielle du centre de stockage Cigéo n'ayant à ce jour pas fait l'objet de diagnostics (principalement la zone puits et la liaison intersites ainsi que certaines zones résiduelles de l'ITE et de la zone descenderie) ainsi que sous les emprises des autres opérations du projet global Cigéo (déviation de la route départementale D60/960, poste électrique 400/90 kV, etc.) une fois leur localisation précise connue, à l'issue de la concertation avec le public et des études de conception.

  La réalisation des diagnostics archéologiques préventifs suivis de fouilles conduit à évaluer l'incidence du projet global Cigéo sur le patrimoine archéologique comme « modérée » du fait de la manipulation des vestiges pour les fouilles archéologiques.

Incidence modérée sur les sites archéologiques

- **Sites patrimoniaux remarquables, monuments historiques et sites inscrits/ sites classés**

  L'aire d'étude rapprochée inclus 33 monuments historiques (dont 8 classés et 25 inscrits), un site inscrit et un site patrimonial remarquable.

  Lors de la conception du projet, le choix d'implantation des nouvelles installations nécessaires au projet global s'est fait de sorte de n'intercepter le périmètre de protection d'aucun monument historique.

  Cette mesure d'évitement exclue toutefois les opérations réutilisant des emprises existantes à savoir une grande partie du tracé de l'ITE, incluant la plateforme logistique de Gondrecourt-le-Château et la totalité de la ligne ferroviaire 027000. Ces deux opérations traversent inévitablement le périmètre de protection de sept monuments historiques.

  La ligne ferroviaire 027000 traverse les périmètres de protection :

  - ✓ du **site archéologique du sanctuaire de Nasium**, monument historique classé à Saint-Amand-sur-Ornain ;
  - ✓ des **ruines romaines de Nasium**, monument historique classé situé à Naix-aux-Forges ;
  - ✓ de **l'église de Ligny-en-Barrois**, de **l'Hôtel des Fermes**, de **la Porte Dauphine** et de **La Chiennerie,** tous monuments historiques inscrits situés sur la commune de Ligny-en-Barrois.

  Les aménagements réalisés seront similaires à l'état actuel (ligne ferroviaire, bassins de gestion des eaux pluviales, signalisation, rétablissements) :

  - ✓ les emprises existantes seront au maximum réutilisées ;
  - ✓ les monuments historiques dont les périmètres de protection sont interceptés sont situées en zone urbaine.

  Ainsi, l'effet de la remise en service de la ligne ferroviaire 027000 portée par SNCF Réseau sur le patrimoine architectural sera direct, au maximum modéré selon les travaux relatifs aux ouvrages d'art entérinés par la concertation mais temporaire durant les aménagements préalables (phase travaux de la ligne). Les impacts seront faibles et permanents en phase de construction initiale (exploitation de la ligne). La plateforme logistique de Gondrecourt-le-Château traverse le périmètre de protection de l'église de la Nativité de la Vierge, monument historique inscrit. La destination de cette plateforme reste similaire à son utilisation actuelle et ne nécessite aucune installation susceptible de transformer le paysage autour de l'église.

  Les monuments historiques les plus proches des zones puits et descenderie sont l'église Saint-Martin de Ribeaucourt (monument historique inscrit), l'église Saint-Florentin de Bonnet (monuments classés) et le Domaine de Beaupré de Chassey-Beaupré (monument inscrit). En période estivale aucune co-visibilité n'est à prévoir grâce à la végétation et au relief. Le domaine de Chassey-Beaupré et l'église de Bonnet ne présentent également aucune co-visibilité avec l'installation terminale embranchée.

Les incidences du centre de stockage Cigéo sur les patrimoines sont donc faibles.

Incidence faible les monuments historiques, les sites classés /sites inscrits et les sites patrimoniaux remarquables

3.16.3 Activités de tourisme et de plein air

3.16.3.1 État actuel

L'aire d'étude rapprochée s'intègre dans un territoire rural éloigné des grandes infrastructures de transports. Les activités de loisirs et de tourisme pratiquées dans la région sont principalement des activités de plein air telles que la randonnée, la pêche et la chasse...

La présence de nombreux bosquets et forêts fait de la cueillette, des champignons par exemple, et du ramassage de bois de chauffe des activités également couramment pratiquées dans l'aire d'étude.

Deux chemins de grandes randonnées (GR), le GR 714 et 703, un chemin de petite randonnée (PR) et la Voie verte du canal de la Marne au Rhin traversent l'aire d'étude immédiate.

Les établissements culturels (cinéma, théâtre, musée), les équipements sportifs (gymnase, stade, centre équestre) et les hébergements touristiques (hôtels, gîtes, auberges) sont peu nombreux dans l'aire d'étude rapprochée. La majorité est concentrée dans la vallée de l'Ornain. Au sud de l'aire d'étude, on ne recense qu'un hôtel et les installations de l'Andra qui accueillent le public dans son Laboratoire souterrain, l'Écothèque et l'Espace technologique.

Aucun site de mémoire n'est recensé dans l'aire d'étude. Le plus proche se situe à 50 km Il s'agit du site de la Butte de Montsec.

L'aire d'étude de la ligne 400 kV croise trois chemins de grande randonnée (GR), le GR654, le GR703 et le GR714.

Enjeux

Les aires d'étude rapprochée et immédiate dans lesquelles viennent s'implanter le projet global Cigéo, ne présentent que peu d'infrastructures permettant d'accueillir les touristes. Les principales activités touristiques et de loisirs sont les activités de plein air telles que la randonnée, la chasse ou la pêche.

Enjeu faible

3.16.3.2 Incidences et mesures associées

Les principales activités pratiquées sur l'aire d'étude rapprochée sont des activités de plein air parmi lesquelles la pêche, la baignade, la chasse, la cueillette, le ramassage de bois de chauffe et la randonnée.

Le défrichement du bois Lejuc, pour permettre l'implantation de la zone puits, réduit le territoire de chasse et conduit à l'arrêt définitif du ramassage du bois de chauffage et autre cueillette.

Des battues du sud au nord dans le bois Lejuc sont organisées préalablement au défrichement pour maintenir le gibier en zone boisée et réduire les dégâts potentiels sur les surfaces agricoles.

Par ailleurs, afin d'éviter la perte des usages précités, le bois Lejuc (d'environ 220 ha), situé à Mandres-en-Barrois, a été échangé avec la commune, avec le bois de la Caisse (d'environ 300 ha) localisé sur la commune voisine de Bonnet. La commune de Mandres-en-Barrois est devenue propriétaire d'une surface boisée plus importante lui permettant de maintenir aux habitants le droit de ramassage de bois de chauffe ; la cueillette et le droit de chasse.

Un chemin et un petit pont ont été aménagés par l'Andra au-dessus de l'Ormançon en 2018 pour permettre aux habitants de rejoindre aisément et rapidement cette nouvelle forêt communale du bois de la Caisse.

La zone d'intervention potentielle du projet global Cigéo intercepte deux chemins de grande randonnée (GR) : le GR 703, le GR 714 et le GR 754 et un chemin de petite randonnée (PR) qui sont interrompus par le tracé de l'ITE et le tracé de la ligne ferroviaire 027000 et la voie verte du canal de la Marne au Rhin qui passe sous la ligne ferroviaire 027000. Des aménagements sont réalisés pour assurer la continuité des chemins lorsqu'ils sont interrompus par les installations du centre de stockage Cigéo. Ainsi la réalisation d'un pont rail et de deux passages à niveau et la réhabilitation d'un pont route garantissent le rétablissement du GR 703 et du chemin de petite randonnée (PR) localisé sur la commune de Cirfontaines-en-Ornois.

Une bande boisée maintenue au nord de la zone puits permet de mettre à distance de cette zone le tracé du GR714.

Les tracés des GR713 et 714 et la voie verte du canal de la Marne au Rhin, également interceptés par le tracé de la ligne 027000, sont rétablis. Les dispositions de rétablissements seront détaillées dans une version de l'étude d'impact ultérieure.

Aux phases d'aménagements préalables et de construction initiale, le centre de stockage Cigéo est créateur d'activité (cf. Chapitre 7 du volume IV de l'étude d'impact) qui bénéficie aussi au secteur de l'hébergement et de la restauration.

En phase de fonctionnement, le centre de stockage disposera de structures d'accueil du public (venant du territoire français ou de l'international) permettant d'enrichir l'offre de tourisme industriel et d'avoir un effet positif sur la fréquentation des hôtels et autres établissements d'accueil.

