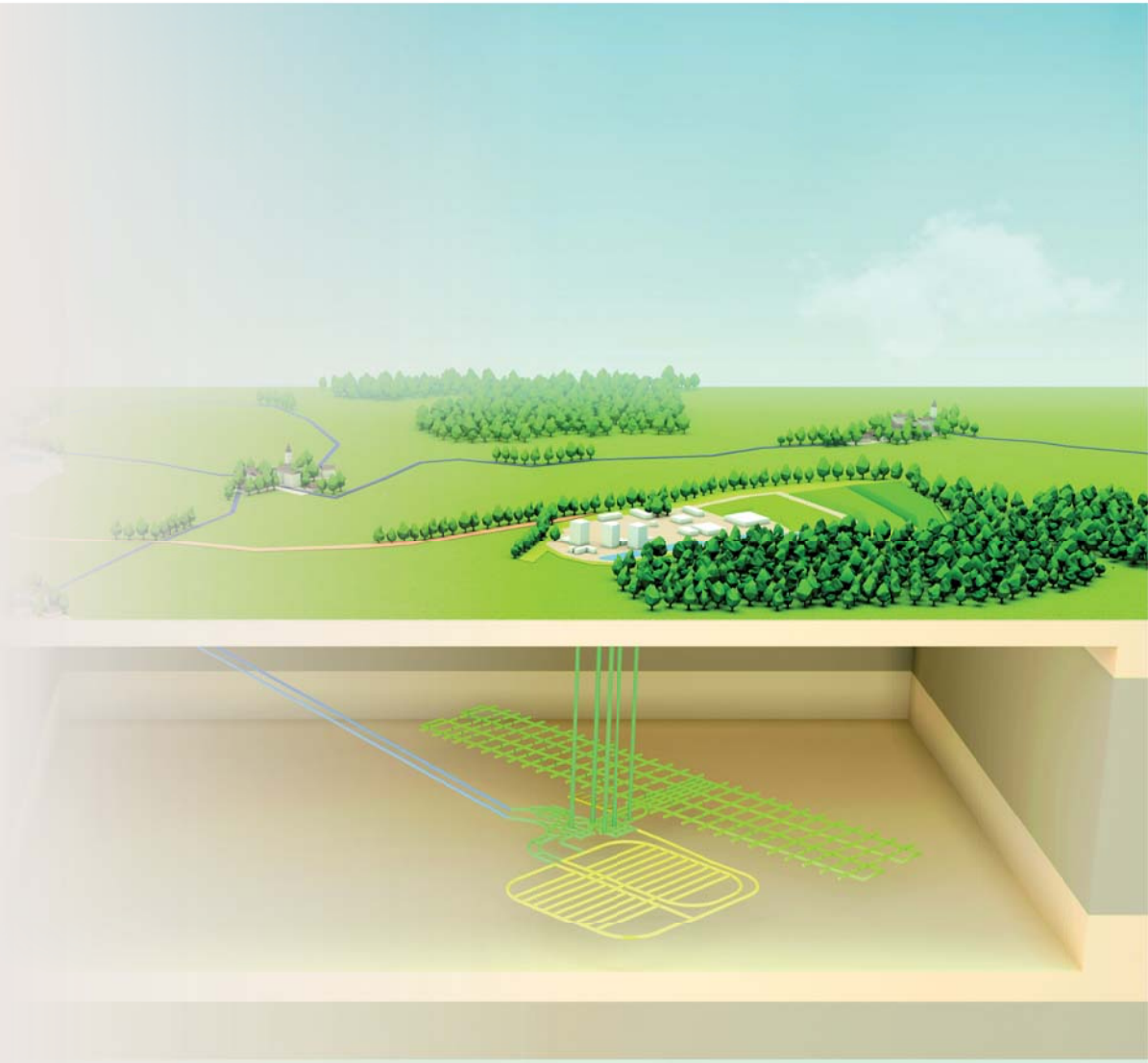
RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

ANDRA
Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs

Décembre 2022

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



PIÈCE 6bis

Étude d'impact du projet global Cigéo

RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo
Pièce 6bis : Étude d'impact du projet global Cigéo
Résumé non technique

CG-TE-D-EDM-AMOA-ESE-0000-22-0005/A

Sommaire

1. Introduction et contexte réglementaire 7

1.1 Le projet global Cigéo, objet de l'étude d'impact 8
1.2 Les maîtres d'ouvrage du projet global Cigéo 10
1.3 Le cadre réglementaire de l'évaluation environnementale et le contenu de l'étude d'impact 10
1.4 Les évolutions de l'étude d'impact du projet global Cigéo 15
1.5 Les experts intervenants dans la préparation et la réalisation de l'étude d'impact 16

2. Justification et description du projet global Cigéo 17

2.1 La justification du projet et des principaux choix techniques et environnementaux 18
2.2 Les déchets destinés au centre de stockage Cigéo 31
2.3 La description des installations du projet global Cigéo en fonctionnement 32
2.4 Les phases temporelles successives du déploiement prévisionnel du projet global Cigéo 54
2.5 Les principaux travaux et leurs modalités d'exécution 60
2.6 L'estimation des consommations de ressources et des émissions et résidus attendus 63

3. État initial de l'environnement, principales incidences du projet global Cigéo, mesures associées et méthodes 65

3.1 Les méthodes 66
3.2 L'atmosphère 74
3.3 Le sol 79
3.4 Le sous-sol 84
3.5 Les eaux 89
3.6 La biodiversité et le milieu naturel 112
3.7 La population, l'emploi, les activités économiques et habitat 145
3.8 Les activités agricoles et sylvicoles 147
3.9 Les réseaux 150
3.10 Les déchets radioactifs et conventionnels 152
3.11 Les risques et la vulnérabilité à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs 154
3.12 Les infrastructures de transport 158
3.13 Le cadre de vie 163
3.14 Le paysage, le patrimoine culturel, le tourisme et les activités de plein air 169
3.15 La planification territoriale et aménagement du territoire (y compris urbanisme) - la compatibilité avec les documents de planification territoriales et mesures 175
3.16 Les interactions et incidences cumulées 177
3.17 Les meilleures techniques disponibles 181
3.18 Les incidences des opérations de démantèlement, fermeture et après fermeture 184
3.19 Les incidences sur la santé humaine 185
3.20 La nature et les modalités de suivi des mesures environnementales et de surveillance 192
3.21 L'estimation des dépenses liées aux mesures prises pour l'environnement 193
3.22 L'évolution de l'environnement en cas de mise en œuvre du projet et en son absence 193
3.23 La synthèse des incidences du projet global Cigéo sur l'environnement 194

Tableau de traçabilité des principales évolutions de fond de l'étude d'impact 197

Tables des illustrations 203

Références bibliographiques 205

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 initial de l'environnement et facteurs susceptibles d'être affectés par le projet	
	Partie 1 : chapitres 1 à 5	1 - Méthodologie d'analyse de l'état initial/2 - Atmosphère/3 - Sol/4 - Sous-sol/5 - Eaux
	Partie 2 : chapitres 6 à 8	6 - Biodiversité et milieu naturel/7 - Population, emploi, activités économiques et habitat/8 - Activités agricoles et sylvicoles
	Partie 3 : chapitres 9 à 17	9 - Réseaux/10 - Déchets radioactifs et conventionnels/11 - Risques/12 - Infrastructures de transport/13 - Cadre de vie/14 - Paysage, patrimoine culturel, tourisme et activités de loisirs/15 - Planification territoriale et aménagement du territoire/16 - Interactions entre les différents milieux de l'environnement/17 - Synthèse des facteurs susceptibles d'être affectés par le projet global Cigéo et hiérarchisation des enjeux
	Partie 4	Annexes au volume III
VOLUME IV	Évaluation des incidences et mesures d'évitement, de réduction et de compensation de ces incidences	
	Partie 1 : chapitres 1 à 5	1 - Méthodologie d'analyse des incidences/2 - Atmosphère/3 - Sol/4 - Sous-sol/5 - Eaux
	Partie 2 : chapitres 6 à 8	6 - Biodiversité et milieu naturel/7 - Population, emploi, activités économiques et habitat/8 - Activités agricoles et sylvicoles
	Partie 3 : chapitres 9 à 22	9 - Réseaux/10 - Déchets radioactifs et conventionnels/11 - Risques/12 - Infrastructures de transport/13 - Cadre de vie/14 - Paysage, patrimoine culturel, tourisme et activités de loisirs/15 - Planification territoriale et aménagement du territoire (y compris urbanisme) - Compatibilité avec les documents de planification territoriales/16 - Interactions et effets cumulés/17 - Meilleures techniques disponibles/18 - Incidences des opérations de démantèlement et de fermeture et incidences après fermeture définitive/19 - Nature et modalités de suivi des mesures environnementales et de surveillance/20 - Estimation des dépenses liées aux mesures prises pour l'environnement/21 - Évolution de l'environnement en cas de mise en œuvre du projet et en son absence/22 - Synthèse des incidences du projet global Cigéo sur l'environnement
	Partie 4	Annexes au volume IV
VOLUME V	Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000	
VOLUME VI	Évaluation des incidences sur la santé humaine	
VOLUME VII	Présentation des méthodes de réalisation de l'étude d'impact	

Le résumé non technique est constitué de trois chapitres :

- le chapitre 1 résume le contexte du dossier en présentant de manière succincte les maitres d'ouvrages du projet global Cigéo, les auteurs de cette étude, le cadre règlementaire, et les actualisations de l'étude d'impact prévues en lien avec l'enchainement des procédures ;
- Le chapitre 2 aborde les éléments essentiels de description et de justification du projet global Cigéo : ses objectifs, les types de déchets stockés, les choix techniques, les phases temporelles de déploiement, les modalités d'exécution et l'estimation des consommations de ressources ainsi que les émissions et résidus attenus ;
- le chapitre 3, présenté par facteur de l'environnement pour plus de clarté, rassemble pour chaque facteur une synthèse des enjeux, une synthèse des incidences, les principales méthodes utilisées et les principales mesures prévues selon la séquence ERC (« éviter-réduire-compenser »).

ÉTUDE D'IMPACT ET PROJET GLOBAL CIGÉO

L'étude d'impact jointe au présent dossier de demande d'autorisation de création (DAC) du centre de stockage Cigéo est la première actualisation de l'étude d'impact du projet global Cigéo. La version initiale était jointe au dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique du centre de stockage Cigéo, délivrée en juillet 2022 par le décret n° 2022-993 du 7 juillet 2022 (1). Cette nouvelle version apporte notamment des approfondissements sur les incidences de la création de l'installation nucléaire de base (INB).

L'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 (activités, installations, ouvrages, travaux et aménagements) nécessaires à la réalisation et à l'exploitation du centre de stockage Cigéo. Ces opérations sont menées par l'Andra et par d'autres maîtres d'ouvrage.

En raison de la nature et de la dimension du centre de stockage Cigéo, ses incidences sur l'environnement constituent la part majeure des incidences du projet global, même si les opérations des autres maîtres d'ouvrages sont également susceptibles d'avoir des incidences sur l'environnement.

Au stade de cette première actualisation de l'étude d'impact, les opérations des autres maîtres d'ouvrages 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. L'analyse de leurs impacts est donc proportionnée à leur stade d'avancement respectif. Une des évolutions majeures de cette première actualisation est l'intégration des éléments en lien avec l'étude de maitrise des risques (cf. « Pièce 8 – Étude de maitrise des risques » de la présente demande d'autorisation de création (DAC) de l'INB Cigéo (2)), qui présente l'inventaire des risques de l'installation projetée ainsi que l'analyse des dispositions prises pour prévenir ces risques et des mesures propres à limiter la probabilité des accidents et leurs effets.

Compte tenu des nombreuses autorisations qui sont nécessaires à la réalisation du projet global Cigéo (autorisation de création d'une installation nucléaire de base, autorisations environnementales, permis de construire...), la présente étude d'impact sera actualisée préalablement à chaque dépôt de demande d'autorisation à venir. Ces actualisations permettront d'assurer la qualité de l'évaluation des incidences environnementales du projet global Cigéo, à chaque étape de sa conception et de sa réalisation.

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

1

Introduction et contexte réglementaire

1.1	Le projet global Cigéo, objet de l'étude d'impact	8
1.2	Les maîtres d'ouvrage du projet global Cigéo	10
1.3	Le cadre réglementaire de l'évaluation environnementale et le contenu de l'étude d'impact	10
1.4	Les évolutions de l'étude d'impact du projet global Cigéo	15
1.5	Les experts intervenants dans la préparation et la réalisation de l'étude d'impact	16

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

Le 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.

Il est situé dans la région Grand Est de la France, à cheval sur les départements de la Meuse et de la Haute-Marne (cf. Figure 1-1 qui affiche les aires d'étude du projet).

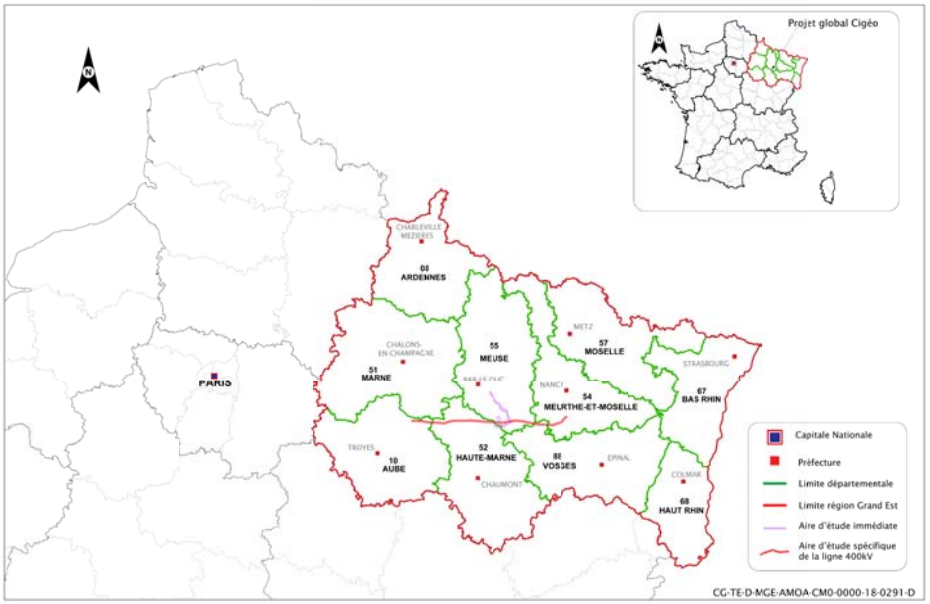


Figure 1-1 Localisation du projet global Cigéo

Le projet global Cigéo comporte ainsi :

- les installations et ouvrages du centre de stockage Cigéo (zone descenderie, zone puits, zone d'implantation des ouvrages souterrains, liaison intersites, installation terminale embranchée), dont ceux relevant du périmètre de l'installation nucléaire de base (INB) – cf. Chapitre 2 du présent volume, sous la maîtrise d'ouvrage de l'Andra ;
- les opérations, liées à la construction et au fonctionnement du centre de stockage, menées par d'autres maîtres d'ouvrage :
  - ✓ l'alimentation électrique, sous la maîtrise d'ouvrage de RTE ;
  - ✓ la mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000, sous la maîtrise d'ouvrage de SNCF Réseau ;
  - ✓ l'adduction d'eau, sous la maîtrise d'ouvrage du SIVU du Haut Ornain et du SIAEP d'Échenay ;
  - ✓ la déviation de la route départementale D60/960, sous la maîtrise d'ouvrage du Conseil départemental de la Haute-Marne ;
  - ✓ l'expédition et le transport des colis de déchets radioactifs, sous la maîtrise d'ouvrage des producteurs (CEA, EDF et Orano).
- les activités de caractérisation et de surveillance environnementale (notamment des forages, piézomètres…) sous la maîtrise d'ouvrage de l'Andra.

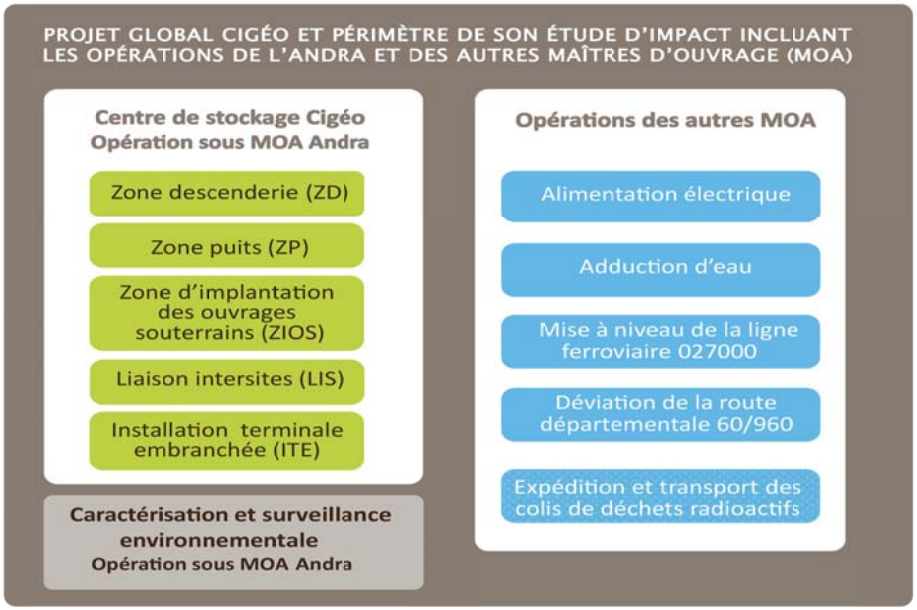


Figure 1-2 Projet global Cigéo et périmètre de son étude d'impact

La figure 1-3 présente une vue rapprochée de l'implantation des différentes opérations du projet global Cigéo.

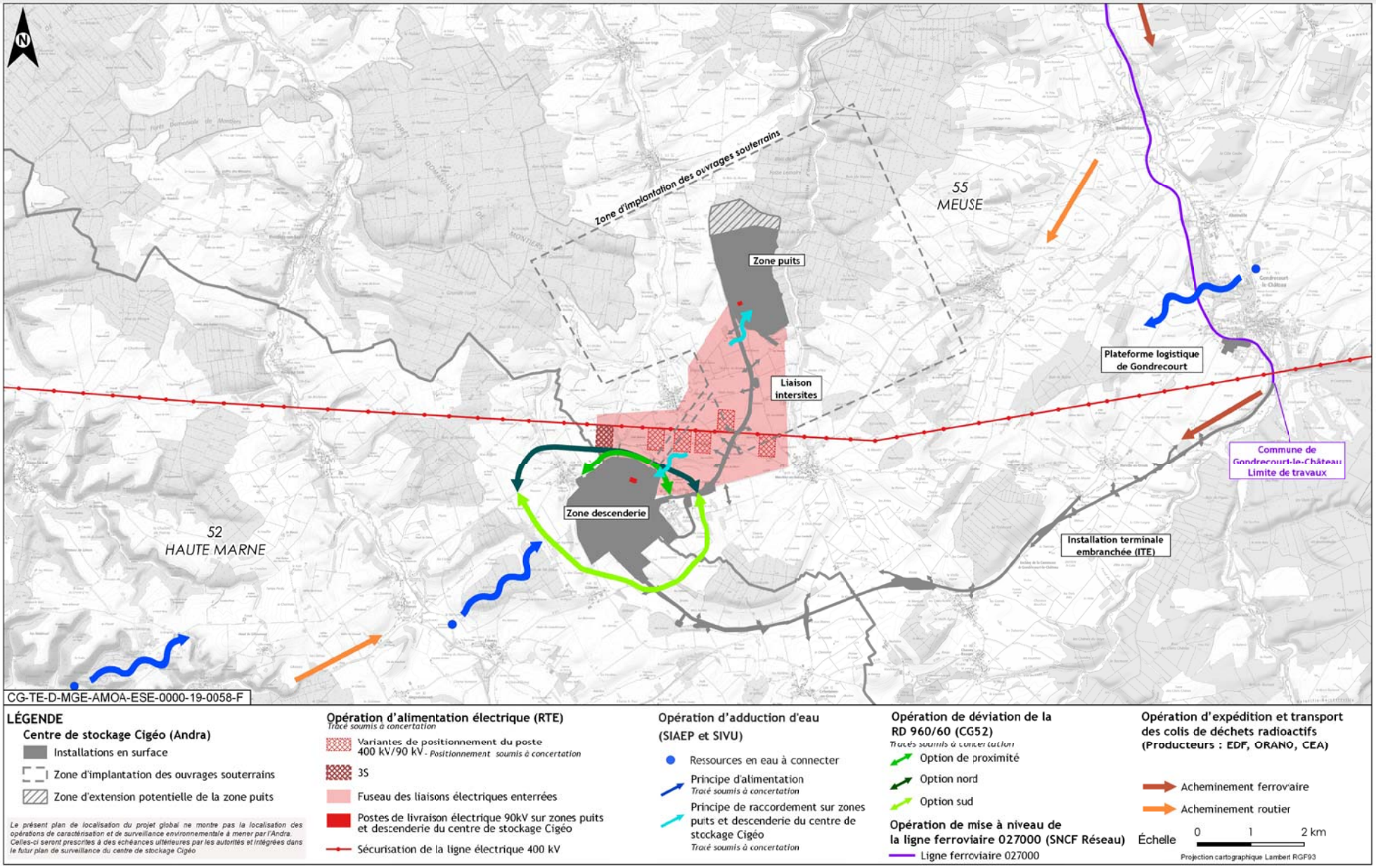


Figure 1-3 *Implantation des différentes opérations du projet global Cigéo – Vue rapprochée*

1.2 Les maîtres d'ouvrage du projet global Cigéo

1.2.1 L'Andra, maître d'ouvrage du centre de stockage

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 (3). Ses missions ont été complétées par la loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs (4). La loi n° 2016-1015 du 25 juillet 2016 (5) précise quant à elle les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde et programme des rendez-vous réguliers avec la société autour de la gouvernance du projet.

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 cinq 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 ».*

Ainsi, l'Andra est le maître d'ouvrage du centre de stockage Cigéo.

1.2.2 Les maîtres d'ouvrage des autres opérations du projet global Cigéo

Les autres opérations liées à la construction et au fonctionnement du centre de stockage néanmoins menées hors du centre de stockage Cigéo, sont sous les différentes maîtrises d'ouvrages suivantes :

- RTE : maître d'ouvrage de l'opération d'alimentation électrique ;
- SIVU du Haut Ornain et du SIAEP d'Échenay : maîtres d'ouvrages de l'opération d'adduction d'eau ;
- SNCF Réseau : maître d'ouvrage de l'opération de mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 ;
- Conseil départemental de la Haute-Marne : maître d'ouvrage de l'opération de déviation de la route départementale D60/960 ;
- producteurs des déchets radioactifs (CEA, EDF et Orano) : maîtres d'ouvrage de l'opération d'expédition et de transport des colis de déchets radioactifs.

1.3 Le cadre réglementaire de l'évaluation environnementale et le contenu de l'étude d'impact

1.3.1 Le processus d'évaluation environnementale

Le processus d'évaluation environnementale est un outil d'aide à la décision qui tient compte de l'ensemble de la vie d'un projet, depuis sa construction jusqu'à sa fermeture. Ce processus permet d'adapter et de faire évoluer le projet, et s'articule avec les résultats de la participation du public mise en œuvre en amont des décisions.

Le processus d'évaluation environnementale est constitué de :

- l'élaboration d'un rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement par le(s) maître(s) d'ouvrage du projet, qui correspond à l'étude d'impact dont le contenu est précisé ci-après ;
- la réalisation des consultations prévues, notamment la consultation de l'Autorité environnementale, qui rend un avis sur le projet et sur l'étude d'impact, et la consultation du public ;
- l'examen par l'autorité autorisant le projet des informations contenues dans le rapport d'évaluation et reçues dans le cadre des consultations.

1.3.2 À quoi sert une étude d'impact ?

Au sein du processus d'évaluation environnementale, l'étude d'impact est un document réglementaire fondé sur des analyses scientifiques et techniques. Elle présente au public le processus d'évaluation des effets d'un projet sur l'environnement (naturel, humain, patrimonial...) et les mesures destinées à les éviter, les réduire ou, si nécessaire, les compenser.

Ainsi, l'étude d'impact consiste en une synthèse de l'ensemble des études environnementales menées par les maîtres d'ouvrage :

- elle permet de garantir la bonne information et la participation du public à l'élaboration du projet ;
- elle précise comment ces études environnementales ont constitué une aide à la définition du projet, en permettant aux maîtres d'ouvrage de connaître les enjeux environnementaux sur les sites concernés directement ou indirectement par l'implantation du projet, et comment la conception du projet a été adaptée afin d'éviter ou de réduire les impacts négatifs ;
- elle donne aux autorités administratives les informations nécessaires leur permettant de statuer sur le dossier de demande dont elles sont saisies. Ces informations comportent les mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts du projet et le suivi de leur mise en œuvre ;
- elle constitue une liste d'engagements des maîtres d'ouvrage pour l'intégration environnementale du projet. Cette liste pourra faire l'objet d'actualisations ultérieures, au fur et à mesure de l'évolution des connaissances de l'ensemble des opérations du projet global, de l'approfondissement de leur conception et de l'intégration des conclusions issues des procédures de participation du public en cours ou à venir.

Il se déduit de l'article R. 122.5 du code de l'environnement, qui fixe le contenu de l'étude d'impact, que la constitution de celle-ci s'articule autour de trois grandes étapes :

- apprécier les enjeux grâce à la définition de l'état initial 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 et le sous-sol, l'eau, l'air et le climat ; les biens matériels, le patrimoine culturel et le paysage ; l'interaction entre ces facteurs ;
- identifier les incidences ou impacts potentiels notables que le projet global Cigéo est susceptible d'avoir sur ces facteurs ;
- 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 ;
  - ✓ des mesures de réduction des impacts ne pouvant être évités ;
  - ✓ pour les impacts qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits, des mesures compensatoires lorsque c'est nécessaire et possible.

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

Le contenu de l'étude d'impact est établi par les articles L. 122-1, III et R. 122-5 du code de l'environnement. Le tableau 1-1 suivant présente la répartition du contenu réglementaire au sein de la présente étude d'impact.

Pour les installations nucléaires de base et autres activités spécifiques, le contenu est précisé et complété par l'article R. 593-17, en tant que de besoin, conformément aux dispositions du VI et du IV de l'article R. 122-5 du code de l'environnement. Le tableau 1-2 présente ce contenu spécifique à apporter à la présente étude d'impact.

Tableau 1-1 Répartition du contenu réglementaire de l'étude d'impact lié aux articles L. 122-1 et R. 122-5 a 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)
Article L. 122-1 du code de l'environnement		
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 ; 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 (6) et de la directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009 (7) ; 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.	Pièce 6 - Volumes I à VII et pièce 6 bis - RNT	Chapitres 1 à 3
Article R. 122-5 du code de l'environnement		
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. Ce contenu tient compte, le cas échéant, de l'avis rendu en application de l'article R. 122-4 et inclut les informations qui peuvent raisonnablement être requises, compte tenu des connaissances et des méthodes d'évaluation existantes.	Pièce 6 – notamment dans les volumes III à VI pour l'état initial 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	Pièce 6bis – Résumé non technique	Pièce 6bis – Résumé non technique

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)
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 ;		
2° Une description du projet, y compris en particulier : - une description de la localisation du projet ;	Volume II	Chapitres 2.3
- 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 3, 5 et 6	Chapitre 2.3, 2.5 et 2.6
- 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 3 et 6	Chapitre 2.3 et 2.6
- 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	Chapitre 2.6 et 3
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 IV – tous chapitres (estimations détaillées par phases)	Chapitre 3
3° Une description des aspects pertinents de l'état initial de l'environnement, 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 à l'état initial de l'environnement peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles	Volume III (tous chapitres) et volume IV chapitre 21	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 *A noter l'intégration dans ce volume des conclusions de l'étude préalable agricole*	Chapitre 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 3.2, 3.10, 3.11, 3.13
d) Des risques pour la santé humaine, pour le patrimoine culturel ou pour l'environnement ;	Volume IV – Chapitre 14 et Volume VI	Chapitre 3.13 et 3.14
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. Les projets existants sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont été réalisés. Les projets approuvés sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont fait l'objet d'une décision leur permettant d'être réalisés. Sont compris, en outre, les projets qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant 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 3.16
f) Des incidences du projet sur le climat et de la vulnérabilité du projet au changement climatique ;	Volume IV – Chapitre 2	Chapitre 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 11	Chapitre 3.11
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	Volume II – Chapitre 2	Chapitre 2.1 et 2.2

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)
comparaison des incidences sur l'environnement et la santé humaine ;		
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 3.20
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 1.5
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 classées pour la protection de l'environnement, il en est fait état dans l'étude d'impact.	Volume IV – Chapitre 11 pour l'INB *Les éléments propres aux ICPE hors périmètres INB seront détaillés dans les demandes d'autorisations environnementales correspondantes (DAE). Une actualisation de l'étude d'impact est ainsi prévue dans ce cadre.*	Chapitre 3.11
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 ;	Volume IV – Chapitre 12 et Volume VII	Chapitre 3 (3.13)

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)
- 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.		
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.	Volumes III et IV *Les éléments propres aux IOTA hors périmètres INB seront détaillés dans les demandes d'autorisations environnementales correspondantes (DAE). Une actualisation de l'étude d'impact est ainsi prévue dans ce cadre.*	Chapitre 3
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 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.	Volume V	Chapitre 3.6.4
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 à l'INB sont détaillés dans le tableau suivant (article R. 593-17).* *Les éléments propres aux ICPE hors périmètres INB seront détaillés dans les demandes d'autorisations environnementales correspondantes (DAE). Une actualisation de l'étude d'impact est ainsi prévue dans ce cadre.*	-
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.*	-

Tableau 1-2 *Répartition du contenu réglementaire de l'étude d'impact relatif à l'article R. 593-17 du code de l'environnement*

Article R. 593-17 du code de l'environnement		Articulation avec le présent RNT (pièce 6 bis)
II. - La description mentionnée au 2° du II de l'article R. 122-5 présente, notamment, les prélèvements d'eau et les rejets d'effluents liquides ou gazeux envisagés. Elle précise les différents types d'effluents à traiter et leur origine respective, leur quantité, leurs caractéristiques physiques, leur composition, tant radioactive que chimique, le procédé de traitement utilisé, les conditions dans lesquelles seront opérés les rejets dans le milieu récepteur ainsi que la composition des effluents à rejeter. Elle présente les déchets qui seront produits par l'ensemble des installations et équipements situés dans le périmètre de l'installation, qu'ils soient radioactifs ou non, ainsi que leur volume, leur nature, leur nocivité et les modes d'élimination envisagés. Elle décrit les dispositions retenues par l'exploitant pour que la gestion de ces déchets réponde aux objectifs mentionnés à l'article L. 541-1 et au II de l'article L. 542-1-2.	Volume II – Chapitre 6 Volume IV – Chapitres 2, 4, 10 et 11	Chapitres 2.3, 3.2,3.4,3.10 et 3.11
III. - La description mentionnée au 3° du II de l'article R. 122-5 comporte, en complément, un état radiologique de l'environnement portant sur le site et son voisinage.	Volume III – Chapitres 2, 3, 4, 5 et 6	Chapitre 3
IV. - La description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement, mentionnée au 5° du II de l'article R. 122-5, distingue les différentes phases de construction et de fonctionnement de l'installation. Elle prend en compte les variations saisonnières et climatiques.	Volume IV volume VI	Chapitre 3
Elle indique les incidences de l'installation sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux, y compris de ruissellement, ainsi que sur chacun des éléments mentionnés à l'article L. 211-1.	Volume IV – Chapitres 5 et 6	Chapitre 3.5 et 3.6
Elle présente également les retombées d'aérosols ou de poussières et leurs dépôts ; elle indique les incidences de l'installation sur la qualité de l'air et la qualité des sols.	Volume IV – Chapitres 2 et 3	Chapitre 3.2 et 3.3
Elle justifie l'optimisation de la gestion des rejets des effluents liquides et gazeux et des déchets, notamment au regard de l'impact global de l'ensemble de ces émissions pour l'environnement et la santé humaine.	Volume II – chapitre 2.5 Volume IV – Chapitres 2, 5 et 10, 17 et 18 Volume VI – Chapitre 3 et 4	Chapitre 2.1.4, 3.2, 3.5, 3.10, 3.13, 3.17, 3.18
Elle évalue l'exposition du public aux rayonnements ionisants du fait de l'installation, en prenant en compte notamment les irradiations provoquées directement par l'installation et les transferts de radionucléides par les différents vecteurs, y compris les chaînes alimentaires.	Volume VI – Chapitre 4	Chapitre 3.13 et 3.18
Les incidences de l'installation sur l'environnement sont appréciées, notamment, au regard des plans de protection de l'atmosphère définis à l'article L. 222-5 ainsi que des normes, des objectifs de qualité et des valeurs limites définis en application des articles L. 211-2, L. 211-4 et L. 221-2.	Volumes III et IV – Chapitres 2 (plans de protection de l'atmosphère)	Chapitre 3.2
	Le projet global Cigéo n'est pas concernée par les normes, objectifs de qualité et valeurs limites définis en application des articles L. 211-2, L. 211-4 et L. 221-2.	
Elle justifie la compatibilité de l'installation, pour les déchets radioactifs destinés à être produits par l'installation ou entreposés ou stockés dans celle-ci, avec le décret qui établit les prescriptions du plan national de gestion des matières et déchets radioactifs prévu par l'article L. 542-1-2.	Volume IV – Chapitres 10	Chapitre 3.10
V. - La description des mesures envisagées pour répondre aux exigences du 6° et du 8° du II de l'article R. 122-5 précise, notamment, en justifiant de l'utilisation des meilleures techniques disponibles : 1° Les performances attendues, notamment, en ce qui concerne la protection des eaux souterraines, l'épuration, l'évacuation, la gestion et la surveillance des eaux résiduelles et des émanations gazeuses ; 2° Les conditions d'apport à l'installation des matières destinées à y être traitées, du transport des produits fabriqués et de l'utilisation rationnelle de l'énergie ; 3° Les mesures retenues par l'exploitant pour contrôler les prélèvements d'eau, les rejets de l'installation et surveiller les effets de l'installation sur l'environnement ; 4° Les solutions retenues pour minimiser les volumes de déchets produits et leur toxicité radiologique, chimique et biologique.	Volume IV – Chapitre 17	Chapitre 3.17

1.4 Les évolutions de l'étude d'impact du projet global Cigéo

1.4.1 L'étude d'impact dans les procédures administratives du projet global Cigéo

La démarche d'actualisation de l'étude d'impact est prévue à l'article L. 122-1-1, III du code de l'environnement : *« Les incidences sur l'environnement d'un projet dont la réalisation est subordonnée à la délivrance de plusieurs autorisations sont appréciées lors de la délivrance de la première autorisation.*

Lorsque les incidences du projet sur l'environnement n'ont pu être complètement identifiées ni appréciées avant l'octroi de cette autorisation, le maître d'ouvrage actualise l'étude d'impact en procédant à une évaluation de ces incidences, *dans le périmètre de l'opération pour laquelle l'autorisation a été sollicitée et en appréciant leurs conséquences à l'échelle globale du projet. […].*

L'autorité compétente pour délivrer l'autorisation sollicitée fixe s'il y a lieu, par une nouvelle décision, les mesures à la charge du ou des maîtres d'ouvrage destinées à éviter les incidences négatives notables, réduire celles qui ne peuvent être évitées et compenser celles qui ne peuvent être évitées ni réduites, ainsi que les mesures de suivi afférentes ».

Le projet global Cigéo est un projet comprenant des opérations fractionnées dans leurs maitrises d'ouvrage et dans le temps. Ces opérations n'ont pas toutes le même état d'avancement de leur conception ; la présente version de l'étude d'impact vient ainsi préciser l'identification et l'évaluation des incidences présentées lors de la réalisation de la première version de l'étude d'impact soumise à l'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique.

Le projet global Cigéo implique la conduite de plusieurs procédures successives de consultation du public et d'autorisations préalablement à sa mise en œuvre. L'étude d'impact est une pièce qui doit être jointe à chaque dossier réglementaire auxquelles le projet global Cigéo est soumis.

Compte tenu de ces nombreuses autorisations qui seront nécessaires à la réalisation du projet global Cigéo, l'étude d'impact sera donc actualisée dans le cadre de la procédure d'instruction de chacune de ces demandes d'autorisation. Cette démarche assure la qualité de l'information et la participation du public et des services instructeurs conformément à la réglementation applicable.

1.4.2 Les raisons des évolutions de l'étude d'impact dans le cadre de ses dépôts successifs

Il y a trois raisons justifiant les actualisations de l'étude d'impact dans le cadre des dépôts successifs de dossiers réglementaires :

- les précisions que les maîtres d'ouvrage apportent aux caractéristiques des opérations composant le projet global, et notamment celles liées à la conception du projet et/ou à ses évolutions à la suite des procédures de participation du public ;
- l'évolution de l'état initial de l'environnement entre les dépôts successifs de l'étude d'impact ;
- les évolutions réglementaires.

Une autre évolution de l'étude d'impact est issue de l'intégration des réponses apportées aux remarques émises par l'Autorité environnementale. Elle peut également être complétée pour tenir compte des éventuelles remarques des services en charge de l'instruction du ou des dossiers d'autorisation auxquels est jointe l'étude d'impact.

1.4.3 L'étude d'impact objet du présent dossier

1.4.3.1 Le contexte de la procédure

La création d'une installation nucléaire de base (INB) doit faire l'objet d'une évaluation environnementale en vertu de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement. L'étude d'impact est une des pièces du dossier de demande d'autorisation de création (DAC) de l'INB Cigéo qui fera l'objet d'une instruction. Elle actualise l'étude d'impact qui était jointe au dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique du centre de stockage Cigéo délivrée en juillet 2022 (8).

L'étude d'impact jointe au présent dossier intègre donc des approfondissements en lien avec les études réalisées en vue du dépôt de la demande d'autorisation de création. Elle s'articule notamment avec l'étude de maîtrise des risques, autre pièce constitutive du dossier de demande d'autorisation de création. Ces éléments précisent notamment, en en confirmant les principales conclusions, les éléments figurant dans l'étude d'impact précédente en matière de maîtrise des risques. Elle intègre donc à ce titre les réponses aux recommandations de l'Autorité environnementale correspondant aux attendus au stade du dépôt du dossier de demande d'autorisation de création.

La demande d'autorisation de création d'une installation nucléaire de base est déposée auprès du ministre chargé de la sûreté nucléaire. L'ASN assure l'instruction du dossier, conjointement et à la demande du ministère chargé de la sûreté nucléaire. Des consultations sont menées en parallèle auprès de différents services et d'experts techniques, puis auprès de différentes instances et du public, notamment *via* une enquête publique.

D'ici cette phase d'enquête publique, l'étude d'impact pourra donc évoluer comme évoqué ci-avant :

- pour intégrer des évolutions de connaissance sur certaines composantes du projet ou de l'environnement ou des évolutions de la règlementation ;
- pour intégrer d'éventuelles demandes issues de l'instruction technique du dossier menée notamment par l'ASN et son appui technique l'IRSN ;
- parce que du fait de la durée de l'instruction de la DAC, d'autres dossiers de demandes d'autorisations réglementaires pourront avoir été déposées par l'Andra et les autres maîtres d'ouvrages avant l'enquête publique, dans le cadre desquelles l'étude d'impact du projet global Cigéo aura été actualisée pour intégrer notamment le meilleur état disponible de description des travaux objet de ces demandes et de leurs incidences.

1.4.3.2 Les principales évolutions de l'étude d'impact depuis la version précédente

La version de l'étude d'impact du projet global Cigéo associée à l'enquête publique de la déclaration d'utilité publique présentait dans des encarts gris les compléments apportés suite aux questions de l'autorité environnementale. Ces compléments étaient principalement relatifs à la justification du choix du stockage en couche géologique profonde, son dimensionnement, sa localisation, la sureté de l'installation pendant son fonctionnement et à long terme. Des clarifications ont aussi été apportées sur les potentiels impacts et mesures associées pour l'eau, le risque sismique, l'agriculture, la biodiversité et la santé.

Pour cette version d'étude d'impact du projet global Cigéo associé au dépôt de la DAC, ces éléments sont aujourd'hui intégrés dans le texte comme les autres évolutions proposées. Elles portent principalement sur :

- le processus d'actualisation de l'étude d'impact qui accompagne les multiples dossiers règlementaires nécessaires au projet global Cigéo et sa traçabilité (cf. Volume I de la présente étude d'impact) ;
- la restructuration de certains chapitres pour valoriser la démarche ERC et améliorer la compréhension du public (cf. Sommaire global de l'étude d'impact) ;
- les détails des installations de l'INB Cigéo (cf. Volume II de la présente étude d'impact) ;
- la mise à jour des données d'état initial, en confirmant les niveaux d'enjeux de la précédente étude d'impact, pour la météorologie, la qualité et les usages des eaux, la faune et la flore, la démographie, le trafic routier, le paysage et le patrimoine, les servitudes d'utilité publique (cf. Volume III de la présente étude d'impact) ;

- la mise à jour, en confirmant les niveaux d'incidence de la précédente version de l'étude d'impact, des rejets d'effluents liquides, des modélisations trafic, acoustique, dispersion atmosphérique, de l'évaluation des risques sanitaires, du calcul de la dette et des principes de gestions des sites de compensation écologique, des impacts cumulés avec d'autres projets (cf. Volume IV, VI et VII de la présente étude d'impact) ;
- des approfondissements liés à l'étude de maitrise des risques sur les risques naturels et technologiques et les meilleures techniques disponibles, en fonctionnement normal et accidentel, pour l'environnement et la santé humaine, de la construction à l'après-fermeture (cf. Volume IV, VI et VII de la présente étude d'impact).

1.4.4 La traçabilité de l'actualisation de l'étude d'impact dans le cadre des processus successifs d'évaluation environnementale

Chaque nouvelle version de l'étude d'impact est attachée à une ou des demandes d'autorisation sollicitées lors d'une phase d'instruction donnée. L'objectif est de suivre les précisions apportées entre deux versions successives de l'étude d'impact, c'est-à-dire entre les versions N (version précédente) et N+1 (version actualisée) de l'étude d'impact.

Plusieurs indications permettent de suivre les précisions apportées à l'étude d'impact dans le cadre des actualisations :

- dans le texte, une bordure verte met en exergue les chapitres correspondant à des précisions apportées pour actualiser l'étude d'impact ; les corrections mineures de forme, de reformulation et de mise en cohérence ne sont pas matérialisées.
- un tableau de la structure de l'étude d'impact disponible dans le sommaire général de l'étude d'impact ; il présente spécifiquement les évolutions de la structure du document : création, déplacement, regroupement de chapitre ou paragraphe. Il permet d'établir facilement une correspondance entre la précédente version de l'étude d'impact et l'étude d'impact actualisée. Ces restructurations et évolutions du sommaire ne font pas l'objet d'une mise en exergue dans le texte par la bordure verte afin de ne pas alourdir la lecture du dossier.
- un tableau de suivi des principales évolutions du contenu de l'étude d'impact disponible en fin de chaque volume pour résumer les précisions apportées à l'étude d'impact actualisée. Il liste, selon la structure de l'étude d'impact actualisée, les évolutions apportées sur le fond et mises en exergue dans le texte par la bordure verte comme évoquées en premier point.

Concernant les figures et tableaux, en cas d'évolution une bordure apparait au niveau de la légende.

1.5 Les experts intervenants dans la préparation et la réalisation de l'étude d'impact

L'élaboration de l'étude d'impact du projet global Cigéo est pilotée par l'Andra, sur la base des études environnementales et techniques et des évaluations d'incidences menées par les différents maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre pour chaque opération du projet global.

Pour produire la présente étude d'impact, la direction de projet de l'Andra s'est appuyée sur :

- ses principaux experts internes (notamment la direction juridique, de la sûreté, de l'environnement et de la stratégie filières) ;
- sur des assistants à maîtrises d'ouvrage (AMO) :
  - ✓ Egis Structures et Environnement, pour l'actualisation de l'étude d'impact du projet global Cigéo ;
  - ✓ SI LEX et Associés, en expertise réglementaire ;
- sur ses prestataires externes généralistes ou spécialisés, pour les études techniques et environnementales du centre de stockage Cigéo ;
- sur les autres maîtres d'ouvrage du projet global Cigéo et leurs prestataires.

Un processus de validation interne et externe est mis en place pour la validation de l'étude d'impact. En particulier, l'Andra a mis en place un Comité Sûreté et Environnement constitué d'experts indépendants qui apportent leur expertise à différentes étapes d'avancement de l'étude d'impact.

2

Justification et description du projet global Cigéo

2.1	La justification du projet et des principaux choix techniques et environnementaux	18
2.2	Les déchets destinés au centre de stockage Cigéo	31
2.3	La description des installations du projet global Cigéo en fonctionnement	32
2.4	Les phases temporelles successives du déploiement prévisionnel du projet global Cigéo	54
2.5	Les principaux travaux et leurs modalités d'exécution	60
2.6	L'estimation des consommations de ressources et des émissions et résidus attendus	63

2.1 La justification du projet et des principaux choix techniques et environnementaux

2.1.1 La justification du besoin de gestion durable des déchets radioactifs de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL)

La radioactivité est un phénomène physique pouvant être d'origine naturelle (rayonnements d'origine cosmique ou provenant d'éléments radioactifs présents naturellement dans les aliments ou dans le sol), ou d'origine artificielle (différents secteurs économiques utilisent les propriétés de la radioactivité et produisent, de fait, des déchets radioactifs destinés à être pris en charge par l'Andra (cf. Figure 2-1)).

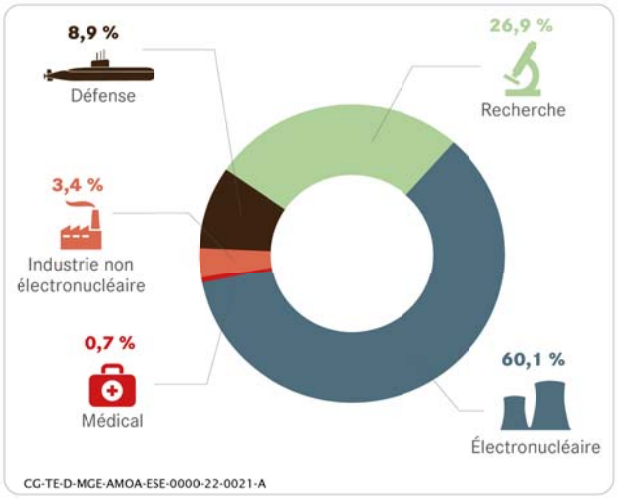


Figure 2-1 *Répartition par secteur économique du volume de déchets (en équivalent conditionné) déjà stockés ou destinés à être pris en charge par l'Andra à fin 2020 (9)*

» LA RADIOACTIVITÉ, LA PÉRIODE RADIOACTIVE

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 certains atomes instables - les radionucléides – tendent à devenir stables. Pour ce faire, ils se désintègrent et expulsent alors 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 ou recréer des noyaux radioactifs au moyen d'un accélérateur de particules 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 (de quelques secondes à plusieurs milliers d'années).

Les déchets radioactifs sont des substances qui 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.

La classification française des filières de gestion des déchets radioactifs repose sur deux paramètres permettant de définir le mode de gestion approprié (cf. Figure 2-2) :

- le niveau de radioactivité (très faible, faible, moyenne, haute) ;
- la période radioactive des éléments (très courte, courte, longue).

Ainsi les déchets radioactifs sont classés en six catégories, à savoir :

- les déchets à vie très courte (VTC). Leur niveau d'activité varie très rapidement par décroissance radioactive ;
- les déchets de très faible activité (TFA), déchets issus du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement des installations nucléaires (béton, gravats, ferrailles, terres...). Leur niveau d'activité est généralement inférieur à cent becquerels par gramme ;
- les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC), déchets issus du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement des installations nucléaires (gants, vêtements, outils, fibres, boues...). Leur niveau d'activité se situe entre quelques centaines, jusqu'à environ un million de becquerels par gramme ;
- les déchets de faible activité à vie longue (FA-VL), déchets de graphites issus des premières centrales nucléaires, déchets radifères (provenant par exemple de l'extraction de terres rares...). Leur activité est variable en fonction de leur nature (déchets de graphite, déchets radifères...). Elle peut atteindre jusqu'à environ cent mille becquerels par gramme ;
- les déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL), déchets de structures métalliques entourant les combustibles usés, déchets technologiques liés à la maintenance des installations nucléaires. Leur activité est de l'ordre d'un million à un milliard de becquerel par gramme ;
- les déchets de haute activité, déchets issus principalement du retraitement des combustibles usés. Leur niveau d'activité est de l'ordre de plusieurs milliards de becquerels par gramme.

Des filières de gestion sur le long terme, adaptées au niveau de radioactivité et à la durée de vie des déchets radioactifs, ont été développées et existent actuellement pour la mise en sécurité définitive des déchets VTC TFA et FMA-VC (cf. Figure 2-2) :

- les déchets VTC, pour lesquels la radioactivité diminue significativement en quelques mois, voire quelques jours ou heures, sont entreposés sur leur site producteur le temps de leur décroissance radioactive, puis sont éliminés dans la filière conventionnelle adaptée à leurs caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques ;
- deux centres situés dans le département de l'Aube et exploités par l'Andra permettent de stocker en surface les déchets TFA et FMA-VC (cf. Figure 2-3 et figure 2-5), ces derniers représentant 90 % du volume des colis de déchets produits. Notons que le centre de stockage de la Manche exploité de 1969 à 1994 permettait également ce stockage et qu'il est actuellement en phase de fermeture (cf. Figure 2-4).