Incidence positive sur le développement du tourisme

Incidence très faible sur les activités de plein air

3.17 Planification territoriale et aménagement du territoire (y compris urbanisme) - Compatibilité avec les documents de planification territoriales et mesures

3.17.1 État actuel de la planification territoriale et de l'aménagement du territoire (y compris urbanisme)

L'aire d'étude immédiate est localisée dans la région Grand-Est, à cheval sur les départements de la Meuse et de la Haute-Marne. Le territoire est principalement rural, composé en grande partie d'espaces agricoles, naturels et forestiers. La population et les activités sont principalement concentrées autour des pôles territoriaux de Bar-le-Duc et Saint-Dizier, localement relayés par des pôles de moindre ampleur (Ligny-en-Barrois, Joinville, Wassy ou encore les vallées de l'Ornain et de la Saulx). Le réseau de transport est marqué par un réseau routier prédominant qui relie les principaux pôles urbains territoriaux (routes nationales) et qui assure la connexion avec les métropoles plus éloignées.

Le territoire d'implantation du projet global Cigéo souffre d'un déficit d'attractivité économique et résidentielle, il est durement impacté par les effets de la désindustrialisation. Cette situation implique des enjeux en matière d'aménagement du territoire, afin d'augmenter l'attractivité pour les entreprises et les nouveaux habitants : offre foncière pour les entreprises, mise à disposition de logements récents ou rénovés, développement des commerces et services à la personne, adaptation du réseau de transport (notamment des transports en commun), etc. En même temps, la diminution du rythme de consommation de foncier agricole, naturel et forestier, qui est actuellement élevé au pro rata de l'augmentation démographique, constitue aussi un enjeu important : trouver un équilibre entre développement démographique et économique et préservation du caractère rural du territoire.

Les principaux documents d'urbanisme approuvés et donc en vigueur encadrant l'urbanisation et l'aménagement du territoire au niveau du projet global Cigéo (hors ligne électrique 400 kV Houdreville-Méry) sont : le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) du Grand Est, le schéma de cohérence territoriale (SCoT) du Pays-Barrois, le plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi) de la Haute Saulx, les PLU de Gondrecourt-le-Château, Tréveray, Givrauval, Ligny-en-Barrois, Tronville-en-Barrois et des cartes communales. Parmi ces documents, le SRADDET Grand-Est, le SCoT du Pays Barrois, le PLUi de la Haute-Saulx et le PLU de Gondrecourt-le-Château mentionnent le projet global Cigéo. Les PLU en vigueur dans la partie nord de l'aire d'étude immédiate (Tréveray, Givrauval, Ligny-en-Barrois et Tronville-en-Barrois) ne mentionnent pas le projet global Cigéo.

Une partie des communes de l'aire d'étude est soumise au règlement national d'urbanisme : la règle de la constructibilité limitée s'applique.

D'autres documents d'urbanisme sont en cours d'élaboration, notamment le SCoT Nord Haute Marne, le PLUi de la communauté de communes du bassin de Joinville en Champagne, le PLUi Portes de Meuse secteur Val d'Ornois et le PLU de Saudron.

L'aire d'étude immédiate comprend un emplacement réservé à Ligny-en-Barrois et plusieurs espaces boisés classés, dont certains à Bure. Plusieurs zones à urbaniser sont recensées dans l'aire d'étude immédiate.

L'aire d'étude immédiate est incluse dans le périmètre du Contrat de plan État-Région Lorraine (2015-2020) mais n'est pas concernée par la Directive territoriale d'aménagement des bassins miniers nord lorrains.

La ligne électrique 400 kV Houdreville-Méry appartient au territoire du SRADDET Grand Est et passe sur les territoires du SCoT Nord Haute Marne et du Pays Barrois, comme le reste du projet global Cigéo. Elle est également concernée par les SCoT de Meurthe-et-Moselle et des Territoires de l'Aube. Elle est concernée par plusieurs PLU et cartes communales. La ligne électrique 400 kV traverse l'espace boisé classé de la forêt domaniale de Saint-Amand à Favières.

3.17.2 Incidences et mesures sur la planification territoriale et l'aménagement du territoire (y compris urbanisme)

Le centre de stockage Cigéo représente une opportunité de redynamisation économique et démographique du territoire. Les incidences potentielles du projet global Cigéo sur l'aménagement du territoire sont liées au changement d'occupation du sol, à des modifications du réseau de transport et réseaux divers et au développement induit de l'urbanisation (incidence indirecte).

Les incidences et mesures liées aux réseaux divers et aux infrastructures de transport sont présentées dans les chapitres 3.9 et 3.13.

- **Effet direct sur l'urbanisation**

  Dans une démarche d'évitement, les emprises du centre de stockage ont été choisies de façon à ne pas impacter les espaces boisés classés (EBC) et notamment la bute du Chaufour. La ligne 027000 n'impacte pas d'EBC. La ligne électrique 400 kV Houdreville-Méry passe dans un espace boisé classé au PLU de Favières (Forêt Domaniale de Saint Amand). Dans le cas ou des travaux de sécurisation sur la ligne électrique 400 kV seraient réalisés dans cet EBC, la règlementation associée au PLU concerné sera respectée. Concernant les autres opérations, la localisation des espaces boisés sera prise en compte lors de la poursuite des études, avec une priorité donnée à l'évitement.

  Le centre de stockage Cigéo, l'opération d'alimentation électrique, la ligne ferroviaire 027000, la déviation de la route départementale D60/960 n'affectent pas d'emplacements réservés. Si de tels emplacements étaient présents au niveau de l'opération d'adduction en eau potable, une priorité sera donnée à l'évitement.

  Deux emplacements réservés sont créés respectivement pour la LIS et l'ITE.

  Les emprises actuelles des zones descenderie et puits sont classées en zone à urbaniser 2AU dans les documents d'urbanisme existants. Ces emprises vont évoluer vers des zones 1AU, permettant de passer d'un urbanisme prospectif à un urbanisme opérationnel.

  La consommation directe d'espace pour la construction des installations du projet global Cigéo, et les mesures associées, sont présentées dans les chapitres 3.3 et 3.6 et 3.8.2.

- **Effet indirect en terme d'urbanisation induite**

  Les incidences potentielles liées au développement induit de l'urbanisation du centre de stockage Cigéo sont considérés comme notables.

  Les collectivités, au travers de leurs documents d'urbanisme, intègrent le projet afin de maîtriser et de valoriser l'effet de ce dernier sur l'aménagement du territoire. Les orientations d'aménagement du territoire sont pensées pour bénéficier au mieux des retombées démographiques et économiques liées au projet global Cigéo. Les territoires sont donc en cours de structuration pour accueillir au mieux l'activité, les salariés, les populations et maîtriser les impacts associés.

  Dans le cadre du projet de développement du territoire (PDT), l'État et les collectivités ont prévu des actions pour amplifier les effets positifs du projet global Cigéo. RTE mettra en œuvre, en lien avec les services de l'État, un plan d'accompagnement de projet (PAP) pour le poste électrique qu'il développe sur le territoire d'accueil du projet global Cigéo.

  Le centre de stockage Cigéo constitue un nouveau pôle d'attractivité qui aura pour effet une polarisation des activités et des hommes dans une partie du territoire qui est actuellement peu dynamique. Il aura une influence sur l'organisation spatiale du territoire en influençant la localisation des entreprises contribuant à son fonctionnement, des employés et de leur famille, des commerces et services (médical, scolaire, restauration, etc.). Le projet aura aussi un effet sur le réseau de transport actuel qui pourra subir des adaptations (mise à niveau de voies routières, développement des transports en commun, etc.).

  L'effet du projet global Cigéo sur le développement induit de l'urbanisation a été étudié en différenciant les opérations constituant des infrastructures de transports des autres opérations. La conclusion de l'analyse est que le projet global Cigéo aura un effet sur l'urbanisation par l'augmentation de la consommation de foncier pour accueillir les entreprises, les nouveaux habitants, ainsi que les équipements et services qui leurs sont nécessaires. Cet effet sera principalement lié au centre de stockage, qui favorisera une augmentation d'attractivité pour les entreprises et une augmentation de la population. Les autres opérations du projet global ne sont pas de nature à modifier de façon significative l'urbanisation.

  L'effet induit du projet sur l'urbanisation devrait principalement se ressentir au niveau des principaux pôles d'activité actuels : Bar-le-Duc, Saint-Dizier, Ligny-en-Barrois, les vallées de l'Ornain et de la Saulx. L'extension de l'urbanisation est cependant cadrée par les documents de planification qui fixent les règles à respecter et limitent la surface des zones à urbaniser afin de préserver le caractère rural du territoire. Néanmoins, le SCoT du Pays Barrois précise que les surfaces dédiées au développement économique induit par le projet global Cigéo (130 ha) ne sont pas prises en compte dans les objectifs de réduction de la consommation de l'espace. Les effets du projet global Cigéo sur l'urbanisation sont doubles : une densification des enveloppes urbaines existantes et une extension urbaine maîtrisée par les documents d'urbanisme.

  Ainsi, les incidences réelles indirectes du projet global Cigéo sur l'aménagement du territoire sont diverses :

  - ✓ densification des zones d'activité existantes à proximité du centre de stockage Cigéo, création de nouvelles zones et à une échelle plus large, densification et extension des zones d'activité plus éloignées ;
  - ✓ densification et extension des zones résidentielles, notamment dans les communes les mieux équipées et situées à proximité du centre de stockage Cigéo ou bien desservies par les réseaux de transport ;
  - ✓ développement des commerces, zones commerciales, équipements et services (maisons médicales, établissements scolaires, etc.) dans les communes accueillant de nouveaux actifs ;
  - ✓ effet positif sur les structures existantes dédiées au tourisme ;
  - ✓ éventuelle adaptation et mise à niveau du réseau de transport pour assurer une bonne desserte depuis les principaux pôles urbains ;
  - ✓ mise à niveau des réseaux numériques profitant des installations réalisées dans le cadre du projet global Cigéo.

  Le projet global Cigéo sera donc à l'origine d'une réorganisation du territoire localement, à l'échelle des Communautés de communes.

  Par ses caractéristiques, le projet global Cigéo aura aussi un effet à plus large échelle sur plusieurs bassins de vie. Les évolutions attendues sont du même type que celles citées précédemment, même si elles présenteront probablement une intensité moindre. Elles sont anticipées par les acteurs du territoire dans le cadre des SCoT. Enfin, étant donné le caractère unique du projet et le possible développement d'une spécialisation du territoire, il est probable que l'aire d'influence du projet global Cigéo s'étende à la Région Grand Est.

  Le projet global Cigéo aura, par ses effets directs de création d'emploi et d'activités économiques et indirects sur la démographie, les services et équipements le renforcement du réseau routier, une incidence positive notable permanente sur l'aménagement du territoire, répondant aux besoins exprimés dans les documents de planification et encadrés par eux. Cependant, le développement induit de l'urbanisation, conséquence indirecte du projet global Cigéo, représente une pression foncière sur les terrains agricoles, naturels ou forestiers.

  Afin de limiter l'incidence liée au développement induit de l'urbanisation, des échanges sont instaurés entre l'Andra et les collectivités locales. Ils permettent de préciser les besoins en logements, équipements et espace pour les entreprises afin d'anticiper et de maîtriser le développement urbain en favorisant la densification des zones urbanisées plutôt que l'étalement urbain.

  Après application des mesures de réduction, l'incidence résiduelle du projet global Cigéo sur l'aménagement du territoire est qualifiée de faible. Aucune mesure de compensation n'est proposée.

Incidence faible sur l'aménagement du territoire

- **Compatibilité du projet global Cigéo avec les plans, schémas et programmes liés à l'aménagement du territoire**

  Le projet global Cigéo a été conçu de manière à respecter les grands principes d'économie de foncier et d'urbanisme durable. Il est ainsi compatible avec les objectifs du SRADDET sur ces thématiques.

  Le projet global Cigéo est compatible avec le Contrat de plan État-Région (CPER) Lorraine puisqu'il s'inscrit dans les orientations identifiées par ce dernier concernant la compétitivité et l'efficacité de l'économie lorraine, le développement durable, l'attractivité régionale et le développement équilibré des territoires.

  La mise en compatibilité des documents d'urbanisme consiste à adapter les dispositions des différentes pièces des documents d'urbanisme de manière à permettre la réalisation du centre de stockage Cigéo faisant l'objet d'une demande de déclaration d'utilité publique (NB : pour les opérations ne relevant pas de la maîtrise

d'ouvrage de l'Andra, il appartiendra à chaque maître d'ouvrage de procéder, si nécessaire, à la mise en compatibilité des documents d'urbanisme concernés).

En l'espèce, la mise en compatibilité porte sur les trois documents d'urbanisme en vigueur concernés par le centre de stockage Cigéo à savoir le SCoT du Pays Barrois, le PLUi de la Haute Saulx et le PLU de Gondrecourt-le-Château. Ces documents d'urbanisme prennent déjà en compte le centre de stockage Cigéo mais de manière insuffisante pour permettre la réalisation du projet.

3.18 Interrelations, interactions et effets cumulés

3.18.1 Interactions entre les différents milieux

Grâce à la préservation de la qualité des milieux et de la biodiversité autour du projet Cigéo, le fonctionnement des écosystèmes devrait être peu impacté. Cependant, les services liés aux propriétés des sols, au maintien des conditions d'accueil de la biodiversité ainsi qu'aux activités de loisir tel que la chasse et la pêche feront l'objet d'une attention particulière du fait de leur lien direct avec la nature des travaux de Cigéo (changement d'occupation des sols, artificialisation, destruction d'habitat, rejet d'eaux usées…).

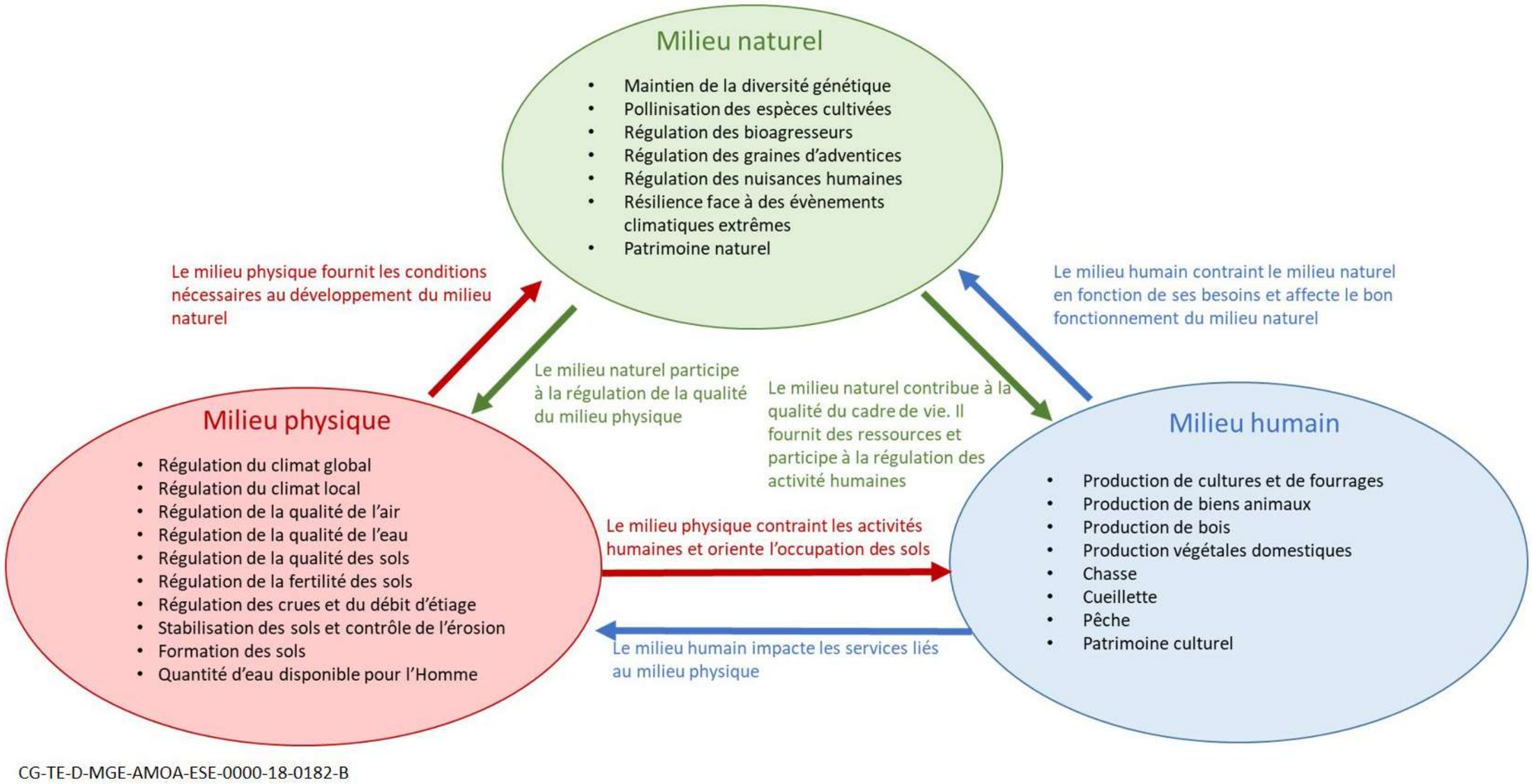

Figure 3-39 Interactions et services écosystémiques entre les différents milieu

3.18.2 Interactions du projet global Cigéo

NOTION D'INTERACTION ET DE SERVICE ÉCOSYSTÉMIQUE

Les interactions sont dues aux relations complexes existantes à l'intérieur de chaque milieu (physique, naturel ou humain) et entre les milieux. Ces relations complexes sont nécessaires pour maintenir la fonctionnalité des écosystèmes et les équilibres écologiques. Ainsi, la perturbation d'un milieu peut entraîner, par effet cascade, des conséquences sur les autres milieux. Par exemple, toute incidence notable sur un facteur du milieu physique (atmosphère, eaux, sols ou sous-sol) peut avoir, par le jeu des interactions, des incidences sur un autre des facteurs du milieu physique et/ou sur les facteurs du milieu naturel (habitats, faune et flore) et/ou du milieu humain (socio-économie, aménagements, activités socio-culturelles, santé...). Ces multiples combinaisons possibles d'interactions rendent complexe l'évaluation des incidences globales d'un projet territorial comme le projet global Cigéo.