L'Andra mène également des études pour concevoir des solutions techniques permettant, à terme, une mise en sécurité définitive (cf. Figure 2-2) :

- des déchets FA-VL (stockage à faible profondeur) ;
- des déchets MA-VL et HA (stockage géologique profond) ; **c'est l'objet du projet global Cigéo**.

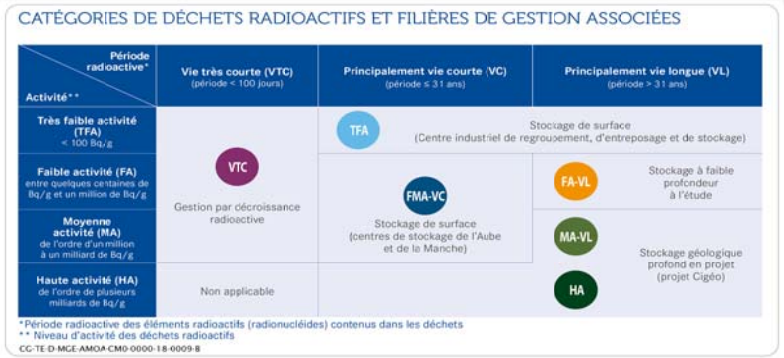


Figure 2-2 *Filières de gestion développées ou projetées pour les différentes catégories de déchets radioactifs (9)*

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*

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



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

Selon l'Inventaire national des matières et déchets radioactifs (9)**, sont recensés à fin 2020, 4 160 m³ de déchets HA et environ 41 780 m³ de déchets MA-VL français entreposés en France en attente d'une filière durable de gestion**. Ces déchets sont issus principalement de l'industrie électronucléaire, mais aussi de la recherche et de la Défense nationale (cf. Figure 2-1). Si l'on considère les volumes qui seront encore générés par les installations nucléaires existantes ou autorisées, cela représente respectivement environ 40 % et 60 % du volume total estimé des déchets HA et MA-VL.

Les déchets HA sont essentiellement des résidus extraits des combustibles nucléaires usés lors de leur retraitement (produits de fission et actinides mineurs), puis vitrifiés. Les déchets MA-VL sont principalement des pièces métalliques issues du traitement des assemblages de combustibles nucléaires, des composants ayant séjourné dans des réacteurs nucléaires, des déchets issus du fonctionnement des installations nucléaires (déchets de maintenance, résidus des procédés…) et de leur démantèlement.

LA SPECIFICITE DES DECHETS 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, recevrait une dose mortelle en quelques secondes.

Même si la radioactivité des déchets HA et MA-VL décroit, les échelles de temps associées à leur dangerosité sont très longues. Ce n'est qu'au bout de plusieurs centaines de milliers d'années qu'une grande majorité des radionucléides contenus dans les déchets présentent un impact faible pour l'Homme et l'environnement.

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 déchets HA et MA-VL ne peuvent donc pas être conservés durablement en surface ou à proximité de la surface de façon pérenne et passive, compte tenu de leur forte dangerosité et de la très longue durée pendant laquelle cette dangerosité perdure.

Les installations de gestion des colis de déchets HA et MA-VL sont donc 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.

La dangerosité des déchets HA et MA-VL nécessite de mettre en place, aux différentes étapes de leur gestion, des dispositifs appropriés à la protection de l'Homme et l'environnement.

Ils font en premier lieu l'objet d'un conditionnement par les producteurs de déchets. Ce conditionnement représente l'ensemble des opérations consistant à introduire des déchets dans un conteneur[1], 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 et leur stockage (cf. Figure 2-6).



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*

Par ailleurs, des dispositifs appropriés à la protection de l'Homme et l'environnement sont également mis en œuvre dans les installations d'entreposage en surface existantes, au sein desquelles les déchets HA et MA-VL déjà produits sont actuellement conservés par les producteurs de déchets à titre temporaire. Malgré cette dangerosité intrinsèque des déchets radioactifs, les installations actuelles de gestion des colis de déchets HA et MA-VL, grâce à leur conception robuste et au regard de leur unique objectif de mise en sécurité de ces déchets, génèrent peu d'exposition du public et de l'environnement en situations normales et dégradées.

Toutefois, cette étape d'entreposage des déchets HA et MA-VL dans des installations de surface ou sub-surface ne présente pas un caractère pérenne sur le très long terme considérant d'une part, la très longue durée pendant laquelle la dangerosité des déchets perdure et d'autre part, la durée de vie limitée des dites installations d'entreposage, lesquelles nécessitent d'être renouvelées périodiquement pour maintenir leur niveau de sûreté.

Le projet global Cigéo permet d'assurer une mise en sécurité passive définitive, et sur le très long terme, des colis de déchets HA et MA-VL actuellement entreposés chez les producteurs en attente d'une gestion durable. La mise en stockage des colis de déchets ajoute, au conditionnement de ces derniers, la possibilité d'un confinement passif des déchets radioactifs sur de grandes échelles de temps, adaptées à leurs caractéristiques radiologiques et physico-chimiques.

La gestion durable des déchets HA et MA-VL, c'est-à-dire leur mise en sécurité définitive et sur le très long terme, pour prévenir ou limiter les charges qui seront supportées par les générations futures, est une exigence éthique fixée par le code de l'environnement. En effet, il est de la responsabilité des générations actuelles, qui ont exercé et bénéficié des activités nucléaires, de déployer les options techniques permettant d'assurer la gestion pérenne et sûre des déchets HA et MA-VL produits, sans en reporter indéfiniment la charge de générations en générations. **Le projet global Cigéo permet d'assurer cette gestion durable et responsable des déchets HA et MA-VL.**

[2] 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) (10). Extrait de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement :

2.1.2 Le choix du stockage géologique profond dans la formation argileuse du Callovo-Oxfordien

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 ou électronucléaires, en prenant en compte la nature et les propriétés des déchets qui en résultent. L'entreposage de longue durée des déchets, en surface ou en sub-surface, la réduction de leur dangerosité par la transmutation, l'envoi dans l'espace, l'évacuation dans les fonds marins (immersion dans les océans, enfouissements dans les fonds marins, utilisation de la tectonique des plaques) et dans les calottes polaires, le stockage dans le milieu géologique continental dans des forages très profonds (plusieurs milliers de mètres) ou dans des installations creusées en couche géologique profonde au moyen de techniques minières, toutes ces pistes de gestion ont fait l'objet de programmes d'évaluation[2].

La comparaison du stockage géologique avec les autres pistes envisagées pour la gestion des déchets HA et MA--VL justifie le choix du stockage géologique et constitue le point de départ des étapes d'études, d'implantation, de conception et d'analyse des impacts du centre de stockage Cigéo.

L'envoi des déchets dans l'espace, leur évacuation dans les fonds marins ou dans les calottes polaires ont été écartés pour des raisons techniques, règlementaires ou éthiques.

Les alternatives restantes, à comparer pour décider du mode de gestion des déchets HA et MA-VL, sont les suivantes :

- l'entreposage de longue durée des déchets, en surface ou en sub-surface ;
- la réduction de la dangerosité des déchets par la transmutation ;
- le stockage des déchets dans le milieu géologique continental :
  - ✓ dans des forages très profonds ;
  - ✓ dans des installations creusées en couche géologique profonde au moyen de techniques minières.

Il ressort de l'analyse comparative de ces quatre modes de gestion vraisemblables envisagés pour la gestion des déchets HA et MA-VL, présentés dans le volume II de la présente étude d'impact et rappelés succinctement ci-après (cf. Chapitre 2.2 du présent résumé non technique), un avantage significatif pour le stockage dans le milieu géologique continental, dans des installations creusées en couche géologique profonde au moyen de techniques minières. Cet avantage résulte principalement de sa capacité à gérer durablement et sur le très long terme l'ensemble des déchets HA et MA-VL, de sa performance en matière de sûreté, de sa réversibilité et de son très faible impact à long terme.

Par ailleurs, parmi toutes les options imaginées pour la gestion durable des déchets radioactifs HA et MA-VL, le stockage dans le milieu géologique continental dans des installations creusées en couche géologique profonde au moyen de techniques minières constitue la voie de référence qui fait consensus à l'échelle internationale pour la gestion durable et sur le très long terme des déchets HA et MA-VL. C'est le mode de gestion retenue par la France dans le code de l'environnement (article L. 542-1-2, II, 3)[3] et mis en œuvre par l'Andra dans le cadre du projet global Cigéo. Les recherches sur l'entreposage et la transmutation, en tant que solutions complémentaires au stockage géologique se poursuivent.

2.1.2.1 Le principe du stockage en couche géologique profonde

Le stockage en couche géologique profonde 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.

La mise en œuvre de tels dispositifs passifs est prévue par la directive européenne 2011/70/Euratom (11), 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 :

> « *Après entreposage, les déchets radioactifs ultimes ne pouvant pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection être stockés en surface ou en faible profondeur font l'objet d'un stockage en couche géologique profonde.* ».

« *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 en couche géologique profonde répond aux objectifs d'une gestion durable des déchets les plus dangereux telle que définie dans le code de l'environnement (articles L. 542-1 et suivants du code de l'environnement) :

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

Dans un stockage en couche géologique profonde :

- le rayonnement des déchets ne peut pas atteindre les êtres vivants compte tenu de l'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 *in situ* 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 substances radioactives contenues dans les déchets sont retenues dans la roche et/ou leur migration fortement ralentie dans le temps. En parallèle, la dangerosité des déchets radioactifs diminue au fil du temps du fait de la décroissance naturelle de la radioactivité. Ainsi la plupart des éléments radioactifs n'atteindront jamais la surface et certains l'atteindront au bout de plusieurs centaines de milliers d'années et en très petites quantités, de telle sorte que cela ne présente aucun danger pour l'Homme et l'environnement. ;
- la profondeur du stockage et le choix du site ne présentant pas de ressources exceptionnelles ou particulières réduisent l'éventualité d'une intrusion humaine involontaire (en cas d'oubli de la présence du stockage). Les creusements à cette profondeur sont relativement coûteux et ne sont effectués qu'avec des intentions précises d'investigation géologique. 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 profond est très réduite. Compte tenu de la conception du stockage, même si un forage devait involontairement le traverser, les conséquences à long terme resteraient limitées ;
- les zones recherchées pour les stockages géologiques ne présentent aucun intérêt exceptionnel ou particulier 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.

Le principe du stockage en couche géologique profonde est d'isoler les déchets HA et MA-VL de l'Homme et de l'environnement sur de très longues échelles de temps. C'est ce qui le différencie du principe de l'entreposage qui est nécessairement temporaire. À la fin de son remplissage, le stockage géologique profond 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 par le milieu géologique, 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 nécessiter d'intervention humaine (ventilation, maintenance...).

[4] 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.

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

En France, la loi n° 91-1381 du 30 décembre 1991 (3), dont le rapporteur fut le député Christian Bataille, 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. Cette loi fut la première loi française relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs.

Le choix du site de Bure pour l'implantation d'un stockage géologique profond repose sur un processus associant études, évaluations (y compris internationales), concertations et décisions locales et nationales à compter de 1991.

Avant 1991, une première phase avait consisté en la réalisation de « *l'inventaire national et la présélection de zones a priori favorables.* ». Elle avait été « *conduite par l'ANDRA avec l'appui du bureau de recherches géologiques et minières* [BRGM] ». Elle avait « *consisté en une revue de données géologiques disponibles sur le sous-sol français (bibliographies, forages effectués dans le cadre de recherches pétrolières ou minières, etc.) afin de choisir quatre zones dont le sous-sol présente des caractéristiques favorables.* »

Depuis 1991, la démarche de localisation d'un Laboratoire de recherche souterrain en vue de l'étude de la formation géologique profonde où seraient susceptibles d'être stockés les déchets radioactifs et de l'étude de la faisabilité d'un stockage qui y serait creusé au moyen de techniques minières, 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 profond et avec les objectifs de protection de la santé 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 dialogue et la concertation avec le territoire d'accueil. Seuls des départements ayant répondu à un appel au volontariat pour accueillir un Laboratoire de recherche souterraine ont été retenus.

Dans le cadre d'une mission de médiation confiée par l'État au député Christian Bataille (12), trois zones, favorables géologiquement et situées dans des départements volontaires (les trois zones s'étendant sur quatre départements), ont été sélectionnées en 1993 :

- une zone argileuse dans le Gard ;
- une zone argileuse s'étendant sur la Haute-Marne et la Meuse ;
- une zone granitique dans la Vienne[4].

Une deuxième phase a consisté alors en « *la sélection d'un site pour l'implantation d'un laboratoire souterrain* ». Il s'agissait alors de reconnaitre les zones présélectionnées « *au moyen d'études géophysiques conduites à partir de la surface (gravimétrie, sismique), de forages superficiels et de forages profonds* ».

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.

En décembre 1998 (13), suite à l'instruction de ces demandes, le gouvernement acte :

- l'abandon des sites du Gard et de la Vienne pour des raison techniques ;
- l'implantation d'un laboratoire souterrain sur le site Meuse/Haute-Marne, en vue d'étudier la faisabilité d'un centre de stockage géologique profond réversible dans la formation argileuse du Callovo-Oxfordien, ce site bénéficiant d'un contexte géologique *a priori* très favorable, à l'issu des investigations préliminaires, et d'un fort soutien local ;
- la poursuite des recherches sur le milieu granitique.

Le site en zone granitique dans la Vienne a été écarté *in fine* après de premières investigations car les propriétés du massif granitique n'ont pas fait consensus auprès de la communauté scientifique

En août 1999, l'Andra obtient par décret l'autorisation de construire le Laboratoire souterrain dit Laboratoire de recherche souterrain de « Meuse/Haute-Marne » à Bure (14), « *destiné à étudier les formations géologiques profondes ou pourraient être stockées des déchets radioactifs* ». La construction du Laboratoire souterrain de recherche démarre en 2000. En 2004, le creusement des puits du Laboratoire souterrain atteint la couche d'argile du Callovo-Oxfordien à étudier. Ce laboratoire souterrain de recherche n'est pas conçu pour recevoir lui-même des déchets radioactifs et n'en a pas l'autorisation.

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[5].

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[6]. 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 importantes d'eau à leur contact ;
- dans leur quasi-totalité, les substances radioactives et toxiques sont retenues dans l'argile. Seules quelques substances particulières peuvent traverser, très lentement, l'argile et pourraient la traverser pour rejoindre la biosphère. 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[7]. Cette propriété de rétention de l'argile, 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 des propriétés hydrauliques proches de celles initiales, par exemple lorsqu'elle a été fracturée ou desséchée. On dit qu'elle se « cicatrise » hydrauliquement.

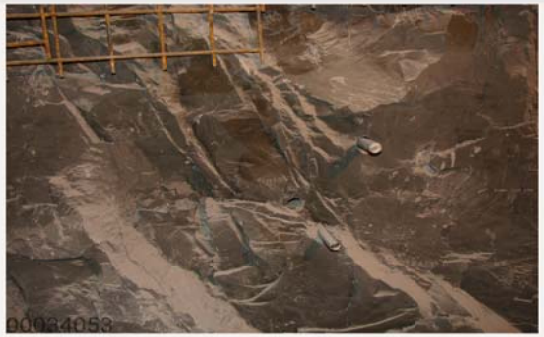


Figure 2-7 *Gros plan sur une paroi d'une galerie du Laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne montrant l'argilite du Callovo-Oxfordien*

Dans le cadre de la loi du 30 décembre 1991 (3), en s'appuyant sur l'ensemble des recherches, (campagnes de reconnaissance géologique, Laboratoire de recherche souterrain...), le « Dossier 2005 » (15) a statué sur les caractéristiques favorables du milieu géologique, et du Callovo-Oxfordien en particulier, et la faisabilité de principe d'un stockage de déchets HA et MA-VL dans le Callovo-Oxfordien sur la zone dite de transposition de 250 km² autour du Laboratoire de recherche souterrain. Ce rapport a été expertisé par la Commission nationale d'évaluation (CNE) mise en place par le parlement et par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Il a été instruit par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) et a fait l'objet d'un avis du groupe permanent d'experts en charge des déchets radioactifs (16).

À la demande du gouvernement, les travaux de l'Andra ont fait l'objet d'une revue par un groupe international d'experts. Ces évaluations ont confirmé les résultats de l'Andra sur la faisabilité technique et la sûreté d'un stockage profond de déchets HA et MA-VL dans la couche argileuse du Callovo-Oxfordien, dans une zone de 250 km² dite zone de « transposition ».

À l'issue de l'examen des travaux de l'Andra et d'un débat public relatif à la gestion des déchets mené en 2005, le gouvernement et le parlement ont décidé par voie législative (4) de poursuivre les études et recherches sur le stockage géologique avec pour finalité la création d'un centre de stockage de ces déchets.

La construction du Laboratoire de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne a démarré en 2000 par les creusements successifs de deux puits verticaux. Le creusement de ces puits a permis, en complément des campagnes de reconnaissance depuis la surface (forages profonds, investigations par sismique réfraction, investigations de terrain), de vérifier que les couches géologiques traversées sont bien régulières et n'ont pas été altérées par des phénomènes naturels, par exemple des séismes ou des glaciations, ce qui confirme la qualité de la zone pour y implanter un stockage de déchets radioactifs HA et MA-VL.

Des retours d'expérience des accidents survenus au sein du Laboratoire de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne sont pris en compte pour l'amélioration des chantiers actuels et capitalisés en vue des futurs chantiers de construction bien que les caractéristiques puissent être assez différentes. Dans tous les cas, les accidents/incidents survenus relèvent de problématiques de chantiers sans lien ni remise en cause des caractéristiques du milieu géologique et des fondamentaux du stockage.

La loi du 25 juillet 2016 (5) traduit les conclusions du débat public de 2013 et vient préciser les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets HA et MA-VL. Par ailleurs, ses dispositions relatives à la réversibilité viennent répondre et compléter les dispositions de la loi du 28 juin 2006 (4).

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

» UN STOCKAGE RÉVERSIBLE

Compte tenu de la durée d'ordre séculaire prévue pour le fonctionnement du centre de stockage Cigéo, environ cinq générations se succèderont pour l'exploiter. La génération actuelle, 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 2.4.2 du présent résumé non technique), 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* » (5).

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 de faire évoluer le stockage en cas d'éventuelle évolution de la politique nationale en matière de gestion des déchets ;
- 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).

2.1.3 Le choix d'implantation du centre de stockage Cigéo et des autres opérations associées

La localisation des installations 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 des critères sociaux et économiques identifiés avec les acteurs locaux.

Le projet de centre de stockage Cigéo est développé sous le contrôle des autorités et de leurs évaluateurs et en dialogue avec la société et le territoire pour prendre en compte les préoccupations de la population et pour préparer son intégration (cf. Chapitre 2.1.4 du présent résumé non technique). Depuis le débat public de 2013, mené sous l'égide de garants nommés par la Commission nationale du débat public (CNDP), l'Andra a renforcé sa démarche de concertation pour consolider son projet et nourrir son évaluation environnementale.

2.1.3.1 Le choix d'implantation pour le centre de stockage Cigéo

2.1.3.1.1 Le choix d'implantation des ouvrages souterrains du centre de stockage Cigéo

L'Andra s'est assurée que les grandes caractéristiques du Callovo-Oxfordien, observées au niveau du Laboratoire de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne, étaient extrapolables à une zone plus large, dite « zone de transposition » d'environ 250 km² définie autour du Laboratoire de recherche souterrain et reconnues par différents moyens (forages, sismique...). Cette transposabilité est le gage que les résultats obtenus ne sont pas dépendants des spécificités d'une zone de faible dimension.

Plusieurs emplacements dans la formation géologique du Callovo-Oxfordien ont été proposés pour l'implantation des ouvrages de stockage. Leur évaluation comparative a permis d'aboutir fin 2009 à la sélection de la Zone d'intérêt pour la recherche approfondie (ZIRA) optimisée au regard des critères de protection de la santé de l'homme et de l'environnement, en particulier sur le très long terme : d'éviter une implantation du stockage sous les zones urbanisées des villages, de favoriser une implantation sous les forêts, de privilégier une desserte par voie ferroviaire du centre de stockage. Cette zone, qui est de taille suffisante pour accueillir un stockage souterrain, a fait l'objet d'investigations complémentaires. Elles ont confirmé sa capacité à accueillir les ouvrages de stockage (cf. Figure 2-8).

L'Andra a décidé d'intégrer à la zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS) du centre de stockage Cigéo l'ensemble du bloc de Callovo-Oxfordien défini par la zone d'intérêt pour la recherche approfondie (ZIRA), dans lequel se déploient les ouvrages de stockage, ainsi que le volume des roches sus-jacentes accueillant les puits et les descenderies pour l'accès depuis les installations de surface.

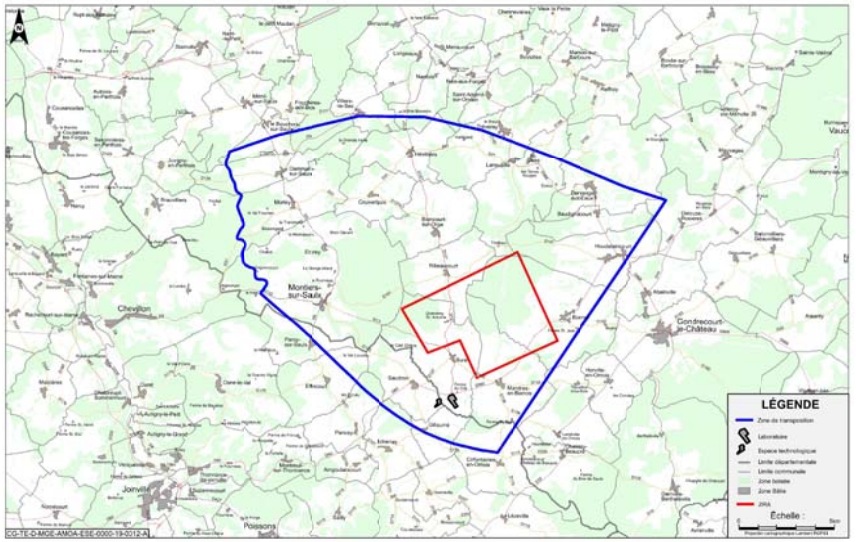


Figure 2-8 La ZIRA au sein de la zone de transposition

2.1.3.1.2 Le choix d'implantation des ouvrages de surface du centre de stockage Cigéo

À partir de la zone souterraine, l'Andra a recherché les meilleures implantations pour les installations de surface. Les critères définis avec le territoire visaient principalement à avoir un impact très faible sur la santé de l'homme et de l'environnement en réduisant les nuisances et les risques, et en respectant les enjeux d'aménagement du territoire et d'efficacité de l'activité industrielle.

Les installations de surface sont groupées sur deux zones principales :

- une zone, dénommée « zone puits », située à la verticale du bloc de Callovo-Oxfordien où sont implantés les ouvrages de stockage souterrain. En effet, les parties souterraines du centre de stockage doivent être reliées à la surface par des puits verticaux. Ce type d'ouvrage constitue le chemin le plus court et le plus efficace pour la ventilation et pour transférer vers les parties souterraines des matériels et des hommes, ou pour les évacuer notamment en situation d'urgence. Les puits verticaux sont nécessaires à la sécurité de ce type d'installation, l'Andra a aussi recherché les zones de dépôt ayant la capacité de recevoir la totalité des déblais à proximité des puits tout en respectant l'ensemble des contraintes ;
- une zone, dénommée « zone descenderie », située à quelques kilomètres des puits, dans laquelle est implantée l'entrée d'un tunnel incliné (descenderie) servant à la descente des colis de déchets radioactifs vers les zones de stockage. En effet, c'est leur manutention par un funiculaire dans un tunnel rectiligne de pente réduite (environ 12 %) qui est le moyen le plus sûr pour cette opération. En outre, pour ne pas risquer, à long terme, de générer des circulations d'eau à travers le stockage, les points où les puits et les descenderies rejoignent la couche argileuse du Callovo-Oxfordien doivent être autant que possible rapprochés. Ces options de sûreté imposent donc d'éloigner l'entrée de la descenderie de la zone des puits.

Pour protéger la santé de l'homme et l'environnement, l'Andra a recensé les zones urbanisées, les sites de paysages remarquables, les monuments historiques inscrits et classés, les périmètres de captage des eaux et les sites à enjeu du point de vue de la biodiversité, Natura 2000, Espaces naturels sensibles, zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) situées sur la zone élargie. Il faut noter qu'à l'époque, le bois Lejuc ne faisait pas l'objet d'un classement en ZNIEFF.

Pour réduire les risques externes sur l'installation elle-même, l'Andra a procédé à un inventaire des zones inondables, des aérodromes et des bandes situées dans l'axe de leurs pistes, des zones à fortes pentes et des installations industrielles existantes, gazoduc et parcs éoliens. Il faut noter que l'analyse des risques de foudroiement, de températures extrêmes, de séisme ou de feu de forêt n'a pas été jugée discriminante à l'échelle du territoire de la zone de transposition élargie.

Ces zones potentielles d'implantation des installations de surface ont été soumises au dialogue avec les acteurs locaux en 2009. Ils ont exprimé des demandes fortes en termes de réduction des nuisances et de développement économique et social, notamment reliés par le Comité local d'information et de suivi (Clis) du Laboratoire de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne :

- valoriser le potentiel des infrastructures de transport existantes ;
- préserver le cadre de vie et veiller à l'insertion environnementale ;
- limiter les nuisances pour les populations et favoriser le développement des transports ferroviaires et fluviaux ;
- protéger les eaux de surface et souterraines ;
- veiller à l'insertion des verses (déblais de Callovo-Oxfordien produit par le creusement des infrastructures de stockage) ;
- rechercher un équilibre entre la consommation des terres agricoles et des terres boisées.

Le choix de l'implantation de la zone descenderie (accueil des colis et préparation au stockage résulte principalement :

- de la mise en œuvre du funiculaire ;
- de la protection des aquifères. L'Andra a recherché pour la zone descenderie une zone permettant d'éviter la traversée du fossé de Gondrecourt-le-Château et la zone de fracturation diffuse dans lesquels circulent des eaux souterraines ;
- d'une volonté affirmée pendant la concertation avec le territoire de rechercher une zone limitrophe entre les départements de la Meuse et de la Haute-Marne.

Pour la recherche du meilleur site d'implantation des puits, l'Andra a tenu compte des contraintes environnementales retenues pour la recherche des zones potentielles d'implantation des installations de surface (éviter les zones urbanisées, les sites de paysages remarquables, la proximité des monuments historiques, les périmètres de captage des eaux, les sites à enjeu du point de vue de la biodiversité, les zones inondables, des zones de fort trafic aérien et les zones à fortes pentes).

Trois scénarios d'implantation ont été retenus pour les puits et présentés lors du débat public de 2013 sur le projet global Cigéo. Tous privilégient une implantation des puits dans un massif boisé. En effet, l'implantation en milieu forestier présente le double avantage de faciliter l'intégration paysagère des bâtiments, en particulier des têtes de puits qui sont les ouvrages les plus élancés du centre (jusqu'à une quarantaine de mètres), tout en équilibrant la consommation des terrains entre les surfaces agricoles et les surfaces boisées.

Parmi les trois scénarios d'implantation des puits, la forêt domaniale de Montiers-sur-Saulx a été écartée pour des raisons environnementales et techniques. L'Andra a poursuivi les études de conception du centre de stockage dans le bois Lejuc et dans le bois de la Caisse. Pour des critères portant sur la protection de l'environnement, elle a retenu en 2014 une implantation des puits et de la zone de dépôt dans le bois Lejuc. Ce choix permet notamment un éloignement maximal de la zone Natura 2000 du bois de Demange et une meilleure intégration paysagère bénéficiant de la déclivité du terrain vers l'Est. Surtout, elle évite d'avoir à franchir l'Ormançon, espace naturel sensible, pour les transports et liaisons entre la zone descenderie et la zone puits. En termes de biodiversité, il n'y avait pas, en 2014, de différence notable de richesse entre les deux massifs boisés. Les études approfondies menées par l'Andra sur ce point montraient une quasi-équivalence, notamment pour ce qui concerne les chiroptères. La qualité des boisements du bois Lejuc était considérée comme inférieure, car il avait été fortement endommagé par la tempête de 1999.

Le choix de la zone de gestion des déblais du Callovo-Oxfordien, de la zone puits, résulte des objectifs de protection de la santé de l'homme et de l'environnement dans le respect de contraintes environnementales telles que l'évitement des zones urbanisées, sites de paysages remarquables, monuments historiques, périmètres de captage des eaux, sites à enjeu de biodiversité, zones inondables. Les objectifs complémentaires de l'Andra sont de conserver les déblais du Callovo-Oxfordien, en vue de la fermeture ultérieure des ouvrages (comblement par un matériau correspondant, ou proche, de celui constituant le milieu hôte pour limiter les perturbations physico-chimiques du sous-sol), dans une installation de l'Andra pour les surveiller et en maîtriser la qualité et à proximité raisonnable des puits de manière à limiter les transports de matériaux et nuisances associées. La localisation de la meilleure zone pour le dépôt des déblais du Callovo-Oxfordien fait partie intégrante de l'analyse d'implantation des installations de surface. Les possibilités d'implantation ont été analysées sur la base de critères environnementaux. Comme pour les puits, l'implantation de la zone de gestion des déblais du Callovo-Oxfordien en milieu forestier présente le double avantage de faciliter l'intégration paysagère des zones de dépôts qui sont assez élevées (proche d'une vingtaine de mètres) tout en équilibrant la consommation des terrains entre surfaces agricoles et surfaces boisées.

Le regroupement des activités, ouvrages et bâtiments de surface sur la zone descenderie et sur la zone puits implique nécessairement des transferts et des déplacements entre ces deux zones. Pour réduire les incidences et les risques pour la santé de l'homme et de l'environnement associés à ces opérations, l'Andra a étudié la création d'une liaison dédiée, dénommée « liaison intersites » (LIS). L'implantation de la LIS répond également à une volonté d'insertion dans le territoire et à des enjeux environnementaux. Afin de réduire les nuisances liées au transfert des matériaux entre les zones, l'Andra a privilégié la création d'une infrastructure spécifique, une bande transporteuse semi-enterrée, plutôt que d'utiliser des camions. Pour cette infrastructure, un tracé éloigné des habitations a été recherché, à mi-chemin des villages de Bure et de Mandres en Barrois. La sécurité routière a été prise en compte en créant une voie privée dédiée au trafic des poids lourds entre les deux zones, parallèle à la voie pour les véhicules légers et à la bande transporteuse. L'altimétrie et le tracé final ont été définis pour éviter les zones écologiques sensibles et limiter au mieux l'impact visuel.

La volonté de réduire les nuisances générées par les transports par camion et le respect de la volonté du territoire de favoriser le recours au transport ferroviaire ont conduit l'Andra à étudier la desserte ferroviaire du centre de stockage Cigéo, notamment pour le transport et la livraison des colis de déchets radioactifs. Cet équipement ferroviaire, qui permet d'embrancher le centre de stockage Cigéo au réseau ferré national est dénommé « installation terminale embranchée » (ITE). L'implantation de l'ITE répond également à une volonté d'insertion dans le territoire et à des enjeux environnementaux. Afin de réduire la consommation de terres agricoles et d'éviter les impacts associés à la création d'une nouvelle ligne, l'Andra a cherché à réutiliser au maximum la plateforme de l'ancienne ligne ferroviaire reliant Joinville à Gondrecourt-le-Château. Elle permet de se connecter au niveau de Gondrecourt-le-Château à la ligne ferroviaire 027000 gérée par SNCF Réseau. Les études ont permis de valoriser 10 km de l'ancienne plateforme. Seuls 4 km de voie ferrée nouvelle sont à créer sur la fin du parcours. Le tracé de ces derniers kilomètres est très contraint par les altimétries de l'ancienne plateforme et de la zone descenderie à desservir. Au final, l'Andra a retenu une implantation sur une surface située sur le tracé de l'ancienne ligne et en milieu ouvert agricole. Elle inclut également une plateforme logistique appartenant à l'Andra valorisant une ancienne friche industrielle de Gondrecourt-le-Château.

2.1.3.2 Le choix d'implantation des autres opérations

Les choix d'implantation des aménagements réalisés dans le cadre des autres opérations associées à la création du centre de stockage Cigéo sont étroitement liés aux choix d'implantation du centre de stockage Cigéo lui-même, ce dernier nécessitant :

- une alimentation électrique ;
- une alimentation en eau potable ;
- des dessertes routière et ferroviaire.

Le choix de la localisation précise des autres composantes du projet global Cigéo, relevant d'autres maîtres d'ouvrage, se poursuit actuellement et se poursuivra à l'avenir sur la base des mêmes critères que ceux retenus pour le centre de stockage Cigéo (cf. Chapitre 2.4.1.1 du présent volume).

En complément de l'examen des solutions de substitution raisonnables pour le centre de stockage, des études de variantes ont été engagées ou vont l'être pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage du projet global. Ces études de variantes comportent une analyse comparative de leurs incidences sur l'environnement selon des critères identiques à ceux retenus pour le centre de stockage Cigéo (dont les enjeux de biodiversité).

Plus précisément, et en lien avec le pilotage par l'Andra de toutes les études des facteurs de l'environnement pour l'ensemble des opérations du projet global Cigéo, l'élaboration des variantes d'implantation des opérations des autres maîtres d'ouvrage repose sur une démarche progressive et appropriée. Elle commence par la connaissance bibliographique de l'état initial dans une grande zone de recherche de variantes d'implantation. Elle est ensuite complétée par des analyses de terrain plus précises (dont inventaires par groupes d'espèces, localisations des zones humides et des corridors écologiques avérés...) dans des fuseaux d'implantation de tracés potentiels. Enfin, la connaissance de l'état initial est encore détaillée dans la zone susceptible d'être affectée par la solution retenue après participation du public.

2.1.3.2.1 L'alimentation électrique

Le scénario retenu pour l'alimentation électrique du centre de stockage Cigéo comporte un poste de transformation au pied de la ligne 400/90 kV. Des liaisons électriques enterrées de 90 kV relient ce poste à la zone descenderie et à la zone puits.

Les contraintes techniques d'implantation du poste de transformation 400/90 kV sont les suivantes :

- le poste doit occuper un emplacement contigu de la ligne 400 kV afin de limiter les longueurs de ligne aérienne à construire. Ceci réduit l'impact sur le paysage et les investissements ;
- il occupe une surface d'environ 400 m x 300 m (avec le petit côté du terrain parallèle à la ligne 400 kV). Cette surface prend en compte les dimensions du poste (de l'ordre de 300 m x 250 m), des aménagements paysagers et l'installation des pylônes de raccordement, à l'extérieur du poste, avec un recul d'environ 50 m de la ligne 400 kV.

La « concertation Fontaine » menée sur les projets d'ouvrages électriques pour le raccordement du centre de stockage Cigéo, a permis de définir des localisations privilégiées pour le poste de transformation et pour le fuseau des liaisons électriques enterrées. Les acteurs associés à cette concertation étaient les élus locaux, des associations (environnementales, pêche, chasse...), les chambres d'agricultures, les architectes des bâtiments de France, les conseils départementaux, les DDT, les chambres de l'industrie et du commerce, la DREAL, RTE et les gestionnaires et concessionnaires de réseaux, la gendarmerie nationale, la préfecture de la Meuse et l'Andra.

En s'appuyant sur l'analyse des scénarios produites pour la concertation dites « circulaire Fontaine » et l'évolution des autres projets, en l'occurrence celui de la liaison intersites porté par l'Andra, RTE a retenu plusieurs emplacements soumis à cette concertation préalable. Ces cinq emplacements (3S, 5S, 6S, 7S, 8N et 10S représentés en rouge sur la figure 2-9) ont été choisis parmi les 24 initiaux.

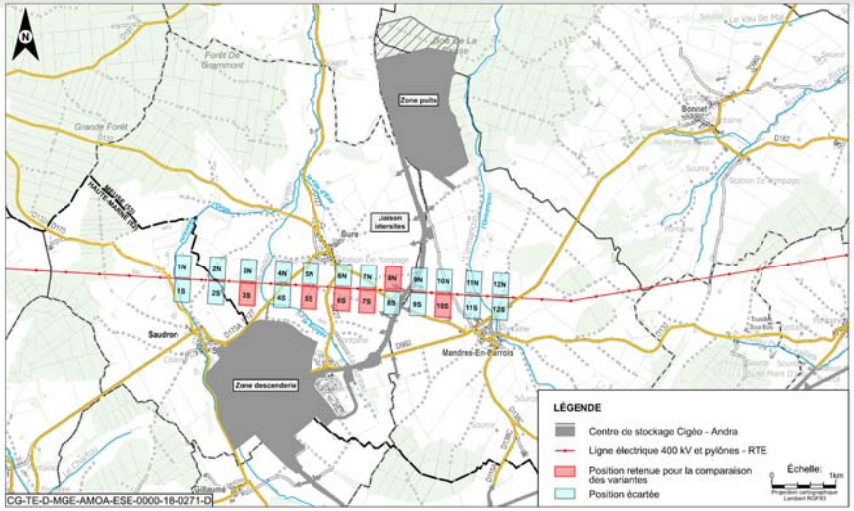


Figure 2-9 *Localisation des 24 emplacements proposés par RTE pour l'implantation du poste 400/90 kV*

Le garant de la CNDP a remis son bilan le 13 mars 2020 (17). Il y indique notamment que le choix d'implantation du site du transformateur électrique était le sujet le plus souvent évoqué par les participants et que « *la préférence pour l'implantation 3S est apparue de manière unanime chez ceux qui se sont exprimés* ». Le garant invite par ailleurs RTE à présenter au public sa décision post-concertation préalable, et à maintenir l'information du public pour toutes les phases du projet à venir.

En mai 2020, RTE précise les suites données à la concertation préalable relative au raccordement des installations et ouvrages du projet global Cigéo (18). RTE propose de retenir l'emplacement 3S privilégié par les participants à la concertation préalable. Ce choix a été entériné par la préfète de la Meuse le 24 février 2022.

RTE s'engage également à poursuivre la concertation, sur différents thèmes : la localisation technique du projet, l'intégration paysagère du poste, la définition précise du tracé au sein du fuseau, l'organisation des modalités du chantier. Outre le maintien du site internet dédié au projet, RTE propose par ailleurs deux temps de partage, en amont de l'enquête publique et en amont du chantier.

Le choix de liaisons électriques enterrées 90 kV et non de lignes aériennes pour le raccordement électrique du poste de transformation 400/90 kV au centre de stockage Cigéo constitue une première mesure environnementale forte d'évitement d'impact. En effet, les liaisons enterrées évitent l'impact paysager des lignes aériennes. Seul le chantier de leur construction a un impact temporaire sur le paysage et les activités agricoles. De plus, par rapport à des lignes aériennes, elles réduisent l'impact sur le foncier et les pratiques agricoles puisqu'elles ne nécessitent pas de pylônes. L'exploitation agricole au-dessus des lignes enterrées est possible.

Le processus d'implantation du poste et des liaisons électriques enterrées doit se poursuivre suite à cette dernière phase de concertation, la solution technique définitive devra faire l'objet d'approfondissement des études puis d'une actualisation de la présente étude d'impact.

2.1.3.2.2 L'adduction d'eau

Les syndicats de gestion des eaux d'Échenay et du Haut-Ornain assurent la maîtrise d'ouvrage des études et travaux de l'opération « adduction d'eau » relative au raccordement du centre de stockage Cigéo au réseau d'adduction en eau potable existant.

La solution technique d'adduction d'eau privilégiée est l'alimentation depuis les captages de Thonnance-lès-Joinville, d'Échenay et de Gondrecourt-le-Château, compte tenu de leur productivité et de leur statut de protection (cf. Chapitre 2.3.2.2 du présent volume de l'étude d'impact).

Les principales contraintes techniques, environnementales et réglementaires pour implanter les ouvrages nécessaires à l'adduction d'eau (canalisations, ouvrages de relevage, bassins...) sont les suivantes :

- éviter les espaces naturels à enjeux (zones humides, espaces boisés...) ;
- réduire les nuisances à la population liés au chantier et aux servitudes ;
- prendre en compte la topographie, les dénivelés et les cours d'eau à franchir.

La solution retenue fera l'objet d'un approfondissement des études et d'une actualisation de la présente étude d'impact.

2.1.3.2.3 La mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000

SNCF réseau est le maître d'ouvrage de l'opération « mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 » relative aux travaux de mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 du réseau ferré national pour la connecter ensuite à l'installation terminale embranchée (ITE) du centre du centre de stockage Cigéo.

En amont du débat public du projet global Cigéo de 2013, une étude exploratoire de la desserte ferroviaire du centre de stockage Cigéo a été réalisée sous l'égide des producteurs de déchets. Cette étude a identifié et analysé des scénarios pour la livraison des colis de déchets depuis les entreposages des producteurs jusqu'au centre de stockage Cigéo.

Deux types de scénarios étaient analysés, soit « tout ferroviaire », sans rupture de charge, jusqu'à un centre de stockage Cigéo embranché, soit « mixte routier/ferroviaire », avec rupture de charge, jusqu'à un centre de stockage Cigéo non embranché.

L'analyse de cette étude exploratoire intégrant des aspects sûreté, environnemental, foncier, coût, exploitation, impacts sur les infrastructures existantes et délai, a fait ressortir le scénario 3, depuis la ligne Nançois-Tronville/Gondrecourt-le-Château, création d'une ITE de l'ordre de 14 km de longueur s'appuyant en grande partie sur une ancienne plateforme ferroviaire, comme celui étant le plus favorable. Ce scénario est d'autant plus avantageux qu'il s'appuie sur une ligne ferroviaire existante exclusivement dédiée au fret qui permet un embranchement aisé du centre de stockage Cigéo. Lors du débat public de 2013, le public a clairement fait ressortir sa préférence pour ce scénario 3.

SNCF Réseau a organisé une concertation préalable sur la mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 du réseau ferré national (ligne fret entre Nançois-Tronville et Gondrecourt-le-Château) du 3 mai au 28 juin 2021 (19).

Le sujet de préoccupation majeur pour les participants est la sécurité et la sûreté. La suppression d'un nombre élevé de passages à niveau, *a minima* 22 sur 59, ne suscite pas d'opposition de principe

Suite à cette concertation préalable, dans son bilan (20) SNCF Réseau s'engage à :

- maintenir le dialogue avec le territoire.

  À travers le maintien de l'ouverture de l'adresse mail contact du projet global Cigéo utilisée lors de la concertation, l'organisation de réunions techniques et d'informations avec les acteurs du territoire et la mise en place d'un comité de suivi du projet ;
- optimiser les aménagements de la ligne afin d'améliorer son insertion territoriale :

En renforçant les dispositifs de séparation de la ligne en zone habitée pour une bonne sécurité des riverains et des tiers, en concevant des aménagements et ouvrages adaptés aux circulations et en travaillant de concert avec les élus locaux pour trouver des synergies.

2.1.3.2.4 La déviation de la route départementale D60/960

Le Conseil départemental de la Haute-Marne est le maître d'ouvrage de l'opération « déviation de la route départementale 60/960 » relative aux travaux de déviation de la route départementale D60/960 en vue de contourner la zone descenderie du centre de stockage Cigéo.

Compte tenu des critères retenus pour la protection de l'environnement, du public et des installations, les études d'aménagement du centre de stockage Cigéo montrent la nécessité de dévier partiellement la route départementale D60/960 pour déployer les installations de la zone descenderie, notamment la zone des utilités au nord du bâtiment nucléaire EP1.

Trois variantes possibles de contournement sont identifiées (cf. Figure 2-30).

Une concertation préalable sur les variantes de tracés a été menée par le Conseil départemental de Haute-Marne du 31 janvier au 11 mars 2022 (21).

Le bilan de la concertation préalable a été publié par la Conseil départemental de la Haute-Marne le 20 mai 2022 (22). Le département considère que les objectifs de la concertation sont atteints, et ce en dépit des difficultés rencontrées avec 2 rencontres perturbées et interrompues. Dans ce contexte, le département s'est efforcé d'encourager la participation du public au travers d'autres moyens et a tenu à maintenir des modalités en présentiel.

Suite à la concertation, le Conseil départemental de la Haute-Marne abandonne l'idée d'un contournement par le sud (option 3) et s'engage à poursuivre les études sur les options nord. L'option 1 dite « de proximité » reste, à ce stade, l'option de référence dans la mesure où l'essentiel des échanges lors des rencontres, ou dans les contributions, s'est concentré sur cette option considérée comme plus pratique, avec moins d'impacts sur le foncier et un coût moins important.

Le Conseil départemental reviendra vers le public pour présenter les résultats de l'examen des options de tracé, et ce en amont de la délibération des assemblées départementales de Haute-Marne et de Meuse pour acter le tracé retenu.

2.1.3.3 Le choix d'aménagement du centre de stockage Cigéo

Les grands choix d'aménagement des zones descenderie et puits reposent essentiellement sur :

- des principes environnementaux :
  - ✓ limiter les modifications de la topographie naturelle tout en recherchant un équilibre déblais/remblais ;
  - ✓ réduire l'impact sur les milieux environnants compte tenu de leurs enjeux écologiques, en les préservant ou en conservant des distances d'isolement, notamment vis-à-vis des vallées de l'Orge et de l'Ormançon, des lisières du bois Lejuc ;
  - ✓ réduire l'impact paysager, en particulier depuis les villages les plus proches, à savoir Saudron et Gillaumé, notamment par un éloignement physique des bâtiments et par la création d'une bande boisée périphérique et de merlons paysagers au sud-est de la zone descenderie ;
- des principes urbanistiques :
  - ✓ tenir compte des installations et des bâtiments existants à proximité de la zone descenderie et des interfaces possibles avec ces derniers. Le fait que la zone descenderie jouxte les installations existantes du centre de Meuse/Haute-Marne de l'Andra permet de mutualiser les infrastructures et les dessertes routières pour réduire l'impact global du projet ;
  - ✓ définir des axes structurants comme base du développement spatial des zones de surface, ces derniers apportant de la flexibilité et de la lisibilité pour le développement progressif d'une zone industrielle ou urbaine sur une longue durée, notamment : tracé de la route départemental D60/960 actuelle conservé comme axe principal de distribution des installations de la zone descenderie, développement de la zone puits du sud vers le nord en lien avec l'exploitation et le développement de la zone de gestion du Callovo-Oxfordien excavé ;
  - ✓ positionner et organiser les plateformes d'implantation des ouvrages (bâtiments, utilités, bassins...) en fonction des courbes topographiques et des voiries, et structurer les zones par un traitement paysager adapté dans le but notamment de dissimuler ou valoriser certains éléments et zones, rythmer la

perception des aménagements et éviter les transitions marquées entre les limites des zones remaniées et leurs abords.

- des principes de limitation des risques :
  - ✓ définir des règles de positionnement des ouvrages les uns par rapport aux autres pour les protéger, y compris des risques qu'ils pourraient générer les uns pour les autres, et permettre des travaux de maintenance et de rénovation de ces ouvrages ;
  - ✓ définir des règles de positionnement des ouvrages pour protéger le public se trouvant à l'extérieur de la zone, des conséquences d'un éventuel accident affectant un bâtiment à l'intérieur de la zone. Afin de maintenir un éloignement physique par rapport aux villages de Saudron et de Gillaumé, les plus proches, les installations industrielles de la zone descenderie, dont les installations nucléaires, ont été positionnées à plus de 500 m des bâtiments de ces villages ;
  - ✓ organiser le positionnement des clôtures en fonction de la topographie et de la disposition des ouvrages et des voiries principalement pour des impératifs de sécurité et pour conserver des espaces d'éloignement entre les clôtures et les ouvrages et bâtiments à protéger.

Pour limiter les risques, réduire les nuisances et optimiser l'activité industrielle de la zone descenderie, l'Andra y a regroupé toutes les activités nucléaires. Ce choix permet notamment de mieux contrôler les accès, de mieux protéger les activités sensibles, d'optimiser les dispositions de protection de l'environnement et d'éviter les transferts de substances radioactives entre les zones. De par sa taille et la fonction qu'il occupe, le bâtiment nucléaire de surface EP1 est l'élément central de l'aménagement de la zone. Son implantation, son fonctionnement et les perspectives de son éventuel développement conditionnent l'organisation des bâtiments et la composition spatiale autour de lui. De plus, à titre conservatoire, des espaces libres sont préservés à sa proximité pour permettre la construction éventuelle d'extensions qui pourrait être décidée, le cas échéant, dans le cadre de la mise en œuvre de la réversibilité (nouvel atelier d'expédition de colis, entreposages de gestion des flux, nouvelles fonctionnalités). Pour réduire les surfaces globales, l'Andra a également regroupé sur la zone descenderie les bâtiments dédiés à l'accueil du public, à la mémoire, à la délivrance des autorisations d'accès et aux principaux services administratifs pour l'ensemble du centre de stockage Cigéo.

S'agissant de la zone de gestion verses de la zone puits, afin d'optimiser sa capacité d'accueil du Callovo-Oxfordien excavé, une digue est installée sur sa périphérie sud, ouest et nord. Cette digue permet de réduire leur surface tout en assurant leur insertion paysagère et la gestion des eaux pluviales. L'optimisation réalisée permet de réduire la consommation de l'espace boisé. Les déblais du Callovo-Oxfordien excavé sont acheminés vers leur zone de mise en dépôt au moyen de bandes transporteuses. Ce moyen de manutention est adapté au transport de grandes quantités de matériaux lourds. Du point de vue environnemental, il permet d'éviter des transports par camion et les nuisances et risques associés. La hauteur maximale envisagée pour les verses est d'environ 20 mètres pour des raisons notamment de stabilité mécanique. Pour leur protection vis-à-vis des intempéries, elles sont progressivement recouvertes d'une couverture végétale réutilisant les terres de la zone puits. Cette mesure permet également leur intégration paysagère et la réduction de leurs impacts, notamment sur l'air (poussières), la qualité des eaux et la biodiversité. En dernier lieu, la zone de verses est développée progressivement en plusieurs phases afin de réduire les impacts des opérations de défrichement associées.