Le concept de service écosystémique apporte alors une approche globale simplifiée des interactions entre le milieu physique, le milieu naturel et leurs utilisations par les sociétés humaines. Il souligne le fait que si les interactions entre et au sein des milieux sont perturbées, cela peut avoir des conséquences sur les services que les écosystèmes fournissent à l'Homme (production de biens, régulation de la qualité des milieux par exemple). Les services écosystémiques englobent ainsi la complexité des interactions et peuvent permettre d'évaluer qualitativement ou quantitativement les incidences du projet global Cigéo.

L'évaluation des 25 services écosystémiques identifiés dans l'aire d'étude éloignée reste néanmoins complexe et sujet à de nombreuses approximations. En partant du postulat que les incidences directes notables sont les plus susceptibles d'engendrer de multiples interactions et donc de perturber les services écosystémiques, l'analyse simplifiée présentée ici se focalise sur les conséquences des incidences directes résiduelles (après réduction et évitement mais avant compensation) qualifiées de notables (modérées à très fortes) dans le volume IV de l'étude d'impact. Cette approche tient compte également des incidences directes faibles ou très faibles qui pourraient aussi, par un effet de cumul, être facteurs d'interactions notables. Le parti pris est de présenter ces interactions et de ne détailler quand cela est pertinent que le ou les services écosystémiques notablement impactés par le projet global Cigéo.

3.18.2.1 Interactions dues aux perturbations du milieu physique

Les interactions sont dues aux relations complexes existantes à l'intérieur de chaque milieu (physique, naturel ou humain) et entre les milieux.

Les interactions du projet global Cigéo dues à une perturbation du milieu physique sont principalement liées à l'artificialisation des sols. Cette artificialisation a également des conséquences sur des services écosystémiques portés par les milieux naturels et humains qui dépendent du sol. Ainsi, l'artificialisation des sols entraine principalement des incidences sur les activités agricoles et sylvicoles. C'est pourquoi l'Andra met en place des mesures de compensation destinées à maintenir l'équilibre de l'économie locale (§ 8.6 et 8.9 du volume IV de l'étude d'impact).

Les choix de conception du projet global Cigéo auront également des conséquences sur le service d'approvisionnement en eau uniquement pour des usages agricoles. Aucun impact notable n'est attendu sur les usages en eau potable ou sur la qualité des eaux.

3.18.2.2 Interactions dues aux perturbations du milieu naturel

L'impact du projet global Cigéo, après la mise en place de mesures d'évitement et de réduction, reste notable sur les habitats et sur les espèces de certains groupes biologiques telle que les oiseaux ou les chiroptères. Le projet global Cigéo a donc une incidence directe sur les milieux naturels. Cette incidence directe est cependant sans conséquence sur les interactions entre le milieu naturel et les deux autres milieux (humain et physique) ou sur les relations entre les facteurs du milieu naturel.

En effet la destruction d'habitats ou d'individus liée aux travaux du projet global Cigéo n'est pas d'une ampleur suffisante pour nuire à l'état de conservation des espèces ou de groupes d'espèces ayant des fonctionnalités écologiques essentielles et uniques. Il n'y pas d'impact notable attendu sur les services liés à la biodiversité des espèces et des habitats au sein du milieu naturel.

Les perturbations du milieu naturel par le projet global Cigéo sont trop faibles, en particulier en termes de surfaces et de nature d'habitats affectées, pour qu'il y ait des interactions notables sur le milieu physique. En effet, les fonctionnalités écologiques ne sont que faiblement impactées par le projet global Cigéo et par conséquent les incidences sur les services écosystémiques rendus (ici service de régulation) sont également faibles.

Les changements attendus sur le milieu naturel, n'entraîneront pas d'incidence notable sur les activités humaines pratiquées au sein de ces milieux que sont la cueillette, la chasse, la pêche, ou encore les balades « nature ».

3.18.2.3 Interactions dues aux perturbations du milieu humain

Les principales interactions du projet global Cigéo liées au milieu humain concernent principalement les effets d'une éventuelle croissance de population.

En termes de services écosystémiques, les interactions affectent les services de production de biens agricoles et sylvicoles ainsi que celui de patrimoine naturel. Concernant la production de biens, l'implantation du projet global Cigéo vient modifier l'activité économique locale dominante, principalement rurale et centrée sur l'agriculture et la sylviculture, en y insérant tous les aspects de l'activité et du paysage industriel. Ces incidences résiduelles, après mesures, sur les activités économiques, agricoles et sylvicoles sont faibles.

En ce qui concerne le patrimoine naturel, l'implantation du projet global Cigéo apporte un aspect plus industriel à un paysage rural ce qui peut modifier la perception qu'en ont les habitants. La mise en place de mesure d'évitement et de réduction rendent les conséquences sur ce service fort depuis certains points de vue en phase des aménagements préalables, puis faible en phase de fonctionnement, quand les plantations des aménagements paysagers seront arrivées à maturité.

Conclusion

Avant compensation, les incidences directes résiduelles du projet global Cigéo les plus notables portent sur les sols, en partie imperméabilisés ou artificialisés, les eaux, sur certaines espèces et leurs habitats naturels, sur les activités économiques, les infrastructures du territoire, la démographie (population), la cadre de vie et le paysage. Grâce aux mesures d'évitement et de réduction, les autres incidences potentielles directes ne sont que faibles ou très faibles. Par le jeu des interactions entre les milieux et entre les facteurs de ces milieux, toutes les incidences directes peuvent alors avoir, parfois en s'additionnant, des interactions sur l'état des milieux et les services écosystémiques qu'ils rendent.

Finalement, l'analyse des interactions permettent de conclure que les services écosystémiques modifiés par le projet global Cigéo sont :

- le service de régulation de la qualité et de la fertilité des sols ;
- le service des productions agricoles ;
- le service de production de bois ;
- le service d'approvisionnement en eau pour les usages agricoles de l'eau ;
- le service de patrimoine naturel.

3.18.3 Effets cumulés avec d'autres projets connus

Pour l'analyse des effets cumulés potentiels du projet avec d'éventuels autres projets environnants (conformément à l'article R. 122-5, alinéa 4 du code de l'environnement), un premier recensement très large a été effectué sur l'ensemble de la région Grand Est. Pour ce faire, des échanges ont été réalisés avec les DDT, les préfets de Meuse et de Haute-Marne et les sites internet des administrations (DREAL, Préfectures, CGEDD, Ministère de la Transition écologique et solidaire) ont été consultés.

Les projets susceptibles de présenter des incidences cumulées sur le facteur socio-économique ont été recherchés sur l'ensemble de la région Grand-Est. Pour les autres facteurs la recherche a été réalisée sur l'aire d'étude éloignée de 30 km autour du centre de stockage Cigéo utilisée pour la biodiversité.

Plusieurs projets ont été écartés car leur aire d'influence est trop restreinte pour présenter des impacts cumulés avec le projet global Cigéo :

- les projets d'aménagement hydraulique de la Meuse ne concernent pas les bassins versant impactés par le projet global Cigéo ;
- les projets d'élevage n'ont pas d'interaction avec les activités agricoles dominantes sur l'aire d'étude agricole rapprochée ;
- les projets d'aménagements fonciers et agricoles sont trop éloignés pour entrer en interaction avec les exploitations de l'aire d'étude agricole rapprochée ;
- les aménagements urbains autour de Nancy n'ont pas d'interaction avec le territoire agricole où s'implante le projet global Cigéo ;
- le stockage de déchet de Toul est destiné aux ordures ménagères, il ne peut donc recevoir les déchets du projet global Cigéo ;
- les projets industriels ne concernent pas de filières pouvant concourir au fonctionnement du projet global Cigéo ;
- les projets de carrières pourront répondre aux besoins importants du projet global Cigéo en matériaux de construction. Ces projets concourent donc, de manière complémentaire, au développement économique de la région Grand Est. De plus, l'augmentation de matériaux disponibles dans la région du projet global Cigéo participe à la réduction des distances de transport et donc de l'empreinte carbone. Tous ces projets de carrières sont donc susceptibles de présenter un impact cumulé positif avec le projet global Cigéo.

Cinq autres projets sont susceptibles de présenter des effets cumulés avec le projet global Cigéo : quatre parcs éoliens et une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire. Tous ces projets seront en fonctionnement lors du début des travaux du projet global Cigéo, c'est pourquoi seuls les effets permanents en phase de construction et les effets en phase de fonctionnement sont analysés.

Les parcs éoliens de la Joux, refusé par le préfet en janvier 2021, du Limodore, de la Combe Rougeux et du Piroy sont situés à une distance comprise entre 10 et 30 km du projet global Cigéo. Les principaux impacts cumulés possibles avec ces projets concernent le paysage et la biodiversité. Les parcs éoliens et les installations du projet global Cigéo impacteront l'avifaune, les chiroptères et le paysage. Cependant, il n'y aura pas de cumul d'impact sur ces thématiques du fait de leur étendue restreinte aux abords de chacun des projets et de l'éloignement des différents projets.

Le projet de blanchisserie industrielle est destiné au nettoyage du linge faiblement ou non-contaminé issu d'installations nucléaires. Le projet comprend la construction et l'exploitation de deux bâtiments destinés au nettoyage de linge, de matériels et d'outils de différents clients de l'industrie nucléaire française et européenne. Ces bâtiments sont équipés de systèmes de ventilation nucléaire, (avec une capacité de rétention de plus de 99 % des aérosols radioactifs). Un traitement des effluents liquides générés par le procédé de lavage permet le rejet dans la Marne en respectant les valeurs limites imposées par la réglementation. Les effets cumulés de ces deux projets sont négligeables du fait des 15 km qui les séparent, distance suffisante pour ne pas cumuler leurs faibles rejets chimiques et radioactifs. Cette laverie a l'avantage de réduire les distances pour le traitement des tenues blanches du secteur nucléaires Français dont l'équivalent le plus proche se trouve aujourd'hui au Danemark.

En conclusion, les projets de carrière pourront potentiellement répondre aux besoins du projet global Cigéo, induisant un cumul d'effet positif en terme économique. Le projet de blanchisserie et le projet global Cigéo ne présentent aucun impact cumulé en terme environnemental. En revanche par leur implantation dans un même bassin d'emploi, ils sont susceptibles de renforcer en les cumulant leur impact socio-économique mutuel.

Les effets cumulés du projet global Cigéo avec d'autres projets connus sont positifs.

3.19 Incidences négatives notables sur l'environnement des risques d'accidents et de catastrophes majeures

Les risques majeurs, par leurs conséquences éventuelles sur l'environnement et la santé humaine, concernent essentiellement les installations du centre de stockage Cigéo et le transport de substances dangereuses ou de colis de déchets (par route ou voie ferrée).

Les risques associés à l'opération d'alimentation électrique (pour laquelle le choix d'implantation du poste doit faire l'objet d'une concertation) ainsi qu'à l'opération d'adduction d'eau (dont les installations en sont pas encore définies), seront analysés après participation du public à l'élaboration de ces opérations. Ils seront présentés dans une version actualisée de l'étude d'impact.

Les principales sources de danger sur le centre de stockage Cigéo, pouvant porter atteinte à l'environnement ou à la santé humaine sont :

- les produits toxiques, inflammables utilisés par les engins de travaux et les produits explosifs utilisés pour le creusement des puits, en phases d'aménagements préalables et de construction initiale et pour le creusement des alvéoles de stockage en phase de fonctionnement ;
- les éléments radioactifs et toxiques présents dans les colis de déchets radioactifs, manutentionnés pendant la phase de fonctionnement.

Les grands types d'activités sur le centre de stockage Cigéo présentant les risques les plus importants seront :

- l'aménagement du site et la construction des installations de surface et souterraine : travaux de terrassement et de construction ;
- la manutention des colis de déchets radioactifs, depuis leur arrivée jusqu'à leur stockage dans les alvéoles de l'installation souterraine ;
- certaines activités support à l'exploitation courante pendant la phase de fonctionnement, notamment la livraison de produits inflammables (principalement le carburant).

La maîtrise des risques dans les installations nucléaires ou non du centre de stockage fait l'objet d'une attention particulière, basée sur le principe de la défense en profondeur, qui consiste à prévoir plusieurs niveaux de défense indépendants, chacun pouvant intervenir après défaillance du précédent, afin de prévenir la survenue d'un incident ou d'un accident et d'en limiter les conséquences sur la population et sur l'environnement.

La conception et l'exploitation des installations reposent sur une gestion des risques visant à limiter et à circonscrire les conséquences d'un éventuel accident à l'intérieur du site du centre de stockage Cigéo dans la mesure du possible (soit, éviter au maximum les conséquences à l'extérieur du site).

L'ensemble des risques en rapport avec le projet global Cigéo fait l'objet d'une analyse, d'une identification des accidents auxquels ils peuvent conduire, et de la mise en œuvre de dispositions de maîtrise des risques (prévention, protection et limitation des conséquences).

Parmi l'ensemble des risques étudiés, les risques d'accidents et de catastrophes majeurs qui pourraient se produire et avoir d'éventuelles incidences notables sur l'environnement et la santé humaine sont :

- les risques d'accidents impliquant des substances dangereuses conventionnelles, comme du carburant ou des explosifs :
  - ✓ une fuite sur un camion ou un réservoir de carburant ;
  - ✓ un incendie ou une explosion de vapeur sur un camion transportant des substances dangereuses ;
  - ✓ une explosion d'un camion de transport ou au niveau de la zone de stockage des explosifs utilisés pour le creusement des puits.
- les risques d'accidents impliquant des colis de déchets radioactifs :
  - ✓ une collision et/ou un incendie lors du transport des colis de déchets sur le réseau ferré national, sur l'installation terminale embranchée ou sur la route ;
  - ✓ une chute lors de la manutention des colis de déchets au sein des installations du centre de stockage ;
  - ✓ un incendie au sien des installations du centre de stockage, notamment à proximité des colis de déchets radioactifs.
- les risques de catastrophes majeures :
  - ✓ la chute d'un avion sur les installations nucléaires ;
  - ✓ un séisme majeur entraînant la chute d'un colis de déchets en cours de manutention.

Les incidences sur l'environnement et la santé humaine des risques d'accidents et de catastrophes majeurs peuvent être :

- une incidence temporaire sur l'environnement en cas d'incendie, liée à la dispersion de fumées potentiellement toxiques, le temps d'éteindre le feu ;
- une incidence très faible sur la santé humaine en cas d'accident impliquant des colis de déchets radioactifs. Les niveaux d'exposition des populations des villages voisins restent inférieurs à la limite réglementaire de dose efficace maximale admissible résultant des activités humaines en dehors de la radioactivité naturelle et des doses reçues en médecine (1 mSv/an) dans la plupart des cas, et peut atteindre quelques mSv dans des cas extrêmes. Ces niveaux d'exposition restent inférieurs à la dose repère des pouvoirs publics pour décider en cas d'accident, et au cas par cas, de la mise à l'abri des populations qui est de 10 mSv ;
- une incidence potentielle sur l'environnement et la santé humaine en cas de déversement de substances toxiques (principalement carburant lié à un accident de transport) dans le périmètre de protection d'un captage en eau potable en dehors du site du centre de stockage. Sur le site, une pollution accidentelle n'atteindrait pas l'environnement et les cours d'eau situés à proximité du site. En dehors du site et sur une zone de protection, l'utilisation du captage pour l'alimentation en eau potable pourrait être arrêtée temporairement sur décision préfectorale suite à l'accident, le temps de mener les analyses nécessaires. L'intervention rapide des secours prévus dans le cadre de la procédure d'alerte et de secours devrait toutefois éviter cette incidence notable sur l'environnement et la santé humaine, dont la probabilité d'occurrence est en outre très faible.

Les incidences négatives notables sur l'environnement des risques d'accidents et de catastrophes majeurs restent limitées.

3.20 Incidences des opérations de démantèlement, fermeture et après fermeture définitive

La protection des personnes et de l'environnement est l'objectif fondamental de sûreté du centre de stockage Cigéo. Le stockage est conçu pour que la sûreté soit garantie depuis sa construction jusqu'à plusieurs centaines de milliers d'années après sa fermeture. Sur le long terme, après la fermeture du stockage, la sûreté est garantie de manière passive (sans intervention de l'homme).