Le déploiement du stockage des verses constituées de l'argile du Callovo-Oxfordien excavée lors des travaux de construction progressive de l'installation souterraine se fera progressivement en trois zones. Dans l'objectif de ne pas utiliser la troisième zone, l'Andra a lancé un ensemble d'études visant à valoriser dans des filières techniques les verses non nécessaires à la fermeture des installations souterraines (ou verses « mortes »).

Les grands choix d'aménagement de la liaison intersites et de l'installation terminale embranchée reposent essentiellement sur les principes suivants :

- minimiser la coupure dans le territoire, principalement sur le plan des usages et autant que possible du point de vue du paysage et assurer la continuité de la trame verte et le rétablissement des continuités hydrauliques ;
- préserver les usages en place (notamment agricoles) et les structures paysagères en place (unités, points de repères, boisements...) et minimiser les perceptions depuis les espaces vécus ;
- participer à la trame viaire locale (pour la LIS) et rétablir les voies interceptées par les aménagements routiers et ferroviaires pour réduire l'impact sur les circulations locales et les activités agricoles (de sorte qu'aucune parcelle ne reste isolée).

2.1.3.4 Les choix de conception liée à la sûreté des installations ainsi qu'à l'acquisition progressive des connaissances scientifiques et technologiques

Les choix de conception liés à la sûreté se fondent sur un socle de connaissances scientifiques et technologiques acquis depuis plus d'une trentaine d'années et sur des boucles d'itération sureté/conception/connaissances scientifiques et technologiques menées depuis les années 90. Ces boucles d'itérations, importantes dans le développement progressif du stockage, permettent de faire des choix en vue d'assurer la sureté des installations et ouvrages en phase de fonctionnement mais également après fermeture et à long terme.

Les itérations de sûreté en lien avec l'avancée du développement de la et des études et recherches menées notamment au Laboratoire de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne ont ainsi permis :

- de conforter les acquis sur la couche de Callovo-Oxfordien et le comportement du stockage
- de développer la conception des installations et ouvrages pour le stockage des colis de déchets dans cette couche ;
- de mener les évaluations de sûreté en fonctionnement et après fermeture long terme associées ;

En accord avec la réglementation, à l'issue d'une des itérations sureté/conception/connaissances, l'Andra a soumis à l'Autorité de sûreté nucléaire en 2016 le « Dossier d'options de sûreté » (DOS) (23, 24) qui a émis un avis suite à son instruction (25).

Dans le cadre d'une nouvelle itération pour la demande d'autorisation de création de l'INB Cigéo, l'Andra a mis la conception dans le cadre des études d'avant-projet et sur la base du réexamen des acquis et avancées de la connaissance ; la conception de l'INB et l'évaluation de la sûreté associée. À ce titre, l'Andra a également intégré l'avis de l'ASN précité. Plus généralement, en lien avec le développement progressif sur la durée d'ordre séculaire, l'Andra procèdera à des boucles d'itérations entre la sûreté, la conception et la connaissance dans le cadre de réexamens de sûreté périodiques et sur la base du retour d'expérience de la construction et du fonctionnement de l'INB (2).

» L'IMPORTANCE DES ITÉRATIONS ENTRE SÛRETÉ, CONCEPTION ET CONNAISSANCES DANS LE DÉVELOPPEMENT PROGRESSIF DU STOCKAGE EN FORMATION GEOLOGIQUE PROFONDE DES DECHETS HA ET MA-VL

Plusieurs boucles d'itérations de sûreté ont été réalisées depuis les années 90, 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, options de sûreté et étude de maitrise des risques.

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 n° III.2.f de 1991 (26) puis le guide de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde de 2008 (27).

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 reconnus au niveau international (sous l'égide de l'OCDE/AEN puis de l'AIEA).

Les itérations sûreté/conception/connaissances 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 ainsi que dans le programme de recherche et de développement. 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.

Dans le cadre de ces itérations, l'Andra a soumis un dossier d'options de sûreté à l'ASN en 2016 qui a instruit ce dossier et demandé une revue internationale par l'AIEA. L'avis de l'ASN, le rapport AIEA (ainsi que les avis antérieurs) sont disponibles sur le site de l'ASN (23, 24, 28, 29).

L'avis définitif de l'ASN sur le « *dossier d'options de sûreté- Cigéo* » publié le 12 janvier 2018 (25), constitue la feuille de route de l'Andra jusqu'à la demande d'autorisation de création. L'avis de l'ASN, qui est globalement positif, est une avancée importante pour le projet : « *L'ASN estime que le projet a atteint globalement une maturité technologique satisfaisante au stade du dossier d'options de sûreté* » et que « *le dossier d'options de sûreté est documenté et étayé et constitue une avancée significative par rapport aux dossiers "argile 2005" (30) et jalon 2009* ». Dans son avis l'ASN a également présenté « *les études et justifications complémentaires nécessaires à la demande d'autorisation de création* ».

Suite à l'avis 2020-79 de l'Autorité environnementale sur l'étude d'impact associée à la déclaration d'utilité publique du centre de stockage Cigéo (31), l'Andra a joint 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 – Avis émis dur le projet de centre de stockage Cigéo » du dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique du centre de stockage Cigéo (32).

La boucle d'itérations sûreté/conception/connaissances intègre notamment l'avis de l'ASN pour le dossier de demande d'autorisation de création de l'INB Cigéo.

Dans la continuité des options de sûreté et en vue de la demande d'autorisation de création (DAC) de l'INB Cigéo, l'Andra a poursuivi les études de conception, de consolidation de la connaissance et les évaluations de la sûreté en exploitation et après fermeture long terme en phase d'avant-projet. Ces études visent notamment à apporter les éléments complémentaires de connaissances, de conception et de sûreté annoncés dans les options de sûreté et les réponses aux demandes de compléments formulées par l'ASN à l'issue de l'instruction des options de sûreté (cf. Lette de suite du 12 Janvier 2018 (29)).

Le dossier de demande d'autorisation de création s'attache d'une part à conforter les acquis des itérations de sûreté précédentes et apporter les compléments d'étude - scientifiques et technologiques, conception, sûreté – sur lesquels elles s'appuient et d'autre part à répondre aux demandes formulées par l'ASN et aux engagements pris par l'Andra suite à l'instruction du dossier d'options de sûreté.

Les études d'avant-projet du centre de stockage Cigéo, à partir desquelles le dossier de demande d'autorisation de création de l'INB est rédigé, ont été adaptées ces dernières années pour intégrer des exercices périodiques d'optimisations technico-économiques, tout en garantissant une sûreté optimale des installations. Les optimisations technico-économiques du centre de stockage Cigéo s'intègrent à un processus courant pour la conception des projets industriels. Elles se font sans remettre en question les exigences fondamentales du projet et sans diminuer son niveau de sûreté, c'est une donnée d'entrée de l'étude de ces optimisations. Outre ces optimisations, les évolutions de conception du projet de centre de stockage Cigéo intègrent également les retours des services instructeurs.

2.1.3.5 Les choix de conceptions environnementales

La conception environnementale du centre de stockage Cigéo a abouti :

- au choix de l'électricité pour l'approvisionnement en énergie principale de fonctionnement, d'où le raccordement nécessaire à la ligne très haute tension 400 kV Houdreville-Méry, et à la création d'un réseau de chaleur adaptable au développement des énergies vertes ;
- au choix de l'alimentation en eau du centre depuis des captages locaux, d'où le raccordement nécessaire au réseau d'eau potable existant, tout en permettant le renforcement des réseaux actuels des communes et au recyclage maximal des eaux sur le centre de stockage Cigéo, de manière à limiter au maximum les consommations ;
- au choix du rejet dans les cours d'eaux locaux d'effluents liquides conventionnels 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 la possibilité de valorisation des déblais du Callovo-Oxfordien qui ne seront pas réutilisés pour la fermeture ;
- à la priorisation du transport ferroviaire pour la livraison des colis de déchets radioactifs et des matériaux de construction. Pour ce faire, la mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 est réalisée par SNCF Réseau pour connecter le centre de stockage Cigéo au réseau ferré national ;
- 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.

2.1.4 Le 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 au sein de la société et dans les textes réglementaires s'est aussi traduite dans la manière dont l'État et 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 menées dans les années 1980, le choix du site de Meuse/Haute-Marne a été progressivement défini au travers d'un processus d'échanges avec le territoire initié à partir de la loi de 1991 (3). 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 (33). La proposition d'implantation de la ZIRA a été validée en 2010 (34) 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 en charge de l'environnement (35).

Toutes ces années de dialogue et de concertation ont 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 l'expression des différentes opinions du public en la matière. Suite à la remise du dossier Argile dans lequel l'Andra conclut à la faisabilité du stockage profond dans un périmètre de 250 km² autour du laboratoire souterrain, dossier notamment évalué et validé par l'ASN (15), et la tenue du débat public de 2005 relatif à la gestion des déchets radioactifs (36), la solution du stockage géologique profond est retenue par le parlement en 2006 comme solution de référence pour les déchets radioactifs HA et MA-VL (4). Elle constitue néanmoins le sujet principal des échanges du débat public de 2013 sur le projet de centre de stockage Cigéo. Les suites qui y sont données par l'Andra (37) illustrent la volonté de l'Agence d'offrir toutes les conditions possibles pour que la société puisse dialoguer et débattre des choix à opérer. La loi de 2016 (5) relative aux modalités de création du projet de centre de stockage Cigéo vient actualiser plusieurs 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 apporté des réponses en toute transparence, en particulier lors du débat public de 2013 et globalement dans toutes ses actions d'information et de communication. 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 que la loi de 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (38).



Figure 2-10 Débat contradictoire sur internet dans le cadre du débat public de 2013

Dans le prolongement des démarches de dialogues et d'information avec le territoire, la feuille de route de la concertation post-début public 2013 a été définie et mise en place sous l'égide de garants désignés par la Commission nationale du débat public (CNDP), suite à une sollicitation volontaire de l'Andra en 2017. Cette feuille de route (39) vise à garantir une organisation plus pérenne et plus lisible du dispositif de concertation jusqu'à l'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique du projet Cigéo, puis celle relative à la demande d'autorisation de création, et au-delà. La première séquence de concertation (2017-2022) a permis de proposer de nouvelles modalités de concertation favorables à l'expression du plus grand nombre, à l'échelle nationale et locale du projet. Les différents enseignements retenus à son issue ont permis de faire évoluer le projet dans son déroulement, sa gouvernance et son insertion sur le territoire.

En complément des lois, des débat publics et des échanges réguliers avec le Clis, des concertations organisées par l'Andra et les autres maîtres d'ouvrage du projet global Cigéo permettent de prendre en compte les préoccupations du territoire et de préparer l'intégration du projet. L'intégration du projet global Cigéo est un enjeu fort pour l'Andra et le territoire, ainsi qu'une opportunité de développement économique local.

L'Andra a établi, en lien avec les garants, un programme local de conférences, de réunions et d'ateliers sur quatre thématiques, pour nourrir le dossier de la déclaration d'utilité publique et son étude d'impact :

- la thématique « cycle de l'eau » ;
- la thématique « infrastructures de transport » ;
- la thématique « énergie » ;
- la thématique « aménagement de l'espace et cadre de vie ».

En 2018, l'Andra a organisé 10 rencontres, regroupant près de 500 participants sur les thèmes « cycle de l'Eau » (40) et « infrastructures de transports » (41, 42).

En 2019, deux thématiques d'échanges avec le territoire sont ouvertes par l'Andra, tout en s'assurant de la bonne coordination avec le débat public PNGMDR :

- la thématique « énergie » avec l'alimentation en énergie du centre de stockage Cigéo. Un cycle de concertation de quatre conférence et ateliers de travail collaboratif, regroupant plus de 170 participants (43) a été conduit par l'Andra au premier semestre 2019.
- la thématique « aménagement de l'espace et cadre de vie ». Les échanges ont débuté à l'automne 2019 et se dérouleront sur plusieurs années, jusqu'à accompagner la phase de construction initiale du centre de stockage Cigéo, si celui-ci est autorisé.

Dans le cadre de cette thématique, les enjeux « chantier » ont fait l'objet d'une réunion dédiée le mardi 27 octobre 2020 à Gondrecourt-le-Château. À l'issue de cette dernière, l'Andra s'est engagée à constituer un groupe de suivi de chantier, notamment pour travailler sur l'élaboration et le suivi d'une charte de chantier pour le projet du centre de stockage Cigéo (19).Par la suite, seront susceptibles d'être abordés des thèmes tels que l'insertion paysagère, l'architecture et l'usage des bâtiments, ainsi que le suivi de l'environnement.

Entre 2020 et 2022, la concertation s'est poursuivie avec certaines opérations du projet global Cigéo ne relevant pas de la maîtrise d'ouvrage de l'Andra (cf. Chapitre 2.1.3.2 du présent résumé non technique).

En 2021 et 2022, aux échelles locales et nationales, deux concertations ont été organisées sur les thématiques relatives au développement et au déploiement du projet de centre de stockage Cigéo :

- la phase industrielle pilote qui répond à un double objectif :
  - ✓ conforter *in situ*, dans les conditions réelles d'environnement, de construction et de fonctionnement industriel du centre de stockage, les données utilisées pour sa conception et pour sa démonstration de sûreté ;
  - ✓ prendre en main progressivement l'exploitation de l'installation industrielle ;
- la gouvernance du centre de stockage Cigéo qui correspond à la façon dont sont préparées, prises et suivies les décisions, du ressort de l'Andra, relatives au déploiement développement et au fonctionnement du centre de stockage Cigéo.

Du point de vue de la gouvernance, la phase industrielle pilote constitue, pour la participation du public et des parties prenantes, une phase de mise en place, de rodage et d'acquisition de connaissances, au même titre que les essais dans l'installation pour les aspects techniques. Sous réserve que l'installation nucléaire du centre de stockage Cigéo soit autorisée suite à l'instruction de sa demande d'autorisation de création (DAC), son déploiement sera donc progressif. Le projet sera jalonné de décisions, de rendez-vous de gouvernance et d'autorisations qui permettront de réinterroger le bien-fondé des décisions précédentes et de faire évoluer le projet. Les attentes relatives à la participation du public sur ces deux sujets sont donc communes, ce qui a justifié la tenue des deux concertations de manière concomitante avec certaines modalités conjointes.

Les concertations menées ont permis de questionner les propositions initiales de l'Andra sur ces deux sujets. Les expressions du public et les engagements pris à son issue (44) portent également sur d'autres thématiques qui ont suscité l'intérêt des participants aux concertations (protection des travailleurs et riverains, bénéfices pour le territoire, information et participation du public, réversibilité, inventaire des déchets stockés, perspectives économiques du projet, mémoire). Plusieurs modifications apportées au projet à l'issue de cette séquence de concertation ont d'ores et déjà été intégrées au sein de la 1re édition du « Plan directeur de l'exploitation » associée au présent dossier de demande d'autorisation de création (DAC) (45). La concertation sur la phase industrielle pilote et la gouvernance du centre de stockage Cigéo sera poursuivie durant le temps d'instruction du dossier de la demande d'autorisation de création (DAC), et au-delà.

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 (45) et des revues périodiques de mise en œuvre du principe de réversibilité.

Le dialogue avec la société est aujourd'hui inscrit pleinement dans la gouvernance et le fonctionnement de l'Andra, dans la gouvernance du projet et plus largement dans les pratiques de l'ensemble des acteurs locaux ou nationaux concernés par le projet global Cigéo.

DIALOGUE SUR LES QUESTIONS ETHIQUES ET DE GOUVERNANCE

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 l'insertion du projet sur le territoire), la participation et l'implication de la société dans les activités et les projets conduits par l'Andra, la gouvernance de ses projets ou encore les enjeux éthiques et politiques soulevés par la gestion des déchets radioactifs.

2.1.5 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.

2.1.5.1 Un projet arrivé à maturité

Les travaux scientifiques et technologiques 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. La Commission nationale d'évaluation des recherches et des études relatives à la gestion des matières et déchets radioactifs réaffirme en juin 2022 dans son rapport n° 16 que (46) : « *l'Andra a acquis les connaissances suffisantes pour permettre le lancement du projet Cigéo. Elle estime notamment que les qualités du site de Meuse/Haute-Marne ont été démontrées et que les options techniques envisagées à ce stade sont robustes.* ».

D'autres solutions techniques 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 sur le très long terme pour tous les types de déchets existants et pour ceux qui restent à produire. Toutes les autres voies de gestion demandent encore des recherches, 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. Toutes nécessiteraient de créer de nouvelles installations nucléaires. Aucune ne pouvant gérer tous les déchets déjà produits, elles ne permettraient pas de se passer complètement d'une installation de stockage géologique profond, 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[8].

2.1.5.2 Un projet permettant d'avancer progressivement et prudemment vers la mise en sécurité définitive des déchets HA et MA-VL

Une phase industrielle pilote est prévue pour le centre de stockage Cigéo. L'Andra propose que cette phase recouvre la phase de construction initiale du centre de stockage Cigéo et ses premières années de fonctionnement (cf. Chapitre 2.4.2 du présent document).

L'objectif de la phase industrielle pilote (Phipil) est 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). Sur le plan technique, elle permet progressivement de conforter les connaissances acquises au Laboratoire souterrain, de tester les équipements et d'acquérir du retour d'expérience sur le fonctionnement et la surveillance du centre de stockage. Sur le plan des échanges avec le public et les parties prenantes, elle offre la possibilité de tester et de parfaire le schéma de gouvernance mis en place pour le centre de stockage Cigéo.

Sur la base des résultats de la phase industrielle pilote, c'est le Parlement qui décidera des conditions de poursuite du stockage et des modalités de cette poursuite, si elle est décidée. Les travaux du Parlement pourront notamment s'appuyer sur l'instruction d'un rapport de synthèse de la phase industrielle pilote, à produire par l'Andra.

La phase industrielle pilote constitue une mise en pratique concrète du principe de réversibilité du stockage défini par le code de l'environnement 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* » (article L. 542-10-1).

Après la phase industrielle pilote, si le stockage est poursuivi, le projet restera jalonné de décisions structurantes et de rendez-vous de gouvernance (réexamens périodiques de sûreté, décisions de construction d'extensions progressives du quartier de stockage MA-VL, décisions d'intégration de développements technologiques, décision de réception de colis de déchets HA à l'horizon 2080, décision de démantèlement et de fermeture...). Chaque jalon fera l'objet d'une autorisation particulière adaptée. Les jalons décisionnels permettront de réinterroger le bien-fondé des décisions précédentes et éventuellement de les faire évoluer dans le respect du principe de réversibilité. Entre les jalons, chaque phase du projet, y compris la Phipil, permet ainsi de préparer progressivement les décisions à prendre lors des phases suivantes.

2.1.5.3 Un projet engagé à un moment permettant de bénéficier des capacités et des compétences disponibles

Poursuivre le développement de la voie du stockage en couche géologique profonde 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.

A 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.

L'industrie nucléaire représente une option, parmi d'autres, du « mix » énergétique français. 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. 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.

2.1.5.4 Un projet ne s'opposant pas aux autres voies complémentaires 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

[8] 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 de demande d'autorisation de création du centre de stockage Cigéo (cf. Chapitre 2.2.8 du volume II de la présente étude d'impact).

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 sept 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 le projet global 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 le centre de stockage 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 global 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.

2.2 Les déchets destinés au centre de stockage Cigéo

Les déchets destinés à l'installation nucléaire du 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.

Ces déchets sont issus principalement de l'industrie électronucléaire, mais aussi de la recherche et de la Défense nationale :

- 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 déchets de structures métalliques entourant les combustibles (coques et embouts), issus du retraitement du combustible usé et, dans une moindre mesure, de déchets technologiques liés à l'usage et à la maintenance des installations nucléaires, des déchets issus du traitement des effluents liquides et des déchets activés ayant séjourné dans les réacteurs nucléaires.

L'inventaire de référence pour lequel Cigéo est conçu comprend les déchets HA et MA-VL déjà produits 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. Aujourd'hui, environ 40 % de ces déchets HA et 60 % de ces déchets MA-VL sont déjà produits.

Le volume des déchets radioactifs de l'inventaire de référence est de l'ordre de 83 000 m³, cf. Figure 2-11). Il correspond à environ 225 000 colis à stocker.

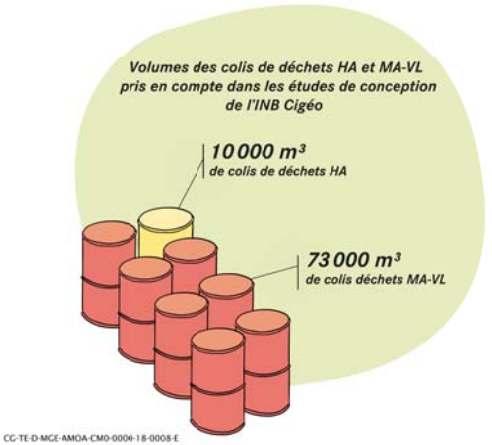


Figure 2-11 *Volumes des colis de déchets HA et MA-VL pris en compte dans les études de conception de l'INB Cigéo*

L'Andra conçoit l'installation nucléaire du centre de stockage Cigéo de façon à ce qu'elle puisse évoluer au fur et à mesure de sa construction par tranches successives pour prendre en compte d'éventuelles évolutions de l'inventaire des déchets stockés, en lien notamment avec les stratégies nationales 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, afin de garantir la capacité de l'installation nucléaire de base Cigéo à évoluer et s'adapter à des choix de politique énergétique.

2.3 La description des installations du projet global Cigéo en fonctionnement

Le projet global Cigéo comprend le centre de stockage Cigéo et l'ensemble des opérations (installations, aménagements, constructions d'ouvrages et activités) nécessaires à sa réalisation, son fonctionnement, son démantèlement, sa fermeture et sa surveillance, menées par l'Andra et par d'autres maîtres d'ouvrage (cf. Chapitre 1.2 du présent volume de l'étude d'impact). Les installations et ouvrages relatifs à ces opérations sont présentées ci-après.

2.3.1 Le centre de stockage Cigéo sous maitrise d'ouvrage Andra

L'article L. 542-12 du code de l'environnement prévoit que *« l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs, établissement public industriel et commercial, est chargée des opérations de gestion à long terme des déchets radioactifs, et notamment : [...] de concevoir, d'implanter, de réaliser et d'assurer la gestion de centres d'entreposage ou des centres de stockage de 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 ».*

Le centre de stockage Cigéo est le fruit de démarches de conception concertées, menées par l'Andra depuis les années 1990 en vue de la création d'une installation nucléaire de base pour le stockage réversible des déchets radioactifs français de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL).

Les déchets HA et MA-VL pour lesquels l'installation nucléaire du centre de stockage Cigéo est conçue ne peuvent pas être conservés durablement en surface ou à proximité de la surface de façon pérenne et passive, compte tenu de leur forte dangerosité et de la très longue durée pendant laquelle cette dangerosité perdure. Cigéo est un centre de stockage en formation géologique profonde, conçu pour protéger durablement la santé de l'homme et l'environnement des risques générés par ce type de déchets radioactifs. Son objectif est d'isoler les déchets radioactifs de l'Homme et de l'environnement, et de ralentir la migration des radionucléides grâce à une couche géologique stable, sur de très longues échelles de temps.

Après une phase de construction (dite construction initiale), le centre de stockage Cigéo fonctionne pendant une durée d'ordre séculaire, au cours de laquelle ont lieu des opérations de réception et de mise en stockage de colis de déchets radioactifs. En parallèle, des travaux d'extension des ouvrages de stockage sont réalisés par tranches successives. Ce déploiement progressif permet de tenir compte d'éventuelles évolutions dans les programmes de livraison des colis et de bénéficier au maximum des progrès scientifiques et technologiques, ainsi que de l'expérience acquise lors du fonctionnement du centre lui-même.

Ce mode de gestion des déchets HA et MA-VL limite les charges qui seront supportées par les générations futures conformément aux exigences du code de l'environnement : *« la gestion durable des matières et des déchets radioactifs de toute nature, résultant notamment de l'exploitation ou du démantèlement d'installations utilisant des sources ou des matières radioactives, est assurée dans le respect de la protection de la santé des personnes, de la sécurité et de l'environnement. 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 »* (article L. 542-1 du code de l'environnement).

La conception, la construction et l'exploitation du centre de stockage Cigéo permettent également de garantir son caractère réversible c'est-à-dire, *« 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 »* (article L. 542-10-1 du code de l'environnement).

2.3.1.1 La présentation générale du centre de stockage Cigéo

2.3.1.1.1 Sa localisation

Le centre de stockage Cigéo est situé dans la région Grand Est, sur une zone inter- départementale entre la Meuse et la Haute-Marne (cf. Figure 1-2). Les installations du centre de stockage Cigéo sont implantées sur les communes meusiennes de Bonnet, Bure, Gondrecourt-le-Château, Houdelaincourt, Horville-en-Ornois, Mandres-en-Barrois, Ribeaucourt, Saint-Joire, et les communes haut-marnaises de Cirfontaines-en-Ornois, Gillaumé, et Saudron (cf. Figure 1-3).

2.3.1.1.2 Son organisation

Le centre de stockage Cigéo comprend des installations en surface et souterraines (cf. Figure 2-12) :

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

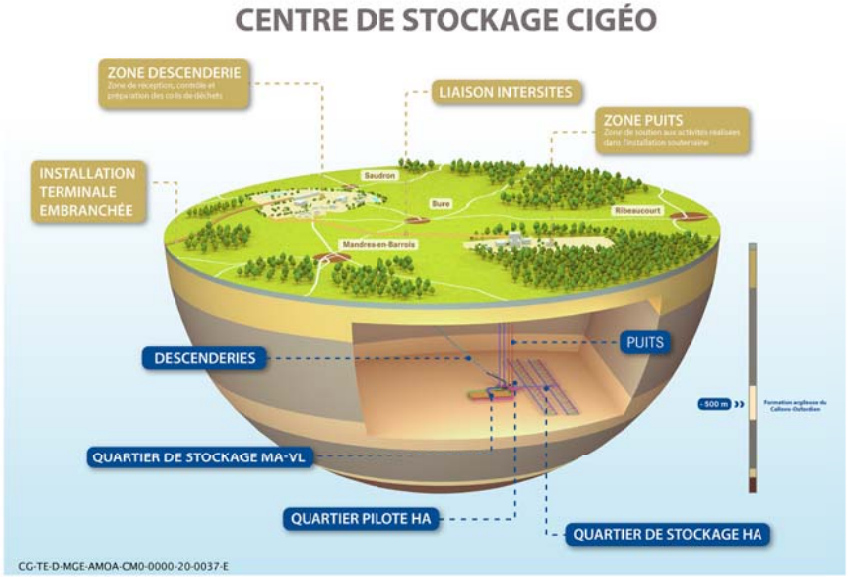


Figure 2-12 Illustration de l'organisation des installations du centre de stockage Cigéo

2.3.1.1.3 Son principe de fonctionnement

Une fois la mise en service autorisée, les activités nucléaires de l'INB Cigéo seront principalement des opérations de manutention et de contrôle de colis de déchets radioactifs dont les processus de fabrication par les différents producteurs auront été préalablement approuvés. À l'exception de quelques postes de travail nécessitant la présence d'opérateurs auprès des équipements, les séquences opératoires liées au process nucléaire pour le stockage des colis sont pour la plupart complètement automatisées.

Pendant toutes les phases de vie de l'INB, ces activités sont encadrées par un ensemble d'actions liées à la surveillance et à la protection des intérêts tels que définis dans le code de l'environnement dans le cadre de son exploitation.

L'exploitation de l'INB permet en premier lieu de réaliser en surface la réception et le déchargement des colis primaires (CP) à partir des emballages de transport acheminés en zone descenderie. Au sein du bâtiment nucléaire de surface, elle permet ensuite d'effectuer la préparation ainsi que les divers contrôles et manutentions des colis de stockage (CS). Une fois confectionnés, ces colis de stockage sont placés dans des hottes puis transférés jusqu'au funiculaire positionné en tête de descenderie colis.

Une fois individuellement positionnées sur le funiculaire, les hottes contenant le(s) colis de stockage sont transférées vers le réseau de galeries souterraines jusqu'aux alvéoles de stockage. Les colis sont enfin extraits des hottes pour leur positionnement au sein des alvéoles. Toutes ces opérations sont pilotées à distance à partir de la salle de conduite centralisée situées dans le bâtiment nucléaire de surface en zone descenderie.

La figure 2-13 présente pour sa part le fonctionnement global de l'INB Cigéo en termes de process nucléaire, avec les principales fonctions suivantes :

- la réception et la préparation des emballages de transport contenant les colis primaires ;
- le déchargement des colis primaires des emballages de transport ;
- la préparation des colis de stockage ;
- le transfert et la fermeture des colis de stockage ;
- la mise en place des colis de stockage dans les hottes de transfert ;
- le transfert et la mise en place des hottes sur le funiculaire ;
- le transfert des hottes sur le funiculaire dans la descenderie colis ;
- le transfert des hottes dans les galeries souterraines ;
- le stockage en alvéoles des colis de stockage.

» LES MODES DE STOCKAGE DES COLIS DE DECHETS RADIOACTIFS

Au niveau du bâtiment nucléaire de surface EP1, les colis primaires « HA » sont mis en conteneur de stockage en acier non ou faiblement allié soudé au préalable à leur stockage souterrain en alvéole.

Pour leur part, le stockage en alvéole des colis primaires de déchets « MA-VL » prévoit :

- une possibilité de stockage des colis directement en alvéole (également dénommé « stockage direct »), en considérant les deux cas suivants suivant leurs caractéristiques :
  - ✓ le stockage du colis primaire directement ;
  - ✓ le stockage du colis primaire en panier de stockage pour permettre la manutention de plusieurs colis primaires dans un même panier ;
- le stockage des colis après mise en conteneur de stockage, avec deux possibilités :
  - ✓ le stockage en conteneur standard ;
  - ✓ le stockage en conteneur renforcé vis-à-vis du confinement.



Figure 2-13 *Cheminement des colis de déchets jusqu'à leur emplacement de stockage*

2.3.1.1.4 L'installation nucléaire de base (INB)

Une installation nucléaire de base (INB) est une installation qui, en raison sa nature ou de la quantité ou de l'activité des substances radioactives qu'elle contient, est soumise à des dispositions particulières en vue de protéger les personnes et l'environnement.

Le code de l'environnement précise que le périmètre d'une INB englobe :

- l'installation nucléaire de base (article. R. 593-26, alinéa II 2° a) ;
- les équipements, installations, ouvrages, travaux ou activités implantés ou exercés dans son périmètre et placés sous la responsabilité du même exploitant, qui sont nécessaires à son fonctionnement, y compris ceux qui sont inscrits aux nomenclatures prévues à l'article L. 214-2 du code de l'environnement, dite nomenclature IOTA, et/ou à l'article L. 511-2 du code de l'environnement, dite ICPE (article. L. 593-3 et article R. 593-26, II. 2° a) ;
- les équipements, installations, ouvrages, travaux ou activités inscrits aux nomenclatures prévues à l'article L. 214-2, dite nomenclature IOTA, et/ou à l'article L. 511-2, dite nomenclature ICPE, implantés ou exercés dans son périmètre et placés sous la responsabilité du même exploitant, non nécessaires à son fonctionnement mais qui, par leur proximité ou leur connexité avec l'installation faisant l'objet de la demande d'autorisation de création (DAC), sont susceptibles d'en modifier les risques ou inconvénients qu'elle peut présenter pour la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de la nature et de l'environnement (article. R. 593-26, alinéa II. 2° b) et article L. 593-33).

L'installation nucléaire du centre de stockage Cigéo est représentée ci-dessous (cf. Figure 2-14). Le détail des installations et ouvrages inclus dans le périmètre INB Cigéo est donné au chapitre 3.2.1.3 du volume II de la présente étude d'impact.

» PERIMETRE DE L'INSTALLATION NUCLEAIRE DE BASE (INB)

Dans le dossier de demande de création de l'INB auquel est joint la présente étude d'impact, le périmètre INB Cigéo est continu (une seule INB). Ce périmètre est représenté sur la figure 2-14 en pointillés rouges : il est constitué de deux zones se trouvant en surface et séparées de plusieurs kilomètres (l'une sur la zone descenderie et l'autre sur la zone puits), mais reliées par une zone souterraine (la zone d'implantation d'ouvrages souterrains).

Le périmètre INB, constitue un sous-ensemble du centre de stockage Cigéo. Il est représenté en rouge sur la figure 2-15 et la figure 2-16.

Ce périmètre INB sera entériné par l'Autorité de sureté nucléaire au moment de l'obtention de l'autorisation de création de l'INB. Le périmètre retenu pourra être différent de celui proposée dans la demande faite par l'Andra.

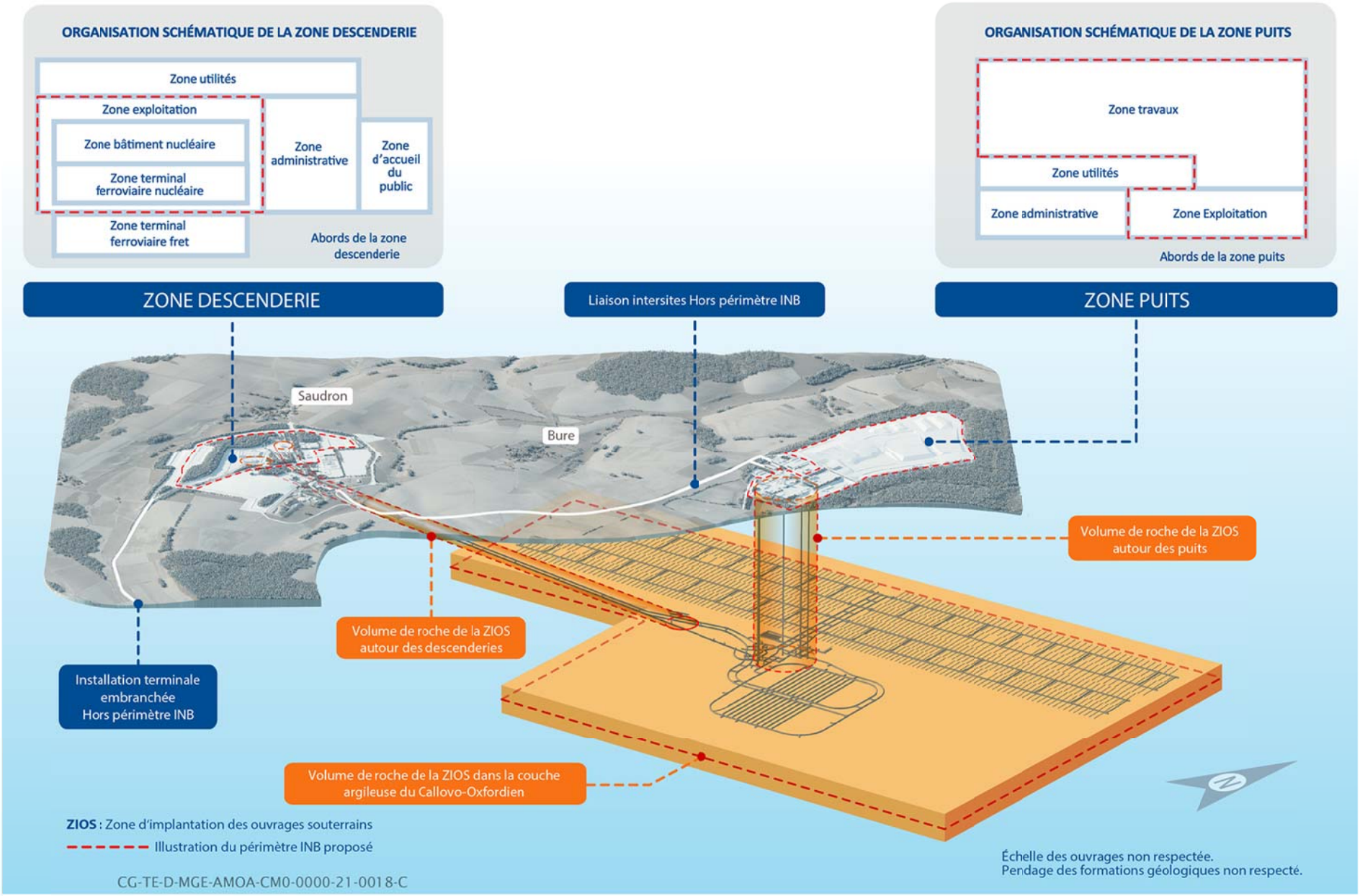


Figure 2-14 *Représentation illustrative du périmètre de l'INB Cigéo*

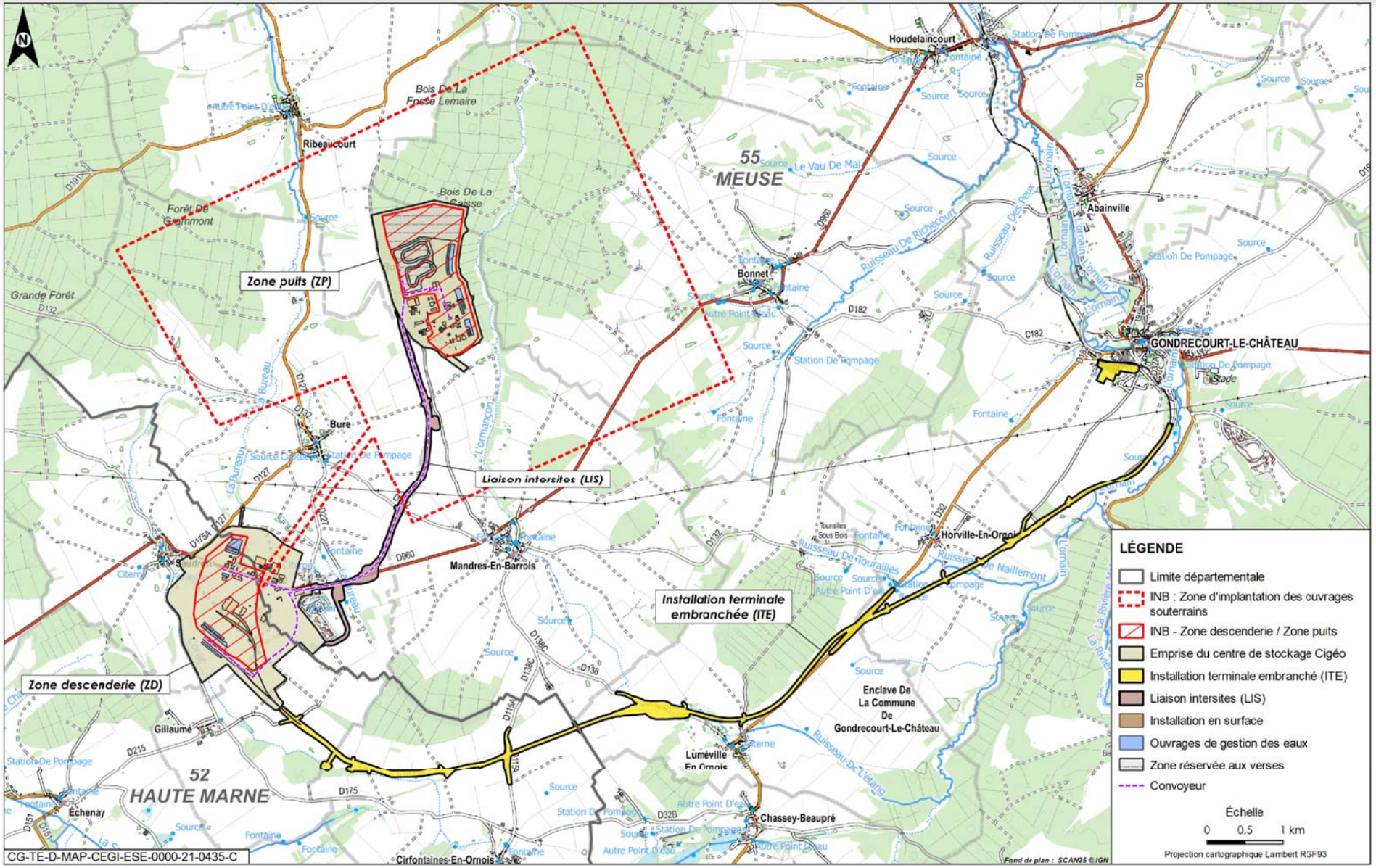


Figure 2-15 *Présentation du périmètre de l'INB Cigéo – Zones de surface*

2.3.1.2 La 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. 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 (zone dite abords de la zone descenderie).

La zone descenderie (ZD) est implantée sur les communes définies au tableau 2-2.

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

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

Elle comprend l'ensemble des surfaces accueillant les bâtiments, ouvrages, équipements et aménagements paysagers de la zone descenderie (cf. Figure 2-16 et figure 2-17), à savoir :

- une zone dédiée à l'exploitation du process nucléaire accueillant les installations permettant 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, dont :
  - ✓ le terminal ferroviaire nucléaire (TF INB) accueillant les colis de déchets radioactifs ;
  - ✓ le bâtiment nucléaire de surface (EP1, complété à terme par ETH et EP2) accueillant les installations nucléaires servant à la réception, au contrôle et à la préparation des colis de déchets avant leur descente dans les ouvrages souterrains *via* la tête de descenderie colis (TDC) ;
  - ✓ les installations support comprenant (liste non exhaustive) :
    - la tête de descenderie de service (TDS) ;
    - le bâtiment sûreté/sécurité/environnement et postes de garde associés ;
    - la centrale électrique de secours (alimentation normale et secours) ;
    - la station de traitement des effluents liquides ;
    - les bassins de gestion des eaux etc. ;
- une zone dite administrative accueillant :
  - ✓ les bâtiments administratifs pour l'ensemble du centre de stockage Cigéo ;
  - ✓ le centre de formation du personnel et d'essais des équipements du centre de stockage Cigéo ;
  - ✓ le restaurant d'entreprise ;
  - ✓ l'atelier de maintenance conventionnelle de surface ;
  - ✓ l'aire de distribution du carburant pour les véhicules légers ;
- 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 zone descenderie ;
- une zone destinée aux installations du terminal ferroviaire fret.

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.

Les ouvrages de cette zone sont intégrés dans des clôtures permettant d'en contrôler les accès et de leur apporter le niveau de protection approprié. L'accès à cette zone s'effectue par l'est à proximité du rond-point de la route départementale D60/960.

» INSTALLATIONS ET OUVRAGES DE LA ZONE EXPLOITATION DE LA ZONE DESCENDERIE

Les bâtiments nucléaires de la zone « descenderie » assurent des fonctions d'exploitation nucléaire, essentiellement de réception, de contrôle et de transfert de colis de déchets : à savoir la réception des colis de déchets en emballage de transport, le déchargement des colis primaires de déchets, la constitution des colis de stockage, leur transfert et leur mise en hotte, tout en assurant des contrôles sur les colis à chaque étape (cf. Principe de fonctionnement présenté au chapitre 2.3.1.1 du présent résumé non technique).

Ces bâtiments nucléaires sont déployés en deux phases :

- un premier bâtiment nucléaire de surface 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 dégageant peu de chaleur (HA0) jusqu'à la mise à disposition des hottes chargées de colis au niveau de l'ouvrage de la tête de descenderie colis pour permettre leur transfert vers les ouvrages souterrains *via* la descenderie colis ;
- un second bâtiment nucléaire de surface, moins étendu, dénommé « Exploitation phase 2 » (EP2), dédié au déchargement, au contrôle et à la préparation pour le stockage des colis de haute activité dits « HA1/HA2 » à l'horizon de 2080 après entreposage de décroissance thermique. Sa construction et sa mise en service, assujettie à l'obtention des autorisations administratives adéquates, n'est envisagée qu'après plusieurs décennies d'exploitation.

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. L'ouvrage de la tête de descenderie de service (TDS) permet l'accès à la descenderie de service pour les opérations de maintenance et l'évacuation et le secours en cas d'accident dans l'installation souterraine.

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.

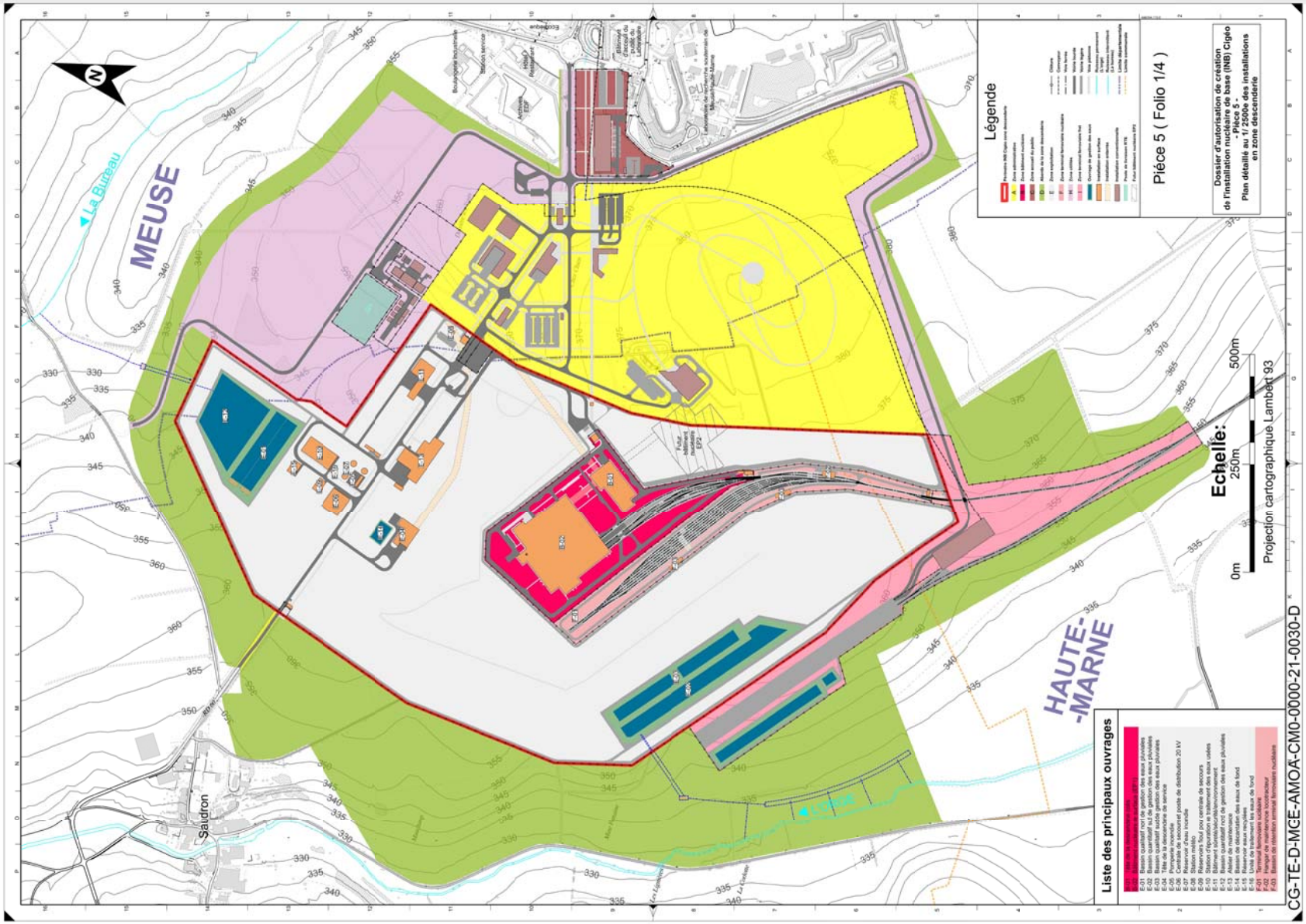


Figure 2-16 *Organisation générale de la zone descenderie*

2.3.1.3 La 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 2-3.

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

Département	Commune	Zone du centre de stockage 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)

Elle comprend l'ensemble des surfaces accueillant les bâtiments, ouvrages, équipements et aménagements paysagers de la zone puits (cf. Figure 2-19 et figure 2-18), à savoir :

- une zone « travaux » 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 travaux, comprenant notamment :
  - ✓ les puits de ventilation travaux ou de transfert de matériels et matériaux :
    - le puits assurant l'apport d'air frais et le transfert du personnel vers la zone souterraine en travaux ;
    - le puits permettant l'extraction d'air vicié de la zone souterraine en travaux ;
    - le puits permettant le transfert des matériels et matériaux ainsi que des déblais de creusement.
  - ✓ 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 ultérieurement à la fermeture du stockage ;
- une zone « exploitation », comprenant notamment :
  - ✓ les puits de ventilation exploitation :
    - 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 ;
  - ✓ les installations support regroupant :
    - les postes de garde et contrôle des accès ;
    - les bâtiment de lutte contre l'incendie et de secours aux victimes ;
    - le bâtiment « lampisterie » situé en zone exploitation ;
    - la centrale d'alimentation électrique haute-tension ;
    - la station de traitement des effluents liquides ;
    - les bassins de gestion des eaux ;
- une zone dite administrative accueillant notamment :
  - ✓ une zone de stationnement dite « parking silo » ;
  - ✓ un bâtiment regroupant des activités tertiaires ;
  - ✓ le restaurant d'entreprise ;
  - ✓ un atelier de maintenance conventionnelle de surface ;
- une zone dédiée à la gestion des utilités regroupant les installations permettant la production et la distribution d'énergie et de fluides de la zone puits et de l'installation souterraine ainsi qu'une zone « d'accueil travaux ».