- **Incidences des opérations de démantèlement et de fermeture**

  Au terme de la phase de fonctionnement, l'ensemble des installations du centre de stockage Cigéo seront mises à l'arrêt définitif et démantelées. L'installation souterraine sera par ailleurs progressivement fermée. Le démantèlement devra être autorisé par un décret et seule une loi pourra autoriser la fermeture définitive du centre de stockage Cigéo.

  Les principales incidences seront liées aux nuisances associées à ces opérations, telles que le bruit et les vibrations ainsi que les quantités de déchets générés, principalement des déchets conventionnels et des poussières induites par les travaux de démolition et les mouvements de terre.

  Compte tenu des évolutions technologiques en particulier sur les engins et les matériels utilisés dans le secteur du bâtiment et de la souplesse possible d'organisation dans l'espace et le temps de ces opérations, les impacts seront faibles.

  La topographie au niveau de la zone des verses sera modifiée suite à leur reprise pour la fermeture de l'installation souterraine, ainsi que des puits et des descenderies. Les bâtiments, en particulier les émergences, disparaitront. Toutefois, compte tenu des dispositions prises pour l'intégration paysagère dès la construction, le paysage sera faiblement impacté par ces opérations. Les aménagements à l'issue des opérations de démantèlement et de fermeture seront l'opportunité de rechercher un impact positif sur le paysage, le cadre de vie et la biodiversité en concertation avec les besoins qui seront alors exprimés par le territoire.

- **Incidences après fermeture définitive du stockage**

  Une fois l'installation de stockage fermée, les colis vont se dégrader très lentement pendant plusieurs dizaines à plusieurs centaines d'années. Les radionucléides et substances chimiques toxiques contenus dans les déchets vont peu à peu être relâchés dans les alvéoles de stockage.

  Comme évalué dans le dossier d'options de sûreté, de par notamment sa localisation à environ 500 m de profondeur, sa stabilité depuis 160 millions d'années, son épaisseur d'au moins 140 m permettant une garde d'au moins 50 m de part et d'autre du stockage et ses propriétés de faible perméabilité et de lente diffusion des solutés, la couche du Callovo-Oxfordien joue un rôle central dans la protection de l'homme et l'environnement. Des dispositions de conception, comme les scellements, des liaisons surface-fond et l'organisation de l'architecture de l'installation souterraine, complètent la protection apportée par la couche du Callovo-Oxfordien entre le stockage et l'environnement de surface. La majorité des radionucléides reste ainsi piégée dans le stockage et la couche de Callovo-Oxfordien en champ proche du stockage. Seuls quelques éléments radioactifs solubles, non retenus par l'argile et à vie longue comme l'^{129}I, le ^{36}Cl et le ^{79}Se, migrent dans la couche du Callovo-Oxfordien par diffusion donc de manière très lente et limitée.

  Afin de vérifier la protection de l'homme et l'environnement, notamment l'efficacité des mesures en termes de choix de formation et choix de conception prises, une évaluation des incidences résiduelles est réalisée en décrivant l'évolution du stockage et de son environnement géologique dans le temps. L'évaluation des incidences se fonde sur une description à long terme du comportement des colis de stockage et des phénomènes qui régissent la migration des radionucléides et des substances chimiques toxiques dans le stockage et la couche du Callovo-Oxfordien et, pour ceux, mobiles, qui n'y sont pas retenus leur migration vers des exutoires. Pour ces quelques éléments mobiles, les incidences sur la santé humaine (exposition humaine, estimée sous forme de doses), sont appréciées de manière prudente et pénalisante, sur la base de l'état des connaissances et des incertitudes, en supposant que les humains du futur viendraient notamment utiliser les eaux des aquifères pour leurs activités.

  Dans le cadre de l'évaluation de sûreté réalisée au stade des options de sûreté (25), l'incidence exprimée en terme de dose à l'homme est évaluée sur une période d'un million d'années. Cette incidence concerne les quelques radionucléides qui sortent de la Couche du Callovo-Oxfordien, ceux mobiles à vie longue (^{129}I, ^{36}Cl,

^{79}Se) mais de manière lente et limitée par diffusion. En supposant que une fois sortis de cette couche, ils arrivent en surface par différents exutoires notamment par pompage, l'incidence maximale associée à l'évolution normale du stockage se situe au-delà d'une centaine de milliers d'années pour le cas le plus enveloppe au stade des options de sûreté et elle est inférieure à 0,02 mSv/an et à la contrainte de dose de 0,25 mSv/an fixée par le guide de sûreté de l'ASN de 2008 (14).

L'évaluation de sûreté après la fermeture du stockage intègre également des déviations de cette évolution normale en supposant des défaillances des composants du stockage et un oubli potentiel de son existence. L'incidence de ces scénarios, en terme d'exposition à l'homme est de quelques dizaines de mSv pour le cas le plus pénalisant et inférieure aux niveaux susceptibles d'induire des effets déterministes, conformément au guide de sûreté de l'ASN de 2008.

L'ensemble de ces évaluations conforte la capacité du stockage à remplir sa fonction de protection de l'homme et l'environnement et le rôle central de la couche du Callovo-Oxfordien. Elles feront l'objet d'une mise à jour dans le cadre de la prochaine itération sûreté/conception/connaissances (cf. Chapitre 2.5) en vue de la demande d'autorisation de création (DAC).

- **Suivi après fermeture définitive et perspectives pour le territoire**

  Enfin, les activités liées au centre de stockage Cigéo, au-delà de la phase de démantèlement seront essentiellement liées à la surveillance du site et de l'environnement et au maintien de sa mémoire. Cette période pourrait être mise à profit pour l'émergence d'un nouveau projet de territoire car après plus d'un siècle de spécialisation dans la gestion des déchets radioactifs, il aura certainement acquis des compétences qui pourraient être valorisées au niveau international.

3.21 Proposition de modalités de suivi des mesures environnementales et de surveillance

Pendant les phases d'aménagements préalables et construction initiale, la surveillance de l'environnement a pour objectif de s'assurer de la bonne mise en œuvre et de l'efficacité des mesures visant à éviter et réduire les incidences sur l'environnement. L'Andra et chaque maître d'ouvrage veillera à la bonne organisation des chantiers, à la sensibilisation et la formation du personnel des entreprises, et réalise ou fait réaliser des visites régulières pendant toute la durée du chantier.

En phase de fonctionnement, la surveillance de l'environnement a pour objectif de suivre l'impact des activités du centre de stockage Cigéo sur son environnement et de prévenir tout risque de contamination, pollution ou nuisance.

La surveillance s'appuie sur un ensemble de mesures dont le suivi dans le temps doit permettre :

- de vérifier le respect des exigences réglementaires en matière de protection de l'environnement, notamment celles qui sont définies dans les différentes autorisation délivrées ;
- de détecter toute situation ou évolution anormale afin d'en localiser et d'en identifier les causes ;
- de définir, le cas échéant, de nouvelles dispositions destinées à éviter la réapparition de situation ou évolution anormale.

Le plan de surveillance permet de contrôler :

- les consommations et rejets des installations du centre de stockage Cigéo : chaque type d'effluents et d'émissions atmosphériques, fait l'objet de mesures et de prélèvements sur un ou plusieurs points, sur une fréquence adaptée aux types d'effluents, à la nature envisagée des suivis et au phasage ;
- les installations du centre de stockage Cigéo : plusieurs compartiments de l'environnement (environnement sonore et vibratoire, atmosphère, eaux, écosystèmes terrestres) font l'objet de mesures et de prélèvements sur un ou plusieurs points, sur une fréquence adaptée aux types, à la nature envisagée des suivis et au phasage du projet.

Un dispositif organisationnel est mis en place pour assurer la surveillance environnementale du centre de stockage Cigéo. Il repose notamment sur :

- un service compétent assurant la fonction environnement (mise en œuvre du dispositif de surveillance, recueil et interprétation des données, rédaction et communication des rapports aux différentes administrations…) placé sous l'autorité d'un chef de site ;
- la création d'une Commission locale d'information (CLI) qui a pour mission générale le suivi, l'information et la concertation en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et d'impact des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement pour ce qui concerne les installations du site. La CLI reçoit les informations nécessaires à sa mission de la part de l'exploitant, de l'ASN et des autres services de l'État. Elle peut faire réaliser des expertises ou faire procéder à des mesures relatives aux rejets de l'installation dans l'environnement.

Sont aussi prévus :

- des modalités de suivi des mesures environnementales avec notamment la mise en place d'une organisation du chantier adaptée aux enjeux environnementaux ;
- un plan de surveillance des sites de compensation écologique, afin de vérifier la bonne mise en œuvre des mesures de restauration de milieux naturels prévues sur les sites de compensation ;
- un plan de surveillance pour les autres opérations du projet global portées par des maîtrises d'ouvrage tierces.

3.22 Estimation des dépenses liées aux mesures prises pour l'environnement

Les dispositions de protection de l'environnement représentent, pour l'ensemble du projet global Cigéo, un budget de l'ordre de **336 M€ à 353 M€** (millions d'euros), réparties comme suit :

- **117 M€** à **134 M€** correspondent aux options de conception stratégiques prises en faveur de l'environnement ;
- **211 M€** correspondent aux mesures d'évitement et de réduction des impacts, dont 2,4 M€ pour l'opération d'alimentation électrique ;
- **8 M€** correspondent aux mesures de compensation écologique, forestière et agricole collective.

D'autres coûts de surveillance environnementale tout au long des phases de vie du projet (travaux puis fonctionnement, entretien et suivi des sites de compensation) s'ajoutent sur la durée de vie de Cigéo. Ils représentent un budget d'environ **1 M€ / an.**

Ces budgets sont à mettre en perspective du montant prévisionnel des dépenses engendrées par la réalisation des investissements nécessaires à la mise en service du centre de stockage Cigéo, évalué à environ **5,06 Md€** (milliards d'euros - conditions économiques 2018). Le coût supplémentaire pour la poursuite du fonctionnement du centre de stockage Cigéo sont estimés à environ **5,7 Md€** (conditions économiques 2018). Enfin, les coûts des opérations du projet global Cigéo hors centre de stockage Cigéo, qui seront financés en tout ou partie par l'Andra (alimentation électrique, adduction d'eau, mise à niveau de la ligne ferroviaire et déviation routière) sont estimés à environ **150 M€** (conditions économiques 2018).

3.23 Évolution de l'environnement en cas de mise en œuvre du projet et en son absence

Les échelles de temps considérées pour étudier l'évolution de l'environnement avec et sans le projet sont 2030 et 2050. Ces dates recoupent la phase de construction initiale puis la phase de fonctionnement du projet global Cigéo.

Le changement climatique, liée aux activités humaines, pourra être à l'origine de l'évolution des différents milieux de l'environnement de l'aire d'étude.

Les scénarios d'évolution du climat associés au changement climatique des inondations et des sècheresses extrêmes. L'évolution des activités humaines aura également un impact significatif sur l'évolution de l'environnement. L'occupation et la pollution des sols, notamment, dépend grandement de l'évolution des modes d'agriculture sur le territoire. Les tendances actuelles et futures concernant la population et l'emploi sont à la baisse. De plus le territoire présente un retard par rapport au reste de la France concernant les différents réseaux ou les infrastructures de transport, même si les documents de planification du territoire prévoient une amélioration dans ces domaines.

Avec la mise en place du projet global Cigéo, certains de ces facteurs de l'environnement vont évoluer de manière différente. L'occupation des sols va être grandement modifiée, avec 650 ha de sols dont l'occupation sera modifiée. Cette modification des sols entraînera des conséquences vis-à-vis de de l'agriculture ou de la biodiversité par la perte de surface agricole ou la destruction d'habitats. Les installations viendront perturber le paysage lors de la phase de fonctionnement, mais ne seront vite plus perceptibles grâce aux plantations paysagères envisagées. Tout au long de sa durée de vie, le projet global Cigéo créera un nombre important d'emplois, ce qui permettra un changement positif de la démographie. Enfin, les infrastructures et réseaux mis en place pour le projet seront un atout non négligeable dans le développement du territoire.

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1-1 Projet global Cigéo et périmètre de son étude d'impact 8
Figure 1-2 Localisation du projet global Cigéo 9
Figure 1-3 Implantation des différentes opérations du projet global – Vue rapprochée 10
Figure 2-1 Répartition par secteur économique du volume de déchets (en équivalent conditionné) déjà stockés ou destinés à être pris en charge par l'Andra à fin 2018 18
Figure 2-2 Filières de gestion développées pour les différentes catégories de déchets 18
Figure 2-3 Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) dans l'Aube - en exploitation 18
Figure 2-4 Centre de stockage de la Manche (CSM) – centre exploité de 1969 à 1994 – en phase de démantèlement et de fermeture 19
Figure 2-5 Centre de stockage de l'Aube (CSA) – en exploitation 19
Figure 2-6 Exemples de colis de déchets - déchets de haute activité (HA) vitrifiés à gauche et déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL) cimentés à droite 19
Figure 2-7 Gros plan sur une paroi d'argile du Callovo-Oxfordien dans une galerie du Laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne 21
Figure 2-8 Zone d'implantation des ouvrages souterrains du centre de stockage Cigéo (en orange) 22
Figure 2-9 Débat contradictoire sur internet dans le cadre du débat public de 2013 23
Figure 2-10 Estimation des volumes de déchets HA et MA-VL destinés à être stockés dans le centre de stockage Cigéo 24
Figure 2-11 Localisation des installations de surface et souterraines du projet de centre de stockage Cigéo 26
Figure 2-12 Cheminement des colis de déchets jusqu'à leur emplacement de stockage 27
Figure 2-13 Organisation générale de la zone descenderie (ouvrages non représentés) 28
Figure 2-14 Exemple d'aménagement et d'insertion paysagère possibles de la zone descenderie 28
Figure 2-15 Organisation générale de la zone puits (ouvrages non représentés) 30
Figure 2-16 Exemple d'aménagement et d'insertion paysagère possibles de la zone puits (vision en fin de phase de fonctionnement) 30
Figure 2-17 Localisation de la zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS) 31
Figure 2-18 Organisation générale des ouvrages souterrains à terminaison 31
Figure 2-19 Illustration du principe de séparation des différentes zones et liaisons surface-fond (dimensions et proportions des zones non représentatives) 32
Figure 2-20 Vue d'ensemble des descenderies service et colis 32
Figure 2-21 Vue d'ensemble d'un puits (principe) . 33
Figure 2-22 Coupe longitudinale schématique d'un alvéole MA-VL 33
Figure 2-23 Coupe longitudinale schématique d'un alvéole HA 33
Figure 2-24 Localisation de la liaison intersites 34
Figure 2-25 Exemple de convoyeur à bande en caisson béton 35
Figure 2-26 Localisation de l'installation ferroviaire terminale embranchée 35
Figure 2-27 Vue aérienne de la plateforme logistique de Gondrecourt-le -Château 36
Figure 2-28 Plan de localisation des installations d'alimentation électrique du centre de stockage Cigéo 38
Figure 2-29 Localisation de l'opération d'adduction d'eau 39
Figure 2-30 Localisation de la ligne ferroviaire 027000 40
Figure 2-31 Opération de déviation de la RD60/960 – options étudiées en vue de la concertation 41
Figure 2-32 Illustration de l'acheminement des colis de déchets radioactifs vers Cigéo 42
Figure 2-33 Illustration de colis de stockage déchets radioactifs MA-VL placés en hotte pour leur transfert vers l'installation souterraine 43
Figure 2-34 Phases temporelles successives du centre de stockage Cigéo 45
Figure 2-35 Illustration du développement progressif des ouvrages souterrains du centre de stockage Cigéo 47
Figure 2-36 Synthèse des phases successives de déploiement du projet 49
Figure 3-1 Démarche éviter-réduire-compenser 57
Figure 3-2 Aires d'étude du milieu physique 58
Figure 3-3 Aires d'étude du milieu naturel 59
Figure 3-4 Aires d'étude du milieu humain 60
Figure 3-5 Aires d'étude des activités agricoles et sylvicoles 61
Figure 3-6 Localisation des stations météorologiques d'Houdelaincourt, de Saint-Dizier et de Cirfontaines-en-Ornois 62
Figure 3-7 Carte de la capacité de séquestration carbone dans l'aire d'étude éloignée du milieu physique 64
Figure 3-8 Démarche mise en œuvre par le logiciel ARIA Impact™ 65
Figure 3-9 Localisation des points de mesures de la qualité de l'air 65
Figure 3-10 Relief de Côte ou de Cuesta 67
Figure 3-11 Occupation du sol (Corine Land Cover, 2018) 68
Figure 3-12 Contexte tectonique local 72
Figure 3-13 Succession schématique des formations géologiques de l'aire d'étude éloignée 73
Figure 3-14 Masses d'eau souterraine rencontrées à l'affleurement sur l'aire d'étude éloignée 76
Figure 3-15 Ensemble des captages d'alimentation en eau potable des collectivités et périmètres de protection associés recensés dans l'aire d'étude éloignée (source ARS, novembre 2019 et actualisation en juin 2020) 77
Figure 3-16 Synthèse des informations hydrogéologiques des relations de l'Orge, de La Bureau et de l'Ormançon avec l'aquifère des calcaires du Barrois 77
Figure 3-17 Contexte général du réseau hydrographique au niveau régional 80
Figure 3-18 Densité du réseau hydrographique dans l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo 80
Figure 3-19 Carte de localisation des points de rejets liquides du centre de stockage Cigéo 83
Figure 3-20 Zonages environnementaux sur l'aire d'étude éloignée 87
Figure 3-21 Localisation des zones humides avérées sur la zone d'intervention potentielle du centre de stockage Cigéo 89
Figure 3-22 Carte des corridors écologiques au niveau de l'aire d'étude immédiate 90
Figure 3-23 Mélique ciliée sur l'installation terminale embranchée (Floragis) 92
Figure 3-24 Photographie du Grand murin (source Biotope) 92
Figure 3-25 Carte de synthèse des enjeux biodiversité - projet global Cigéo 93
Figure 3-26 Schéma de la méthode miroir 97
Figure 3-27 Ligny-en-Barrois traversée par la D966 en son centre 100
Figure 3-28 Répartition moyenne des différentes cultures sur les terres labourables dans l'aire rapprochée (Moyenne 2011-2015) 102
Figure 3-29 Taux de peuplement de la région Grand-Est 103
Figure 3-30 Localisation des réseaux dans l'aire d'étude rapprochée 105
Figure 3-31 Déchets concernés par le PRPGD 107
Figure 3-32 Infrastructures de transport dans l'aire d'étude rapprochée des infrastructures de transport et comptages routiers 111
Figure 3-33 Valeurs repères d'exposition humaine aux émissions radioactives 121
Figure 3-34 Carte de visibilité 122