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. L'aire de stationnement principale est située à l'entrée de la zone puits.

Les ouvrages de la zone puits sont intégrés dans des secteurs clôturés permettant d'assurer les procédures de contrôle et d'apporter le niveau de protection approprié. L'accès à la zone puits s'effectue *via* une route faisant partie de la liaison intersites, depuis la route départementale D60/960. En cas de situation exceptionnelle, une voie de secours privée permet de rejoindre cette route. 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 Cigéo, 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.

» CINQ PUITS ET UNE ZONE DE DEPOT DES DEBLAIS D'EXCAVATION

La zone puits comprend les émergences des cinq puits et leurs ouvrages supports. Elle est séparée en deux zones distinctes, comme dans l'installation souterraine, permettant de séparer les activités d'exploitation des activités de travaux.

En zone exploitation, sont implantées les émergences des deux puits de la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE), intégrant leur machinerie et les usines de ventilation associées à l'alimentation et à l'extraction de l'air de la zone souterraine en exploitation. L'émergence du puits d'extraction d'air est équipée d'une cheminée permettant de canaliser et contrôler les rejets atmosphériques potentiellement radioactifs issus de la zone de stockage en souterrain. Ces puits sont :

- 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 les ouvrages souterrains en exploitation ;
- le puits dénommé « ventilation air vicié exploitation » (VVE) canalise l'extraction d'air des ouvrages souterrains en exploitation.

En zone travaux, sont implantées les émergences des trois puits de la zone de soutien logistique travaux (ZSLT), intégrant leur machinerie et les usines de ventilation associées à l'alimentation et à l'extraction de l'air des ouvrages souterrains en travaux. Ces puits sont :

- 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.

Cette zone comprend également une zone de gestion des déblais d'excavation de la couche du Callovo-Oxfordien, appelées verses, déployées progressivement. Une partie de ces déblais est conservée en vue de la fermeture des ouvrages souterrains.

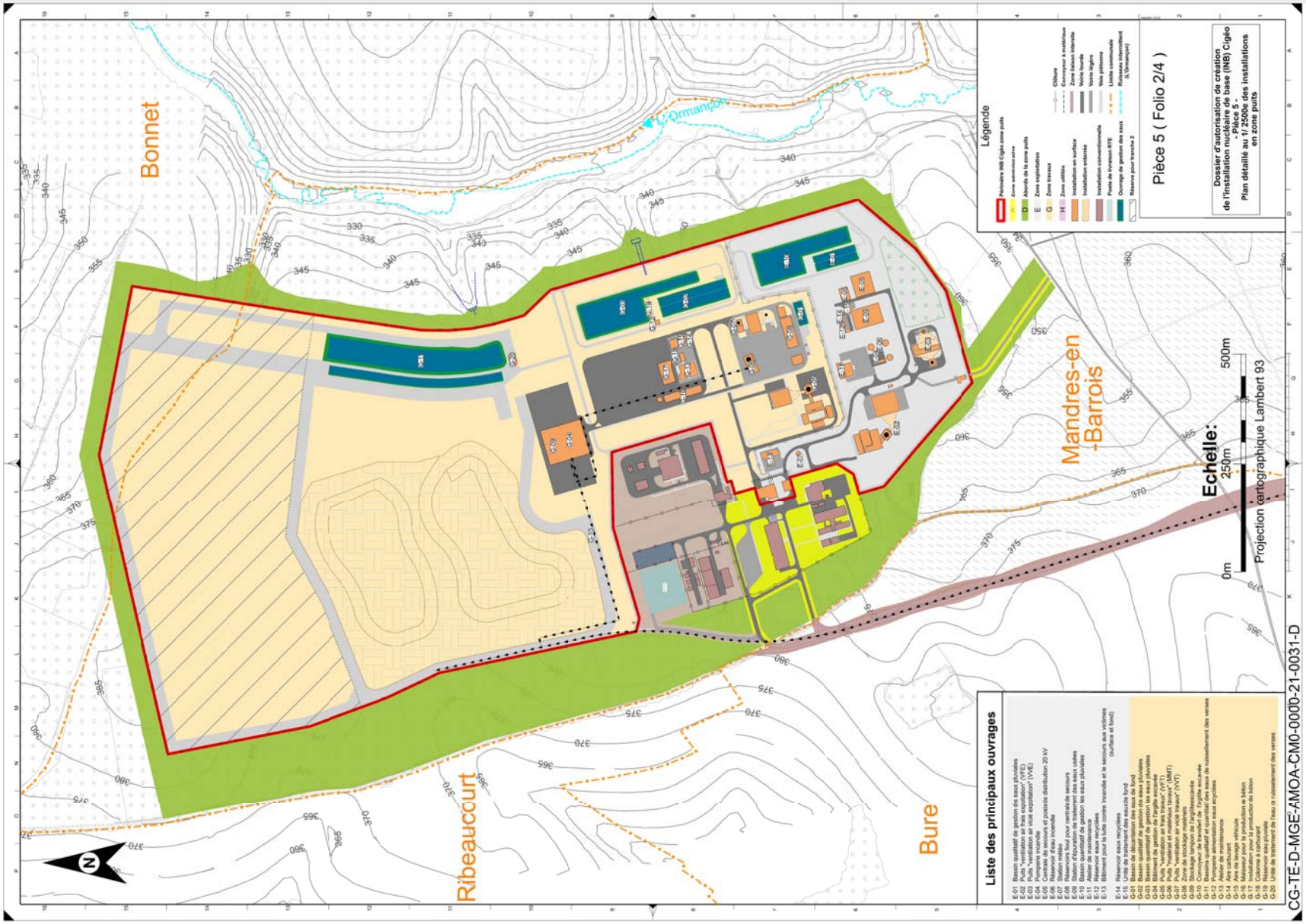


Figure 2-17 *Organisation générale de la zone puits*

2.3.1.4 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). Le déploiement progressif des ouvrages souterrains, par tranche, c'est-à-dire par groupe d'ouvrages, se fera sous réserve du respect des jalons décisionnels qui seront fixés par l'ASN.

Les ouvrages dédiés au stockage des colis sont implantés dans la couche argileuse du Callovo-Oxfordien à une profondeur d'environ 500 mètres. Des liaisons surface-fond (puits et descenderies) relient la zone descenderie et la zone puits, décrites précédemment, aux parties de l'installation souterraine implantées dans cette couche de roche.

La zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS) s'étend sur environ 29 km² (cf. Figure 2-18).

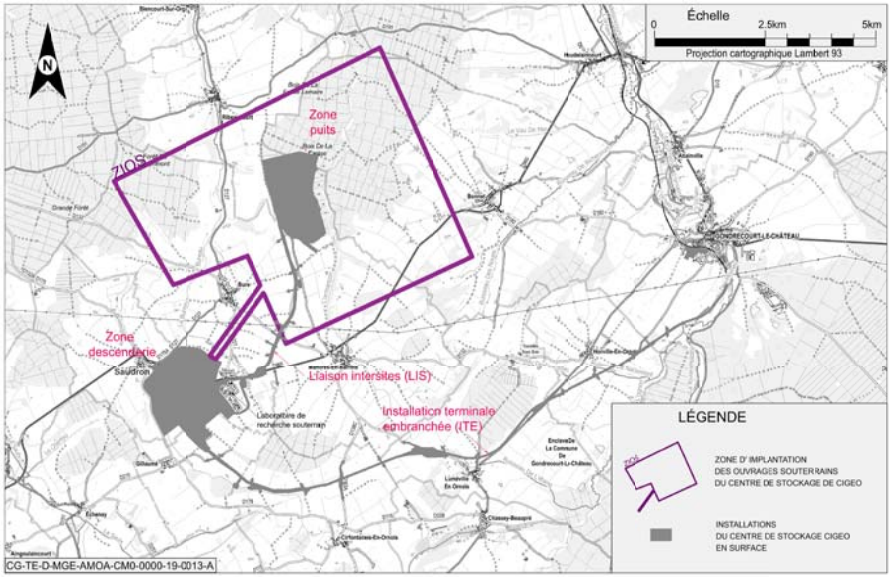


Figure 2-18 Localisation de la zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS)

Elle est située sur les communes listées dans le tableau 2-4.

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	Zone du 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	

Selon les caractéristiques des colis de déchets, la zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS) est subdivisée en trois quartiers d'alvéoles de stockage (cf. Chapitre 2.3.1.4.3) avec suivant les caractéristiques des colis de déchets HA et MA-VL :

- un quartier pilote HA accueillant des colis de haute activité notamment des colis HA0 dégageant peu de chaleur) :
- un quartier de stockage de colis de déchets radioactifs MA-VL accueillant des colis de moyenne activité à vie longue ; Les quatre premiers alvéoles de stockage ainsi que l'alvéole « démonstrateur » du quartier MA-VL sont prévus d'être réalisés lors de la phase industrielle pilote. Au-delà de cette période et sous réserve de l'autorisation de poursuivre l'exploitation, les autres alvéoles sont progressivement déployés, par tranches successives ;
- un quartier de stockage, pour le stockage de colis de haute activité dits « HA1/HA2 » à l'horizon de 2080 après entreposage de décroissance thermique, de colis HA0 et de certains colis de déchets MA VL vitrifiés, utilisés comme intercalaires.

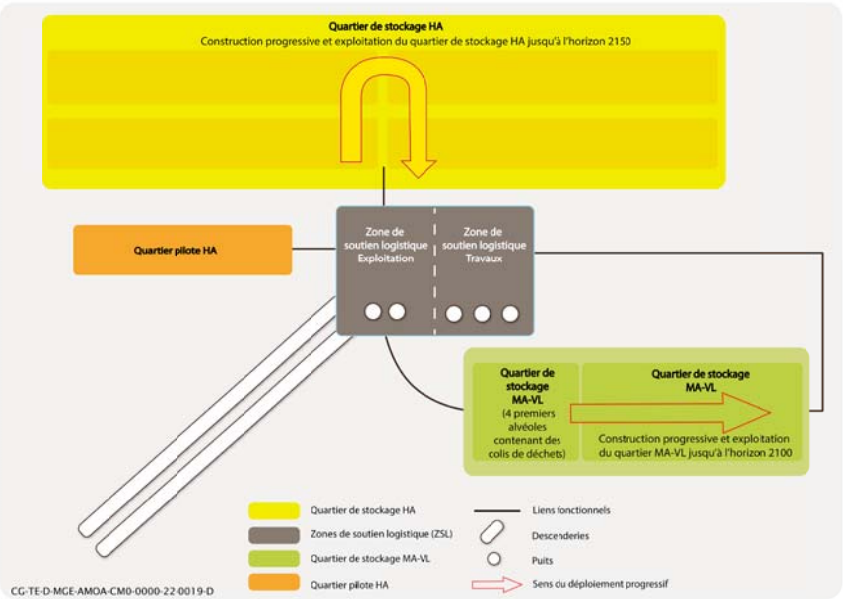


Figure 2-19 *Organisation générale des ouvrages souterrains à terminaison*

La zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS) est associée à deux zones de soutien logistique (cf. Chapitre 2.3.1.4.2 du présent document) :

- la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) qui supporte les activités de la zone souterraine en exploitation est reliée à la zone descenderie en surface par deux descenderies et à la zone puits par deux puits ;
- la 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 des ouvrages souterrains est reliée à la zone puits en surface par trois puits.

Après autorisation délivrée par l'Autorité de sûreté nucléaire, commence la réception de premiers colis de déchets radioactifs utilisés pour des essais actifs des équipements, puis des opérations de stockage.

Le déploiement de ces quartiers se fait de manière progressive, par tranches successives, en commençant par le quartier pilote HA et les quatre premiers alvéoles de stockage du quartier de stockage MA-VL.

La durée de fonctionnement du centre de stockage Cigéo est d'ordre séculaire, au cours de laquelle 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. Le retour d'expérience, apporté par la construction, l'exploitation et la surveillance des ouvrages en exploitation, contribue aux améliorations rendues possibles par les progrès scientifiques et technologiques.

Pour des raisons de sûreté, les zones nucléaires en exploitation sont toujours séparées physiquement des zones en travaux (maîtrise des risques de coactivité) (cf. Figure 2-20). Tous les flux travaux et exploitation (réseaux électriques, aérage, personnel, matériel, etc.) sont séparés. Le déploiement est donc réalisé en assurant une séparation physique et une indépendance du fonctionnement entre la zone souterraine en exploitation et la zone souterraine en travaux). Chacune de ces zones est reliée à la surface par une zone de soutien logistique (exploitation et travaux) et plusieurs liaisons surface-fond (descenderies et puits). 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.

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 Cigéo, en respectant la même logique de séparation des activités.

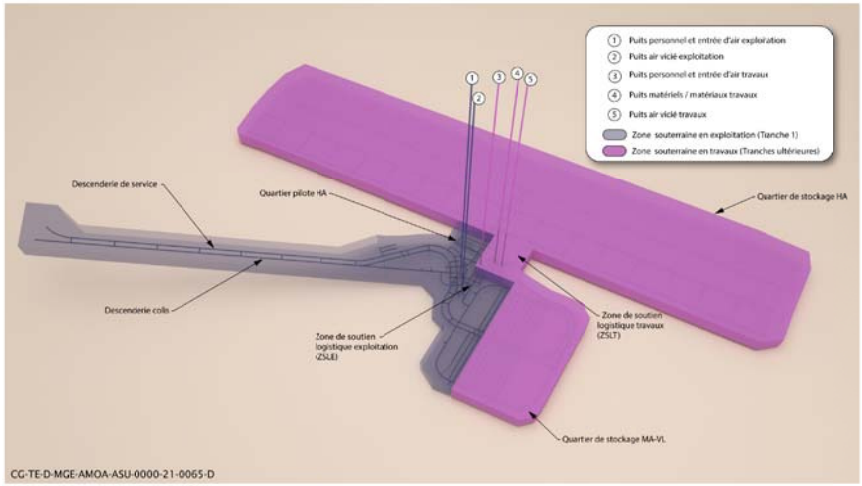


Figure 2-20 *Illustration de principe de séparation des zones souterraines en exploitation et en travaux et liaisons surface-fond associées (dimensions et proportions non représentatives)*

Toutes les opérations sur les colis dans la zone d'implantation des ouvrages souterrains sont automatisées et suivies par vidéo-surveillance à partir de la salle de conduite centralisée localisée dans le bâtiment nucléaire de surface.

2.3.1.4.1 Les liaisons surface-fond

Les liaisons surface-fond (LSF) permettent de relier :

- la zone descenderie à la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) ;
- la zone puits à la zone de soutien logistique travaux (ZSLT).

Elles sont constituées par :

- deux descenderies (tunnels inclinés) reliant la zone exploitation de la zone descenderie à la zone de soutien logistique exploitation :
  - ✓ la descenderie colis ;
  - ✓ la descenderie service ;
- cinq puits dont :
  - ✓ 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 à la zone de soutien logistique travaux.

Les liaisons surface-fond sont entièrement construites afin d'être opérationnelles dès la descente du premier colis.

Les descenderies sont deux tunnels inclinés d'environ 4 km, parallèles (cf. Figure 2-21).

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.

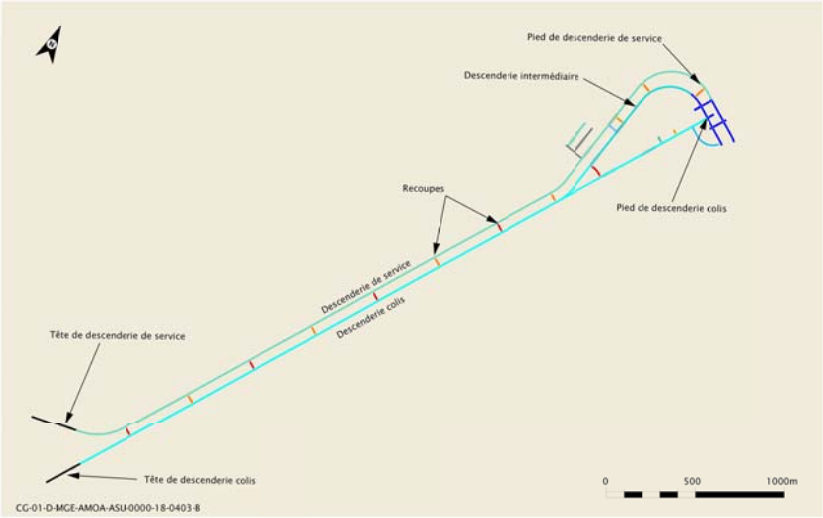


Figure 2-21 Vue d'ensemble des descenderies service et colis

Les puits constituent les liaisons verticales entre la zone puits et les zones de soutien logistique.

Le schéma sur la figure 2-22 présente une vue d'ensemble d'un puits.

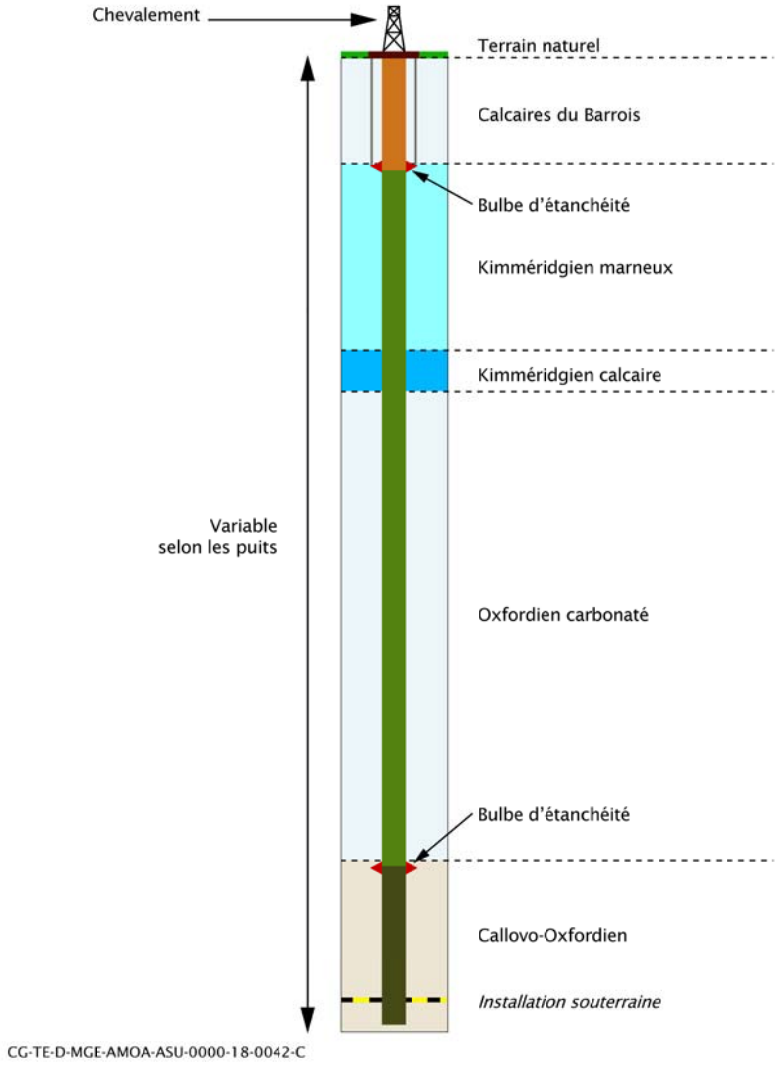


Figure 2-22 Vue d'ensemble d'un puits (principe)

Les puits et descenderies sont remblayés et scellés[9] lors de la fermeture définitive[10].

[9] Conformément au Guide de sûreté n° 1 de 2008 relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde.

[10] Seule une loi (L. 542-10-1 du code de l'environnement), peut autoriser la fermeture définitive du centre de stockage Cigéo.

2.3.1.4.2 Les zones de soutien logistique

Les zones de soutien logistique (ZSL) se décomposent en deux zones distinctes : une zone de soutien logistique dédiée à l'exploitation (ZSLE) et une zone de soutien logistique dédiée aux travaux (ZSLT).

La zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) constitue l'interface entre les installations nucléaires de surface et les ouvrages de stockage en exploitation. Elle supporte les activités de la zone souterraine en exploitation. Elle est reliée à la zone descenderie en surface par deux descenderies et à la zone puits par deux puits :

- la descenderie dite « descenderie colis » permet le transfert des colis de déchets radioactifs de la surface au fond pour leur mise en stockage. Ce transfert se fait au moyen d'un funiculaire ;
- la descenderie dite « descenderie de service », dédiée aux fonctions d'exploitation, permet de réaliser :
  - ✓ d'une part, les transferts liés à la maintenance et à l'acheminement de matériels et de matériaux ;
  - ✓ d'autre part, les interventions d'urgence (accès aux secours) et l'évacuation des personnels, si besoin ;
- un premier puits permet l'extraction d'air de la zone souterraine en exploitation ;
- un second puits permet :
  - ✓ d'une part, l'apport d'air frais dans la zone souterraine en exploitation ;
  - ✓ d'autre part, le transfert du personnel, des équipements, matériels et matériaux vers la zone souterraine en exploitation.

La zone de soutien logistique travaux (ZSLT) constitue l'interface entre les installations de surface et les ouvrages souterrains situés hors zone INB en cours de construction. Elle supporte les activités de la zone souterraine en travaux et par laquelle transitent les équipements et les matériaux pour la construction des ouvrages souterrains. Elle est reliée à la zone puits en surface par trois puits :

- un premier puits permet l'extraction d'air de la zone souterraine en travaux ;
- un second puits permet :
  - ✓ d'une part, l'apport d'air frais dans la zone souterraine en travaux ;
  - ✓ d'autre part, le transfert du personnel vers la zone souterraine en travaux ;
- un troisième puits permet le transfert des matériels et matériaux.

2.3.1.4.3 Les installations nucléaires de fond

Dans l'installation souterraine, les déchets sont positionnés dans des alvéoles de stockage en fonction de leur nature et de leur activité (HA ou MA-VL – cf. Figure 2-23).

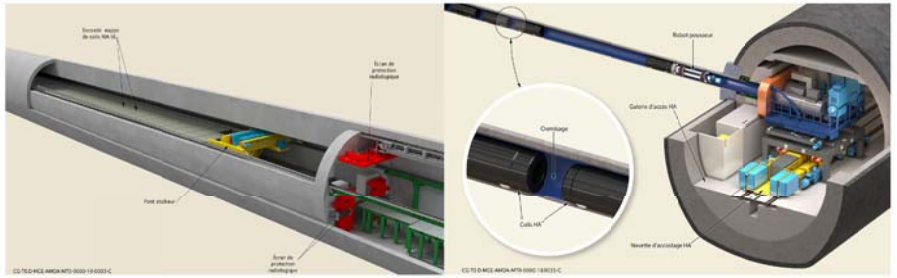


Figure 2-23 Illustration d'un alvéole MA-VL (à gauche) et d'un alvéole HA (à droite)

Le stockage des colis de déchets de moyenne activité à vie longue et de haute activité se fait respectivement au sein des installations nucléaires de fond dites ouvrages de stockage MA-VL et HA :

- le stockage des colis de déchets MA-VL est effectué au sein d'une même zone dans l'installation souterraine dénommée quartier de stockage MA-VL ;
- le stockage des colis de déchets HA est effectué au sein d'une même zone dans l'installation souterraine mais dans deux quartiers distincts :
  - ✓ le quartier pilote HA, un premier quartier dédié au stockage de colis de haute activité (notamment des colis HA0 dégageant peu de chaleur) ;
  - ✓ le quartier de stockage HA, un second quartier composé de quatre sous-quartiers, permettant de recevoir des colis de haute activité dits « HA1/HA2 », des colis HA0 et certains colis de déchets MA VL vitrifiés, utilisés comme intercalaires ; il sera et déployé ultérieurement pour une mise en service envisagée à l'horizon 2080.

a) Les ouvrages 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 zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS). Le quartier de stockage est un regroupement d'alvéoles et de galeries qui servent à l'exploitation des alvéoles. Il est relié à l'ouest à la zone de soutien logistique exploitation et au nord à la zone de soutien logistique travaux *via* les galeries de travaux. Il permet de transférer les hottes contenant les colis de stockage jusqu'aux alvéoles de stockage.

Les alvéoles sont des ouvrages en béton 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. Les alvéoles MA-VL sont ventilés de façon traversante.

Les alvéoles MA-VL, destinés au stockage des colis de déchets, sont des tunnels orientés suivant la direction de la contrainte principale majeure (cf. Figure 2-24). Au début du déploiement (tranche 1), quatre premiers alvéoles et le démonstrateur MA-VL sont réalisés. Sous réserve d'autorisation, les autres alvéoles et recoupes sont ensuite déployés progressivement pendant la phase de fonctionnement du centre de stockage Cigéo.

Le quartier de stockage MA-VL est composé d'une vingtaine d'alvéoles (dont quatre en réserve) dimensionnés pour recevoir et stocker environ 50 000 colis de stockage représentant environ 150 000 « colis primaires ».

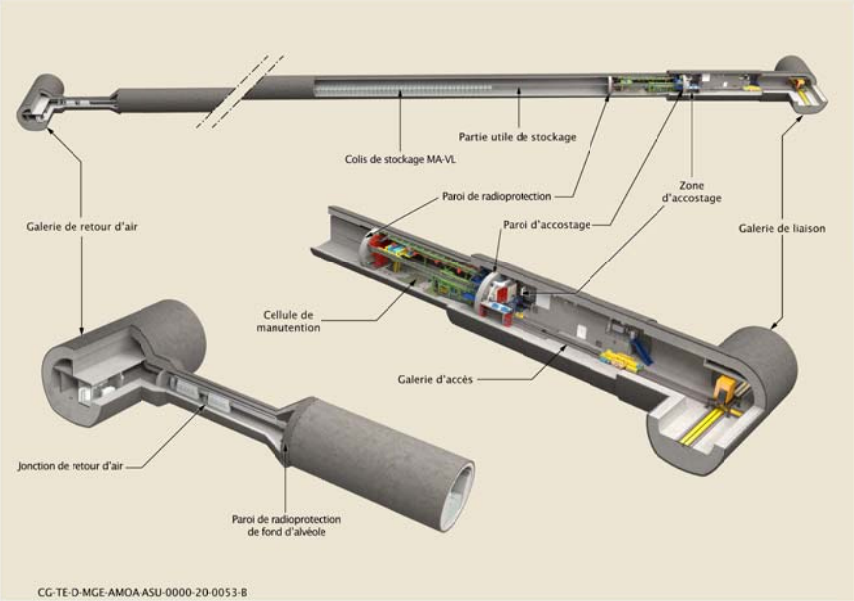


Figure 2-24 Illustration des différentes parties de l'alvéole MA-VL

b) Les ouvrages de stockage HA

Quartier pilote HA

Le quartier pilote HA est destiné au stockage de colis de haute activité, notamment des colis HA0 dégageant peu de chaleur.

Les alvéoles de stockage du quartier pilote sont des ouvrages borgnes, faiblement inclinés et revêtus d'un chemisage en acier.

Le quartier pilote HA comporte jusqu'à une vingtaine d'alvéoles, sans préjuger de développements ultérieurs intégrés dans le cadre du déploiement progressif du stockage, trois alvéoles témoins et un démonstrateur de fermeture pour une capacité totale d'environ 800 colis stockés.

Quartier de stockage HA

Le quartier pilote HA, destiné à recevoir des colis de colis de haute activité et notamment des colis HA0 dégageant peu de chaleur, est construit et exploité plusieurs décennies avant la construction du quartier de stockage HA destiné à recevoir les colis de haute activité dits « HA1/HA2 », des colis HA0 et certains colis de déchets MA VL vitrifiés, utilisés comme intercalaires. Le quartier pilote HA sert également de pilote industriel pour le futur quartier de stockage HA.

Le quartier de stockage HA comporte environ un millier d'alvéoles de stockage HA et des alvéoles témoins, des alvéoles de stockage, regroupés en quatre sous-quartiers.

Alvéoles de stockage HA

Les principes de conception des alvéoles du quartier de stockage HA sont à ce stade similaires aux principes de conception des alvéoles du quartier pilote HA.

Les alvéoles du quartier pilote HA répondent à des principes de conception qui permettent de justifier le fonctionnement en exploitation et durant la phase après fermeture des ouvrages. Ils ont, à ce stade :

- un diamètre excavé de l'ordre de 0,8 mètre ;
- une longueur de 80 mètre environ avec une pente descendante vers la tête d'alvéole ;
- un chemisage en acier cylindrique d'une épaisseur de l'ordre de 1 pouce soit environ de 25 mm.

Seule la longueur des alvéoles du quartier de stockage HA diffère ; elle est, à ce stade, de 150 mètres, sans préjuger des développements futurs (intégrant le retour d'expérience de l'exploitation du quartier pilote HA et des évolutions technologiques disponibles) qui pourraient être mises en œuvre d'ici sa mise en service envisagée à l'horizon 2080.

Ces éléments sont représentés sur la figure 2-25 et la figure 2-26.

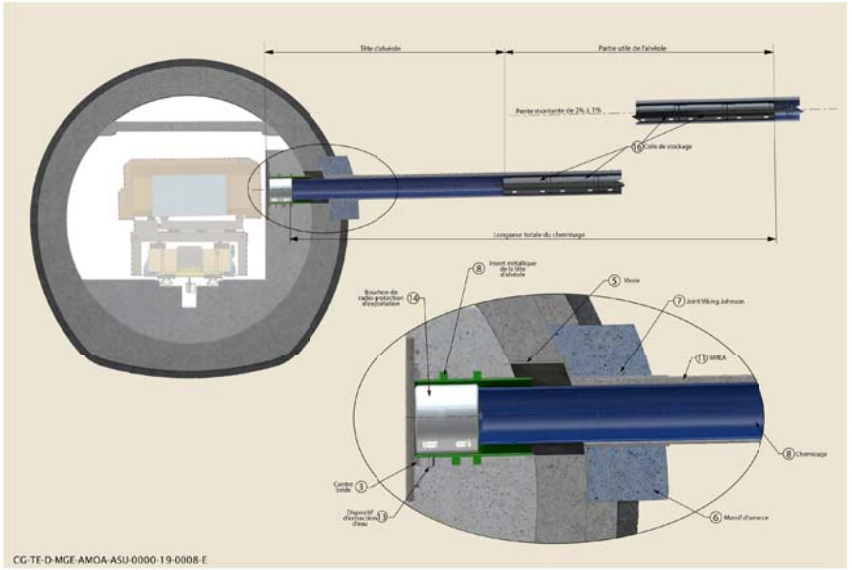


Figure 2-25 Vue en coupe d'un alvéole du quartier pilote HA

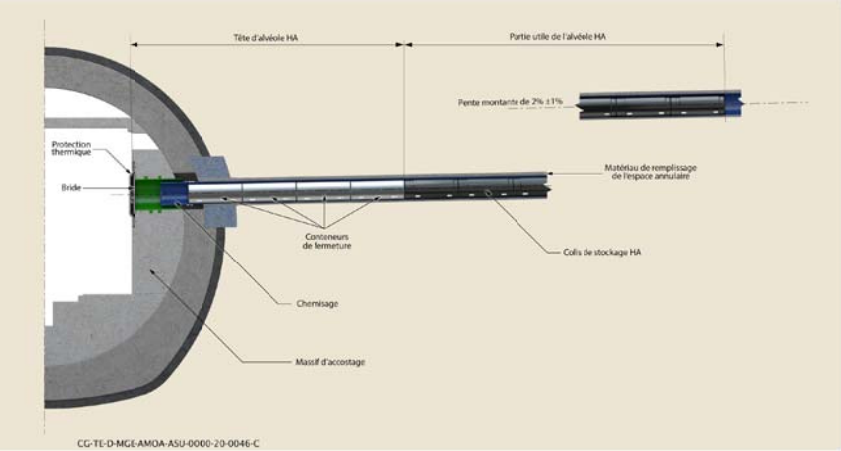


Figure 2-26 *Vue en coupe d'un alvéole du quartier de stockage HA après mise en place du bouchon de fermeture*

2.3.1.4.4 Les ouvrages de fermeture des ouvrages souterrains

Pour garantir la mise en sécurité des déchets stockés sur de très longues périodes de temps, les ouvrages souterrains du projet global Cigéo devront être refermés. Cette fermeture se réalisera de façon progressive, selon un processus d'autorisations spécifiques. 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 Cigéo 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 remblayage 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 intervenaient 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.

Chaque quartier serait fermé en une seule et même opération regroupant la construction des ouvrages d'obturation de tous les alvéoles et le remblayage 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 (article 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*.

2.3.1.5 La liaison intersites

La liaison intersites (LIS), d'une surface totale de 46 ha, dont 23 ha 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, une bande transporteuse semi-enterrée (convoyeur de matériaux dit de plaine), toutes deux privées, ainsi que d'une route ouverte au public.

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 d'une longueur totale d'environ cinq kilomètres s'étend sur deux communes meusiennes Bure et Mandres-en -Barrois

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.

2.3.1.6 L'installation terminale embranchée

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

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).

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.

Le territoire traversé par l'infrastructure ferroviaire de l'installation terminale embranchée s'étend sur quatre communes des départements meusien et haut-marnais Gondrecourt-le-Château, Horville-en-Ornois, Cirfontaines-en-Ornois et 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 qui 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'installation terminale embranchée 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 huit trains par an. Ensuite, le flux s'intensifierait pour atteindre environ 80 seiz trains par an, soit une moyenne d'environ six 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.

L'Andra dispose d'une plateforme logistique privée a une surface de 9 ha implantée sur un ancien site industriel à Gondrecourt-le-Château.

2.3.2 Autres opérations du projet global Cigéo liées à sa construction et à son fonctionnement

Les autres opérations du projet global Cigéo liées à la construction et au fonctionnement du centre de stockage Cigéo sont :

- l'opération « alimentation électrique », permettant un raccordement sur la ligne existante 400 kV Houdreville-Méry (RTE) ;
- l'opération « adduction d'eau potable », permettant l'alimentation depuis les captages de Thonnance-lès-Joinville, d'Échenay et de Gondrecourt-Le-Château (SIVU du Haut Ornain et SIAEP d'Échenay) ;
- la mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 entre Nançois-Tronville et 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 depuis les sites producteurs (EDF, Orano, CEA).

Par ailleurs des opérations de caractérisation et de surveillance environnementale sont menées par l'Andra dans et en dehors du périmètre du centre de stockage Cigéo ; elles sont nécessaires pour acquérir des connaissances et contrôler le fonctionnement des installations.

2.3.2.1 L'alimentation électrique

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 électrique RTE de la zone descenderie ;
  - ✓ une liaison électrique enterrée entre le nouveau poste de transformation 400/90 kV et le poste de livraison électrique RTE 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 électrique RTE sur la zone descenderie et sur la zone puits.

En mai 2020, RTE a proposé de retenir l'emplacement 3S pour le poste de transformation 400/90 kV privilégié par les participants à la concertation préalable. Cette solution retenue (parmi six variantes proposées) 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 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 » (47), 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.

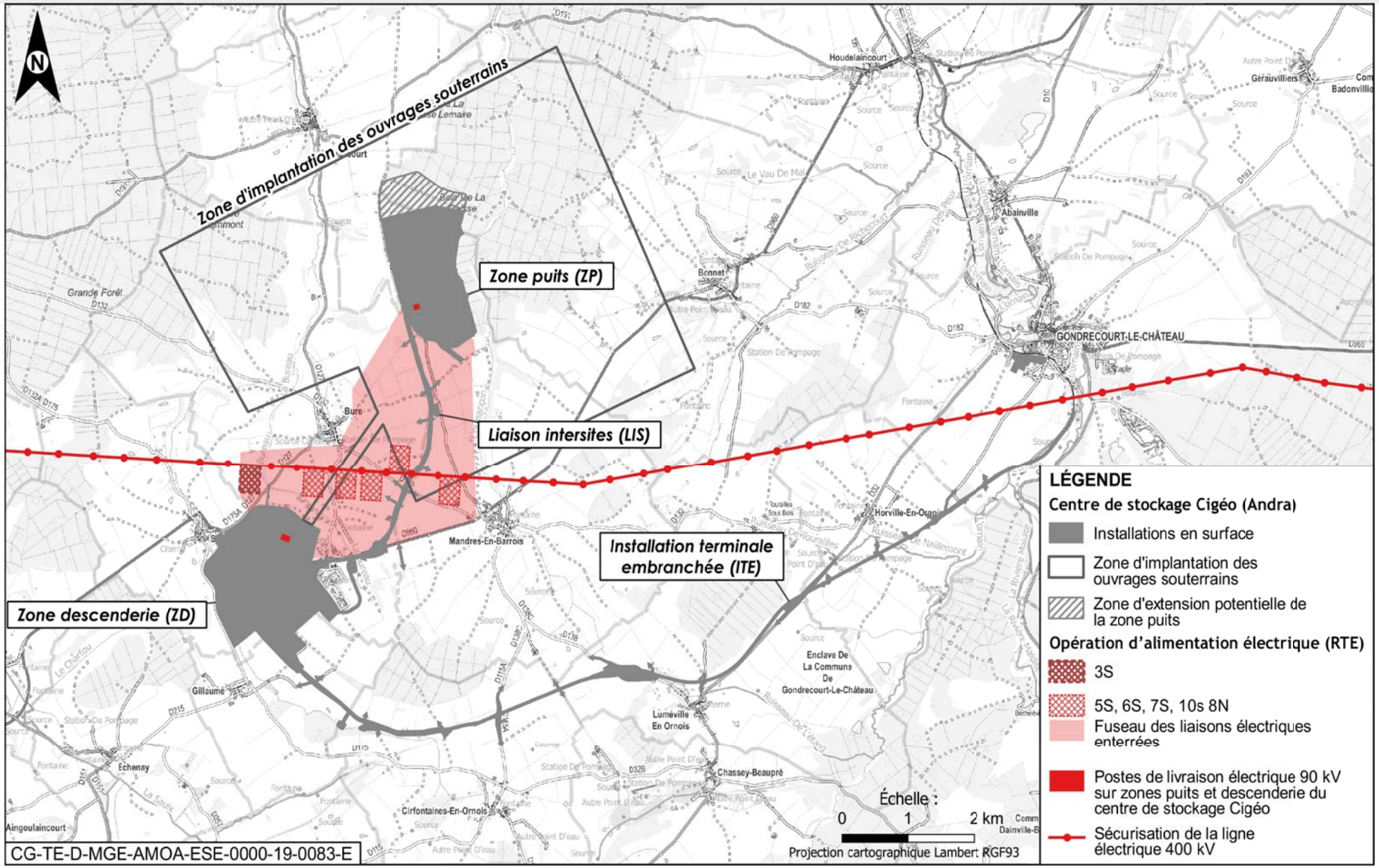


Figure 2-27 *Plan des propositions de localisation des installations d'alimentation électrique du centre de stockage Cigéo (S3 implantation proposée par RTE et privilégiée par les participants à la concertation)*

2.3.2.2 L'adduction d'eau

Les pics de besoins en eau du centre de stockage Cigéo sont évalués à 500 m³/j maximum pour les phases d'aménagement préalable et de construction initiale, puis à une moyenne de 200 m³/j après 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 Cigéo une partie des eaux usées d'origine sanitaire et industrielle 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-lès-Joinville géré par le SIAEP de Thonnance-lès-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.

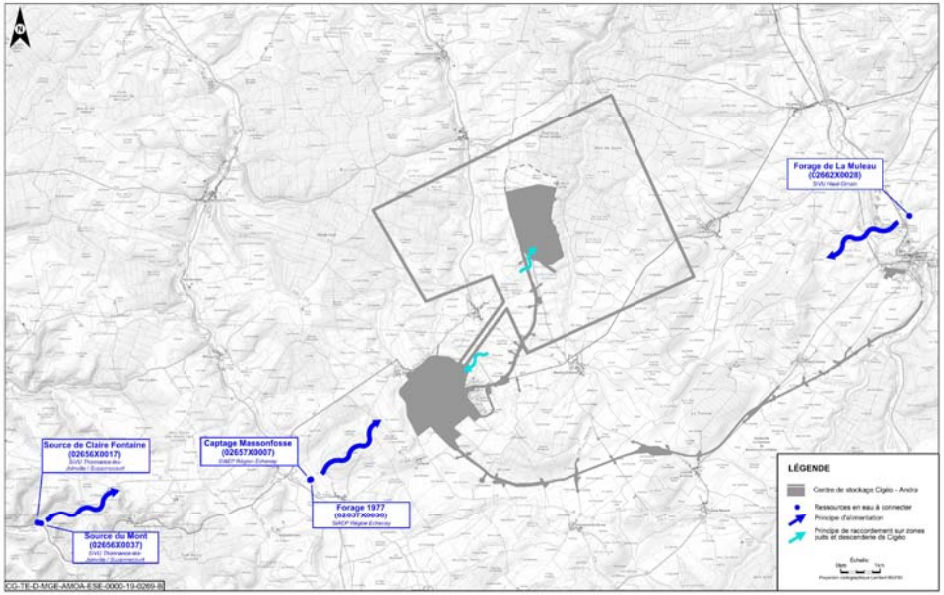


Figure 2-28 Localisation de l'opération d'adduction d'eau

Les travaux de raccordement du centre de stockage Cigéo à ces réseaux sont conçus de manière à restructurer les réseaux, améliorer et sécuriser la distribution locale. Des études de faisabilité (48) 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 du centre de stockage Cigéo.

Les solutions retenues feront l'objet d'un approfondissement des études et d'une actualisation de la présente étude d'impact. Ces travaux seront principalement réalisés le long des infrastructures existantes.

2.3.2.3 La mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000

La ligne ferroviaire 027000 (cf. Figure 2-29) du réseau ferré national est connectée à l'installation terminale embranchée du centre du centre de stockage Cigéo, en la reliant à la ligne Paris-Strasbourg.

Cette ligne, d'une longueur de 36 km, est intégralement située dans le département de la Meuse (dép. 55). La ligne comprend 26 ouvrages d'art, 57 ouvrages hydrauliques et 59 passages à niveau, dont 43 sans barrière.

Suite à la concertation préalable qui a eu lieu du 3 mai au 28 juin 2021 (19), SNCF Réseau s'engage à optimiser les aménagements de la ligne afin d'améliorer son insertion territoriale, en renforçant les dispositifs de séparation de la ligne en zone habitée pour une bonne sécurité des riverains et des tiers, en concevant des aménagements et ouvrages adaptés aux circulations et en travaillant de concert avec les élus locaux pour trouver des synergies.

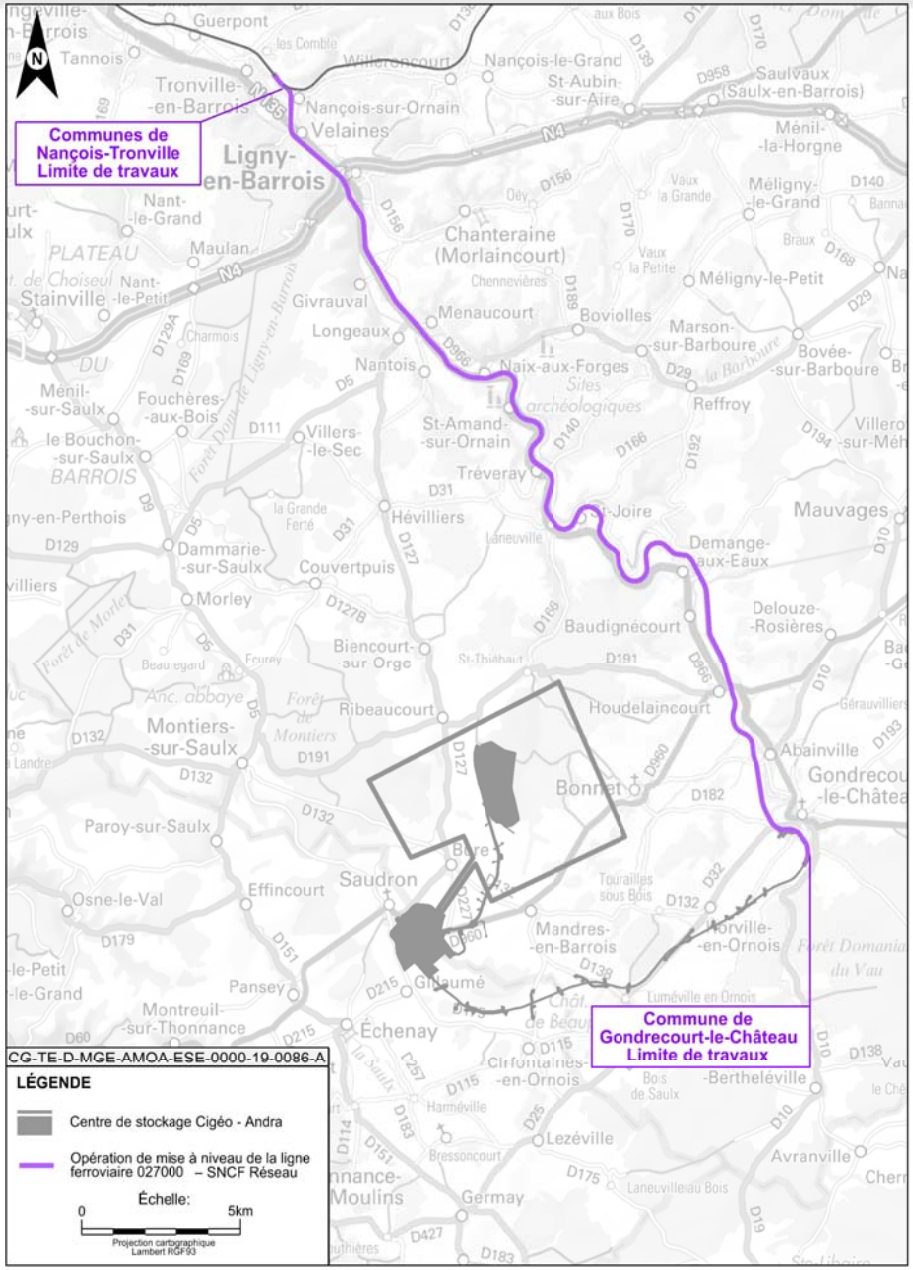


Figure 2-29 *Localisation de la ligne ferroviaire 027000*

2.3.2.4 La déviation de la route départementale D60/960

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. Il traverse les communes de Bure, Saudron et Gillaumé.

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 60/960 ;
- route classée route à grande circulation (RGC) permettant notamment la circulation de convois exceptionnels.

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.

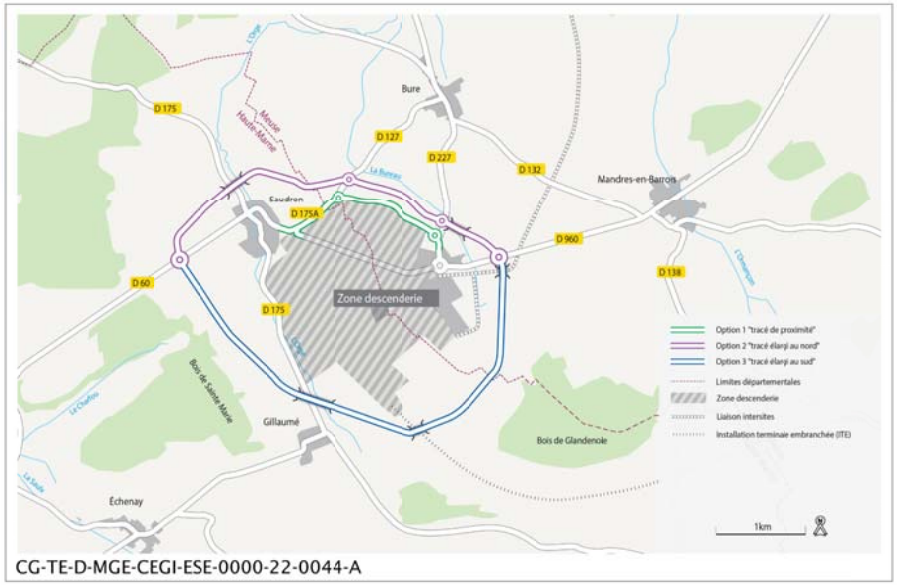


Figure 2-30 *Opération de déviation de la route départementale D60/960 – options étudiées en vue de la concertation*

Le Conseil départemental de la Haute-Marne a publié le 20 mai 2022 le bilan de la concertation relative aux variantes de tracés possibles pour la déviation de la route départementale D60/960 (22).

L'option 3 (contournement par le sud) est abandonnée. Le Conseil départemental s'engage à poursuivre les études sur les options nord. L'option 1 reste à ce stade l'option de référence, l'essentiel des échanges lors des rencontres ou dans les contributions s'étant concentré sur cette option considérée plus pratique, avec moins d'impacts sur le foncier et un coût moins important. Le Conseil départemental reviendra vers le public pour présenter les résultats de l'examen des options de tracé, et ce en amont de la délibération des assemblées départementales de Haute-Marne et de Meuse pour acter le tracé retenu.

2.3.2.5 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) mise en service en novembre 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 2-31 qui illustre les acheminements envisagés vers le centre de stockage Cigéo.