Figure 3-35 Exemple de photomontage 123
Figure 3-36 Exemple de photomontage 123
Figure 3-37 Localisation des points de vue des composantes des entités paysagères autour de l'aire d'étude immédiate 123
Figure 3-38 Localisation des monuments historiques sur l'aire d'étude rapprochée 126
Figure 3-39 Interactions et services écosystémiques entre les différents milieu 131

Tableaux

Tableau 1-1 Répartition du contenu réglementaire de l'étude d'impact 11
Tableau 2-1 Centres de stockage de déchets radioactifs existants en France 18
Tableau 2-2 Communes d'implantation de la zone descenderie 28
Tableau 2-3 Communes d'implantation de la zone puits 29
Tableau 2-4 Communes à l'aplomb de la zone possible de déploiement des ouvrages souterrains de stockage 31
Tableau 2-5 Région, département et communes traversés par le projet de liaison intersites 35
Tableau 2-6 Région, départements et communes traversés par l'infrastructure ferroviaire de l'installation terminale embranchée 35
Tableau 2-7 Commune d'implantation de la plateforme logistique 36
Tableau 2-8 Communes actuellement identifiées pour l'implantation du poste 400 kV et des lignes enterrées de l'opération d'alimentation électrique du centre de stockage Cigéo 37
Tableau 2-9 Communes actuellement identifiées pour l'implantation des ouvrages de l'opération d'adduction d'eau du centre de stockage Cigéo 39
Tableau 2-10 Communes actuellement identifiées pour l'opération de mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 40
Tableau 2-11 Communes concernées actuellement identifiées pour l'opération de déviation de la route départementale D60/960 41
Tableau 2-12 Communes actuellement identifiées pour les installations liées à l'opération d'expédition et de transport 42
Tableau 2-13 Communes actuellement identifiées par les opérations de surveillance environnementale 43
Tableau 3-1 Éléments d'appréciation du niveau d'incidence (grille indicative d'aide) 57
Tableau 3-2 Synthèse des principaux enjeux identifiés sur les différentes zones et opérations du projet global Cigéo 94
Tableau 3-3 Sites Natura 2000 susceptibles d'être affectés par le projet global Cigéo 99

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1 Le principe de proportionnalité dans l'évaluation environnementale. Ministère de la transition écologique et solidaire (2019). Disponible à l'adresse : https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-33914-evaluation-environnementale-principe-proportionnalite.pdf.

2 Loi n°91-1381 du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs (1992). Journal officiel de la République française, N°1.

3 Loi n°2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs (2006). Journal officiel de la République française, N°93, pp.9721.

4 Panorama international des recherches sur les alternatives au stockage géologique des déchets de haute et moyenne activité à vie longue - Rapport établi en réponse à une saisine de la Commission nationale du débat public. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) (2019). IRSN/2019-00318. Disponible à l'adresse : https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/surete/IRSN_Rapport-2019-00318_Alternatives-Stockage-Geologique-Dechets-HAMAVL.pdf.

5 Directive n°2011/70/EURATOM du Conseil du 19 juillet 2011 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs. Conseil de l'Union Européenne (2011). Journal officiel de l'Union européenne, N°L199, pp.48–56.

6 Boisson, P., Huet, P., Mingasson, J. Rapport à Madame la ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement, à Monsieur le ministre de la recherche, à Monsieur le secrétaire d'Etat auprès du ministre de l'économie, des finances et de l'industrie, chargé de l'industrie : Article 1er du décret n°99-687 du 3 août 1999. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement; Mission collégiale de concertation granite (2000). 62 p. + annexes.

7 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 (2016). Journal officiel de la République française.

8 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).

9 Avis de l'Autorité de sûreté nucléaire sur les recherches relatives à la gestion des déchets à haute activité et à vie longue (HAVL) menées dans le cadre de la loi du 30 décembre 1991, et liens avec le PNGDR-MV. Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2006). Disponible à l'adresse : https://www.cigeo.gouv.fr/sites/default/files/2018-08/AVIS-ASN-dechets-2006-02-01.pdf.

10 Étude de restructuration du SIAEP de la région d'Echenay pour une alimentation depuis les sources de Thonnance (rapport d'étude, version définitive). Artélia (2018).

11 Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base. Version consolidée au 21 octobre 2019 (2019).

12 Dossier d'options de sûreté - partie exploitation (DOS-Expl). Andra (2016). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-SR1-0000-15-0060. Disponible à l'adresse : https://www.andra.fr/sites/default/files/2018-04/dossier-options-surete-exploitation.pdf.

13 Règle n°III.2.f du 10 juin 1991 - Définition des objectifs à retenir dans les phases d'études et de travaux pour le stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde afin d'assurer la sûreté après la période d'exploitation du stock. Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (1991). Règles fondamementales de sûreté relatives aux installations nucléaires de base autres que réacteurs.

14 Rieu, J., Niel, J.-C., Bodenez, P. 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/Media/Files/guide_RFSIII_2_fV1_2_.

15 Décision 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; Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2020).

16 EFESE, Commissariat général au développement durable (CGDD). La séquestration de carbone par les écosystèmes en France. La Documentation Française (2019). Théma Analyse. ISBN : 978-2-11-145968-7.

17 Chiffres clés 2017 Consommations et productions d'énergie Emissions de GES et de polluants : Région Grand Est. ATMO Grand Est (2019). 72 p. Disponible à l'adresse : https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Chiffres_cl%C3%A9s_Ed2019_Region_20191113.pdf.

18 Dossier de validation du logiciel ARIA Impact. ARIA Technologies (2009). ARIA/2007 105. 29 p.

19 ARIA Impact Note de principe et Notice d'utilisation. Version 1.8. ARIA Technologies (2013). 224 p.

20 Tous les avis comptent pour l'eau ! Eau Seine Normandie (2021). Consulté le 08/07/2021. Disponible à l'adresse : http://www.eau-seine-normandie.fr/domaines-d-action/sdage.

21 Directive 2009/147/CE du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages (2010). Journal officiel de l'Union européenne, N°L20, pp.7–25.

22 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 (1992). Journal officiel des Communautés européennes. Vol L206, pp.7–50.

23 Décret n°2017-231 du 23 février 2017 pris pour application de 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 (2017). Journal officiel de la République française, N°48.

24 Méthodes pour l'évaluation et la prévention des risques accidentels (DRA 006) Omega 12. Dispersion atmosphérique (Mécanismes et outils de calcul). INERIS (2002). INERIS DRA 2002 25427. Disponible à l'adresse : https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/46web.pdf.

25 Dossier d'options de sûreté - partie après fermeture (DOS-AF). Andra (2016). Document N°G-TE-D-NTE-AMOA-SR2-0000-15-0062. Disponible à l'adresse : https://www.andra.fr/sites/default/files/2018-04/dossier-options-surete-apres-fermeture_0.pdf.

© Andra • 2021 • Création graphique : Agence Les Récréateurs • Crédits photos : Andra

AGENCE NATIONALE POUR LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

1-7, rue Jean-Monnet
92298 Châtenay-Malabry cedex
Tél. : 01 46 11 80 00

www.andra.fr