Figure 2-31 Illustration de l'acheminement des colis de déchets radioactifs vers Cigéo

Des installations dédiées à l'expédition des colis de déchets sont déjà présentes sur les sites existants des producteurs de déchets. La prise en charge des colis de déchets HA et MA-VL, en vue de leur transport jusqu'au centre de stockage Cigéo, est donc réalisée depuis ces installations d'expédition déjà en place. En fonction des chroniques d'expédition des colis de déchets vers le centre de stockage Cigéo et des études des producteurs relatives à l'utilisation de potentiels nouveaux emballages de transport, des adaptations de ces installations, voire la création de nouvelles installations, sur les sites existants des producteurs de déchets pourraient être nécessaires. Dans ce cas, l'étude d'impact du projet global Cigéo sera actualisée afin de prendre en compte les impacts des travaux et du fonctionnement de ces installations adaptées ou nouvelles.

Il est rappelé, en revanche, que les activités de traitement et de conditionnement des déchets sur les sites producteurs des déchets sont réalisées, en amont des installations d'expédition, indépendamment de l'existence même du centre de stockage Cigéo (quelle que soit la destination des déchets). Elles sont donc indépendantes et par conséquent exclues du périmètre du projet global Cigéo.

2.3.2.6 Les opérations de caractérisation et de surveillance environnementale

2.3.2.6.1 Les activités de caractérisation

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 Cigéo 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 Cigéo. L'acquisition de ces connaissances peut parfois répondre à des obligations réglementaires. Par exemple, l'actualisation de l'étude d'impact du projet global Cigéo (en particulier de son chapitre relatif à l'état « initial » 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 mieux en maîtriser 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 90 à de nombreuses campagnes d'investigations pour l'étude de la géologie régionale et 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 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

[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.

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 Cigéo (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...).

2.3.2.6.2 Les activités de surveillance environnementale

Des opérations de surveillance environnementale seront prescrites par les autorités dès l'engagement des premiers travaux de la phase de construction initiale du centre de stockage Cigéo, pendant toute sa phase de fonctionnement et après sa fermeture, aussi longtemps qu'elles seront jugées utiles pour la protection de la santé et de l'environnement.

Ces actions de surveillance environnementale correspondent à la réalisation de mesures, continues ou périodiques, permettant de :

- contrôler le fonctionnement du centre de stockage Cigéo, et notamment de son installation nucléaire de base (INB), pour en détecter les éventuelles dérives, identifier leur cause et mettre en œuvre des actions correctives ;
- vérifier le respect des obligations réglementaires qui incombent à l'Andra en matière de protection de l'environnement.

La surveillance environnementale joue ainsi un rôle essentiel pour suivre l'impact des activités du centre de stockage Cigéo sur son environnement, pour limiter tout risque de contamination, pollution ou nuisance et pour réduire les conséquences des situations anormales, dégradées ou accidentelles.

Des opérations de surveillance environnementales seront prescrites sur les emprises du centre de stockage Cigéo, par exemple des mesures de la qualité de l'eau prélevée dans des piézomètres. 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 surveillance environnementales devront être menées hors du centre de stockage Cigéo. Elles font partie du projet global Cigéo.

Les implantations des dispositifs de surveillance seront fixées par les différentes autorisations en fonction des critères et paramètres à mesurer et des contraintes environnementales de surface. Ils pourront être situés à proximité du centre de stockage Cigéo ou dans un environnement éloigné de plusieurs kilomètres.

Parmi les dispositifs de surveillance, des forages permettront de suivre la qualité, les fluctuations et les écoulements des nappes d'eaux souterraines (forages hydrogéologiques) et le comportement des terrains géologiques accueillant le stockage.

Outre les forages, des dispositifs de mesure, de moindre impact environnemental, seront disposés sur le territoire pour la surveillance environnementale. Il s'agit notamment de balises permettant des prélèvements d'air et des mesures, en particulier de la qualité de l'air ou de radioactivité volumique ou ambiante. Des dispositifs permettront également de surveiller la qualité et les débits des eaux superficielles.

Des prélèvements dans les cours d'eau, des prélèvements de sol, de végétaux et de productions agricoles seront également menés pour surveiller les écosystèmes terrestres et aquatiques.

Les prélèvements et mesures seront réalisés par l'Andra ou par ses prestataires selon des exigences fixées par les autorités. Les analyses des prélèvements seront réalisées par des laboratoires, internes au centre de stockage Cigéo ou extérieurs, agréés par l'ASN ou par le ministère en charge de l'environnement.

2.3.2.6.3 Les activités de suivi des mesures environnementales

Les opérations de suivi des mesures environnementales correspondent aux actions menées pour vérifier l'efficacité des mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts du centre de stockage Cigéo, prescrites à l'Andra dans les différentes autorisations administratives (dérogation d'atteinte aux espèces protégées, dite « dérogation CNPN », autorisations environnementales par exemple pour le défrichement, permis d'aménager, IOTA...). Des mesures du même type seront prescrites aux autres maîtres d'ouvrage du projet global Cigéo.

Des opérations de suivi des mesures environnementales seront prescrites à l'Andra et aux autres maîtres d'ouvrages dès l'engagement des premiers aménagements préalables du centre de stockage Cigéo, pendant sa phase de construction initiale et pendant toute sa phase de fonctionnement.

Ces mesures peuvent être du même type que celles prescrites pour la surveillance environnementale (suivi des eaux souterraines, des eaux superficielles, de la qualité de l'air, des impacts sur les écosystèmes terrestres et aquatiques...).

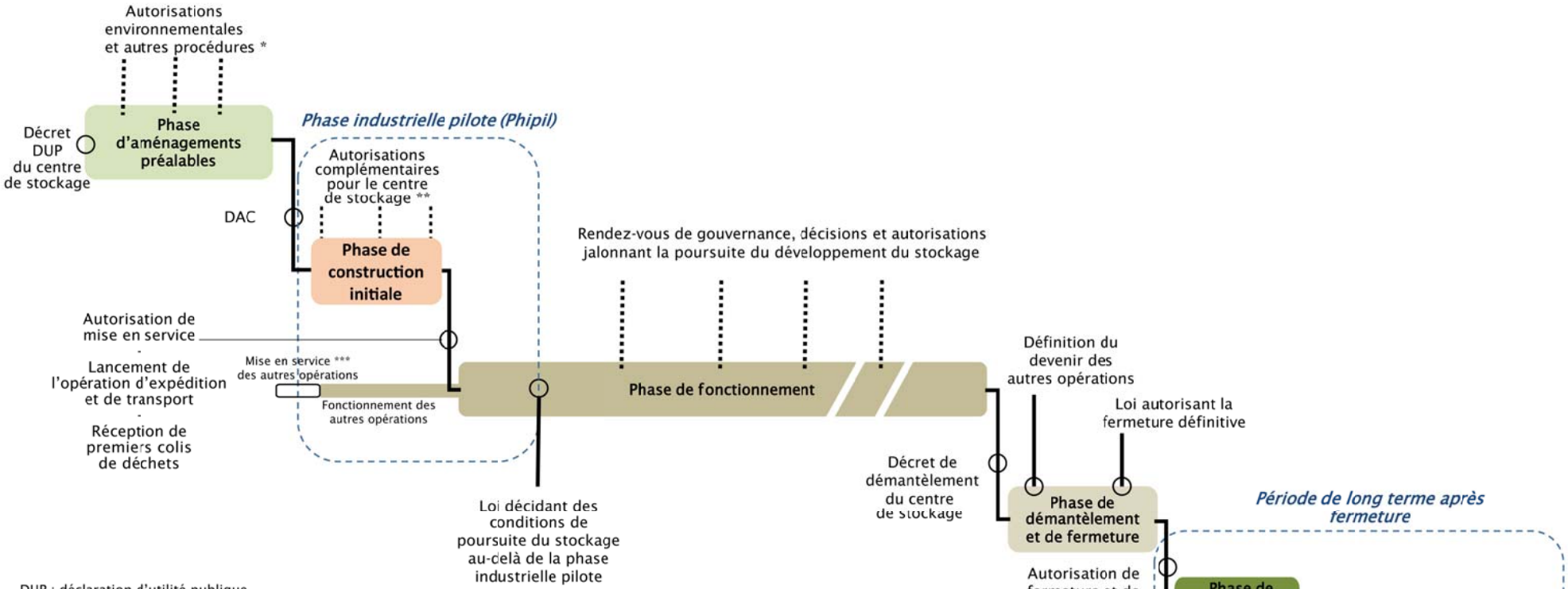
Les opérations de suivi des mesures environnementales seront concertées avec les riverains pour recueillir leurs sensibilités particulières, voire pour les associer à certains dispositifs de mesures.

2.4 Les phases temporelles successives du déploiement prévisionnel du projet global Cigéo

Le déroulement prévisionnel du projet global Cigéo regroupe plusieurs phases temporelles successives (cf. Figure 2-32) :

- la phase d'aménagements préalables débute à la délivrance du décret de déclaration d'utilité publique du centre de stockage Cigéo (et après l'obtention des autres autorisations nécessaires à la réalisation des travaux concernés) et se termine à la délivrance du décret d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. C'est au cours de cette phase que la demande d'autorisation de création de l'INB est instruite. Les aménagements préalables correspondent à de premiers travaux qui sont réalisés pour préparer la construction du centre de stockage Cigéo notamment grâce au raccordement aux réseaux (eau, énergie, transports) et aux terrassements (cf. Chapitre 2.4.1.1 du présent volume de l'étude d'impact) ;
- la phase de construction initiale qui débute à la délivrance du décret d'autorisation de création de l'INB Cigéo et se termine à la délivrance de son autorisation de mise en service. Les travaux menés lors de la phase de construction initiale ont pour objectifs de réaliser tous les ouvrages qui permettent cette mise en service (cf. Chapitre 2.4.1.2 du présent volume de l'étude d'impact)
- la phase de fonctionnement qui débute à la délivrance du décret de mise en service de l'INB Cigéo qui permet la réception de premiers colis de déchets radioactifs, et se termine à la délivrance de son décret de démantèlement. Elle se déroule pendant plus d'une centaine d'années au cours de laquelle auront principalement lieu des activités de réception et de stockage de colis de déchets et des travaux d'extension de l'installation souterraine, par tranches successives, afin de poursuivre la réception des colis de l'inventaire (cf. Chapitre 2.4.1.3 du présent volume de l'étude d'impact) ;
- la phase de démantèlement et de fermeture qui débute à la délivrance du décret de démantèlement de l'INB Cigéo et se termine par la décision d'autorisation de fermeture et de passage en phase de surveillance (cf. Chapitre 2.4.1.4 du présent volume de l'étude d'impact). Cette phase comporte les opérations visant la fermeture définitive du centre de stockage Cigéo que seule une loi peut autoriser ;
- les phases de surveillance et de post-surveillance (cf. Chapitre 2.4.1.5 du présent volume de l'étude d'impact). 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 Cigéo. Elle se termine avec la décision de déclassement de l'INB Cigéo. Pendant cette phase, la sûreté du stockage est assurée de façon passive. Après la décision de déclassement, la phase de post-surveillance débute.

Le code de l'environnement prévoit une phase industrielle pilote (Phipil) pour le centre de stockage Cigéo (article L. 542-10-1). L'Andra propose que cette phase particulière couvre la phase de construction initiale et de premières années de la phase de fonctionnement (cf. Chapitre 2.4.2 du présent volume de l'étude d'impact).



DUP : déclaration d'utilité publique
DAC : décret d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base du centre de stockage

* Les autres procédures incluent notamment les autorisations au titre du code de l'urbanisme, les DUP éventuelles des autres opérations

** Les autorisations complémentaires concernent en particulier les autorisations d'urbanisme

*** Les autres opérations couvrent l'alimentation électrique, l'adduction d'eau, la mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 et la déviation de la route départementale D60/D90

CG-TE-D-MGE-AMOA-PU0-0000-19-0025-C

Figure 2-32 Phases temporelles successives de déploiement du projet global Cigéo

2.4.1 La description des phases temporelles de déploiement

2.4.1.1 La phase d'aménagements préalables

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. En parallèle, les opérations des autres maîtres d'ouvrage d'adduction d'eau, d'alimentation électrique, de mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 et de déviation de la route départementale D60/960, sont réalisées et progressivement mises en service.

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) 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-Oxfordiens excavés lors des premiers creusements (Z1 de la zone des verses).

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'installation terminale embranchée du centre de stockage Cigéo (49, 50). Des diagnostics, sur la zone puits et sur la zone d'implantation de la liaison intersites, sont à réaliser, suivis éventuellement de fouilles si des vestiges d'intérêt sont découverts. Ils 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 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 Cigéo. 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 permettent 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 sont 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 (forages, mesures sur le milieu naturel, inventaires) débutent pendant la phase d'aménagement préalables, dans et en dehors du périmètre du centre de stockage Cigéo.

» OPÉRATIONS DES AUTRES MAITRES D'OUVRAGE

Les travaux menés pendant la phase d'aménagements préalables en dehors du centre de stockage Cigéo visent principalement les autres opérations du projet global Cigéo suivantes :

- opération « alimentation électrique du centre de stockage Cigéo » ;
- opération « adduction d'eau potable » ;
- opération « mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 entre Nançois-Tronville et Gondrecourt-le-Château » ;
- opération « déviation de la route départementale D60/960 ».

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.

2.4.1.2 La phase de construction initiale

Les principaux travaux menés pendant cette phase visent la construction des ouvrages permettant la mise en service de l'INB Cigéo. 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 sur le centre de stockage Cigéo, sous maitrise d'ouvrage Andra, sont :

- l'ouvrage 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) en zones descenderie et puits (ZD et ZP) ;
- les liaisons surface-fond (descenderies et puits) et les zones souterraines de soutien logistique en zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS) ;
- les ouvrages souterrains du quartier pilote HA et les premiers ouvrages du quartier de stockage des colis de déchets MA-VL en zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS).

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

Des activités de caractérisation, de surveillance environnementale et de suivi des mesures environnementales (forages, mesures sur le milieu naturel, inventaires) perdurent pendant la phase de construction initiale, dans et en dehors du périmètre du centre de stockage Cigéo.

Dès le début de cette phase et sur les suivantes, les ouvrages des opérations sous la responsabilité des autres maitres d'ouvrage sont opérationnels ; seules des interventions de maintenance sont réalisées sur ces derniers.

2.4.1.3 La phase de fonctionnement

Pendant la phase de fonctionnement seront menés en parallèle des opérations de réception et de mise en stockage de colis, et des travaux d'extension progressive de l'installation souterraine, par tranches successives. 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 (cf. Figure 2-33) :

- 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 durant la phase de fonctionnement ;

- 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 durant la phase de fonctionnement. La réception des colis HA nécessitera, en phase de fonctionnement, 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 construits durant la phase de fonctionnement.

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.

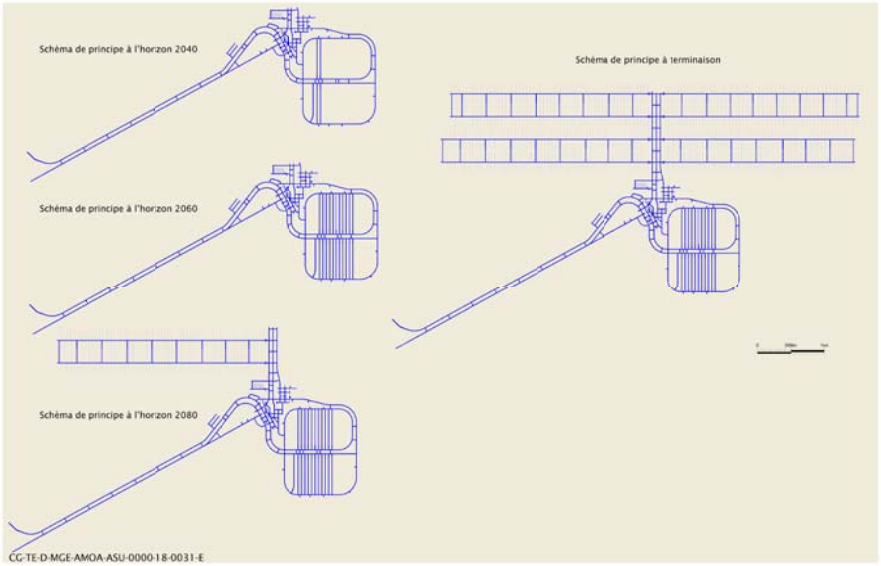


Figure 2-33 *Illustration du développement progressif des ouvrages souterrains du centre de stockage Cigéo*

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 expédiés 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 Cigéo, 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 (forages, mesures sur le milieu naturel, inventaires) sont également menées pendant la phase de fonctionnement, dans et en dehors du périmètre du centre de stockage Cigéo.

Durant cette phase, les ouvrages et équipements des autres opérations seront en exploitation.

2.4.1.4 La phase de démantèlement et de fermeture

La stratégie de fermeture est proposée dans le « Plan directeur d'exploitation » (PDE) (45) et les modalités de démantèlement, de fermeture et de surveillance après fermeture sont présentées dans le « Plan de démantèlement de fermeture et de surveillance » (PDFS) (51) constituant respectivement les pièces 16 et 13 du dossier de demande d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base Cigéo.

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 déconstruction de structures de génie civil. La totalité des substances dangereuses et radioactives présentes dans les installations de surface est évacuée vers les filières de gestion appropriées. 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, sont maintenus. Les parties du bâtiment « mémoire » abritant les archives historiques et les dispositifs mémoriels sont préservées pendant les opérations de démantèlement et elles sont 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 doivent 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 remblayage 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'une intervention humaine soit nécessaire.

Pendant la phase de démantèlement, les opérations de préparation à la fermeture définitive des parties souterraines du centre de stockage Cigéo 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 remblayage 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 remblayage 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 la loi autorisation la fermeture définitive du centre de stockage Cigéo.

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, dans et en dehors du centre de stockage Cigéo pendant la phase de démantèlement et de fermeture.

2.4.1.5 Les phases de surveillance et de post-surveillance

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 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.

» 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 sa phase de fonctionnement afin de protéger durablement les personnes et l'environnement sans nécessiter d'interventions humaines ultérieures. La sûreté sera alors assurée de manière passive.

La sûreté passive n'implique en aucun cas d'oublier la présence des déchets et de l'installation. Au contraire, la mémoire du stockage constitue un élément qui contribue à la protection de la santé de l'homme et de l'environnement. Elle réduit notamment 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.

[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* ».

La mémoire 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.

Dans son guide de sûreté n° 1 relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde (27), 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 de l'homme et de l'environnement ne doit pas uniquement 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 sur 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.

2.4.2 La description de la phase industrielle pilote

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

Cette phase industrielle pilote a été introduite dans le projet par l'Andra à la suite des demandes exprimées lors du 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 de vie pour lesquelles elle est conçue.

Ainsi, depuis 2016, l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement fixe les objectifs de la phase industrielle pilote. Elle doit permettre de « *conforter le caractère réversible et la démonstration de sûreté de l'installation, notamment par un programme d'essais in situ. Tous les colis de déchets doivent rester aisément récupérables durant cette phase. La phase industrielle pilote comprend des essais de récupération de colis de déchets* ».

Conformément à cet objectif, la phase industrielle pilote est utilisée par l'Andra pour confirmer progressivement l'ensemble du fonctionnement de l'installation (notamment les équipements industriels atypiques, comme le funiculaire), sa sûreté, sa réversibilité et sa surveillance.

L'Andra propose que la phase industrielle pilote s'ouvre à la délivrance du décret d'autorisation de création du centre de stockage Cigéo (et donc au démarrage de la phase de construction initiale), dès les premières décisions structurantes liées à la construction :

- dans un premier temps, elle permet à l'Andra de tester 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 ;
- 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. Si ceux-ci sont concluants, de premières opérations de stockage sont engagées.

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)[14].

L'autorisation de mise en service de la phase qui suivra la Phipil se fera, après instruction d'un dossier produit par l'Andra, conformément aux orientations du Parlement :

- si, sur la base des enseignements acquis pendant la Phipil, la décision du parlement est de poursuivre le déploiement du centre de stockage Cigéo, une nouvelle étape de son déploiement pourra être engagée, dans la même logique de progressivité et d'échanges.
- si, sur la base des enseignements acquis pendant la Phipil, la décision du parlement est de renoncer au stockage, pour tout ou partie des déchets HA et MA-VL, alors l'Andra préparera un dossier de demande de démantèlement et de fermeture total ou partiel du centre de stockage Cigéo qu'elle transmettra aux autorités ;
- entre ces deux possibilités (arrêt ou poursuite nominale), une grande variabilité de déroulements de la phase industrielle pilote est possible.

Ainsi définie, la phase industrielle pilote couvre la construction initiale, la mise en service et les premières années de la phase de fonctionnement du centre de stockage. 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 cinq ans, « *en concertation avec l'ensemble des parties prenantes et le public* », un Plan directeur de l'exploitation (PDE) (article L. 542-10-1). Cette mise à jour concertée du « Plan directeur de l'exploitation » (45) s'effectue en parallèle des revues périodiques de réversibilité et des réexamens périodiques de sûreté (article L. 593-18 du code de l'environnement).

Du point de vue des incidences environnementales, la phase industrielle pilote n'entraîne pas d'impact spécifique ou supplémentaire par rapport à ceux de la phase de construction initiale et de 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'incidence environnementale distincte. Ses impacts sont traités par les évaluations d'impacts des phases de construction initiale et de fonctionnement (cf. Volume IV de la présente étude d'impact).

» PRINCIPAUX JALONS DECISIONNELS DE LA PHASE INDUSTRIELLE PILOTE

Le déroulement de la phase industrielle pilote proposée par l'Andra est marquée par quatre principaux jalons décisionnels :

- l'autorisation de création de l'installation nucléaire du centre de stockage Cigéo après laquelle la Phipil commence. Cette autorisation est délivrée par un décret du gouvernement après avis du Conseil d'État ;
- l'autorisation de mise en service, délivrée par l'ASN, qui autorise à recevoir des colis de déchets sur le centre de stockage et à les stocker ;
- la loi votée par le Parlement qui fixe les conditions de poursuite du stockage et modifie éventuellement les conditions de sa réversibilité ;
- l'autorisation de la phase suivante de l'exploitation du stockage, quelle que soit sa nature.

[14] Article 8 de la décision du 21 février 2020 de la ministre de la transition écologique et solidaire et du président de l'Autorité de sûreté nucléaire 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 (52) qui mentionne : « *Le PNGMDR précisera les conditions de mise en œuvre de la réversibilité du stockage, en particulier en matière de récupérabilité des colis, les jalons décisionnels du projet Cigéo ainsi que la gouvernance à mettre en œuvre afin de pouvoir réinterroger les choix effectués* ».

2.4.3 La réversibilité du stockage

2.4.3.1 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. Les installations d'un centre de stockage géologique profond 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 la génération actuelle, 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.

La génération actuelle 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.

2.4.3.2 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 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 (11) 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 profond 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.

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

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 ;
- la flexibilité du fonctionnement du centre de stockage qui correspond à a capacité de ce dernier, 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 ;
- l'adaptabilité des installations du centre de stockage 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. En fonction des volumes et des types de déchets concernés, leur stockage présenterait des enjeux techniques différents pour le centre de stockage Cigéo, allant de simples ajustements de sa conception et de son exploitation, jusqu'à des modifications notables de son architecture. 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.

Le centre de stockage Cigéo est conçu pour offrir des choix aux générations suivantes en matière de gestion des déchets radioactifs HA et MA VL et pour ne pas les enfermer par des choix de conception faits au lancement du projet.

Le stockage de déchets radioactifs en formation géologique profonde s'effectue « *dans le respect du principe de réversibilité*[15] ».

» LA RÉVERSIBILITÉ DANS LE GUIDE DE L'ASN N° 1 DE 2008

Le guide de sûreté de l'ASN de 2008 (27) relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde mentionne que :

- « *La réversibilité du stockage suppose des moyens d'exploitation adaptés, ainsi que des moyens de surveillance de l'installation* » ;
- « *Les dispositions prises pour assurer la réversibilité du stockage ne doivent pas compromettre la sûreté en exploitation et la sûreté après fermeture de l'installation de stockage* ».

[15] Selon l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement.

2.5 Les principaux travaux et leurs modalités d'exécution

2.5.1 Les travaux en phase d'aménagements préalables

2.5.1.1 Les travaux relatifs au centre de stockage Cigéo

Les travaux menés sur le périmètre du centre de stockage Cigéo pendant la phase d'aménagements préalables sont réalisés sur une période d'une durée de 5 à 7 ans.

Ces travaux ont pour objectif de préparer les terrains d'implantation du centre de stockage Cigéo en amont du démarrage des travaux de construction des bâtiments et ouvrages.

Les principaux travaux communs pour la zone descenderie et pour la zone puits consistent :

- à sécuriser les sites (mise en place de clôtures de sécurisation périphérique, des portails d'accès et des postes de garde) ;
- à viabiliser et organiser les sites pour pouvoir ensuite y installer les premières entreprises de construction, avec notamment :
  - ✓ la pose des réseaux internes (eau, électricité, télécoms) nécessaires aux installations de chantier et leur raccordement aux réseaux extérieurs ;
  - ✓ la réalisation des pistes provisoires de chantier ;
- à mettre en place les ouvrages de gestion des eaux, à savoir :
  - ✓ les bassins et ouvrages d'assainissement eaux pluviales durant les premières années des travaux avant la mise en fonctionnement des installations définitives ;
  - ✓ les ouvrages d'assainissement eaux usées des installations de chantier, dans l'attente de la mise en service des ouvrages définitifs prévus pour le fonctionnement du centre de stockage Cigéo ;
- à terrasser les plateformes d'accueil des utilités (eau, électricité, télécom), puis progressivement l'ensemble des zones de surface (zone descenderie, zone puits, liaison intersites, installation terminale embranchée) ;
- à construire certains ouvrages et installations supports de surface avec pour exemple :
  - ✓ sur les plateformes d'accueil des utilités, la déchetterie industrielle conventionnelle et les postes de transformation et de distribution 90/20 kV ;
  - ✓ sur la zone descenderie, le terminal ferroviaire de manière à permettre ensuite l'acheminer des matériaux, du matériel et des équipements divers par le rail ;
  - ✓ les parkings nécessaires aux premières périodes de la phase de construction initiale.

Au cours de cette phase, des campagnes d'investigations géotechniques sont menées.

En complément de ces travaux communs, les travaux menés spécifiquement sur la zone descenderie pendant la phase d'aménagements préalables comprennent également la réalisation de fouilles archéologiques.

En complément des travaux communs, les travaux menés spécifiquement sur la zone puits pendant la phase d'aménagements préalables comprennent également :

- la réalisation des diagnostics archéolcgiques et les éventuelles fouilles préventives en cas de découverte de vestiges d'intérêt ;
- les premières opérations de défrichement du bois Lejuc qui correspondent à la surface d'implantation des installations de surface de la zone puits et à la première zone de gestion des déblais du Callovo-Oxfordien excavé incluant :
  - ✓ le dessouchage puis le broyage des souches (stockage provisoire des broyats pour réutilisation ultérieure).
  - ✓ le défrichement de l'emprise boisée (abattage, ébranchage et débardage) ;

- la préparation de la première plateforme de gestion des déblais de Callovo-Oxfordien excavé, permettant de gérer les déblais issus du creusement de la phase de construction initiale (elle sera étendue ultérieurement en lien avec l'extension progressive de l'installation souterraine).

En termes de modalités de travaux :

- pour la zone descenderie et la zone puits, deux modes de terrassements principaux sont envisagés, après décapage au scrapper, à la pelle et par chargeuse ou trax de la terre végétale :
  - ✓ les franges superficielles (argiles et cailloutis calcaires) et les calcaires très fracturés, fracturés et sains sont extraits de manière traditionnelle, en pleine masse, à l'aide de pelles et camions dumper, chargés directement ou *via* une chargeuse sur pneus, ainsi que d'un bull (pour les talus) ;
  - ✓ les couches dures (calcaires) sont extraites à l'aide de pelles de forte puissance, en joignant un atelier complémentaire de ripage (fragmentation des gros blocs puis concassage) ou de minage (tirs de front de taille ou tirs de pré-découpage nécessitant l'utilisation d'explosifs) ;
- pour la zone descenderie :
  - ✓ une centrale de production des enrobés nécessaires pour imperméabiliser les voiries est installée dès les aménagements préalables ; elle est ensuite conservée jusqu'à la fin de la construction initiale.

Le criblage et concassage sont nécessaires avant mise en remblais des matériaux, afin de réduire les franges les plus grossières des matériaux extraits. Pour ce faire, dès le début des terrassements, des concasseurs mobiles sont installés (en zone descenderie et en zone puits) ; ils sont associés à des pelles et chargeuses à pneus, nécessaires à son fonctionnement).

Sur les emprises de travaux, des zones de stockage de matériaux sont prévus pendant la phase d'aménagements préalables ; les matériaux y sont transportés par dumpers après chargement à l'aide de pelles.

Les travaux menés lors de la phase d'aménagements préalables sur le centre de stockage Cigéo comprennent également la construction de la liaison intersites et l'installation terminale embranchée. Ils sont toutefois de moindre ampleur que ceux menés sur la zone descenderie et la zone puits.

Certains des travaux, commencés pendant la phase d'aménagements préalables, pourront le cas échéant se terminer durant la phase de construction initiale, en particulier des travaux de terrassement des plateformes.

Pour mener à bien ces opérations, des installations temporaires de chantier propres aux aménagements préalables sont mises en place.

2.5.1.2 Les travaux hors du centre de stockage Cigéo

D'autres travaux du projet global Cigéo sont menés pendant la phase d'aménagements préalables, en dehors des emprises du centre de stockage Cigéo.

Il s'agit des travaux relatifs à :

- l'opération alimentation électrique (cf. Chapitre 2.3.2.1 du présent résumé non technique), notamment :
  - ✓ travaux de création de pistes provisoires d'accès au pylône ;
  - ✓ travaux de sécurisation des structures métalliques des pylônes ;
  - ✓ travaux de sécurisation des fondations de certains pylônes ;
  - ✓ travaux de remplacement de support des pylônes ;
  - ✓ remplacement du câble de garde actuel par un câble de garde avec fibre optique incorporée ;
  - ✓ raccordement du poste 400 kV, créé pour le centre de stockage Cigéo, à la ligne 400 kV ;
  - ✓ construction du poste 400 kV, créé pour le centre de stockage, et de ses liaisons électriques enterrées ;
- l'opération adduction d'eau potable (cf. Chapitre 2.3.2.2 du présent résumé non technique) :
  - ✓ travaux d'adduction du syndicat d'Échenay ;
  - ✓ travaux d'adduction du Syndicat du Haut-Ornain ;
- l'opération mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 entre Nançois-Tronville et Gondrecourt-le-Château (cf. Chapitre 2.3.2.3 du présent résumé non technique) ;
- l'opération déviation de la route départementale D60/960 (cf. Chapitre 2.3.2.4 du présent résumé non technique).

Des travaux nécessaires aux activités de caractérisation de l'environnement, de surveillance environnementale et de suivi des mesures environnementales et notamment la réalisation de forages, mesures environnementales sur le milieu naturel, inventaires écologiques... pourront également être réalisés (cf. Chapitre 2.3.2.6 du présent volume de l'étude d'impact).

2.5.2 Les travaux en phase de construction initiale

2.5.2.1 Les travaux relatifs au centre de stockage Cigéo

Les travaux menés sur le périmètre du centre de stockage Cigéo pendant la phase de construction initiale sont réalisés sur une période d'une durée de 10 à 15 ans.

Les principaux travaux menés pendant cette phase consistent en la construction des ouvrages et bâtiments permettant la mise en service de l'installation nucléaire de base Cigéo (la réception des premiers colis de déchets radioactifs).

Ils comprennent la construction d'installations de surface et le creusement des premiers ouvrages souterrains.

Les principaux ouvrages construits et équipés pendant cette phase sont :

- l'installation de réception et de préparation des colis de déchets radioactifs de la zone descenderie (bâtiment nucléaire de surface EP1) et tous les autres bâtiments de surface liés au fonctionnement de l'installation nucléaire de base Cigéo ;
- les liaisons surface-fond (descenderies et puits) et les zones souterraines de soutien logistique ;
- les ouvrages souterrains du quartier pilote haute activité (HA) et les premiers ouvrages du quartier de stockage des colis de déchets moyenne activité à vie longue (MA-VL) ;
- l'ouvrage de protection contre les remontées de nappes phréatiques visant à protéger notamment le bâtiment nucléaire de surface EP1 et le terminal ferroviaire nucléaire des remontées de nappe souterraine.

Pour mener à bien ces opérations, des installations temporaires de chantier sont mises en place. Elles sont déployées suivant deux phases :

- la première phase regroupe la gestion des accès (parkings et voiries de dessertes), l'installation des bases vies (bureaux) et des premiers parcs matériels provisoires ;
- la seconde phase regroupe la mise en place des installations à caractère industriel (centrale à béton, concasseurs, centrales d'enrobage, zones de préfabrication d'éléments structurels, zones de maintenance, de stockage, d'entretien et de nettoyage des matériels ainsi que des moyens de levage, éclairages de chantier).

À la fin des chantiers, les surfaces accueillant les installations temporaires de chantier seront remises en état.

Comme les aménagements préalables, les travaux de construction initiale s'accompagnent d'investigations géotechniques.

Au stade de la présente actualisation de l'étude d'impact, les modalités d'exécution de ces travaux ne sont pas arrêtées car elles seront de la responsabilité des entreprises en charge, dans une dizaine d'année, de la réalisation des travaux.

2.5.3 Les travaux en phase de fonctionnement

Un programme de maintenance préventive (contrôles et essais périodiques adaptés) est mis en place afin de vérifier que les caractéristiques fonctionnelles attendues des ouvrages et équipements se maintiennent dans le temps. Un programme de jouvence (remplacement) est défini à des fréquences adaptées aux équipements et ouvrages afin d'anticiper leur vieillissement et/ou leur obsolescence.

Des travaux de déconstruction/construction éventuels de bâtiments et ouvrages de surface pourront être nécessaires, notamment :

- construction de l'ouvrage de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal (ETH) ;
- construction du bâtiment nucléaire de surface EP2 ;
- déconstructions/constructions de certains bâtiments et ouvrages de surface.

D'autre part, en phase de fonctionnement, des travaux d'extension des ouvrages souterrains sont réalisés :

- creusement d'alvéoles MA-VL supplémentaires ;
- creusement progressif du quartier de stockage HA.

Les travaux d'extension progressive de l'installation souterraine, par tranches successives, sont organisés en fonction des futurs besoins et de la délivrance des autorisations associées.

Le Callovo-Oxfordien excavé lors des creusements débutés en phase de construction initiale est géré au fur et à mesure des travaux de déploiement progressif de l'installation souterraine. Les modalités de gestion des matériaux excavés seront étendues à la phase de fonctionnement.

En phase de fonctionnement, le flux de verses inclut :

- les verses excavées, liées à la construction des blocs MA-VL et ouvrages de stockage HA, qui sortent pour être entreposées dans la zone de stockage des verses en zone puits *via* un convoyeur enterré de transfert de l'argilite excavee ;
- les verses de fermeture, utilisées pour la fermeture du quartier pilote HA puis la fermeture du quartier de stockage MA-VL, qui transitent par le convoyeur de plaine jusqu'à la zone descenderie puis la descenderie de service.

La surface totale des plateformes de la zone de verses et des plateformes pour l'entreposage des terres et la gestion des flux d'expédition, bassins de gestion des eaux compris, est d'environ 108 ha (Z1 et Z2). Le volume global de Callovo-Oxfordien déposé ou transitant sur ces plateformes correspond à environ 11 millions de m³.

Une troisième zone (Z3), d'environ 39 hectares, pourrait être envisagée pour les derniers travaux d'extension des ouvrages de stockage à l'horizon 2070-2080, au cas où la disponibilité des filières extérieures de valorisation serait remise en cause.

2.5.4 Les travaux en phase démantèlement et fermeture

L'étape de démantèlement a pour objet l'évacuation de toute substance dangereuse ou radioactive du site, la découpe et le démontage des équipements. Elle est suivie d'une étape de déconstruction des installations de surface, des voiries et réseaux, etc., qui ne sont pas nécessaires aux activités de surveillance ultérieures après fermeture et à la mémoire du site.

Les opérations de démantèlement comprennent principalement deux types d'activités :

- le démantèlement des équipements activés ou contaminés (équipements situés dans les zones à production possible de déchets nucléaires (ZppDN[16]) et la gestion des flux de déchets induits correspondants (collecte, mesures radiologiques, tri, traitement et conditionnement pour évacuation vers les exutoires appropriés) ;
- l'assainissement des structures en béton activées ou contaminées. Les objectifs de cette phase, pour chaque périmètre, sont l'assainissement final du périmètre concerné en vue du déclassement des locaux en zone non réglementée avec un zonage à déchets conventionnels et l'évacuation des déchets produits au cours des opérations d'assainissement.

Pour ce qui concerne la déconstruction des bâtiments de surface cela consiste à déconstruire :

- le génie civil et le second œuvre : les cuvelages de cellule, les hublots, les trappes métalliques, les portes blindées, les escaliers, les structures de soutien, les portes d'accès, les rails... ;
- les éventuels équipements de manutention maintenus pour les besoins de déconstruction ;
- les réseaux d'alimentation : les réseaux électriques, les réseaux fluides et utilités et, le cas échéant, les réseaux enterrés ;
- la ventilation nucléaire.

Les technologies associées à la démolition auront probablement évolué lorsque le démantèlement sera autorisé après la phase de fonctionnement.

Sont actuellement couramment utilisés pour des opérations de déconstruction, des pelles, des brises-roches hydrauliques, des marteaux piqueurs hydrauliques, des cisailles à béton, des grappins hydrauliques de démolition et de tri.

L'évaluation des incidences prend en compte l'évolution dans le temps du projet et ses différentes phases de *i.e.* 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'

[16] Les « zones à production possible de déchets nucléaires » (ZppDN) sont les zones où sont produits des déchets contaminés, activés ou susceptibles de l'être. Les déchets produits dans ces zones doivent faire l'objet d'une gestion spécifique et renforcée, dans des filières dédiées, autorisées à cet effet.

2.6 L'estimation des consommations de ressources et des émissions et résidus attendus

2.6.1 Les consommations de ressources

2.6.1.1 L'énergie

Les principales énergies utilisées pour le projet global Cigéo sont :

- les hydrocarbures en phase d'aménagements préalables avec une consommation de 1 000 à 4 000 m³/an pour le fonctionnement des engins ;
- l'énergie électrique pour le fonctionnement des équipements du centre de stockage (outils de creusement, funiculaires, outils de manutention, ventilateurs...) avec une consommation maximale estimée de l'ordre de 200 GWh/an et un besoin prévisionnel en puissance qui évolue lors des trois phases successives « aménagements préalables », « construction initiale » et « fonctionnement » avec :
  - ✓ un pic de puissance de l'ordre de 80 à 90 MVA pendant les phases d'aménagements préalables et de construction initiale ;
  - ✓ une puissance de l'ordre de 45 à 60 MVA pendant la phase de fonctionnement.

2.6.2 Les émissions et résidus attendus

2.6.2.1 Les terres et matériaux excavés

Environ 12,5 millions de mètres cubes de déblais sont générés pendant les phases d'aménagements préalables, de construction initiale et de fonctionnement du centre de stockage Cigéo. Pour ne pas avoir recours à l'importation de terres extérieures, la composition spatiale du centre de stockage Cigéo prend en compte le relief existant et une réutilisation maximale des terres excavées.

Les volumes de Callovo-Oxfordien extraits lors du creusement de l'installation souterraine représentent un volume de l'ordre de 11 millions de mètres cubes produits sur plus de 100 ans. 40 % environ seront réutilisés pour le remblayage de l'installation souterraine lors de sa fermeture définitive. Des solutions de réemploi sont recherchées pour les 60 % restants.

2.6.2.2 Les émissions atmosphériques

Les émissions atmosphériques en phase d'aménagements préalables sont principalement induites par les opérations de terrassements effectuées sur le centre de stockage Cigéo. Les polluants émis seront des poussières et des gaz de combustion (dioxyde d'azote, monoxyde de carbone hydrocarbures, notamment composés organiques volatiles...).

En phase de construction initiale, les terrassements sont terminés pour la plupart, les émissions sont alors principalement liées au trafic des engins de chantier, à la ventilation des liaisons surface fond en cours de réalisation.

En phase de fonctionnement, les sources d'émissions principales sont le trafic extérieur (liaison intersites et hors site) et les émissions issues des installations de surface et de l'installation souterraine, y compris des radionucléides (tritium, carbone 14 et krypton 85) sous forme gazeuse ou particulaire. Ces rejets sont très faibles et n'ont pas d'incidences sur l'environnement et la santé humaine

2.6.2.3 Les émissions liquides

Les effluents liquides conventionnels sont produits majoritairement par le centre de stockage Cigéo au sein du projet global Cigéo. Les besoins en eau potable en phase d'aménagements préalables et les effluents liquides produits par les autres opérations du projet global Cigéo sont très faibles en volume par rapport à ceux émis par le centre de stockage Cigéo.

Le centre de stockage Cigéo met en place dès la phase de construction initiale un traitement adapté à la nature des eaux considérées (eaux usées et des eaux industrielles de surface et en fond), puis leur recyclage. Ceci permet à la fois de réduire les consommations en eau potable du centre de stockage Cigéo et d'autre part d'assurer les besoins en eau non potable pour certains usages du centre de stockage Cigéo (irrigation, lavage d'engins, utilisation de tunnelier...). Le surplus est restitué au milieu naturel par l'intermédiaire de bassins quantitatifs qui assurent la régulation des débits rejetés de manière à assurer la non-aggravation des risques d'inondation en aval.

Le centre de stockage Cigéo est conçu pour ne rejeter aucun effluent liquides non conventionnels, c'est-à-dire qu'aucune eau produite dans certaines zones de l'installation nucléaire dites « zones à production possible de déchets nucléaires » n'est rejetée.,

2.6.2.4 Les émissions dans le sol et le sous-sol

Aucune émission liquide dans le sol et le sous-sol n'est attendue en fonctionnement normal des installations, considérant notamment qu'aucune infiltration des eaux et aucun épandage de boues n'est effectué dans le cadre du projet. Les émissions atmosphériques n'engendrent pas de dépôt de susceptible de polluer le sol ou le sous-sol.

Les seules émissions potentielles seraient liées à une pollution du sol en mode accidentel. Des mesures de prévention sont mises en œuvre notamment sur les chantiers et les zones de stockage de produits polluants pour éviter ce type d'émission, par exemple l'utilisation de cuves de rétentions, des cuves double enveloppe, des kits anti-pollution).

2.6.2.5 Les émissions pouvant affecter le cadre de vie

Le centre de stockage Cigéo et, dans une moindre mesure, les opérations des autres maîtres d'ouvrage sont à l'origine d'émissions de bruit, de vibrations, d'odeurs, de lumière et de champs électriques et électromagnétiques. Ces émissions sonores et les vibrations sont prépondérantes en phase de construction et notamment de construction initiale. Les émissions lumineuses sont moindres en phase d'aménagements préalables par rapport aux autres phases. Les riverains ne seront impactés que par les émissions lumineuses et sonores, ces dernières étant toutefois conformes aux seuils réglementaires pour les différentes opérations du projet global Cigéo.

Les ouvrages d'alimentation électrique 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 les champs électriques et magnétiques. Compte tenu de la profondeur de 500 mètres de l'installation fond du centre de stockage Cigéo et des sources de courant utilisées, 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.

2.6.2.6 Les rayonnements ionisants

Pour pouvoir être transportés sur la voie publique, les déchets radioactifs sont conditionnés (déchets solidifiés et éventuellement immobilisés sous une forme non dispersable) et placés dans un conteneur, puis disposés dans un emballage de transport, adapté à leur dangerosité et à leurs conditions de transport. Pour le projet global Cigéo, le transport ferroviaire est le moyen d'acheminement privilégié.

Compte tenu de la réglementation de transport de substances radioactives par voie publique, d'une fréquence moyenne d'environ six trains par mois, chaque train convoyant en moyenne sept emballages de transport l'exposition aux convois de transport est extrêmement faible et limitée dans le temps.

Lorsqu'un individu est situé à une distance de deux mètres du passage d'un train de 7 wagons chargés d'emballages de transport de déchets radioactifs à des vitesses de 30 ou 40 km/h, la dose équivalente reçue n'est plus que de 0,0002 mSv.

2.6.2.7 Les déchets

La quantité estimée de déchets conventionnels est de de l'ordre de plusieurs centaines de tonnes en aménagements préalables et 250 000 tonnes en construction initiale. La première phase de défrichement devrait engendrer de 20 000 m³ à 25 000 m³ de déchets de bois. En phase de fonctionnement, la production des différents types de déchets (hors déchets de jouvence et hors verses) est de l'ordre de 5 100 tonnes par an.

Il s'agit essentiellement de déchets inertes et dans une moindre mesure de déchets non dangereux et dangereux. La priorité est donnée à la valorisation et les filières locales de gestion des déchets sont privilégiées.

Des déchets radioactifs sont produits lors de la phase de fonctionnement du centre de stockage Cigéo. Il s'agit de déchets de très faible activité ou de faible et moyenne activité principalement à vie courte qui sont envoyés vers des filières autorisées. Les quantités ont été estimées au maximum à 40 tonnes par an de déchets solides très faible activité, une tonne par an de déchets solides faible ou moyenne activité principalement à vie courte et 0,15 m³ par jour de déchets liquides.

3

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

3.2	L'atmosphère	74
3.3	Le sol	79
3.4	Le sous-sol	84
3.5	Les eaux	89
3.6	La biodiversité et le milieu naturel	112
3.7	La population, l'emploi, les activités économiques et habitat	145
3.8	Les activités agricoles et sylvicoles	147
3.9	Les réseaux	150
3.10	Les déchets radioactifs et conventionnels	152
3.11	Les risques et la vulnérabilité à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs	154
3.12	Les infrastructures de transport	158
3.13	Le cadre de vie	163
3.14	Le paysage, le patrimoine culturel, le tourisme et les activités de plein air	169
3.15	La planification territoriale et aménagement du territoire (y compris urbanisme) – la compatibilité avec les documents de planification territoriales et mesures	175
3.16	Les interactions et incidences cumulées	177
3.17	Les meilleures techniques disponibles	181
3.18	Les incidences des opérations de démantèlement, fermeture et après fermeture	184
3.19	Les incidences sur la santé humaine	185
3.20	La nature et les modalités de suivi des mesures environnementales et de surveillance	192
3.21	L'estimation des dépenses liées aux mesures prises pour l'environnement	193
3.22	L'évolution de l'environnement en cas de mise en œuvre du projet et en son absence	193
3.23	La synthèse des incidences du projet global Cigéo sur l'environnement	194

3.1 Les méthodes

3.1.1 La méthode générale

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

- une synthèse de l'état initial ;
- 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 L'état initial

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 initial de l'environnement au stade des études 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.

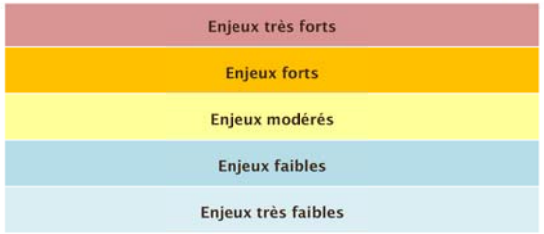
Cet enjeu est aussi dépendant de l'intérêt que porte la société aux différents facteurs de l'environnement du fait des avantages et ressources qu'elle en retire et des enjeux qu'elle lui attribue (changement climatique, biodiversité, santé...). L'enjeu environnemental du territoire ou du milieu est indépendant du projet. Sur un même territoire des zones présentant des niveaux d'enjeu différents peuvent être identifiés.

L'analyse de l'état initial 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 initial 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 initial est basé sur des connaissances et références 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 cinq niveaux, tels que présentés ci-dessous. Plus un facteur suscite un fort intérêt sociétal plus son enjeu est fort. 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.



3.1.1.2 Les 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'incidence 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 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 au chapitre 3.18 du présent document.

L'évaluation de l'incidence dépend des phénomènes impliqués en lien direct avec la nature des opérations considérées (émissions, occupation de sols...) ainsi que de leur ampleur, de leur durée et des enjeux des différents facteurs de l'environnement.

La caractérisation des niveaux d'incidence « très fort », « fort », « modéré », « faible », « très faible » ou « positif » sur les différents facteurs s'appuie sur les éléments d'appréciation présentés dans le tableau 3-1. Certains effets du projet, compte tenu des spécificités du milieu, peuvent avoir une incidence positive ou négative.

Les différents éléments d'appréciation des niveaux d'incidences sont synthétisés dans le tableau 3-1 et sont utilisés comme « fil conducteur » pour en apprécier le niveau.

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	Absence d'effet 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 Effet peu perceptible sur une faible zone géographique et sur une durée limitée ou ponctuelle
Modéré	Modification perceptible d'un facteur de l'environnement localisée ou limitée dans le temps Perturbation ou dégradation importante de facteurs à enjeu faible
Fort	Modification importante d'un facteur de l'environnement sur une période longue ou permanente Perturbation ou dégradation importante de facteurs à enjeu modéré à fort
Très fort	Modification très importante d'un facteur de l'environnement sur une période longue ou permanente Destruction d'un facteur de l'environnement présentant un enjeu fort ou dégradation d'un facteur de l'environnement présentant un enjeu très fort

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 cinq niveaux d'incidences négatives, il a été choisi, dans cette étude d'impact, de considérer que les trois niveaux négatifs les plus élevés (modéré, fort et très fort) 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, comme présenté sur la figure 3-1.

L'article L. 110-1 2 du code de l'environnement mentionne que le principe d'action préventive et de correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement « *doit viser un objectif d'absence de perte nette de biodiversité, voire tendre vers un gain de biodiversité* ». Ce principe est repris à l'article L. 163-1 du code de l'environnement qui précise que « *Les mesures de compensation des atteintes à la biodiversité visent un objectif d'absence de perte nette, voire de gain de biodiversité* ».

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 incidences.

Les **mesures de réduction** sont définies dès lors que des incidences 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.

La définition des **incidences résiduelles** a pour objectif d'identifier les incidences précises du projet global Cigéo qui n'ont pu être ni évitées, ni réduites ; elle précise le niveau d'incidence selon la grille d'évaluation du tableau 3-1, puis elle conclut sur les éventuels besoins de mesures de compensation.

Les **mesures de compensation** ont pour objet d'apporter une contrepartie, en fonction des objectifs règlementaires édictés pour chacun des facteurs, aux incidences résiduelles 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.

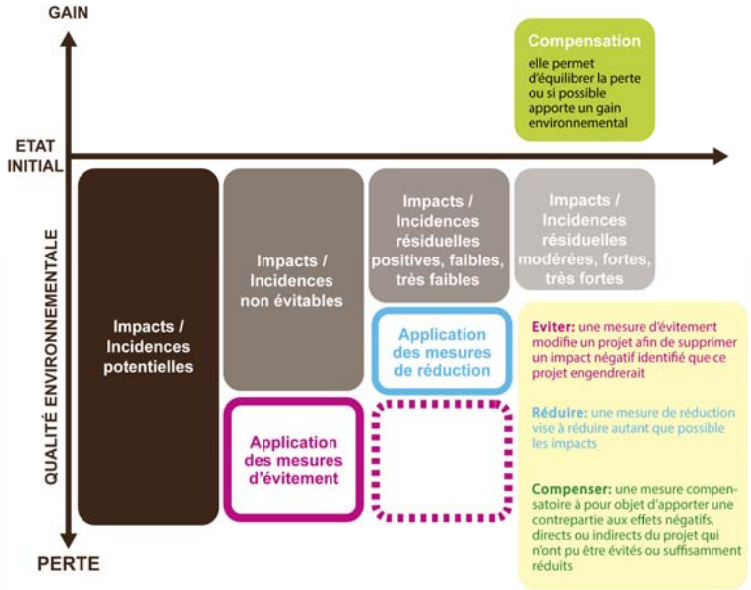


Figure 3-1 Démarche éviter-réduire-compenser

3.1.2 La définition des aires d'étude

La caractérisation de l'état initial de l'environnement, l'appréciation de son évolution probable en l'absence de projet et l'évaluation des incidences du projet sont réalisées au travers de différentes 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. L'aire d'étude est la zone de collecte d'informations permettant d'appréhender les éventuelles incidences notables. C'est en son sein qu'est précisé le positionnement de la zone susceptible d'être affectée par le projet.

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 permettant d'appréhender les effets directs d'emprises des ouvrages et installations du projet global Cigéo ainsi que par les perturbations majeures liées aux travaux et activités (cf. Figure 3-3).

  Par précaution, cette aire d'étude immédiate a été étendue jusqu'à 500 mètres de part et d'autre de la zone d'intervention potentielle du centre de stockage Cigéo et des 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 de 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 permettant d'appréhender 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'aire d'étude éloignée contient les aires d'étude rapprochée et immédiate.

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 incidences potentielles des différentes opérations du projet global Cigéo pour chaque facteur.

Une **aire d'étude spécifique** a également 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 présentées sur la figure 3-2 à la figure 3-6.

- **Milieu physique**

Afin de bien percevoir les interactions entre les différents facteurs de l'environnement qui influencent le milieu physique, ces facteurs ont été analysés dans les mêmes aires d'étude. Cependant pour intégrer les analyses élargies qui permettent la vérification des incertitudes relatives aux influences de projet global Cigéo sur le milieu aquatique, pour le facteur eau l'aire d'étude éloignée a été élargie vers le nord-ouest dans le présent dossier de demande de création (DAC) .

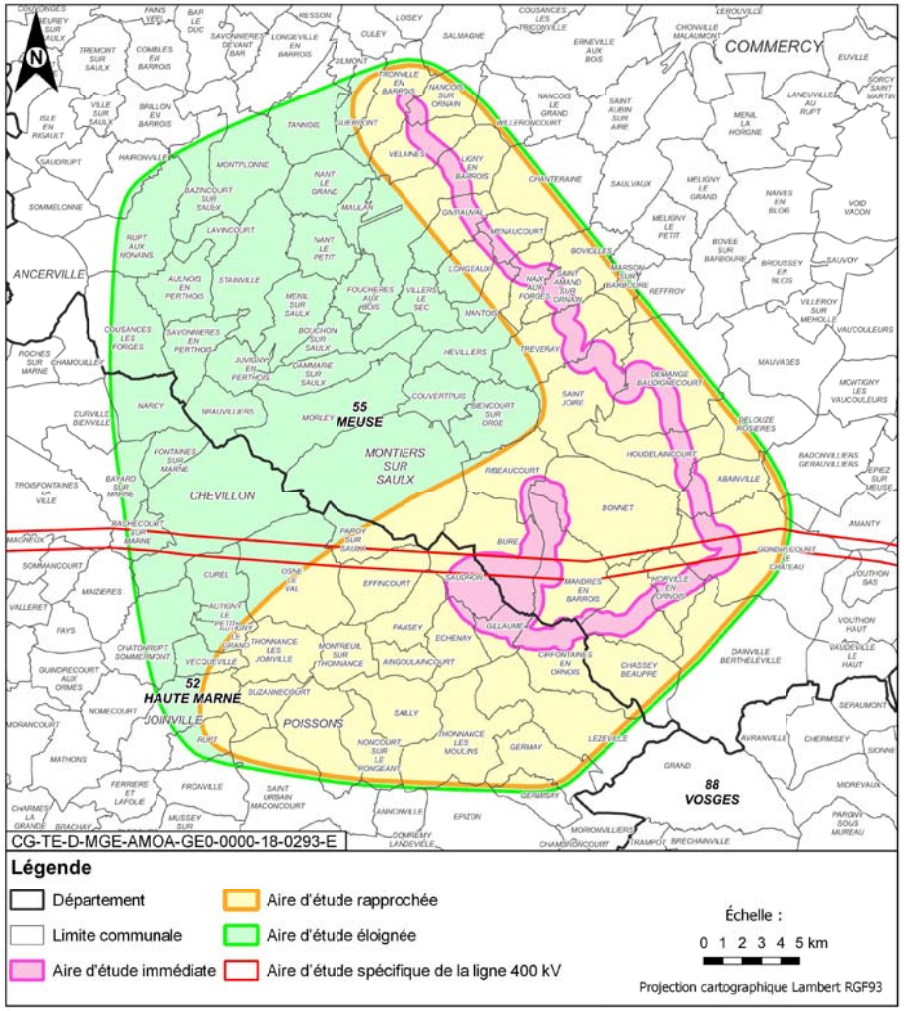


Figure 3-2 Aires d'étude du milieu physique (hors facteur eaux)

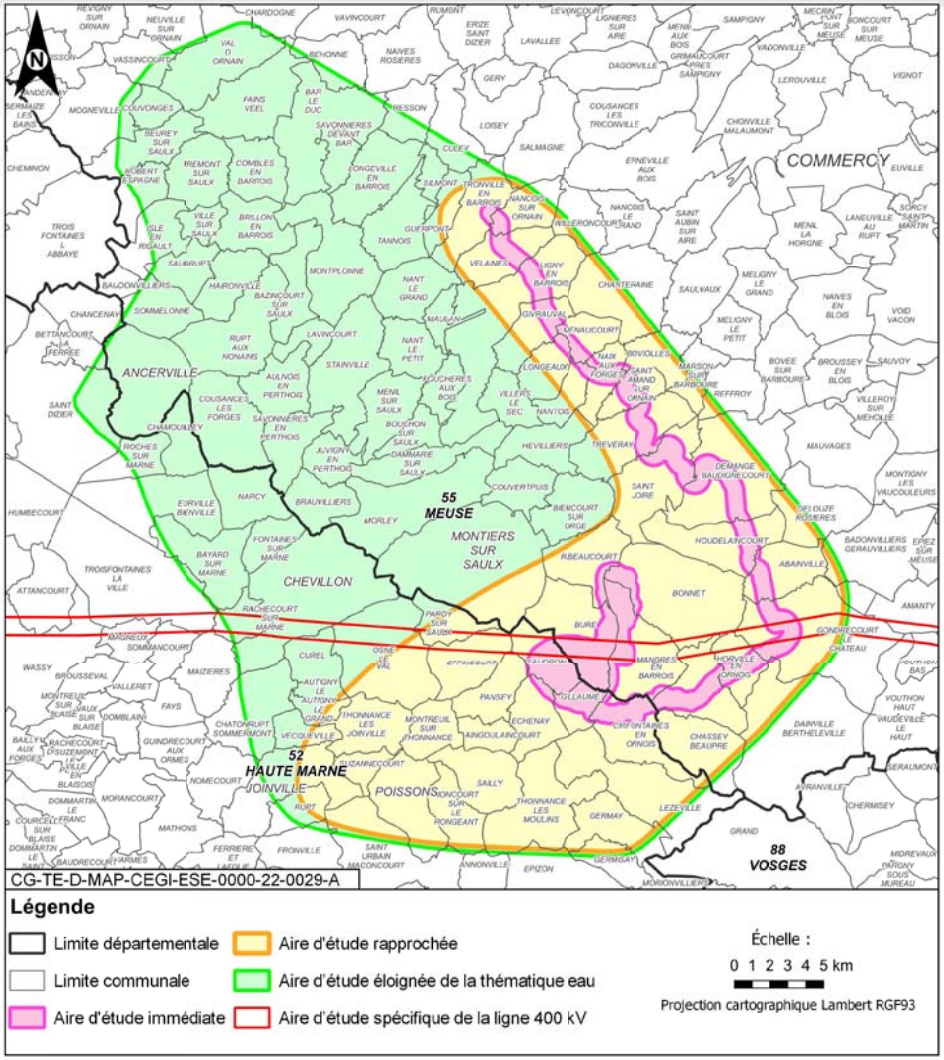


Figure 3-3 *Aires d'étude du facteur eaux*

- **Milieu naturel**

L'aire d'étude éloigné du milieu naturel est définie de manière à intégrer l'ensemble des effets potentiels du projet global Cigéo notamment sur les espèces à domaire vital important comme les oiseaux et les chauves-souris. La distance de 30 km est justifiée par les capacités maximales de déplacements quotidiens des individus entre leur gîte et leur zone de chasse Elle est axée sur la zone puits du centre de stockage Cigéo qui est la zone qui présente les incidences les plus fortes sur ces espèces.

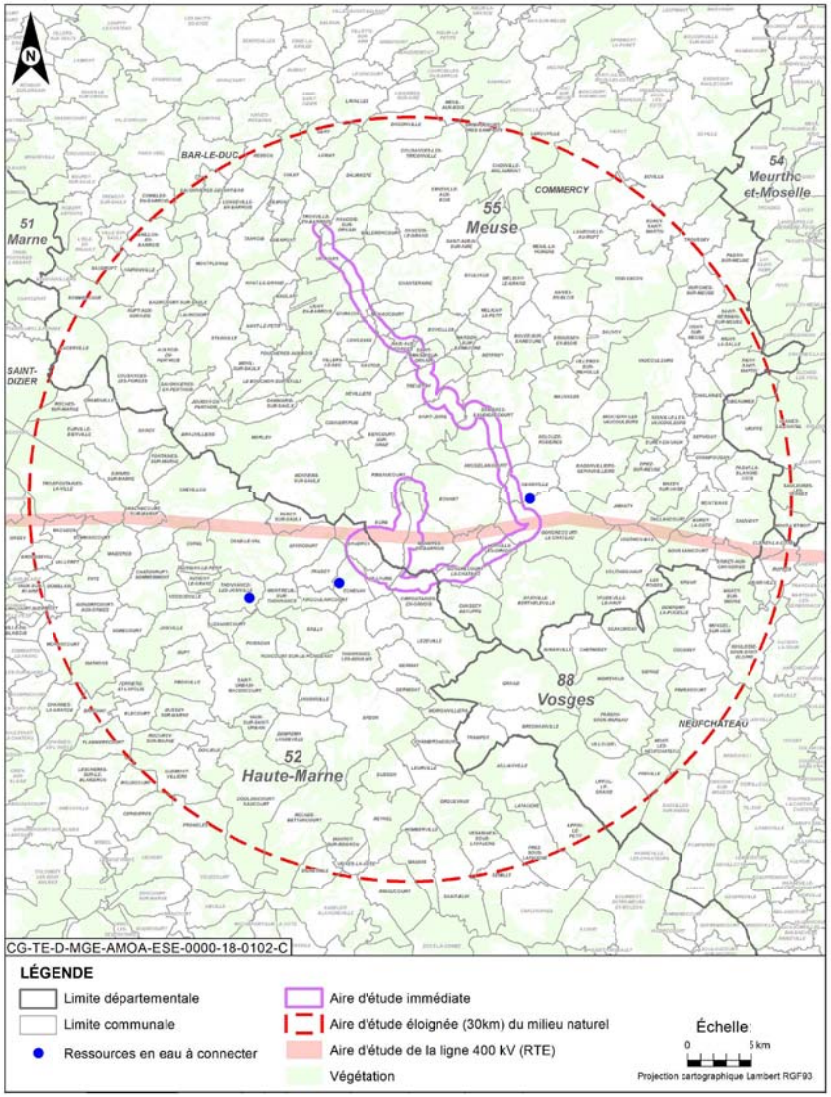


Figure 3-4 *Aires d'étude du milieu naturel*

- **Milieu humain**

Les aires d'étude des facteurs suivants qui participent à la description du milieu humain : population et socio-économie, réseaux, déchets radioactifs, déchets conventionnels, risques technologiques et sites et sols potentiellement pollués, infrastructures de transport, cadre de vie et planification territoriale. L'aire d'étude rapprochée pour les infrastructures de transport et le cadre de vie correspond à l'aire de modélisation du trafic routier. Les aires d'études rapprochées des facteurs population, emploi et activités économiques sont définies en considérant des statistiques nationales qui indiquent que 90 % des salariés effectuent un trajet de 50 km entre leur domicile et leur lieu de travail. Un zoom à 20 km est réalisé, correspond à 60 % des trajets entre le domicile et le lieu de travail au niveau national.

L'aire d'étude éloignée comprend la région Grand Est dans son ensemble. Étant donné l'ampleur du projet global Cigéo, des effets potentiels sur la population, l'emploi et les activités économiques sont envisageables à l'échelle de la Région Grand Est tout entière, notamment sur l'attractivité du territoire, la création et la structuration d'activités spécifiques (spécialisation des entreprises, création de pôles d'activité). L'Aire d'étude éloignée pour les infrastructures de transport est étendue aux parties nord et est de la France où sont effectuées les opérations d'expéditions et de transports des déchets radioactifs. Elle permet d'étudier les incidences liées au trafic généré par le transport des colis de déchets radioactifs depuis les différents sites d'expédition sur les infrastructures de transport concernées par l'acheminement (réseau ferré et routier).

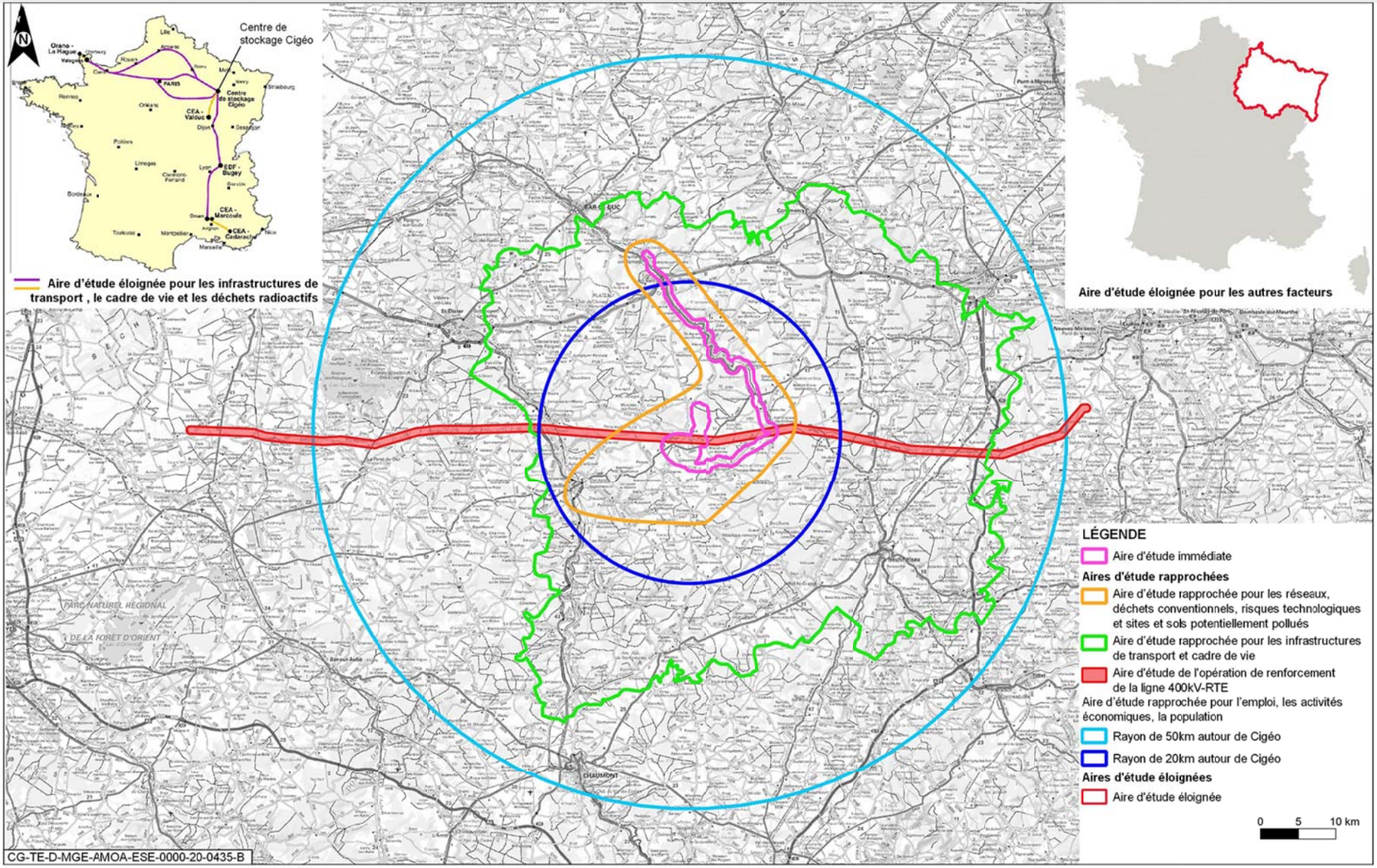


Figure 3-5 *Aires d'étude du milieu humain*

- **Activités agricoles et sylvicoles**

Les activités agricoles et sylvicoles sont étudiées sur une aire d'étude éloignée couvrant des départements de la Haute-Marne et de la Meuse car la profession agricole est structurée au niveau départemental.

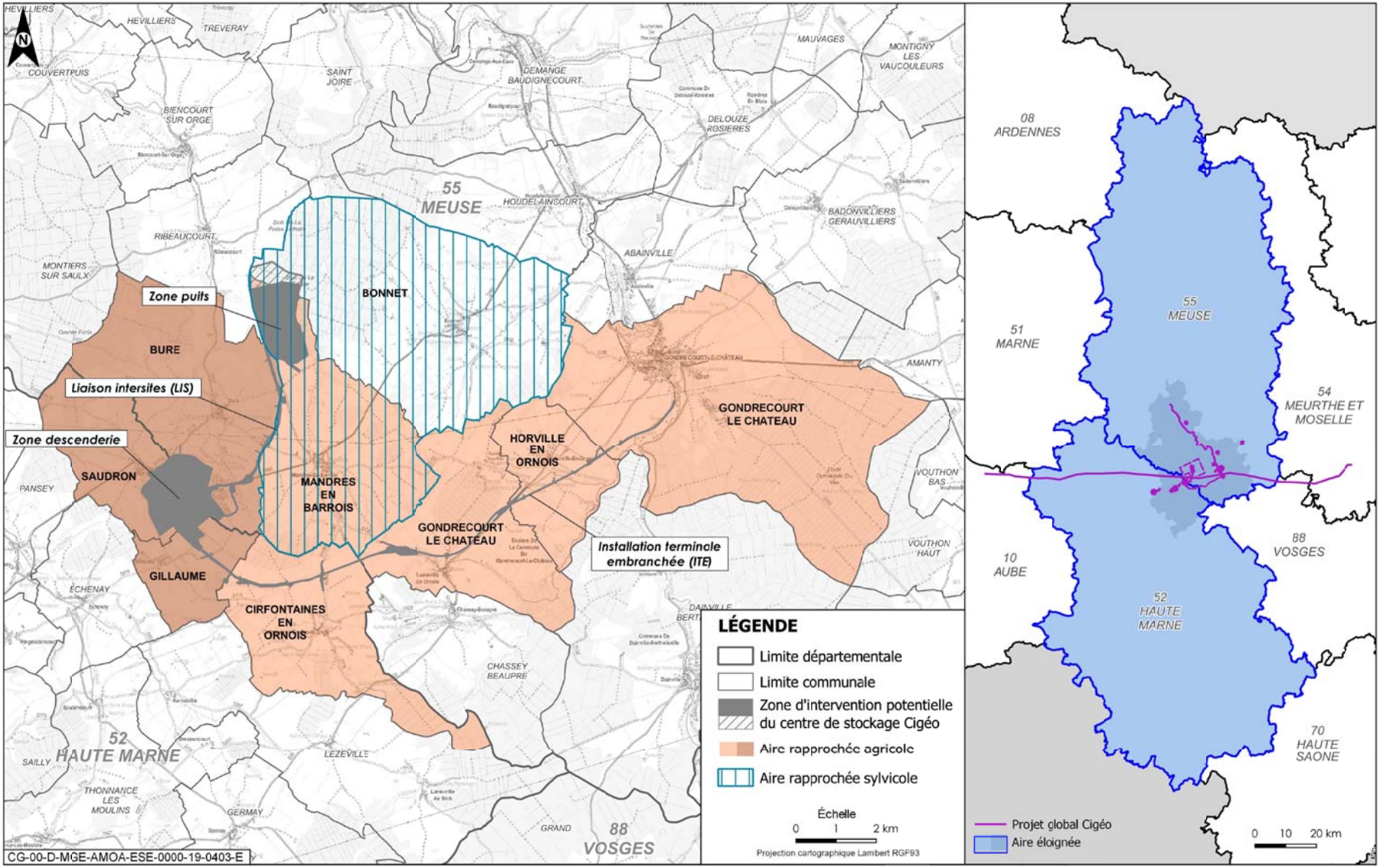


Figure 3-6 *Aires d'étude des activités agricoles et sylvicoles*

- **Paysage, patrimoine culturel, tourisme et activités de loisirs**

L'aire d'étude éloignée du facteur paysage et patrimoine intègre l'ensemble des départements concernée par le projet global Cigéo ce qui offre une vision large des unités paysagère dans lesquelles il s'intègre.

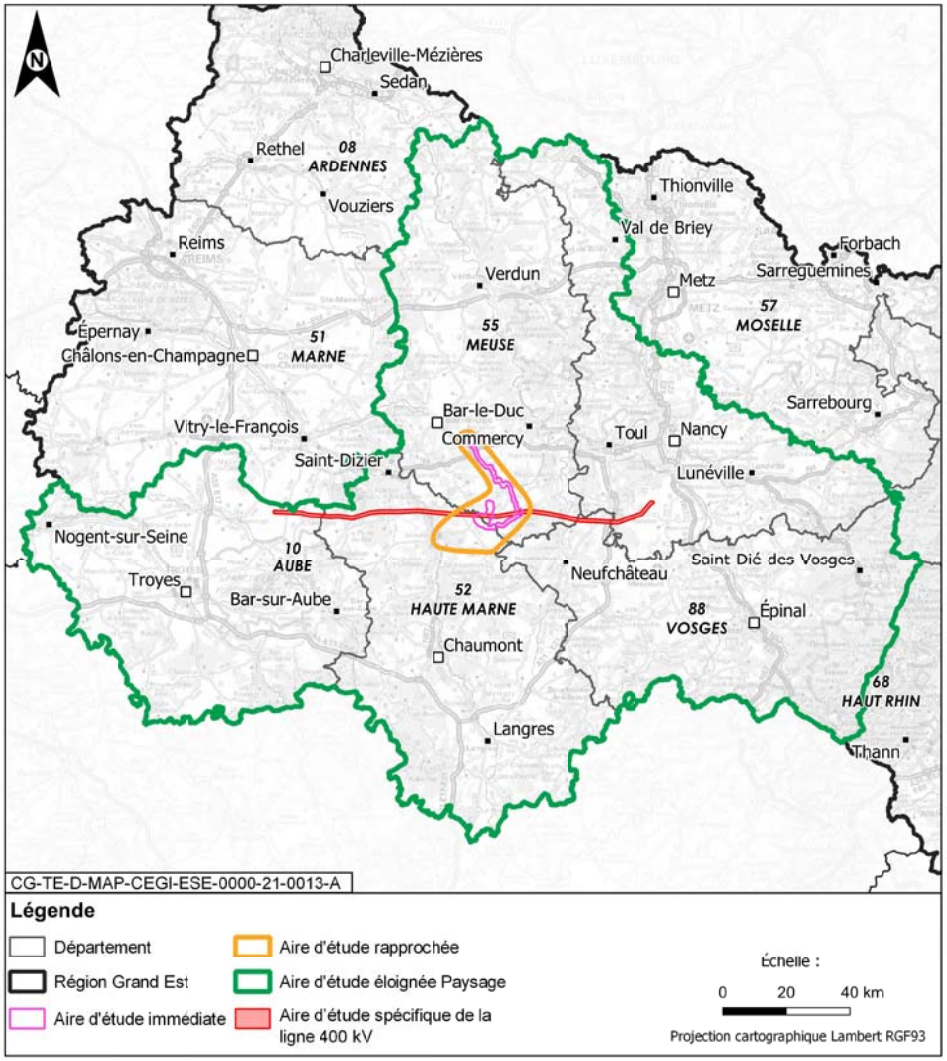


Figure 3-7 Aires d'étude du paysage

- **Interactions et services écosystémiques**

Les services écosystémiques sont étudiés dans l'aire d'étude éloignée du milieu naturelle où se jouent les interactions entre les milieux du territoire sur lequel s'insère le projet global Cigéo.

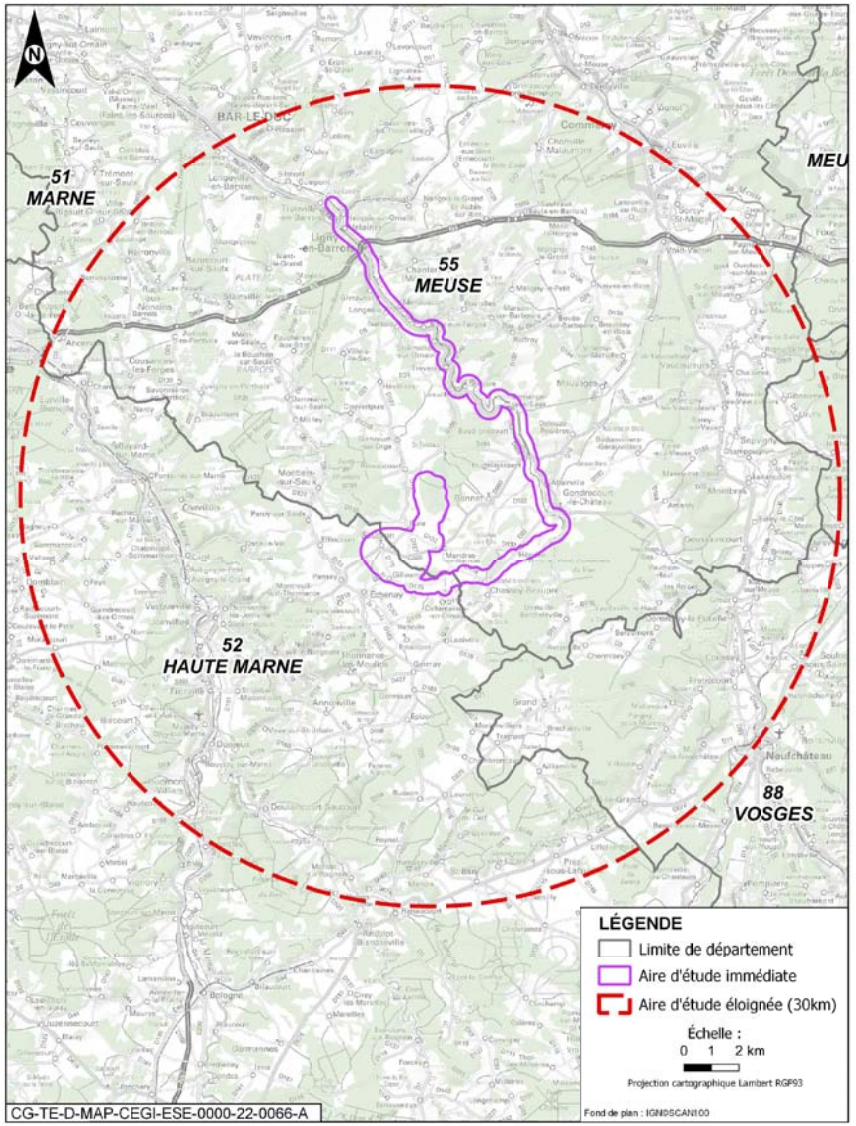


Figure 3-8 Aires d'étude pour les interactions

3.2 L'atmosphère

3.2.1 Les conditions météorologiques locales

3.2.1.1 L'état initial

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

La caractérisation du milieu atmosphérique s'appuie sur un programme sur le long terme, défini et mis en place par l'Andra, qui s'intègre dans les grands réseaux nationaux et internationaux.

La climatologie locale a été déterminée grâce aux relevés de trois stations météorologiques exploitées par Météo-France et présentes dans le voisinage du projet global Cigéo (cf. Figure 3-9) :

- la station météorologique de Saint-Dizier, située à 35 km du centre de stockage Cigéo ;
- la station atmosphérique d'Houdelaincourt (implantée par l'Andra) à environ 2,5 km de la ligne ferroviaire 027000, environ 10 km de la zone puits et environ 15 km de la zone descenderie ;
- la station météorologique de Cirfontaines-en-Ornois, installée à environ 7 km de la zone puits et 5 km au sud de la zone descenderie.

Lorsqu'elles sont disponibles, les données météorologiques sont étudiées sur la période 1980-2019.

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.

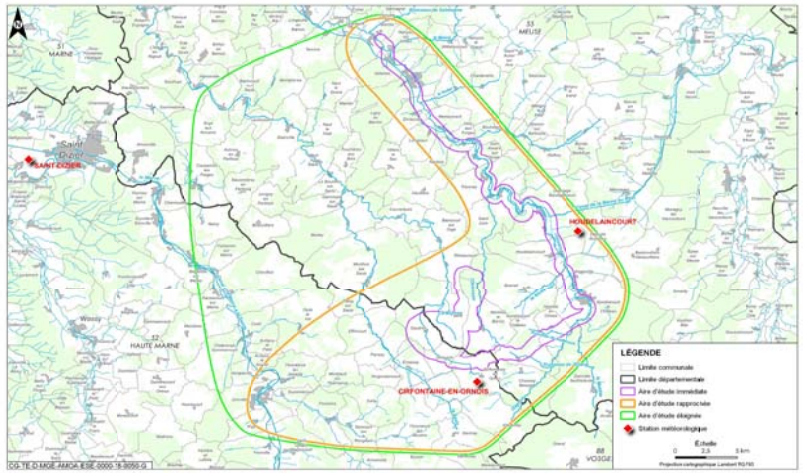


Figure 3-9 *Localisation des stations météorologiques d'Houdelaincourt, de Saint-Dizier et de Cirfontaines-en-Ornois*

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.

Le cumul annuel moyen des précipitations est de l'ordre de 850 mm. Les précipitations subissent de fortes variations interannuelles allant de 562 mm à 1 175 mm selon les observations faites sur les stations d'Houdelaincourt, Saint-Dizier et Cirfontaines-en-Ornois entre 1980 et 2019.

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) selon les observations faites sur la station de Saint-Dizier, entre 1981 et 2010.

Selon les observations faites sur la station de Saint Dizier entre 1980 et 2019, la température moyenne annuelle est 11,3 °C. L'amplitude thermique annuelle moyenne est de 16,6 °C. Les températures extrêmes sont de -22,5 °C en 1956 à +41,4 °C en 2019.

Selon les observations faites sur la station de Houdelaincourt entre 2012 et 2019, les vents sont essentiellement du sud-ouest, avec quelques périodes de vent d'est à nord-est. La vitesse moyenne des vents est de 3,9 m/s, soit 13,9 km/h, avec une dominance des vents modérés compris entre 3 m/s et 6 m/s.

Des rafales ont atteint une vitesse mesurée de 44 m/s (160 km/h) à la station de Saint-Dizier, lors de la tempête de décembre 1999.

L'humidité relative moyenne est de 78,1 %, selon les relevés de la station de Saint-Dizier entre 1980 et 2019.

La durée d'ensoleillement annuelle moyenne est de 1 727 h à Saint-Dizier, selon les données récoltées entre 1981 et 2019, et de 1 797,1 h à Houdelaincourt selon les données collectées entre 2012 et 2019.

» ÉVAPOTRANSPIRATION

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 millimètres (mm). Elle sert notamment à connaître 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.

L'évapotranspiration potentielle annuelle est de 774 mm/an correspondant à une évapotranspiration potentielle de 2,1 mm par jour, selon les relevés de la station de Saint-Dizier entre 1980 et 2019.

3.2.1.2 Les incidences et mesures associées

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

Plusieurs mesures mises en place dès la phase d'aménagements préalables pour d'autres facteurs ont l'avantage de favoriser le maintien des conditions météorologiques locales. Il s'agit par exemple des mesures liées à la gestion des eaux ou au maintien de la biodiversité qui réduisent aussi le phénomène d'ilot de chaleur : limitation des surfaces imperméabilisées, végétalisation des espaces extérieurs et des toitures, création de bassins de rétention, possibilité de recours aux matériaux alternatifs.

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

Incidence résiduelle très faible du projet global Cigéo sur les conditions météorologiques locales

3.2.2 Les risques météorologiques et le changement climatique

3.2.2.1 L'état initial

Enjeux

Plusieurs risques météorologiques majeurs sont identifiés sur l'aire d'étude éloignée.

Les effets du changement climatique peuvent aggraver les situations de risques appliquées au projet global Cigéo, notamment par l'augmentation des températures de fonctionnement des équipements, l'augmentation du risque incendie et la survenue de précipitations extrêmes.

Enjeu faible

Les risques météorologiques répertoriés sur l'aire d'étude éloignée sont les tempêtes, les orages et les phénomènes associés, les fortes pluies, les chutes de neige et le verglas, les périodes de grand froid, les canicules et les périodes de sécheresse.

Les projections sur l'évolution du climat à un horizon proche (2021-2050) et à un horizon lointain (2050-2100) indiquent que la France pourrait notamment subir une accentuation de la hausse des températures moyennes, de l'augmentation du nombre de jours de vague de chaleur en été (en particulier dans les régions du sud-est), de la diminution du nombre de jours anormalement froids en hiver sur l'ensemble de la France métropolitaine (en particulier dans les régions du quart nord-est).

Les incidences sur la vulnérabilité aux risques météorologiques et au changement climatique et mesures associées

Le projet n'est pas de nature à modifier les risques météorologiques existants.

L'incidence potentielle du projet global Cigéo est considérée comme notable vis-à-vis de la vulnérabilité aux risques météorologiques, ainsi qu'à l'aggravation de ces risques liée au changement climatique.

La conception du projet global Cigéo intègre la prise en compte des risques météorologiques extrêmes et leur aggravation du fait du changement climatique : tempêtes, canicules, grands froid, fortes précipitations et foudre.

Les installations nucléaires et les équipements importants pour leur protection sont conçus pour fonctionner sur des plages de température très larges :

- de -15 °C à +35 °C en continu ;
- de -20 °C à +42 °C pendant sept jours consécutifs ;
- de -25 °C à +47 °C pendant 12 heures consécutives.

La forte inertie des ouvrages en béton armé, dont une partie est enterrée, fait qu'ils sont peu sensibles à ces températures extrêmes.

Des dispositifs de protection des installations sensibles sont prévues vis-à-vis des feux de forêt. L'anticipation du réchauffement climatique est également prise en compte par le choix d'essences résistantes à la sécheresse, pour la végétalisation du site et dans le cadre de la compensation.

Concernant le risque lié aux fortes précipitations, les bassins de collecte des eaux pluviales sont dimensionnés avec des marges de sûreté de façon à collecter les eaux pluviales lors d'évènements pluvieux extrêmes au-delà des évènements historiques et pour des périodes de retour centennales.

Ces mesures permettent de garantir que le projet n'est pas vulnérable aux risques météorologiques actuels et à venir. Les incidences du projet global Cigéo qui résultent de la survenue de ces évènements sont donc très faibles. Le détail des mesures est présenté au chapitre 2.2 du volume IV de la présente étude d'impact.

Vulnérabilité très faible du projet global Cigéo aux risques météorologiques et à l'aggravation de ces risques du fait du changement climatique

3.2.3 L'énergie et les gaz à effet de serre

3.2.3.1 L'état initial

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. Dans l'aire d'étude rapprochée, les ressources d'énergies renouvelables sont essentiellement la forêt, les gisements de méthane issus de l'agriculture et la récupération de l'énergie des industries locales. Le territoire importe des énergies fossiles pour couvrir ses besoins énergétiques liés notamment aux déplacements routiers. La forêt présente une capacité modérée de séquestration du carbone.

Enjeu modéré

3.2.3.1.1 Le profil énergétique

Le profil énergétique est établi d'après les données ATMO Grand Est en 2020 pour l'année 2018 (53).

Le Pays Barrois se caractérise par une consommation importante d'énergie notamment pour le secteur résidentiel et les transports. Il importe les énergies fossiles nécessaires aux déplacements automobiles.

Les productions d'électricité éolienne et de la filière bois-énergie du Pays Barrois sont les principales sources d'énergie du territoire. La consommation d'électricité est supérieure à celle produite sur le Pays Barrois : cette production couvre 87 % des besoins en électricité du territoire. Des apports extérieurs d'électricité viennent compléter l'irrégularité de la production éolienne.

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

3.2.3.1.2 Le potentiel en énergies renouvelables

La description du potentiel en énergies renouvelables s'appuie sur les bilans 2018 et 2019 des chiffres clés des énergies renouvelables en région Grand Est.

» ÉNERGIES RENOUVELABLES

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).

L'énergie éolienne constitue 98 % de la production totale d'électricité du Pays Barrois. Des zones potentielles de développement éolien dans le Pays Barrois sont présentes 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.

3.2.3.1.3 Les émissions de gaz à effets de serre

» GAZ À EFFETS DE SERRE

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.

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

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

3.2.3.1.4 La séquestration carbone

» SÉQUESTRATION CARBONE

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 quatre 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 (54)).

La séquestration carbone a été traitée à partir :

- des données de l'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques (EFESE) du Commissariat général au développement durable (rapport national intitulé « La séquestration du carbone par les écosystèmes en France » (55)) ;
- des données du Réseau de mesure de la qualité des sols national (GIS SOL, 2011 (56)) et des données des Référentiels pédologiques régionaux de la Lorraine, de la Haute-Marne et de la Marne (57-59) ;
- des données du Corine Land Cover (2018) relatives à l'occupation des sols (60).

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.

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 et immédiate 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 le 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 des espaces boisés en fond de vallée.

Sur l'aire d'étude immédiate, plus de la moitié de la surface présente une capacité de séquestration carbone nulle et environ un quart de la surface une capacité de séquestration modérée. Environ 1 % de la surface dispose d'une capacité de séquestration carbone très forte, correspondant à des espaces boisés en fond de vallée. Les surfaces à forte et à faible capacités de séquestration représentent chacune moins de 10 %.

La figure 3-10 présente la capacité de séquestration carbone dans l'aire d'étude éloignée.

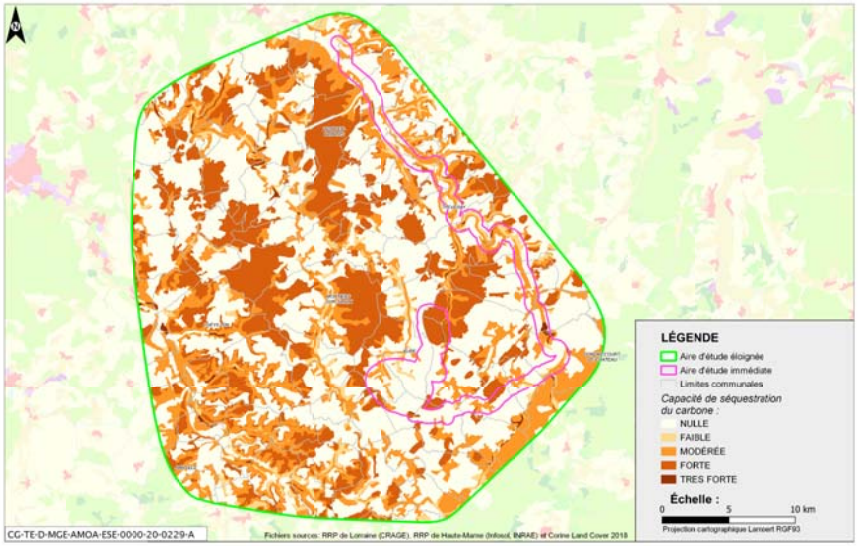


Figure 3-10 *Carte de la capacité de séquestration carbone dans l'aire d'étude éloignée du milieu physique*

3.2.3.2 Les incidences et mesures associées

Dès la phase d'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 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. Enfin, l'amélioration continue du bilan carbone au cours des prochaines phases de conception et durant son fonctionnement permettra au projet global Cigéo de bénéficier des évolutions technologiques qui seront mise en place dans le contexte d'une économie globalement décarbonée porté par la stratégie nationale bas 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.

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 séculaire). Cela équivaut à environ 6 700 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, la part du projet global Cigéo représentant 4 % à 9 % de celles-ci.

Incidence résiduelle faible du projet global Cigéo sur les gaz à effet de serre

3.2.4 La qualité de l'air

3.2.4.1 Les paramètres conventionnels

» POLLUANTS ET PARAMÈTRES CONVENTIONNELS

Le terme **polluant** désigne toute substance présente dans l'air ambiant et pouvant avoir des effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble. Les normes de qualité de l'air, déterminées selon des méthodes définies par arrêté du ministre chargé de l'environnement, sont établies par polluant.

Les **paramètres conventionnels** correspondent aux composés chimiques

3.2.4.1.1 L'état initial

Enjeux

La qualité de l'air sur l'aire d'étude dans laquelle s'implante le projet global Cigéo est bonne en raison de son caractère rural peu urbanisé et industrialisé. De plus, les conditions météorologiques sont favorables à une bonne dispersion atmosphérique des polluants.

Enjeu fort

La définition de la qualité de l'air a été déterminée à l'échelle régionale à partir des données des stations du réseau régional ATMO Grand Est (54) et à l'échelle locale à partir des relevés effectués sur 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 ATMO Grand Est.

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 significatifs sur la santé et l'environnement.

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 en suspension de diamètre inférieur à 10 µm et à 2,5 µm (respectivement 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).

La figure 3-11 localise les points de mesure de la qualité de l'air.

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 (dioxyde de soufre SO_2, oxyde d'azote NO_x, monoxyde de carbone CO, benzène, benzo(a)pyrène, particules PM_{10} et $PM_{2,5}$ et éléments traces métalliques) mesurées à la station atmosphérique d'Houdelaincourt respectent à la fois les valeurs limites et quasiment tous les objectifs de qualité indiqués dans la règlementation à l'exception de l'ozone (dépassements observés au niveau régional et national) et des particules $PM_{2,5}$ (uniquement lors de conditions météorologiques particulièrement défavorables).

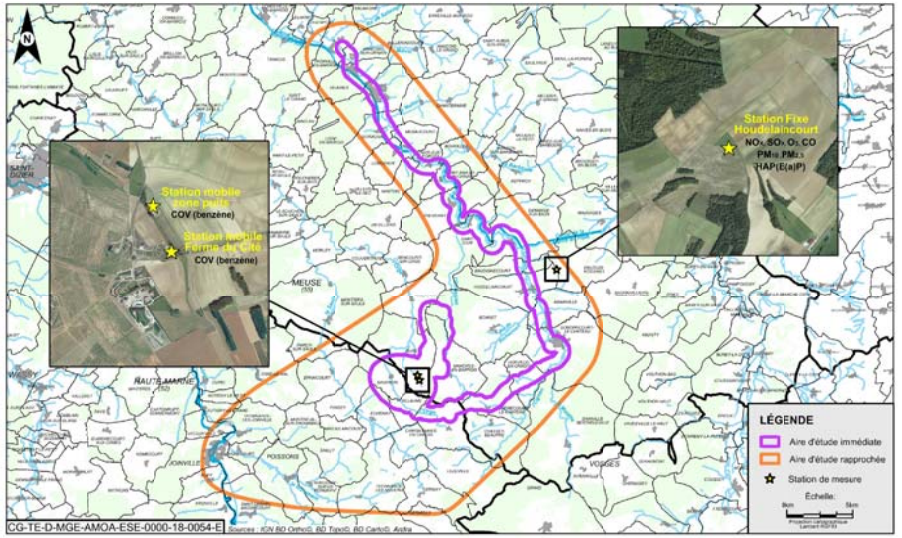


Figure 3-11 Localisation des points de mesures de la qualité de l'air

3.2.4.1.2 Les incidences et mesures associées

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™ (61) Version 1.8. La figure 3-12 présente la démarche mise en œuvre par le logiciel.

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 (62) ; Aria Technologies, 2009 (61)).

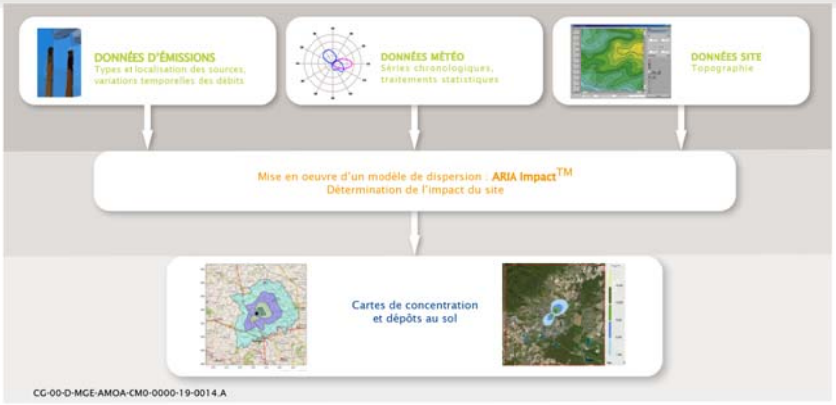


Figure 3-12 Démarche mise en œuvre par le logiciel ARIA Impact™

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. La phase de fonctionnement comprend quant à elle, la circulation de véhicules et d'engins, le stockage de matériaux, et l'activité des installations tels que les postes électriques, les chaufferies, la ventilation des installations souterraines et bâtiments nucléaires.

Ces activités sont émettrices de substances 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'enrobés ;
- le dioxyde d'azote (NO_x) ;
- le monoxyde de carbone (CO),à l'échappement des véhicules et très ponctuellement à l'utilisation de la centrale d'enrobés ;
- et pour finir de dioxyde de soufre (SO_x),*via* l'utilisation très ponctuelle d'explosifs pour les terrassements, ou de la centrale d'enrobés.

Les particules ou poussières en suspension sont 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 0,0025 mm.

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 puits 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, sont mises en œuvre : 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 sur les voiries et la limitation de la vitesse de circulation des véhicules, etc.

Le détail des mesures est présenté au chapitre 2.4 du volume IV de la présente étude d'impact. L'ensemble de ces mesures permet de réduire les quantités de substances chimiques émises par le projet global Cigéo.

Les modélisations de dispersions atmosphériques mettent en évidence, en dehors des limites des installations du centre de stockage Cigéo, en zone agricole non habitée, des dépassements ponctuels des normes de qualité de l'air indiquées dans l'article R. 221-1 du code de l'environnement, pour certaines substances. En effet en phase de construction initiale, les concentrations en PM_{10} et en benzène atteignent localement l'objectif de qualité tout en restant nettement inférieures à la valeur limite. Concernant les poussières $PM_{2,5}$, la pollution de fond est supérieure à l'objectif de qualité ce qui induit inévitablement un dépassement de cet objectif sur tout le domaine d'étude, et la valeur limite de $PM_{2,5}$ est dépassée en périphérie de la zone puits, au niveau de la Zone ZNIEFF et dans des zones agricoles non habitées. En phase de fonctionnement, les poussières $PM_{2,5}$ sont la seule substance dépassant localement l'objectif de qualité, tout en respectant la valeur limite. Ainsi, les concentrations restent inférieures aux valeurs limites. L'impact est donc faible.

Incidence résiduelle faible des émissions de substances conventionnelles du projet global Cigéo sur la qualité de l'air

3.2.4.2 Les paramètres radiologiques

3.2.4.2.1 L'état initial

Enjeux

La qualité de l'air sur l'aire d'étude dans laquelle s'implante le projet global Cigéo est bonne en raison de son caractère rural peu urbanisé et industrialisé. De plus, les conditions météorologiques sont favorables à une bonne dispersion atmosphérique des polluants.

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

Enjeu fort

Plusieurs campagnes de prélèvements ont été réalisées pour établir le bruit de fond radiologique. La principale campagne a été réalisée entre 2009 et 2013 par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Les résultats du suivi annuel radiologique du Laboratoire souterrain ont également été utilisés.

L'état initial radiologique complet réalisé par l'Andra (réalisé 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 (63) : à titre d'exemples, les niveaux moyens de tritium (^{3}H), de carbone 14 (^{14}C) et de césium 137 (^{137}Cs) mesurés dans l'air sont respectivement de 5 000, 76 000 et 0,09 µBq/m³, pour des moyennes de bruit de fond nationales respectives de 5 000, 75 000 et 0,1 µBq/m³.

3.2.4.2.2 Les incidences et mesures associées

L'évaluation de la dispersion des rejets radioactifs dans l'air, et les dépôts dans l'environnement associés, est réalisée par modélisation (module Gascon de la plateforme CERES (64)).

Le projet global Cigéo vient s'insérer dans un environnement rural et à l'écart des activités nucléaires.

Le transfert et le stockage des colis de déchets radioactifs au sein du périmètre de l'installation nucléaire de base pendant la phase de fonctionnement sont à l'origine de rejets de gaz radioactifs tels que le tritium (^{3}H), le carbone 14 (^{14}C), le krypton 85 (^{85}Kr) et d'aérosols radioactifs, émetteurs alpha et bêta. Ces rejets sont très faibles.

Les rejets de l'installation souterraine représentent la source majoritaire de plusieurs ordres de grandeur. Les rejets de l'installation nucléaire de surface, localisée sur la zone descenderie, sont négligeables devant ceux de la cheminée de l'installation souterraine.

Les systèmes de ventilation nucléaires sont équipés de filtres à très haute efficacité retenant 99.9% des aérosols au minimum. La hauteur des émissaires de rejet sont suffisantes pour assurer la bonne diffusion des rejets gazeux.

Une mesure de la dose ambiante dans les zones contenant des colis de déchets radioactifs est assurée en permanence par des balises atmosphériques de radioprotection couplées avec des alarmes (visuelle, sonore) permettant de prévenir d'une situation anormale.

Les modélisations de dispersion atmosphérique effectuées montrent que les concentrations maximales dans l'air liées à ces rejets de gaz et d'aérosols radioactifs, situées à quelques centaines de mètres de l'émissaire de la zone puits et en dehors des zones habitées, sont très faibles. Elles diminuent significativement avec la distance.

Incidence résiduelle très faible des rejets radioactifs du projet global Cigéo sur la qualité de l'air

3.2.5 La 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 émissions anthropiques 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.

Ces objectifs de réduction des émissions de gaz à effets de serre et d'autres polluants atmosphériques, ont été intégrés à la conception du projet global Cigéo, et ont également vocation à être pris en compte lors de sa construction et pendant son fonctionnement.

3.3 Le sol

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

- le centre de stockage Cigéo 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 polluants à la surface du sol.

3.3.1 L'occupation des sols

3.3.1.1 L'état initial

Enjeux

Les sols sont occupés principalement par des cultures et des forêts.

Enjeu modéré

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 constitués de villages et de quelques zones industrielles ou carrières présentes ponctuellement dans ce territoire rural.

L'occupation des sols au sein de l'aire d'étude éloignée est présentée sur la figure 3-13.

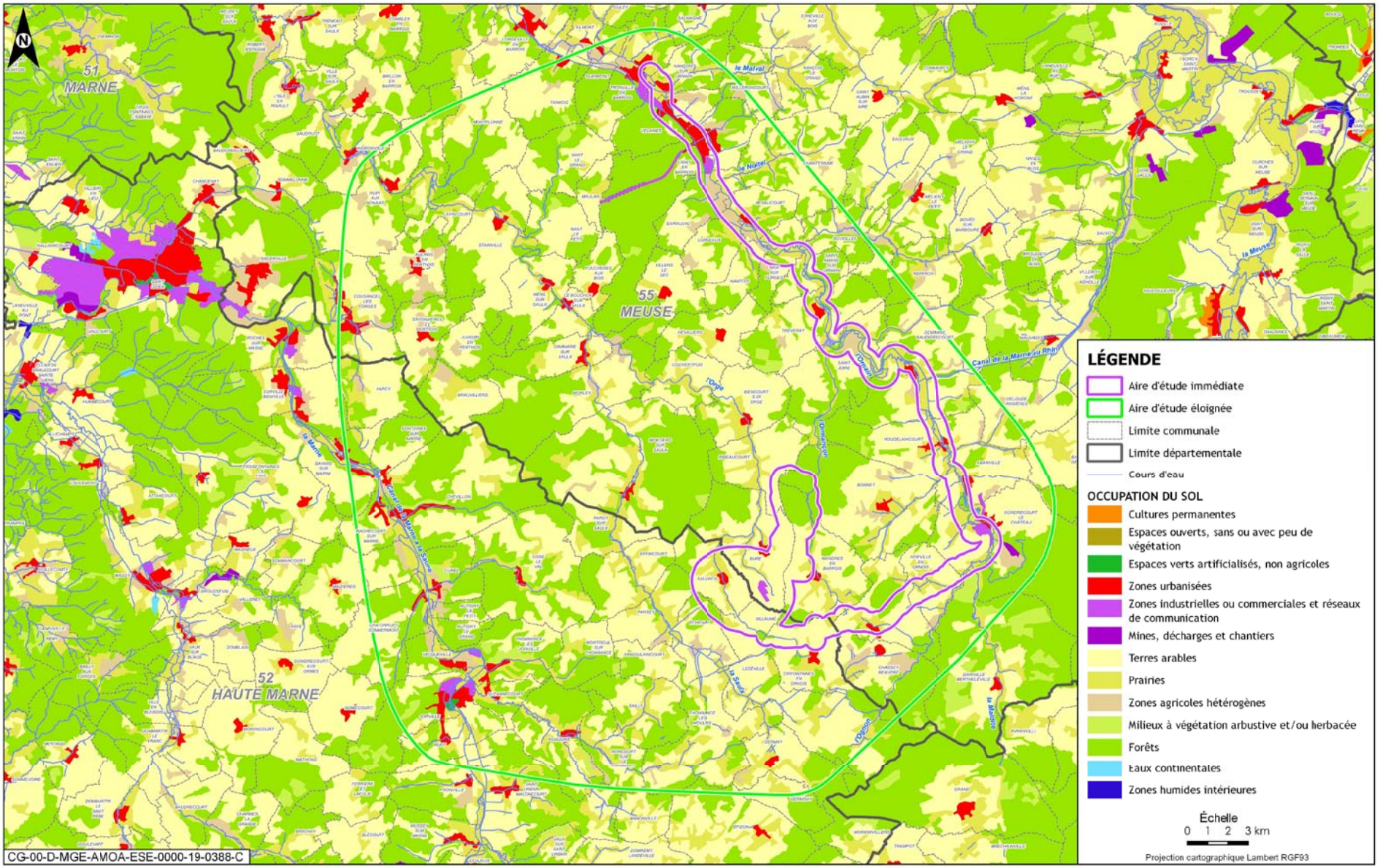


Figure 3-13 *Occupation du sol (Corine Land Cover, 2018 (60))*

3.3.1.2 Les incidences sur l'occupation des sols et mesures associées

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 Cigéo, 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 ha 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 ha 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.

Les choix de l'Andra intervenus en amont permettent d'éviter une surconsommation de terres agricoles ou d'espaces naturels tout en garantissant les surfaces nécessaires au bon déroulement du projet :

- en réutilisant des installations ferrées existantes : 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 ;
- en évitant ce créer des pistes nouvelles sous la ligne électrique 400 kV.

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

- 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 côte à côte des voies poids-lourds et véhicules légers 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 ;
- l'étude des différentes opportunités de valorisation des verses excédentaires.

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 et la déviation de la route départementale D60/960 s'insèrent très largement sur des terres agricoles et des milieux naturels.

Des mesures de compensation écologiques, agricoles et sylvicoles compensent la perte d'espaces naturels et la perte de surfaces d'exploitation 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 ;
- contribution financière au développement des filières agricoles et sylvicoles et reboisement du double des surfaces défrichées.

Incidences du projet global Cigéo après mesures de compensation modérée sur l'occupation du sol étant donné les surfaces artificialisées.

3.3.2 La géomorphologie, la pédologie, le relief

3.3.2.1 L'état initial

Enjeux

L'aire d'étude éloignée présente un relief de cuesta typique de la bordure du Bassin parisien. Les sols sont de qualité ordinaire.

Enjeu modéré

Située dans la partie orientale du Bassin parisien, l'aire d'étude éloignée est constituée d'une succession de cuestas calcaires et de dépressions argileuses, comme présenté sur la figure 3.14.

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 215 m et 428 m. Le projet de 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.

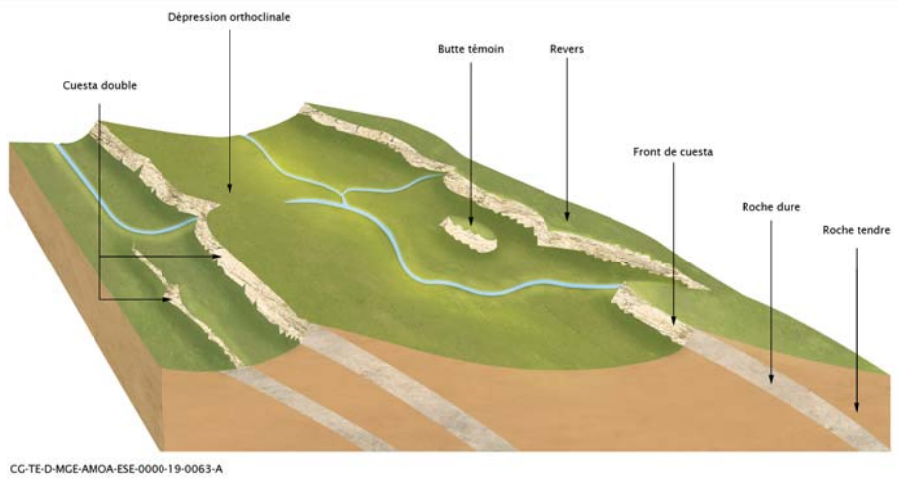


Figure 3-14 Relief de côte ou de cuesta

3.3.2.2 Les incidences des terrassements

» TOPOGRAPHIE

Étymologiquement, la **topographie** (du grec « topos », « lieu ») consiste à représenter graphiquement un lieu sur le papier ; l'operation correspondante est le levé topographique et le support en est la minute de levé.

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).

3.3.2.2.1 Le centre de stockage Cigéo

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 mètres 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 une troisième zone 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'incidence de la zone de gestion des verses, au sein du périmètre de l'installation nucléaire de base, sur la topographie et le paysage, notamment leur disposition en pyramide étagée dont la pointe présente une hauteur maximum de 20 mètres. 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. Le détail des mesures est présenté au chapitre 3.4 du volume IV de la présente étude d'impact.

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

3.3.2.2.2 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 stocks de terre sur site. L'installation du poste de transformation impose l'aplanissement du terrain sur 6 ha. Certaines variantes de la déviation route départementale D60/960 nécessitent des ouvrages en terre 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 résiduelle faible du projet global Cigéo sur la topographie

3.3.3 Les sites et sols pollués ou potentiellement pollués

» SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

Sites pollués ou potentiellement pollués

Le recensement des sites et sols pollués a été réalisé à partir de la base de données BASIAS (base des anciens sites industriels et activités de service en activité ou non), de la base de données BASOL sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif, et des secteurs d'information sur les sols (SIS) recensant les terrains où l'État a connaissance d'une pollution des sols justifiant, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et la mise en place de mesures de gestion de la pollution pour préserver la santé et l'environnement.

» SITE POLLUÉ

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.

3.3.3.1 L'état initial

Enjeux

Aucune pollution avérée des sols n'est recensée dans la partie nord de l'aire d'étude immédiate. Des sites industriels et activités de service susceptibles d'avoir eu une incidence sur la qualité des sols et des eaux souterraines sont recensés dans la partie sud de l'aire d'étude immédiate.

Enjeu modéré

Les bases de données BASOL (base de données, mise à disposition par le ministère chargé de l'environnement, sur les sites pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics) et 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) recensent une ancienne fonderie pour ses sols pollués à Joinville, dans l'aire d'étude rapprochée. Cependant, une étude de sols a mis en évidence son absence d'incidence sur les sols et les eaux souterraines dans l'aire d'étude immédiate.

Des sites industriels et activités de service de la base de données BASIAS (inventaire historique de sites industriels et activités de service), susceptibles d'avoir eu une incidence sur la qualité des sols et des eaux souterraines, sont recensés dans l'aire d'étude rapprochée. 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 (ancienne décharge le long de l'installation terminale embranchée dépolluée et réhabilitée par l'Andra en 2019, ancien site de fabrication de meubles au niveau de la plate-forme logistique), néanmoins ils ne sont pas ou plus 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.).

3.3.3.2 Les incidences sur la pollution des sols et mesures associées

» DÉMARCHE ENTREPRISE EN CAS DE CONSTAT D'INCIDENT AYANT UN IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Les services de l'État compétents et l'Autorité de sûreté nucléaire 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 de leur comparaison avec l'état initial, 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.

3.3.3.2.1 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 poussières, 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.

Le détail des mesures est présenté au chapitre 3.5 du volume IV de la présente étude d'impact.

3.3.3.2.2 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 incidentelles comme des fuites de carburant sur les camions ou les engins de chantier. Ces pollutions sont qualifiées d'incidentelles par opposition aux pollutions accidentelles qui ne sont pas étudiées ici mais au chapitre 3.1.1 « Risques » du présent résumé non technique.

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 ruissellement sont collectées et traitées avant rejet au milieu naturel. Plusieurs mesures de réduction relatives à la gestion des eaux de ruissellement et à la gestion des déchets sont prévues.

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

Incidence résiduelle très faible du projet global Cigéo sur la pollution des sols

3.4 Le sous-sol

Au sein du projet global Cigéo, c'est essentiellement le centre de stockage Cigéo qui peut potentiellement impacter le sous-sol puisqu'il est constitué autour d'une installation souterraine creusée à 500 m sous terre. Les autres installations et opérations du projet global Cigéo sont susceptibles d'avoir des effets uniquement sur les quelques mètres du sous-sol les plus proches de la surface. D'autre part, les installations du projet global Cigéo peuvent être soumises aux mouvements de terrain et aux risques sismiques.

3.4.1 Des caractéristiques géologiques favorables au stockage des déchets HA et MA-VL

3.4.1.1 L'état initial

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.

Enjeu faible

3.4.1.1.1 La tectonique

» TECTONIQUE

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, comprenant la croûte et une partie du manteau supérieur, est découpée en plaques rigides et mobiles, les plaques tectoniques, qui « flottent » et se déplacent sur l'asthénosphère, partie supérieure du manteau terrestre plus ductile et visqueux. Les **plaques tectoniques**, encore appelées plaques lithosphériques, épaisses d'une centaine de kilomètres, sont des fragments de la lithosphère qui résultent de son découpage lié 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.

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

Trois secteurs de failles, inactives depuis *a minima* deux 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 :

- les failles de socle de la Marne de direction nord-nord-ouest/sud-sud-est et les failles de couverture du fossé de Joinville de direction nord-est/sud-ouest ;
- le faisceau " en queue de cheval " de failles de moyenne dimension de direction nord-ouest/sud-est formant la prolongation vers le sud du réseau de failles de la Marne et formant la zone dite de " fracturation diffuse " en bordure occidentale de la zone de transposition (ZT) ;
- les failles de couverture du fossé de Gondrecourt-le-Château de direction nord-est/sud-ouest.

Au cœur de cette aire d'étude rapprochée, la zone de transposition (cf. Figure 3-15) où vient s'implanter le centre de stockage Cigéo est exempte de faille détectable.

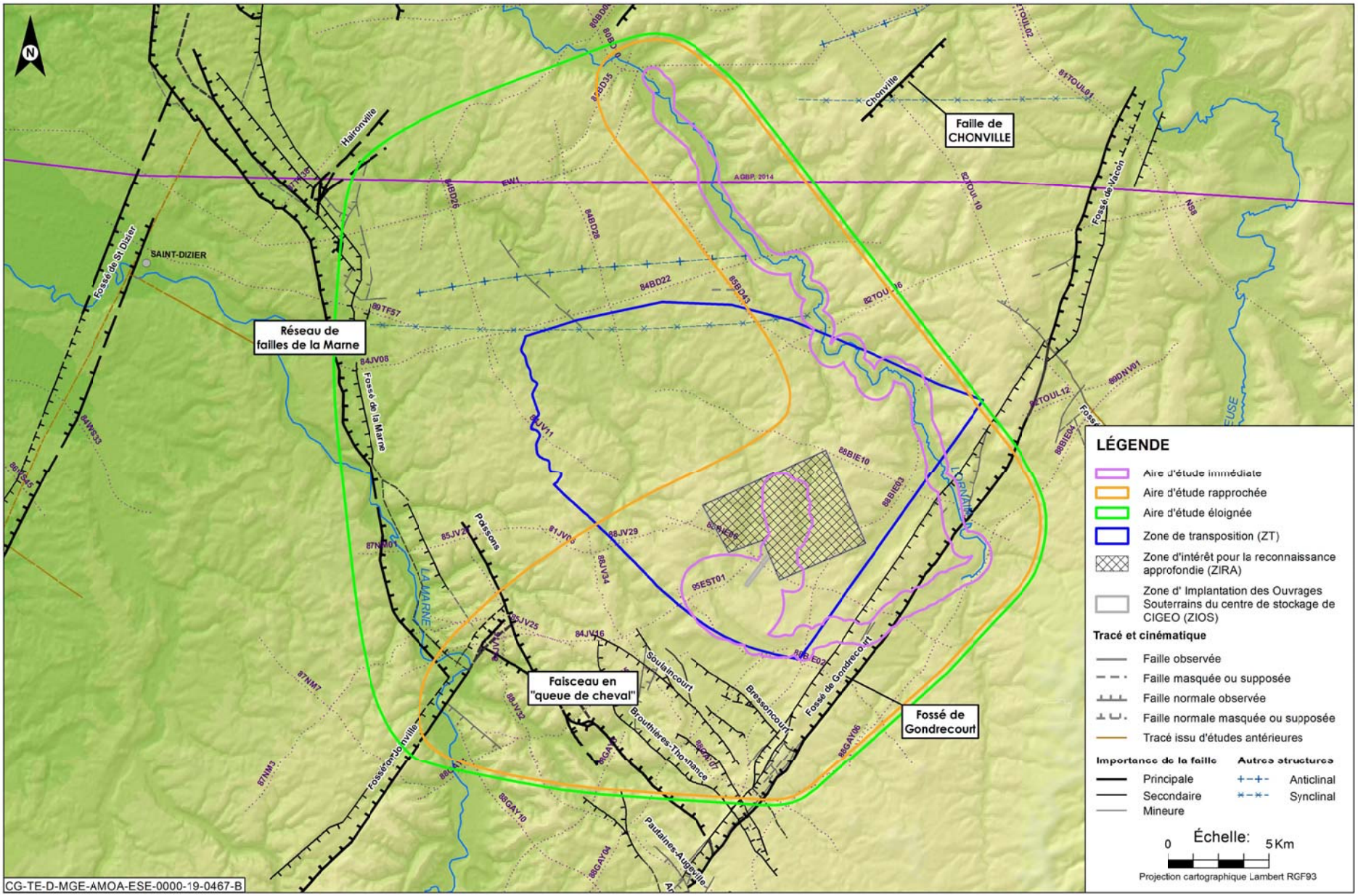


Figure 3-15 *Contexte tectonique local*

3.4.1.1.2 La stratigraphie

» STRATIGRAPHIE

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

Le contexte stratigraphique est basé 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.

Le projet global Cigéo se situe sur la bordure orientale du Bassin parisien, constitué d'une alternance de formations sédimentaires à dominante argileuse et calcaire déposées entre 250 millions et 135 millions d'années, comme présenté sur la figure 3-16.

Le linéaire de la ligne 400 kV 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 formation du Jurassique terminal et du Crétacé indifférencié (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 de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne et présentant une karstification diffuse dans cette même zone ;
- 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 de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne ;
- 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 sélectionner pour l'implantation de l'installation souterraine du stockage ;
- les Calcaires du Dogger de plus de 200 mètres d'épaisseur.

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

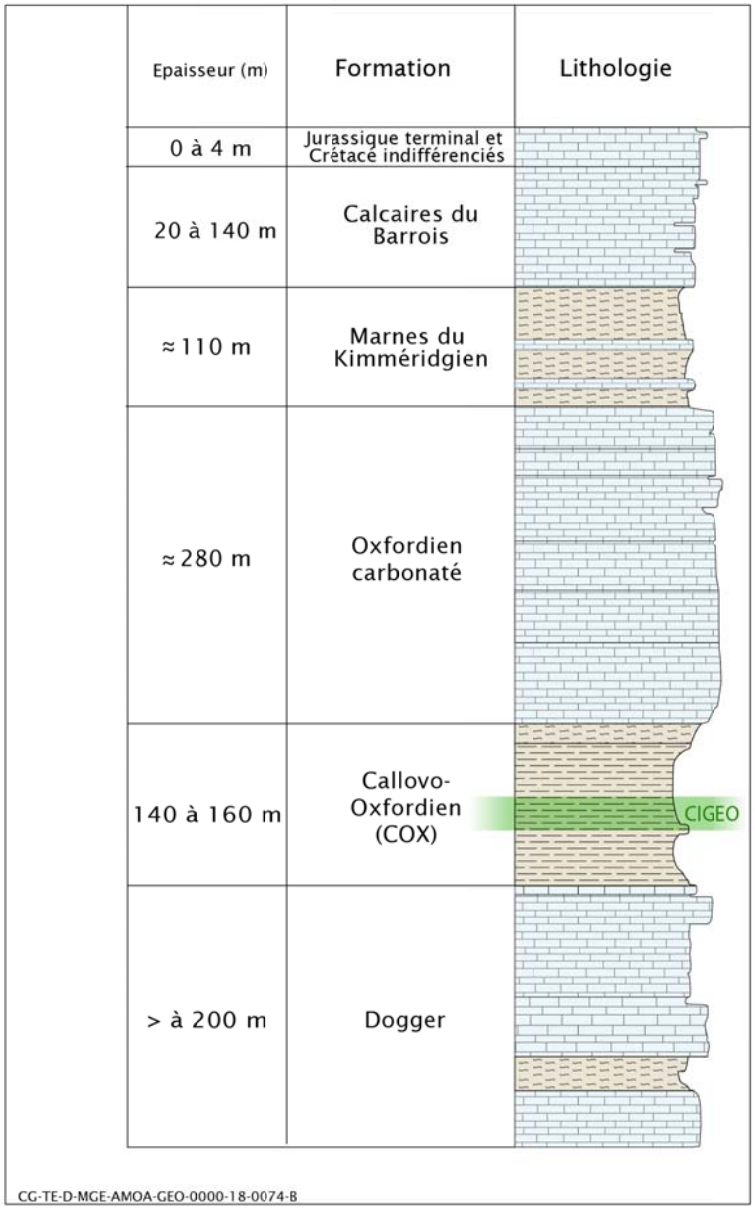


Figure 3-16 *Succession schématique des formations géologiques de l'aire d'étude éloignée*

3.4.1.1.3 Les caractéristiques radiologiques du sous-sol

Les données sur les caractéristiques radiologiques du sous-sol sont issues de l'analyse d'échantillons de roches prélevés lors des campagnes de forage présentées ci-avant. Des échantillons de verses correspondant au matériau extrait de la couche d'argilite du Callovo-Oxfordien lors du creusement des galeries souterraines du Laboratoire souterrain, ont également été étudiés.

Les éléments radioactifs présents dans les formations géologiques du sous-sol sont exclusivement d'origine naturelle. Les niveaux de radioactivité sont faibles et sont du niveau attendu dans ces types de formations géologiques. Le niveau de radioactivité naturelle mesurée sur l'eau dégazée du Callovo-Oxfordien est faible (environ 1 Bq/L).

3.4.1.2 Les incidences et mesures

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, qui fixent ces 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.

La protection de la santé de l'homme et de l'environnement à long terme repose sur la couche du Callovo-Oxfordien, qui joue un rôle central de cette protection, complétée par des dispositions constructives et les conditionnements des déchets.

Le centre de stockage Cigéo accepte uniquement des colis primaires de déchets respectant l'ensemble des critères définis dans les spécifications d'acceptation. Ces critères permettent de garantir la sûreté du stockage des colis de déchets. Notamment, le conditionnement des déchets radioactifs à destination du centre de stockage Cigéo consiste à les immobiliser sous une forme non dispersable dans un conteneur (fût métallique, coque béton...).

La conception de l'installation souterraine permet de garantir le maintien des caractéristiques du Callovo-Oxfordien : les alvéoles sont conçues 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 dans le périmètre de l'installation nucléaire de base au cours de la phase fonctionnement.

Un périmètre de protection prévu par l'article L. 542-10-1 de code de l'environnement est défini. Il a pour objectif de protéger les installations et activités du centre de stockage Cigéo des effets d'activités ou de travaux menés par des tiers en surface ou en souterrain.

La sûreté est assurée de façon passive, c'est-à-dire que la santé de l'homme et de l'environnement sont protégés des éléments radioactifs et des substances chimiques toxiques contenus dans les déchets radioactifs, sans qu'il soit nécessaire d'intervenir.

À titre illustratif, sur les 144 radionucléides contenus dans les colis de déchets HA et MA-VL, seuls l'iode 129 (^{129}I), le chlore 36 (^{36}Cl) et sélénium 79 (^{79}Se), non retenus par l'argile, migreront sous forme de solutés de manière très lente et limitée (par diffusion) dans la couche du Callovo-Oxfordien.

Enfin, au cours des trois phases d'aménagements préalables, de construction initiale et de fonctionnement, les engins de chantiers et le ruissellement sur les terrains à nu constituent un risque de déversement accidentel de substances potentiellement polluantes 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.

Incidence résiduelle très faible du projet global Cigéo sur le risque de contamination du sous-sol

3.4.2 Les risques naturels liés à la géologie

» RISQUES NATURELS

Les **risques naturels** sont les éventuelles conséquences graves sur les populations, sur l'intégrité des biens et sur l'activité économique engendrés par des phénomènes naturels exceptionnels. Le risque majeur est généralement caractérisé par la faible occurrence d'un phénomène naturel exceptionnel, l'aléa et par la forte gravité de ces conséquences. Les mouvements de terrain sont un déplacement gravitaire, plus ou moins brutal, du sol ou du sous-sol sous l'effet de sollicitations naturelles (fonte des neiges, pluviométrie, séisme, dissolution liée à de l'infiltration d'eau, etc.) ou anthropiques (terrassement, vibration, déboisement, exploitation minière de matériaux ou de nappes aquifères, etc.).

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 risques de mouvements de terrain sont abordés par la consultation des Dossiers départementaux des risques majeurs, des bases de données du Bureau de recherches géologiques et minières et du site internet Géorisques.

Le risque sismique est étudié grâce aux ressources bibliographiques (publications scientifiques, chroniques historiques des tremblements de terre et catalogues de sismicité), aux campagnes de forages et études sismiques réalisées pour l'Andra, aux études sur la sismotectonique et la géodynamique interne du Bassin parisien oriental réalisées pour l'Andra, à la caractérisation des failles du secteur et au réseau d'écoute sismique.

3.4.2.1 L'état initial

Enjeux

L'aire d'étude rapprochée n'est pas le lieu de risques naturels d'ampleur.

Enjeu faible

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 du Der. Très ponctuellement, certains

secteurs sont 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.

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.

L'ensemble de l'aire d'étude éloignée et de l'aire d'étude spécifique de la ligne électrique 400 kV est localisé en zone de sismicité 1, c'est-à-dire présentant une activité sismique qualifiée de « très faible ». Il est exclu toute variation de la tectonique à l'origine du déclenchement de séismes sur les failles avoisinantes.

Malgré une activité sismique très faible, voire inexistante, un suivi de la sismicité est mené depuis 2001 afin de disposer de données précises sur la sismicité. L'Andra a mis 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).

3.4.2.2 Les incidences et mesures

3.4.2.2.1 La vulnérabilité au risque sismique d'origine naturelle et anthropique

Le choix du secteur d'implantation du centre de stockage Cigéo a été le résultat de plusieurs décennies de recherches pour garantir la sûreté à long terme du stockage. C'est un long processus décisionnel qui a permis de choisir, dans un premier temps, le stockage dans les argiles, puis, dans un second temps, de préciser la zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS) dans une zone géologique d'activité sismique très faible, et dont le contexte sismotectonique qui domine actuellement sur la région doit se poursuivre sur le prochain million d'années. Le détail des mesures est présenté au chapitre 4.3 du volume IV de la présente étude d'impact.

Le centre de stockage Cigéo est construit, conçu et exploité, conformément aux règles spécifiques applicables aux installations nucléaires, de sorte qu'en cas de séisme, les installations soient maintenues dans un état dit « sûr » et que ce phénomène n'entraîne pas de conséquence sur la santé de l'homme et de l'environnement.

Vulnérabilité très faible du projet global Cigéo vis-à-vis du risque sismique

3.4.2.2.2 Le risque de retrait-gonflement des argiles, de cavités et de tassements

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 geotechniques, les fondations des batiments et des ouvrages sont adaptées au contexte géotechnique, réduisant ainsi les dommages liés aux risques naturels.

Vulnérabilité très faible du projet global Cigéo vis-à-vis des risques de retrait-gonflement des argiles, de cavités et de tassements

L'éventuel effondrement accidentel d'un ouvrage souterrain (galerie), voire de toute l'installation souterraine, aurait un effet mécanique d'extension limitée à quelques mètres, voire à la dizaine de mètres au maximum à proximité des ouvrages effondrés, et serait sans incidence perceptible en surface.

Incidence du projet global Cigéo et notamment de l'INB, sur les risques mouvements de terrain (effondrement) très faible.

3.4.3 Les ressources du sous-sol

» DONNEES SUR LES RESSOURCES NATURELLES

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 (65).

3.4.3.1 L'état initial

Enjeux

L'aire d'étude rapprochée ne renferme pas de ressource géologique particulière ou exceptionnelle.

Enjeu faible

Aucun gisement particulier ou exceptionnel de ressources naturelles, qu'il s'agisse de matériaux de carrière, de minerais, d'hydrocarbures ou de géothermie, n'est présent dans l'aire d'étude éloignée.

3.4.3.2 Les incidences et mesures

3.4.3.2.1 L'utilisation des ressources

Dans le cadre du choix d'un site pouvant accueillir un stockage de déchets radioactifs, les zones présentant un caractère exceptionnel ou particulier en termes de ressources souterraines ont été évitées, tel que le recommande le guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (27).

Aucune carrière n'est exploitée dans la zone d'intervention potentielle du projet global Cigéo. Le centre de stockage Cigéo est installé sur un site qui ne présente pas de ressource géologique ou géothermique de caractère exceptionnel.

Incidence résiduelle du projet global Cigéo très faible sur l'utilisation des ressources.

3.4.3.2.2 Le besoin de matériaux de construction

Au sein du projet global Cigéo, c'est la construction du centre de stockage qui génère le besoin le plus important en matériaux de construction. Afin d'adapter le stockage aux orientations politiques de la France et de garantir toute la sureté de son fonctionnement, l'installation souterraine est déployée progressivement. Cette mesure permet d'éviter les creusements inutiles. Les besoins en matériaux de construction peuvent, les années les plus hautes en besoins, atteindre jusqu'à 180 000 t de ciments, 720 000 t de graviers et plus de 570 000 t de sables.

La région Grand Est accueille des cimenteries ou centres de broyage, dont la production annuelle totale s'élève à un peu moins de 3,2 millions de tonnes. Celle-ci couvre donc largement les besoins projetés pour le centre de stockage Cigéo, qui représentent moins de 6 % de la capacité régionale.

À son pic, durant la phase de construction initiale, la consommation annuelle de sables et de graviers du centre de stockage Cigéo atteint un peu moins de 1,3 millions de tonnes, soit environ 1,5 % de la production annuelle de la région Grand Est. Les carrières de la région Grand Est sont donc susceptibles de couvrir l'ensemble des besoins en sables et graviers du centre de stockage Cigéo.

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, réutilisation des verses vives, valorisation des verses mortes) et sous réserve du respect des formulations spécifiques du béton. Le détail des mesures est présenté au chapitre 4.5 du volume IV de la présente étude d'impact.

3.4.4 La compatibilité du projet avec les schémas départementaux des carrières de la Haute-Marne et de la Meuse

En raison de son caractère industriel et nucléaire, la construction du projet global Cigéo nécessite d'une part la mise en œuvre de quantités importantes de matériaux (granulats, ciment, sables) et d'autre part, des formulations de béton très particulières pour certains ouvrages de surface mais aussi pour les galeries qui serviront au stockage des déchets radioactifs. Pour limiter la demande sur la ressource naturelle, l'utilisation de matériaux de recyclage est privilégiée pour les aménagements et les constructions, sous réserve du respect de la performance des matériaux et du béton. La valorisation des verses (réutilisation pour fermeture des galeries, comblement de carrières, utilisation comme composant de base dans la fabrication de ciments) contribue également à limiter la demande globale sur la ressource naturelle. Ainsi, le projet global Cigéo est compatible avec les schémas départementaux des carrières de la Haute-Marne et de la Meuse.

Incidence résiduelle faible du projet global Cigéo sur les ressources du sous-sol

3.5 Les eaux

L'eau circule sur terre sous différentes formes : nuages, pluie, rivières et océans. Elle passe de la mer à l'atmosphère, puis de la terre à la mer, en suivant un cycle qui se répète indéfiniment suivant plusieurs étapes (cf. Figure 3-17) :

- l'évaporation et l'évapotranspiration : une partie des eaux de mer se transforme en vapeur d'eau sous l'action du soleil tout comme l'eau des plantes et des animaux par évapotranspiration ;
- la condensation : des nuages se forment dans le ciel ;
- les précipitations : les nuages s'agrègent puis se transforment en eaux de pluie, neige ou grêle ;
- l'infiltration : une partie des eaux pluviales s'infiltrent dans **les nappes souterraines ;**
- le ruissellement : une autre partie des eaux rejoint **les eaux de surfaces** : rivières, fleuves, lacs etc. ;
- le stockage : l'eau est stockée dans les réservoirs naturels (nappes souterraines et eaux de surface) sur des périodes plus ou moins longues (ex : 8 jours de stagnation dans l'atmosphère, 17 ans dans les lacs, 2500 ans dans les océans...) ;
- le retour à la mer : l'eau des réservoirs naturels s'évapore sous l'action du soleil puis regagne la mer et les océans.

Les eaux de surface, également appelées « eaux superficielles », regroupent l'ensemble des masses d'eau courantes ou stagnantes en contact direct avec l'atmosphère. Ces eaux peuvent être douces, saumâtres ou encore salées selon leur emplacement. Au sein du territoire d'implantation de Cigéo, les eaux de surfaces sont des eaux douces contenus principalement au sein de cours d'eau, plans d'eau et de zone humides.

Un cours d'eau s'écoule depuis sa source située à son altitude maximale (l'amont), il s'étend jusqu'à son exutoire, à son point le plus bas (l'aval). L'ensemble du territoire qui collecte l'eau s'écoulant vers un même point (exutoire) constitue son bassin versant (en savoir plus sur le bassin versant). De la source à l'exutoire, un cours d'eau est alimenté par d'autres cours d'eau (qui sont ses affluents), des eaux de ruissellement provenant des précipitations, ainsi que par des nappes souterraines. Au sein d'un même bassin, tous les milieux aquatiques (lacs, rivières, mer, nappes souterraines...) sont interdépendants.

Les eaux souterraines regroupent l'ensemble des réserves d'eau qui se trouvent dans le sous-sol. L'eau est stockée dans des zones appelées aquifères, composées de roches poreuses et/ou fissurées. L'eau peut s'accumuler dans ces espaces vides pour former des nappes, qui occupent tout ou partie de l'aquifère. La profondeur des nappes est variable : les plus profondes peuvent se trouver à plusieurs centaines de mètres sous la surface.

L'eau des nappes provient du phénomène d'infiltration. À la suite des pluies (en savoir plus sur les précipitations), une partie de l'eau pénètre dans les pores et les fissures du sol. Entraînée par gravité, elle traverse le sol puis s'infiltre dans le sous-sol, jusqu'à ce qu'elle soit interrompue par un substratum compact, imperméable. L'eau s'accumule alors dans tous les espaces vides de l'aquifère, et forme une nappe.

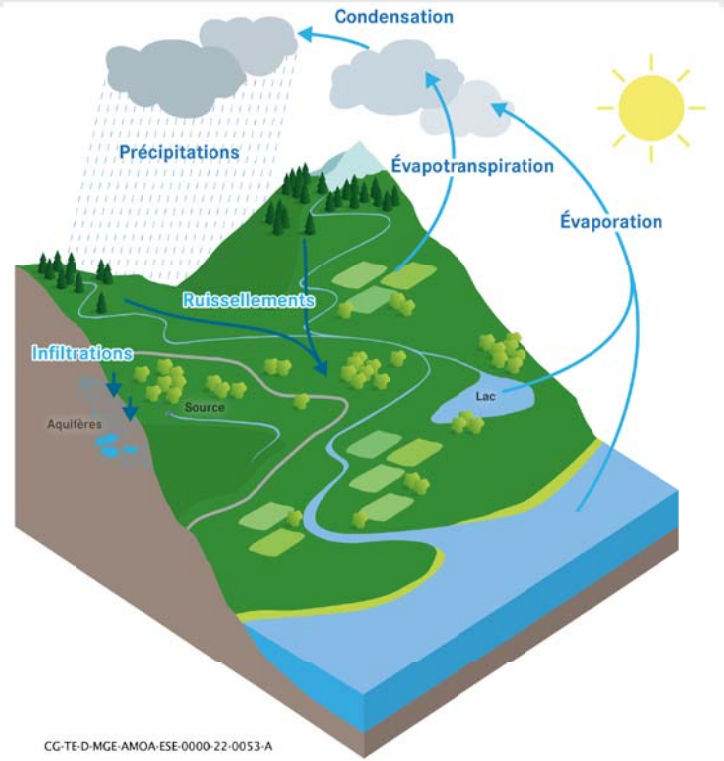


Figure 3-17 Cycle de l'eau

Les eaux souterraines interagissent avec les autres milieux aquatiques. Les écosystèmes d'eau douce sont en effet susceptibles d'être alimentés par les eaux souterraines notamment en période d'étiage ou elles assurent le maintien des débits minimaux. Et pendant les crues, les milieux aquatiques - particulièrement les cours d'eau - peuvent contribuer au remplissage des nappes.

En France comme dans les autres pays membres de l'union européenne, les "plans de gestion" des eaux sont encadrés par le droit communautaire inscrit dans la directive cadre sur l'eau (DCE) de 2000 (66).

Ce sont les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE). Institués par la loi sur l'eau de 1992 (67), ces documents de planification ont évolué suite à la directive cadre européenne (DCE). Ils fixent pour six ans les orientations qui permettent d'atteindre les objectifs attendus en matière de « bon état des eaux » au sein d'un même grand Bassin.

Pour évaluer les potentielles incidences du projet global Cigéo sur les eaux, il est donc important de caractériser l'état initial des eaux de surface (cours d'eau, plan d'eau et zone humides) mais également des eaux souterraines. Cette description se fait sur la base d'indicateur à la fois quantitatif, qualitatif mais également par description des « pressions » qui existent au sein du territoire sur les milieux aquatiques.

L'objectif est la démonstration de la compatibilité du projet avec les documents de planification de la gestion des eaux des SDAGES.

» BASSIN VERSANT

Un bassin versant correspond à l'ensemble de la surface qui reçoit les eaux qui circulent vers un même cours d'eau ou vers une même nappe d'eau souterraine.

Il se délimite par des lignes de partage des eaux entre les différents bassins. Ces lignes de partage sont des frontières naturelles qui correspondent aux lignes de crêtes. La pluie qui tombe d'un côté ou de l'autre de cette ligne de partage alimentera deux bassins versants situés côte à côte. Le bassin versant d'un fleuve est composé par les sous-bassins versants de ses affluents.

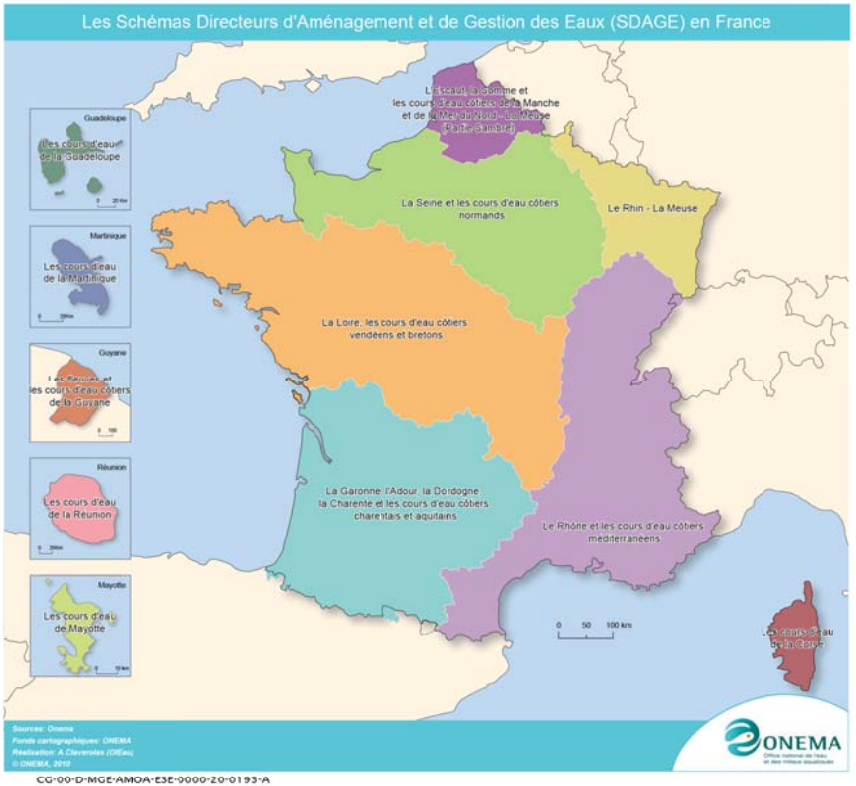


Figure 3-18 Les schéma directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) en France

3.5.1 L'état initial

3.5.1.1 Les outils de planification de gestion des eaux

Le projet global Cigéo est concerné par deux 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 : les SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands et Rhin Meuse, et le SRADDET Grand Est. 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.

Aucun contrat de milieu de type rivière n'existe au droit de l'aire d'étude rapprochée du projet global Cigéo.

3.5.1.1.1 Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) applicable au projet global Cigéo

Le projet global Cigéo est concerné par deux schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux avec :

- le SDAGE 2022-2027 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands adopté par le comité de bassin le 23 mars 2022 (68). Le SDAGE s'articule autour de cinq orientations fondamentales identifiés à l'échelle du bassin afin notamment de réduire les pollutions, de faire vivre les rivières, les milieux humides et la biodiversité en lien avec l'eau, d'anticiper le changement climatique, de concilier les activités économiques et la préservation des milieux littoraux et côtiers et de renforcer la gouvernance et les solidarités du bassin ;

  le SDAGE Rhin-Meuse 2022-2027, adopté par le Comité de bassin Rhin-Meuse et arrêté par la préfète coordinatrice de bassin le 18 mars 2022 (69-73), au niveau de l'extrémité est de la ligne 400 kV après Gondrecourt-le-Château jusqu'à Houdreville. Le SDAGE s'articule autour de six grands thèmes liés à l'eau : la santé, la pollution, la biodiversité, l'aménagement du territoire et la gouvernance.

3.5.1.1.2 Le 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 (74) 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 des territoires.

Les objectifs relatifs au volet « eau » du SRADDET Grand Est sont :

- objectif 6 : protéger et valoriser le patrimoine naturel, la fonctionnalité des milieux et les paysages ;
- objectif 7 : préserver et reconquérir la trame verte et bleue ;
- objectif 10 : améliorer la gestion qualitative et quantitative de la ressource en eau.

Ces trois objectifs se déclinent en quatre règles applicables au projet global Cigéo.

Au niveau de l'aire d'étude éloignée, plusieurs communes (six communes en Haute-Marne et deux communes en Meuse) sont concernées par des zonages de vulnérabilité aux nitrates et par un captage vulnérable. Au niveau des communes les plus proches du projet global Cigéo, seul le captage d'Échenay est classé vulnérable selon la directive nitrates (75) et un programme de mesures agro-environnementales et climatiques est déployé sur l'aire d'alimentation du captage. Il n'existe pas de zone de répartition des eaux souterraines dans l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo ni au niveau de l'aire d'étude spécifique de la ligne 400 kV. La masse d'eau de l'Albien-néocomien captif (FRHG218) est néanmoins concernée par la zone de répartition de la nappe de l'Albien (n° 03001).

Six cours d'eau sont identifiés dans l'aire d'étude immédiate du projet global Cigéo comme réservoir de biodiversité et/ou corridor. Deux cours d'eau concernés par l'aire d'étude spécifique de la ligne 400 kV sont également identifiés comme réservoir-corridor.

L'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo et l'aire d'étude spécifique de la ligne 400 kV sont concernées par deux plans de gestion des risques inondation.

Enjeux liés aux outils de planification

Le projet global Cigéo s'inscrit dans un territoire comprenant des enjeux forts pour les eaux souterraines et pour les eaux superficielles.

Le respect des cinq orientations fondamentales du SDAGE Seine-Normandie 2022-2027 applicable sur l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo et le respect des six thèmes du SDAGE Rhin-Meuse 2022-2027, applicable pour l'extrémité est de la ligne électrique 400 kV après Gondrecourt-le-Château, sont un enjeu fort pour le projet global Cigéo.

Enfin, le respect des règles définies afin d'atteindre les trois objectifs relatifs au volet eau du SRADDET Grand Est est un enjeu fort pour le projet global Cigéo.

Enjeu fort

3.5.1.2 Les eaux superficielles

» SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

Le réseau hydrographique 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 (68, 71) 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.

La détermination des débits des cours d'eau est issue des données des stations du réseau Eau France (Banque Hydro). Des données complémentaires issues des stations de suivi continu et ponctuel de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement permettent de mieux appréhender le fonctionnement et l'état des eaux superficielles.

La détermination de l'état qualitatif des cours d'eau s'appuie sur l'état des lieux de l'Agence de l'eau Seine-Normandie 2019 (76) et sur les schémas d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Seine-Normandie et Rhin-Meuse en vigueur. Des données complémentaires au droit du centre de stockage Cigéo issue du réseau de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement sont également utilisées.

Dans le cadre de la DCE, une masse d'eau superficielle est en bon état lorsqu'elle a atteint à la fois le bon état écologique (qui comprend l'état hydromorphologique, l'état biologique et physico-chimique) et le bon état chimique qui correspond à la conformité aux normes européennes

Le recensement des usages a été fait sur une base documentaire ainsi que par la réalisation d'une enquête.

L'analyse du risque d'inondation s'est appuyée sur l'ensemble des documents administratifs concernant ce sujet (atlas des zones inondables, plans de prévention des risques inondations...) et sur la mise en œuvre de modèles numériques.

L'état initial des masses d'eau de surface s'attache donc à décrire : l'hydrologie, l'hydromorphologie, et les états chimiques et écologiques des différents cours d'eau. Pour faciliter la compréhension, il sera présenté par sous-secteur hydrographique concerné par les opérations du centre de stockage.

3.5.1.2.1 Les masses d'eau superficielles (cours d'eau et plans d'eau)

Le projet global Cigéo s'inscrit principalement dans le grand bassin versant Seine-Normandie. Sur l'extrémité est de la ligne 400 kV, le projet recoupe également une partie du le bassin versant Rhin-Meuse entre Gondrecourt-le-Château et Houdreville.

Le projet global Cigéo est donc concerné par le SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2022-2027 (68) et Rhin-Meuse (69-72) (2022-2027).

L'aire d'étude éloignée s'insère au sein de deux unités hydrographiques :

- la Marne Blaise et plus précisément le bassin versant de la Marne du confluent du Rognon au confluent de la Blaise ;
- l'unité Saulx-Ornain regroupant le bassin versant de la Saulx de sa source au confluent de l'Ornain et le bassin versant de l'Ornain de sa source au confluent de la Saulx.

La ligne 400 kV intersecte également les unités hydrographiques de l'Aube, de la Meuse et de la Moselle et plus précisément le bassin versant de l'Aube, de la Voire et de la Blaise au sein du bassin Seine-Normandie.

Ainsi, dans le bassin versant Seine-Normandie, 22 cours d'eau et ruisseaux et une voie navigable sont inclus dans l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo et par les travaux de sécurisation de la ligne 400 kV. L'aire d'étude immédiate intersecte uniquement le bassin versant de la Saulx et celui de l'Ornain et les principaux cours d'eau concernés par les opérations du projet sont :

- l'Orge et la Bureau sur le Bassin Versant de la Saulx ;
- l'Ormancon ; l'Ornain et certains petits affluents (ruisseau de l'étang, du Naillemont...) pour la bassin versant de l'Ornain.

Dans le bassin versant Rhin-Meuse, six cours d'eau et ruisseaux sont concernés par les travaux de sécurisation de la ligne 400 kV.

La figure 3-19 présente le contexte général du réseau hydrographique au niveau régional.

Aucun plan d'eau ne se trouve dans les zones d'intervention potentielle du projet global Cigéo (en dehors des plans d'eau qui sont déjà traversés par la ligne 400 kV).

Cependant, certaines opérations du projet global Cigéo se localisent à proximité de plans d'eau (aire d'étude immédiate) et en aval hydraulique, notamment :

- centre de stockage Cigéo – opération de l'installation terminale embranchée avec :
  - ✓ le plan d'eau de Gillaumé sur l'Orge entre le bois du Quiloup et la route départementale D215 ;
  - ✓ le plan d'eau de La Balastière sur la commune de Gondrecourt-le-Château.
- opération de mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 avec :
  - ✓ le plan d'eau des Pâquis et les plans d'eau voisins localisés entre le passage aval sous la ligne ferroviaire et l'Ornain (sur la commune d'Abainville) ;
  - ✓ le plan d'eau de la source de Preuille (sur la commune de Houdelaincourt) ;
  - ✓ les étangs de la Banvoie (sur la commune de Givrauval) et le plan d'eau du Bellay (sur la commune de Ligny-en-Barrois) présents entre le canal de la Marne au Rhin et la route départementale 966 entre les communes de Saint-Joire et Guerpont.

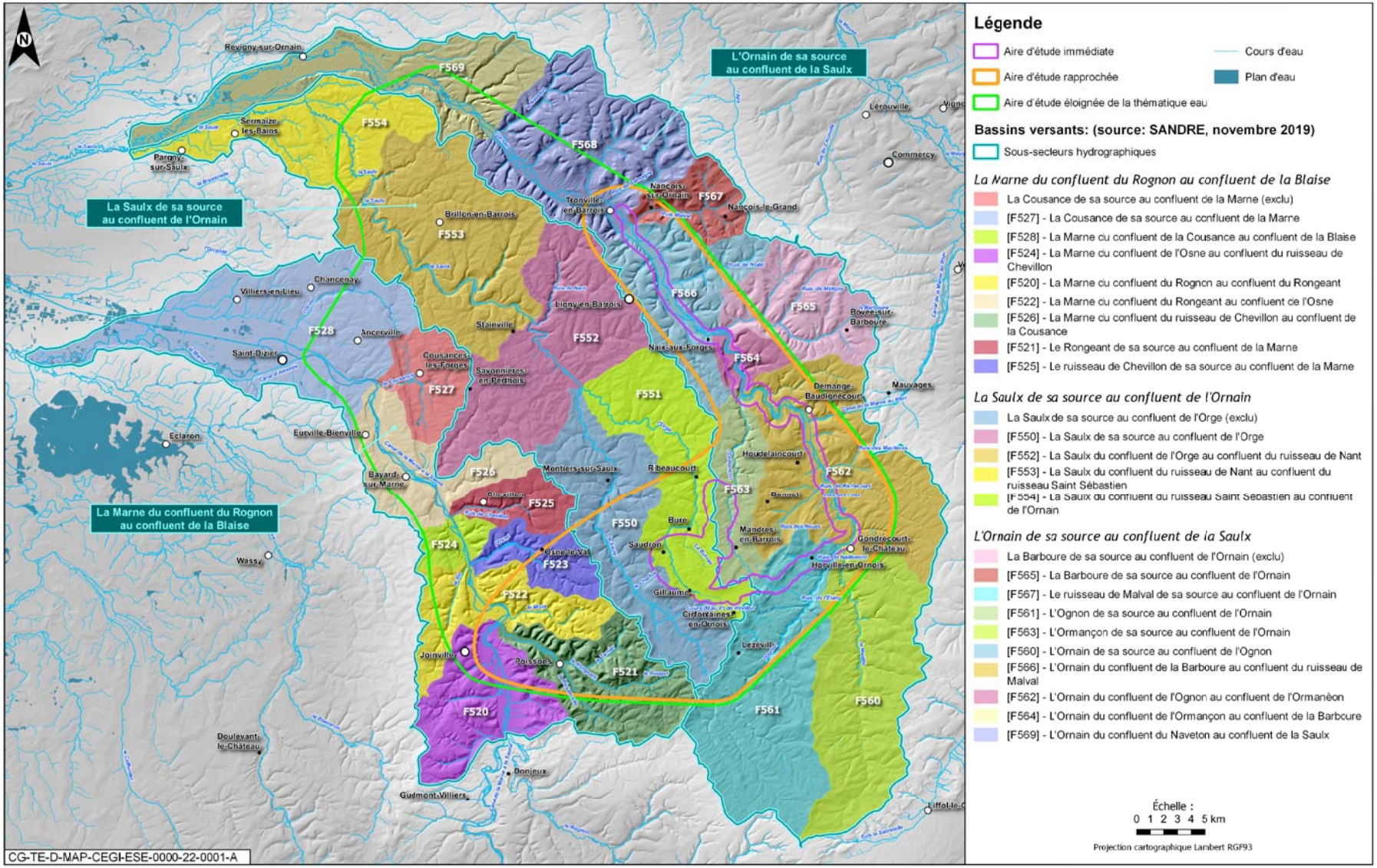


Figure 3-19 *Contexte général du réseau hydrographique au niveau régional*

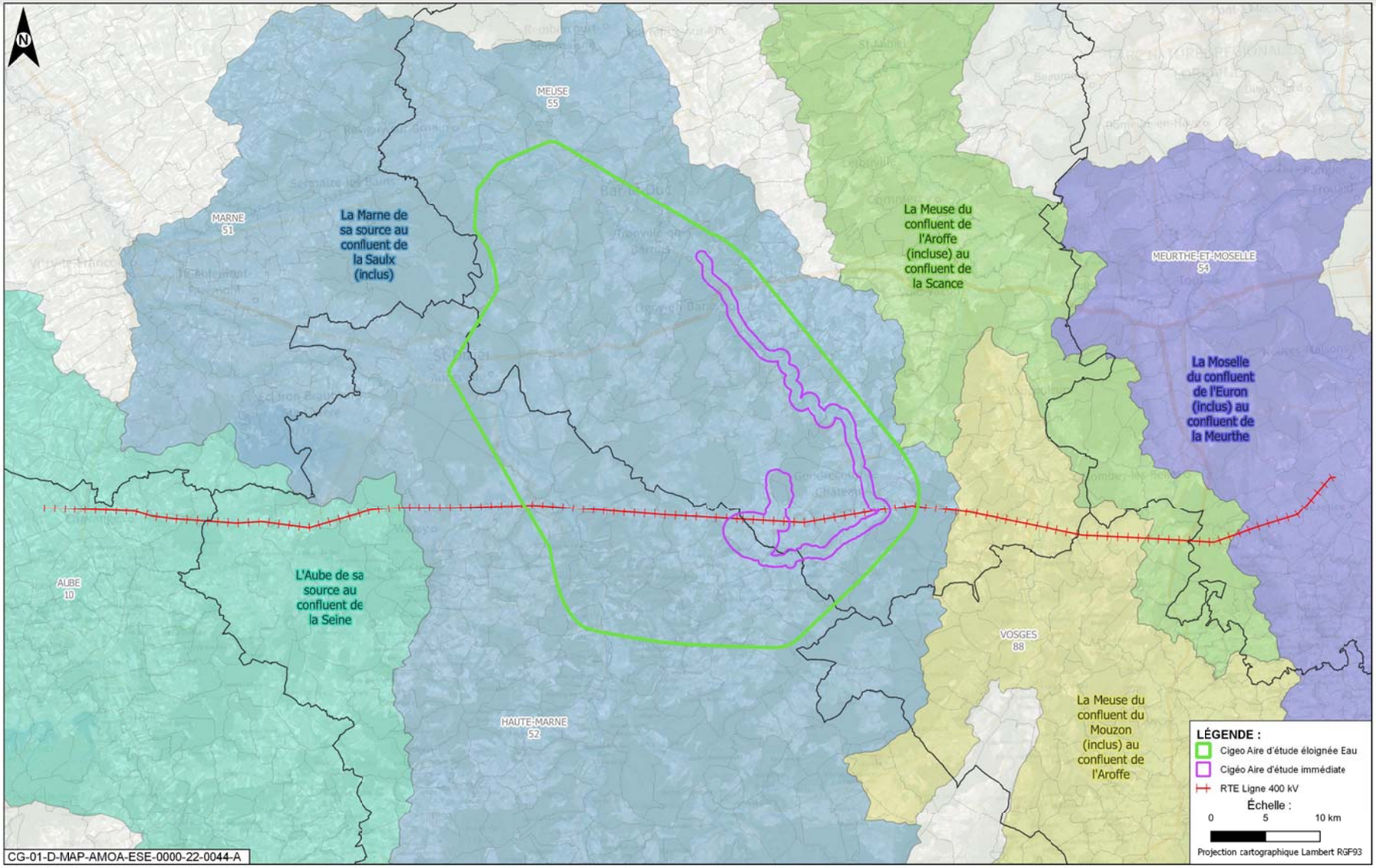


Figure 3-20 Unités hydrographiques interceptées par la ligne 400 KV

3.5.1.2.2 Les eaux de surface du secteur hydrographique de La Marne

L'unité hydrographique MARNE BLAISE ouvre le territoire du bassin versant de la Marne à partir de l'aval de la confluence avec le Rognon et le bassin de la Blaise jusqu'à la confluence de la Saulx à Vitry-le-François. Il coupe trois département (Haute-Marne, Marne et la Meuse), pour une superficie totale du bassin versant de 1378 km². Dans l'aire d'étude éloignée, la vallée de la Marne amont entaille un plateau dont l'altitude maximale varie de plus de 516 mètres au sud à 385 mètres au nord. Le fond de vallée se trouve quant à lui à une altitude comprise entre 195 mètres et 160 mètres.

Cette unité hydrographique se caractérise par une forte proportion de forêts et prairies (48 % de l'occupation du sol), une faible densité de population (74 hab/km²), un aléa érosif important sur la Blaise (contamination en Matière En Suspension) et la présence de petits cours d'eau.

Les pressions liées à l'élevage et à la culture ainsi que la présence d'ouvrages hydrauliques sur certaines rivières sont des facteurs de risques pour l'atteinte du bon état. Par ailleurs, cette unité hydrographique comporte de nombreuses industries, générant des pressions spécifiques. La Marne et la Blaise sont influencées hydrologiquement par le lac du DER. Les unités d'extraction de granulats sont nombreuses entre Saint-Dizier et Vitry le François Malgré ces pressions, la majorité des cours d'eau de cette unité hydrographique est classée en bon état. Les masses d'eau superficielles (ex : le ruisseau de la Cousance, le ruisseau de Pisancelle...) dégradées le sont majoritairement par plusieurs paramètres, biologiques et physico-chimiques (cf. Figure 2-19).

Les principaux cours de cette unité hydrographique incluse dans l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo sont la Marne, le Mont, le Rongeant et l'Osne.

L'atlas des zones inondables de Champagne-Ardenne (DIREN, 2008) indique que la Marne dans l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo et au droit du passage de la ligne électrique 400 kV, est concernée par une cartographie des PHEC (Plus Hautes Eaux Connues). La Blaise, au droit du passage de la ligne électrique 400 kV, est concernée par l'Atlas des zones inondables de Champagne-Ardenne (77) mais est dépourvue de plan de prévention des risques inondation au droit du franchissement de la zone par la ligne 400 kV. Le Plan de prévention du risque inondation de la Marne moyenne a été approuvé le 14 janvier 2014 (78). Établies le long de la Marne, les zones règlementées indiquées dans ce plan de prévention du risque inondation sont incluses dans l'aire d'étude éloignée mais pas à proximité des installations du projet global Cigéo, sauf en ce qui concerne la ligne 400 kV sur les communes de Rachecourt-sur-Marne, Chevillon et Curel

» ATLAS DES ZONES INONDABLES (AZI)

Les atlas des zones inondables sont des documents cartographiques de connaissance et d'information sur les zones inondables par débordement de cours d'eau.

Élaborés par les services de l'État au niveau de chaque bassin hydrographique, les atlas des zones inondables ont pour objet de rappeler l'existence et les conséquences des événements historiques et de montrer les caractéristiques des aléas pour la crue de référence choisie, qui est la plus forte crue connue, ou la crue centennale si celle-ci est supérieure.

L'atlas des zones inondables n'a pas de caractère réglementaire. Il constitue néanmoins un élément de référence pour l'élaboration des plans de prévention des risques naturels prévisibles et l'information préventive des citoyens sur les risques majeurs.

3.5.1.2.3 Les eaux de surface du l'unité hydrographique Saulx-Ornain

L'unité hydrographique de la Saulx-Ornain s'inscrit dans les plateaux calcaires de l'est du bassin-parisien (interfluve Marne-Meuse) subdivisé en plusieurs pays (Hautpays, Ornois, Barrois, Perthois) ou les conditions d'écoulement et les potentialités en eau varient. Le contexte morpho-structural assisté par le karst conditionne les échanges nappe rivière et détermine des circulations souterraines entre les bassins contigus, caractéristiques de captures actives.

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. Ces cours d'eau présentent des périodes d'assec importantes et sont caractérisés de cours d'eau intermittents (Orge, Bureau, Ormançon...).

Cette unité hydrographique est caractérisée par la présence de forêts et de prairies en tête de bassin (51 % de l'occupation du sol), une faible densité de population, un aléa érosif moyen et la présence de nombreux petits cours d'eau à fort potentiel écologique (fuseau de mobilité de la Saulx et de l'Ornain). Les pressions liées à l'agriculture (45 % de l'occupation du sol), dans un contexte de retournements de prairies, la présence d'ouvrages hydrauliques (passé industriel) et l'influence du canal de la Marne au Rhin sont les principaux facteurs de risque de détérioration de la qualité de l'eau.

a) Sous-secteur hydrographique de la Saulx à sa confluence avec l'Ornain

Les principaux cours d'eau de ce secteur concernés le projet global Cigéo sont la Saulx, l'Orge et la Bureau. L'Orge est un cours d'eau intermittent subissant de longues périodes d'assec et la Bureau à un régime hydrologique pouvant être assimilé à un fossé avec également de longue période d'assec. Les faibles débits observés sur l'Orge et la Bureau, sont principalement dus à leur position en tête de bassin versant ainsi qu'au contexte karstique qui provoque des variations de débit rapides et de forte amplitude. La Saulx est un cours d'eau pérenne. La vallée de la Saulx a été sujette à plusieurs inondations au cours du 20e siècle (1910 – 1947/1948 – 1982/1983). Selon les éléments hydrologiques de ce cours d'eau, les inondations peuvent être qualifiées d'inondation de plaine (la rivière sort de son lit mineur lentement et peut inonder la plaine pendant une période relativement longue. La rivière occupe son lit moyen et éventuellement son lit majeur). Un plan de prévention des risques naturels – inondation des vallées de la Saulx et de l'Orge a été approuvé par la Préfecture de la Meuse le 29 juin 2018 (arrêté n° 2018-1544). Dans l'aire d'étude éloignée, l'atlas des zones inondables de Lorraine/Bassin Rhin-Meuse issu de Géorisques couvre l'Orge depuis l'extrême nord de la commune de Saudron jusqu'à sa confluence avec la Saulx. La zone inondable représentée correspond à la zone maximale inondable définie par l'étude des hydrosystèmes fluviatiles. La zone délimitée regroupe le lit mineur, le lit majeur et le lit majeur exceptionnel du cours d'eau. Elle correspond au champ d'inondation des crues exceptionnelles. En complément, un plan de prévention du risque inondation sur les vallées de la Saulx et de l'Orge a été approuvé le 29 juin 2018. Il concerne le territoire des communes de Biencourt-sur-Orge, Bazincourt-sur-Saulx, Couvertpuis, Dammarie-sur-Saulx, Lavincourt, Le Bouchon-sur-Saulx, Ménil-sur-Saulx, Montiers-sur-Saulx, Morley, Ribeaucourt, Rupt-aux-Nonains et Stainville (79). En complément de ces outils « administratifs » de gestion du risque inondation, des simulations hydrologiques ont été menées sur l'Orge et la Bureau, en amont des ouvrages d'art. Les zones inondées par débordement de ces 2 cours d'eau se limitent aux lits majeurs existants de ces cours d'eau Aucune installation du projet global Cigéo n'est concernée par les zonages règlementaires. Toutefois, les installations du centre de stockage Cigéo étant situées à l'amont du plan de prévention du risque inondation, l'enjeu consistera à contribuer à la maitrise des risques inondations à l'aval du projet.

D'un point de vue état écologique et chimique, La Saulx et l'Orge sont régulièrement dégradés par des facteurs physicochimiques. L'état qualitatif de la Bureau n'a pas été évalué lors de l'état des lieux de 2019. Il peut être assimilé à celui de l'Orge (cf. Figure 3-21).

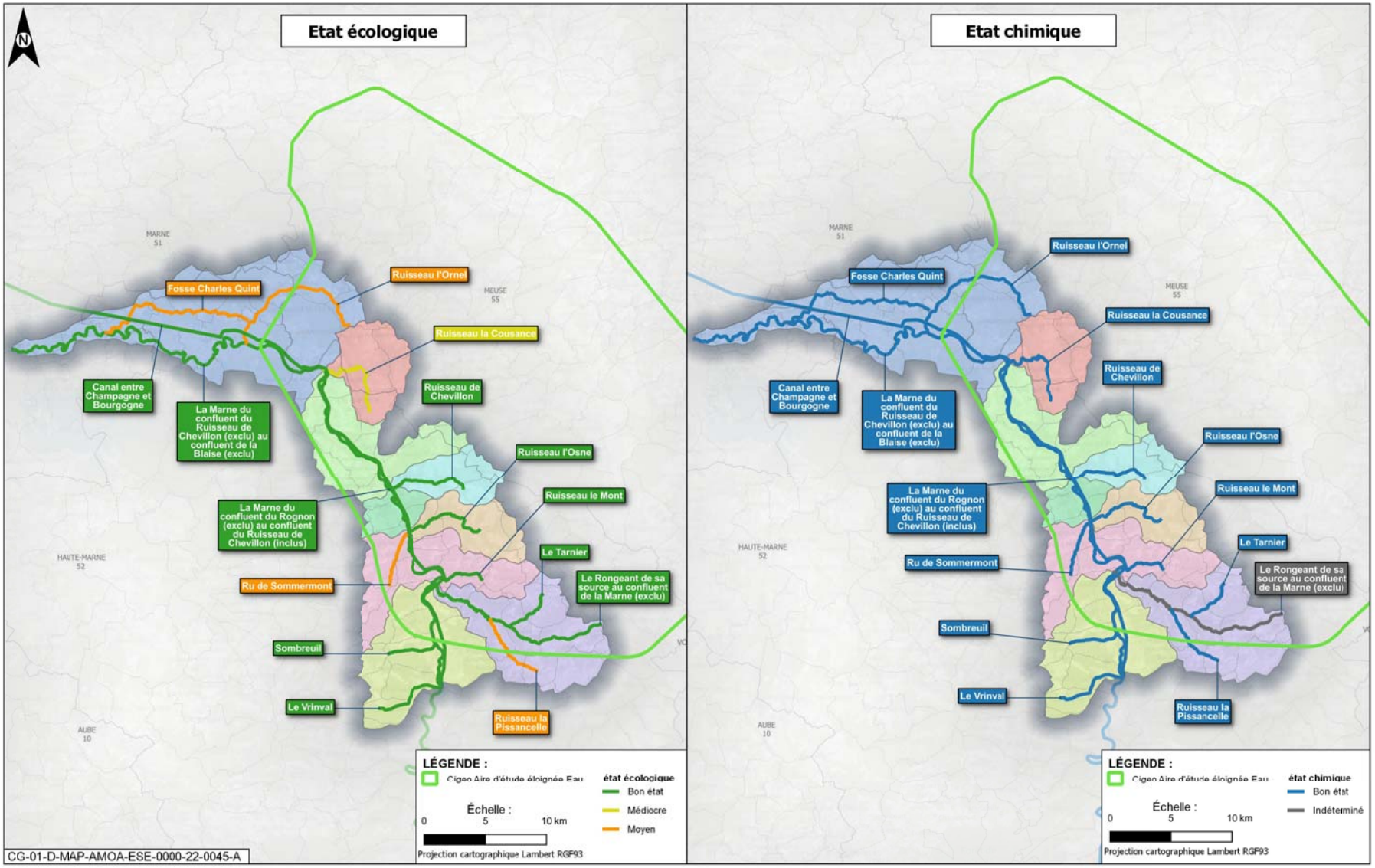


Figure 3-21 *État des masses d'eau superficielles du sous-secteur hydrographique de la Marne Blaise (état des lieux AESN 2019 (76))*

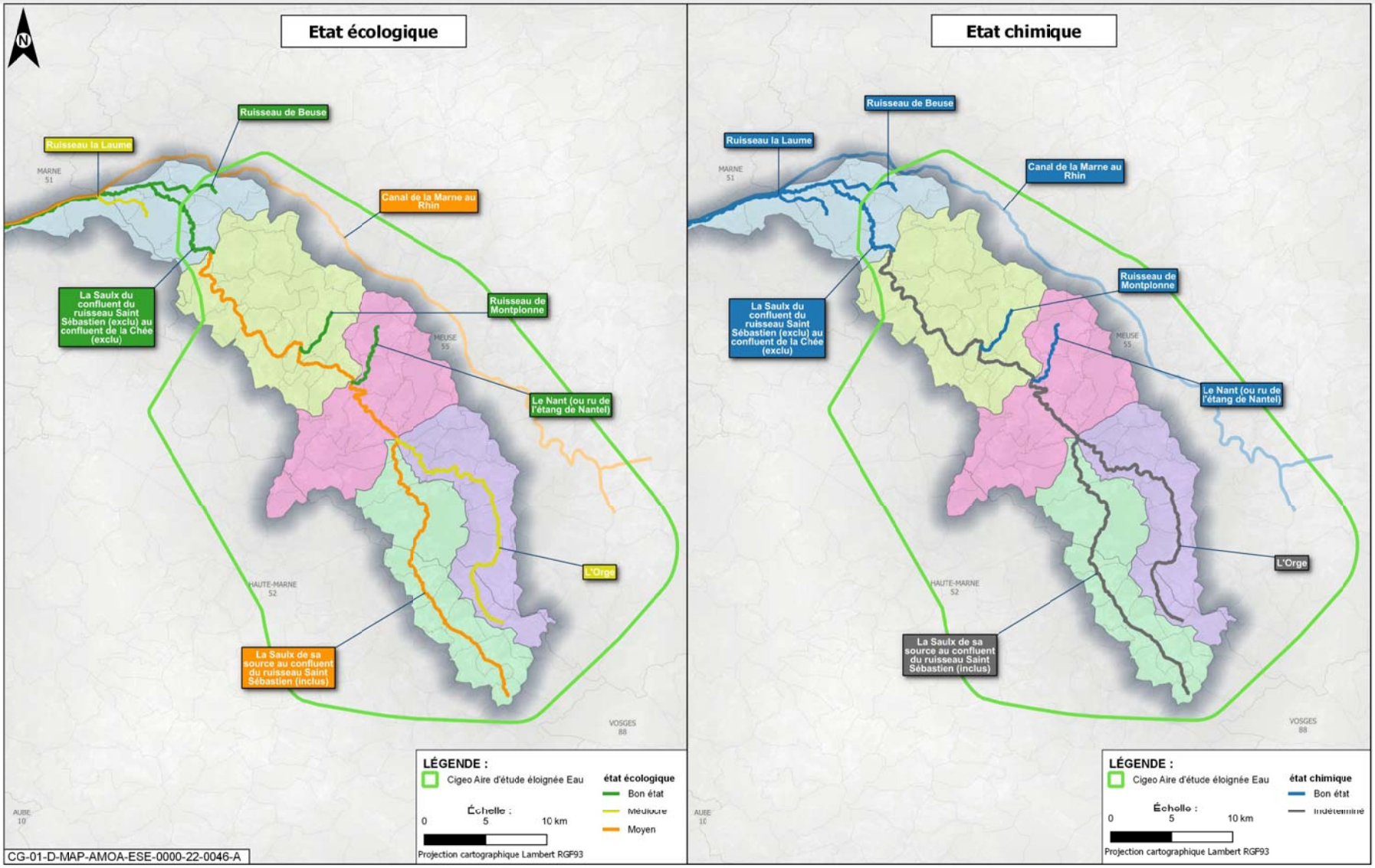


Figure 3-22 *État des masses d'eau superficielles du sous-secteur hydrographique de la Saulx à sa confluence avec l'Ornain (état des lieux AESN 2019 (76))*

b) Sous-secteur hydrographique de l'Ornain de sa source au confluent de la Saulx

La cartographie de l'atlas des zones inondables de Lorraine et de la circonscription administrative Bassin Rhin-Meuse issue de Géorisques indique que l'aire d'étude immédiate inclut une zone à risque de crue avec la crue centennale modélisée le long de l'Ornain sur les communes de Demange-Baudignécourt, Saint-Joire et Tréveray, communes à l'aval des différentes opérations du projet global Cigéo. Celle-ci représente la zone exposée à la crue théorique calculée à partir de l'analyse des crues passées et qui a une chance sur cent de se produire chaque année. Un plan de prévention du risque inondation le long de l'Ornain a également été adopté le 16 avril 2010. Il est présent dans l'aire d'étude immédiate sur les communes d'Abainville, d'Houdelaincourt, de Demange-Baudignécourt, de Gondrecourt-le-Château, de Saint-Joire, de Longeaux, de Givrauval, de Ligny-en-Barrois, de Velaines, de Tronville-en-Barrois et de Nançois-sur-Ornain. Il concerne l'opération de mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 et de l'ITE. La ligne ferroviaire 027000, antérieure à la réalisation du plan de prévention du risque inondation, est installée sur une plateforme au-dessus du terrain naturel. Elle traverse des zones d'expansion des crues mais est exclue des zones à risque. Les plus hautes eaux connues (PHEC) indiquent que l'installation terminale embranchée se situe en dehors des zones inondables. En complément de ces outils « administratifs » de gestion du risque inondation, comme pour l'Orge et la Bureau, des simulations hydrologiques ont été menées e, amont de ouvrages d'art. Les zones inondées par débordement de l'Ormançon se limitent aux lits majeurs existants de ces cours d'eau (cf. Figure 3-22).

3.5.1.2.4 Les unités hydrographiques traversées par la ligne RTE

La ligne 400 kV s'inscrit depuis Balignicourt jusqu'à Gondrecourt-le-Château (soit environ les deux-tiers de son tracé) dans le bassin versant Seine-Normandie, et plus particulièrement dans l'unité hydrographique Seine Amont, interceptant, d'ouest en est, les secteurs hydrographiques de l'Aube de sa source au confluent de la Seine et de la Marne amont de sa source au confluent avec La Saulx (inclus).

Le bassin de l'unité hydrographique de l'Aube, comprend de nombreux petits affluents en amont et dans le bassin de la Voire ainsi que cinq plans d'eau importants (barrages-réservoirs du Der-Chantecoq, Amance et Auzon-Temple, étangs de la Horre et des Landres). 71 % des cours d'eau ont une morphologie perturbée (cours d'eau recalibrés, curés…), leur restauration morphologique ainsi que la restauration de la dynamique fluviale (à l'aval) et de la continuité écologique sont des enjeux majeurs de ce bassin. Les prélèvements en eau pour l'irrigation, l'eau potable et l'industrie impactent également significativement les affluents aval de l'Aube. Les régimes hydrologiques de l'Aube et certains de ses affluents sont perturbés par le fonctionnement des barrages-réservoirs. La qualité de l'eau est essentiellement dégradée par les phytosanitaires et les nitrates (56% des masses d'eau concernées par un risque) et constitue un enjeu également pour la ressource en eau potable. Les cours d'eau traversés par la ligne au sein de ce bassin (la Heronne, le Meldançon, le Ruisseau de Chevry et de la Brie) sont en bon état chimique mais voient leur état écologique régulièrement dégradé.

Au sein du secteur hydrographique de la Marne, la ligne 400 kV rencontre les cours d'eau de la Marne, Saulx et son affluent l'Orge en enfin l'Ornain et son affluent l'Ormançon.

Sur l'extrémité est de la ligne 400 kV entre Gondrecourt-le-Château et Houdreville, cette dernière recoupe le bassin versant Rhin-Meuse au niveau du district Meuse et plus particulièrement les secteurs hydrographiques de la Meuse du confluent du Mouzon (inclus) au confluent de l'Aroffe, de la Meuse du confluent de l'Aroffe (inclus) au confluent de la Scance et de la Moselle du confluent de l'Euron (inclus) au confluent de la Meurthe. La ligne 400 kV croise 6 cours d'eau : Ruisseau de la Fragne et de Ruppes, Noue de Burey, la Meuse, l'Aroffe et le Brenon à l'Est. L'état écologique des cours d'eau traversés par la ligne 400 kV est qualifié de médiocre à bon. Les données de l'état des lieux 2019 du SDAGE Rhin-Meuse, présentent un état écologique global qualifié de médiocre pour le Brénon à bon pour la Meuse. Pour les trois cours d'eau du bassin Rhin-Meuse, l'objectif de bon état écologique du SDAGE est fixé à 2027. Seul le Brenon présente un état chimique dégradé (cf. Figure 3-23).

Au total, la ligne 400 kV croise sur son linéaire 17 cours d'eau de différentes natures : rivières, ruisseaux et Noues.

3.5.1.2.5 L'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 ou pour des usages agricoles.

Au sein de l'aire d'étude immédiate, dans le bassin versant de l'Ornain, les eaux superficielles sont utilisées pour alimenter le canal, un barrage hydro-électrique et supporter l'activité d'une pisciculture. L'enjeu peut donc être considéré comme fort pour les usages « industriels » des eaux superficielles. Des activités de pêche sont également recensées dans les cours d'eau pérennes de l'aire d'étude éloignée, et dans certains plans d'eau (Gillaumé, Ligny en Barrois) de la zone d'étude rapprochée. 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.

Enjeux pour les eaux superficielles

Les secteurs hydrographiques concernés par les futures installations du projet global Cigéo présentent des cours d'eau avec une hydrologie très contrastée :

- des cours d'eau à très faibles débits en interface étroite avec les eaux souterraines, notamment au droit de l'affleurement des calcaires du Barrois (Ormançon, Orge…) ;
- des cours d'eau pérenne comme La Marne, la Saulx et l'Ornain, ainsi que les grands cours d'eau franchis par la ligne 400 kV comme La Héronne, La Blaise et la Meuse.

Du fait des très faibles débits, voire des périodes d'assecs récurrentes, les petits cours d'eau présentent une sensibilité forte aux dégradations de leur qualité écologique et/ou chimique. De plus, une augmentation des débits ou une dégradation de leur qualité pourraient se répercuter en aval sur des cours d'eau qui font notamment l'objet d'un plan de prévention des risques inondation. Les enjeux des eaux superficielles varient d'un cours d'eau à un autre et même au sein d'un même cours d'eau.

L'enjeu quantitatif est globalement fort du fait de cours d'eau de faible débit ayant des pertes actives même en période de hautes eaux (Orge et Ormançon).

L'enjeu qualitatif est globalement fort du fait, selon les cours d'eau, de la nécessité de préservation des capacités d'accueil actuelles ou de la non-entrave à l'atteinte des objectifs de bon état du SDAGE

Plusieurs usages industriels et récréatifs sont identifiés dans l'aire d'étude immédiate. Aucun usage pour l'alimentation en eau potable n'est identifié. L'enjeu sur les usages est globalement fort du fait de la présence de ces usages industriels.

L'enjeu lié au risque d'inondation est globalement fort du fait de zones inondables au droit de villages.

En synthèse et à l'échelle du projet global Cigéo, l'enjeu est fort sur la thématique « eaux superficielles ».

Enjeu fort de l'état quantitatif, qualitatif et sur la préservation des usages

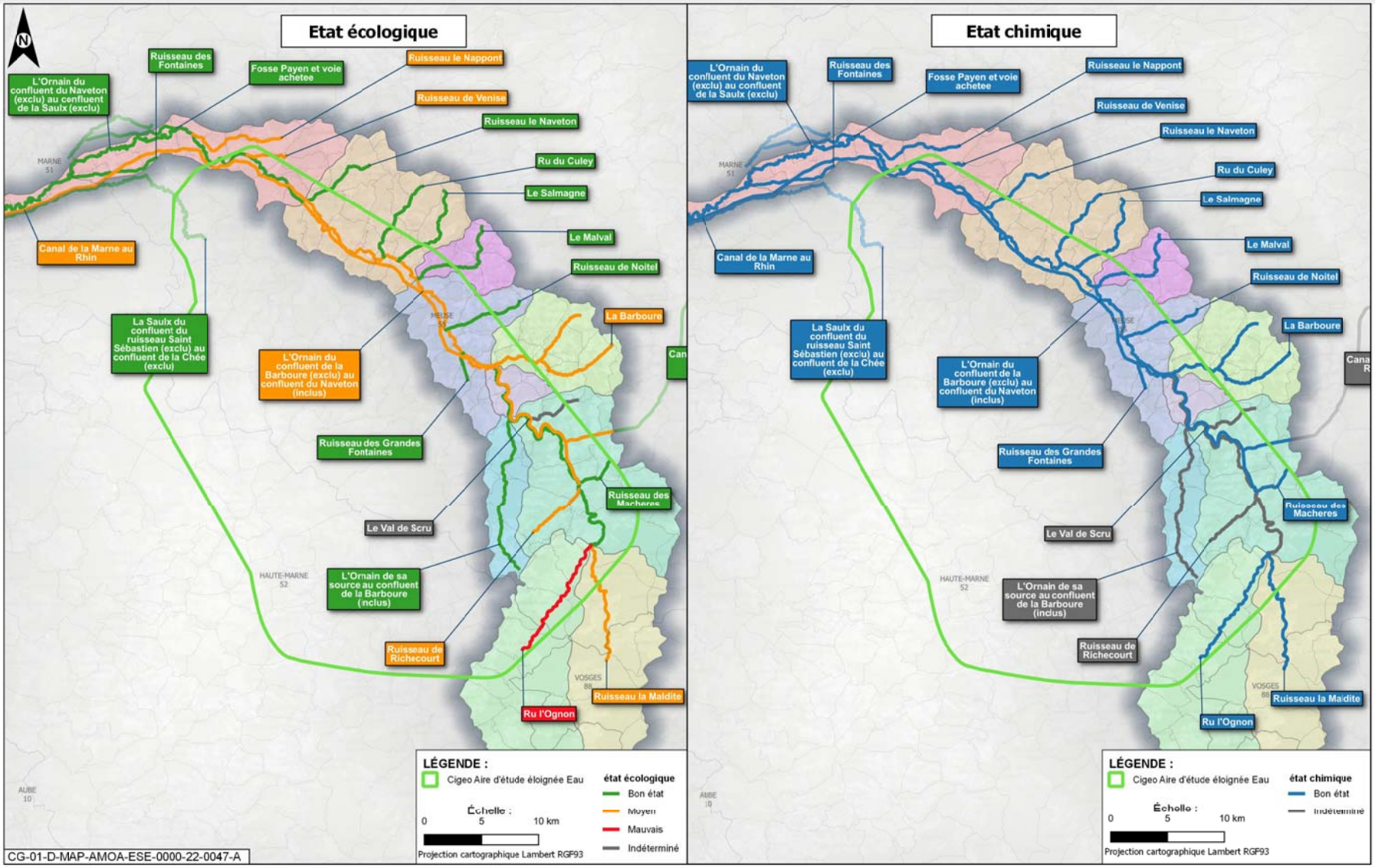


Figure 3-23 *État des masses d'eau superficielles du sous-secteur hydrographique de l'Ornain (état des lieux AESN 2019 (76))*

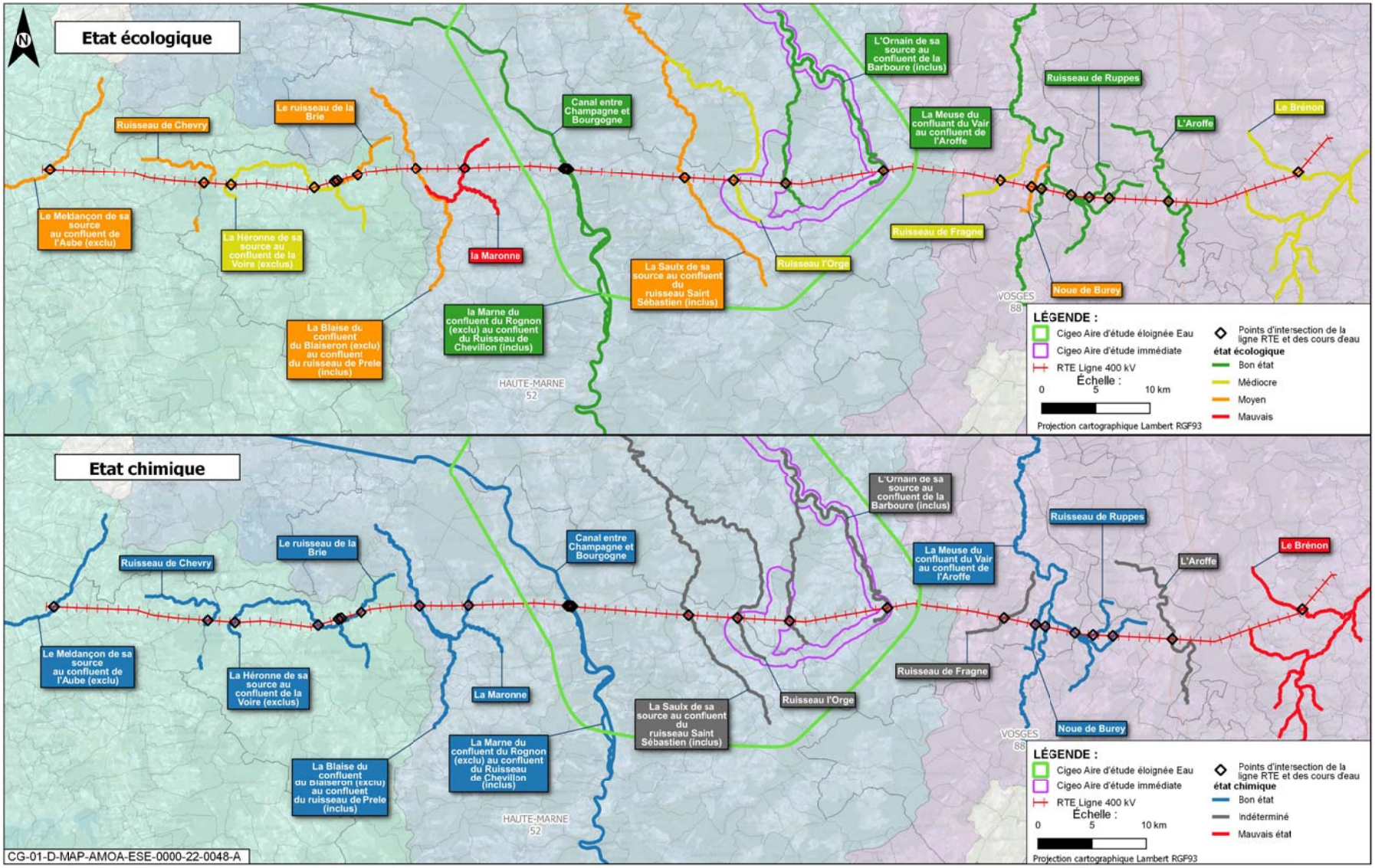


Figure 3-24 *État des masses d'eau superficielles des unités hydrographiques traversées par la ligne RTE*

3.5.1.3 Les 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 et d'après une enquête complémentaire réalisée par l'Andra en 2020.

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 masses d'eau.

Dans le cadre de la DCE (66), l'évaluation de l'état des masses d'eau souterraine résulte de la combinaison de critères à la fois qualitatifs et quantitatifs : « l'expression générale de l'état d'une masse d'eau souterraine étant déterminée par la plus mauvaise valeur de son état quantitatif et de son état chimique ». La détermination de l'état des masses d'eau s'appuie sur l'état des lieux de l'Agence de l'eau Seine-Normandie 2019 (76) et sur les schémas d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Seine-Normandie et Rhin-Meuse en vigueur. Des données complémentaires au droit du centre de stockage Cigéo issue du réseau de l'Observatoire Pérenne de l'Environnement sont également utilisées.

3.5.1.3.1 Les « masses d'eaux » souterraines et les aquifères

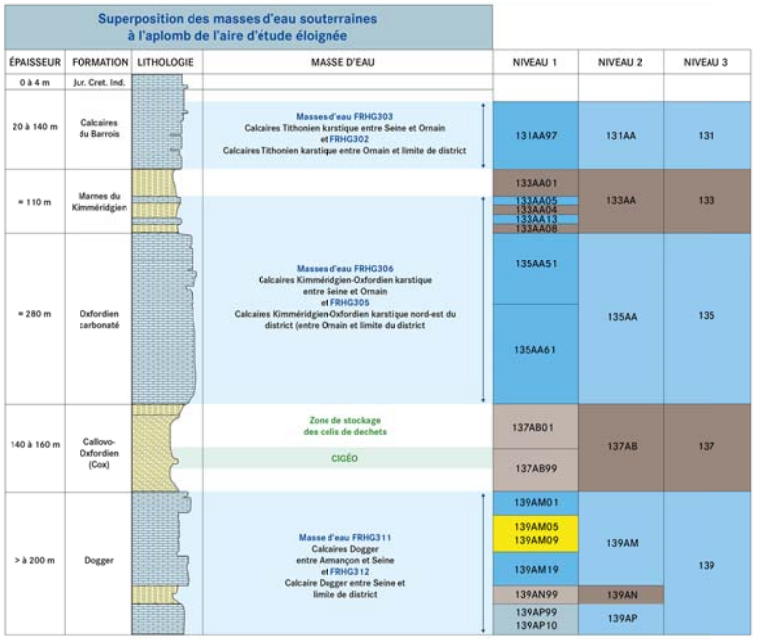
» MASSES D'EAU SOUTERRAINES ET AQUIFERES

La directive cadre européenne sur l'eau (66) introduit la notion de « masses d'eaux souterraines » qu'elle définit comme « un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères ».

Au niveau de l'aire d'étude éloignée, différentes masses d'eau ont été répertoriées. Elles sont localisées sur la figure 3-29. Il s'agit, des plus superficielles aux plus profondes (cf. Figure 3-24) :

- des masses d'eau FRHG302 « Calcaires du Tithonien karstique entre Ornain et limite du district » et FRHG303 « Calcaires du Tithonien karstique entre Seine et Ornain » qui concernent les nappes des Calcaires du Barrois ;
- des masses d'eau FRHG305 « Calcaires kimméridgien-oxfordien karstique nord-est du district (entre Ornain et limite du district) » et FRHG306 « Calcaires Kimméridgien-Oxfordien karstique entre Seine et Ornain » qui concernent les nappes contenues dans les bancs Calcaires du Kimméridgien et dans les Calcaires Oxfordien ;
- de la masse d'eau FRHG312 « Calcaires Dogger entre la Seine et limite de district » présente sous le Callovo-Oxfordien et concernant la nappe contenue dans la formation du Dogger ;
- de la masse d'eau FRHG215 « Albien-néocomien libre entre Seine et Ornain », à dominante sédimentaire non alluviale, présente dans la partie nord-ouest de l'aire d'étude éloignée.

Aux cinq masses d'eau listées ci-avant, il faut ajouter les nappes d'accompagnement ou nappes alluviales (FRHG005 et autres masses d'eau non codifiées) développées dans les formations sédimentaires présentes au niveau des vallées des cours d'eau.



CG-TE-D-MGE-AMOA-ESE-0000-22-0049-A

Figure 3-25 Superposition des masses d'eau souterraines à l'aplomb de l'aire d'étude éloignée (correspondance entre le référentiel des masses d'eau souterraine BRGM et la BDLISA)

Au niveau de l'aire d'étude spécifique de la ligne 400 kV, huit masses d'eau supplémentaires sont identifiées. Elles ne font pas l'objet d'une description détaillée car la nature des travaux sur la ligne 400 kV n'est pas de nature à influer sur les eaux souterraines.

Les formations calcaires rencontrées sont fréquemment des « aquifères », c'est-à-dire qu'elles constituent des réservoirs naturels où l'eau souterraine peut circuler « facilement » à la faveur de la porosité ou des fissures de la roche. Il s'agit de milieux « perméables » où se développent des « nappes d'eau ». À l'inverse, les niveaux argileux ou marneux sont des milieux où l'eau circule très peu ou pas et sont qualifiés d'aquitards s'ils sont faiblement perméables et d'aquicludes s'ils sont imperméables.

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.

a) Masse d'eau FRHG302 et 303 : les aquifères des Calcaires du Barrois

En Lorraine, le Tithonien (FRHG302) a une épaisseur dépassant les 100 m (140 à 150 m). Il est constitué à sa base par les Calcaires lithographiques, surmontés localement par la « Pierre chaline », les Calcaires argileux à débris (qui correspondent aux calcaires de Dommartin), localement par l'Oolithe de Bure (présente du sud de la Lorraine jusqu'à Clermont-en-Argonne vers le nord), les Calcaires cariés et les Calcaires tubuleux. Les calcaires du Tithonien ont une structure tabulaire, monoclinale, à pendage orienté vers l'ouest où ils s'enfoncent sous les formations du Crétacé inférieur (MESO HG214). Ils reposent sur les marnes et argiles du Kimméridgien supérieur. Sur la totalité de sa surface, La MESO HG302 est représenté par 13 entités BDLISA de niveau 3, de nature et d'extension variées. Au sein de l'aire d'étude éloignée : on ne retrouve que 4 entités de la BD LISA dont une entité aquifère : les Calcaires du Tithonien inférieur du Bassin parisien.

Tableau 3-2 *Entités hydrogéologiques incluses dans les masses d'eau FRHG302 et 303 au droit de l'aire d'étude éloigne du projet global Cigéo*

Code BDLISA	Libellé Niveau 3	Nature de l'entité
127AG05	Sables et argiles du Wealdien (Néocomien), sables blancs, grès ferrugineux et marnes du Valanginien calcaires marneux (Hauterivien) du Bassin parisien	Semi-perméable
131AA94	Dolomies du Tithonien du Bassin parisien	Semi-perméable
131AA95	Calcaires marneux du Tithonien en Lorraine et Champagne	Imperméable
131AA97	Calcaires du Tithonien inférieur du Bassin parisien	Aquifère

Les eaux de la masse d'eau souterraine présentent un faciès homogène de type bicarbonaté calcique et magnésie.

Les Calcaires du tithonien constituent un aquifère multicouche dont le toit est représenté par les différentes formations rencontrées au contact du Crétacé qui s'étage entre Albien (Sables verts) et Valanginien et le mur est constitué par les Marnes à exogyres supérieures du Kimméridgien.

Au sein des masses d'eau FRHG302 et 303, au droit de la zone éloignée, on retrouve les aquifères des Calcaires du Barrois qui sont la première formation rencontrée dans la zone d'implantation du centre de stockage. Cette formation aquifère est constituée de trois niveaux aquifères : aquifère des Calcaires cariés et tachetés, aquifère des Calcaires de Dommartin et aquifère des Calcaires sublithographiques.

Dans le secteur d'implantation des liaisons entre les installations de surface et les ouvrages souterrains de stockage de Cigéo, l'écoulement des nappes du Barrois est globalement orienté vers le nord/nord-ouest.

Cette nappe subit au cours de l'année de fortes variations de niveau (cote piézométrique). L'alimentation de la nappe se fait de deux façons :

- lorsque l'aquifère est affleurant : l'alimentation se fait directement par les infiltrations des eaux de pluie, au travers de terrains de surface altérés, karstifiés et de ce fait très perméables ;
- lorsque l'aquifère est sous couverture : en s'éloignant vers le nord, pour les Calcaires sublithographiques qui s'enfoncent sous les Calcaires de Dommartin et le niveau imperméable de la Pierre Châline, l'alimentation se fait latéralement soit par les écoulements venant du sud (de la zone affleurante dite de recharge), soit par des infiltrations lentes verticales.



Figure 3-26 *Superposition des masses d'eau souterraines à l'aplomb de l'aire d'étude éloignée (correspondance entre le référentiel des masses d'eau souterraine BRGM et la BDLISA) – focus sur les aquifères des calcaires du Barrois (Bleu : aquifère ; gris : imperméable*

Par ailleurs, les côtes topographiques des cours d'eau de l'Orge et de l'Ormançon, ainsi que les résultats des différents traçages disponibles, indiquent qu'il pourrait exister localement, notamment au nord de Bure dans la zone d'implantation des ouvrages souterrains, des écoulements souterrains de l'Ormançon vers l'Orge.

Plus au nord, dans la vallée de l'Orge et de la Saulx, les traçages montrent la présence d'écoulements vers la vallée de la Marne à l'ouest et vers des sources plus en aval dans la vallée de la Saulx (sources de Rupt-aux-Nonains, Haironville, Bazincourt-sur-Saulx) ou plus au nord, vers Bar-le-Duc et Fains-les-Sources.

L'état quantitatif et qualitatif des masses d'eau fait l'objet d'un état des lieux régulier par les agences de l'eau. A droit de la zone d'implantation du centre de stockage Cigéo, l'état des eaux des certains niveau aquifère a également fait l'objet d'une caractérisation locale.

Masse d'eau	Code	État quantitatif 2019	État chimique 2019	État global 2019	État chimique local
Calcaires tithonien karstique entre Seine et Ornain (Calcaires du Barrois)	FRHG303	Bon	Bon	Bon	Mauvais
Calcaires tithonien karstique entre Ornain et limite du district (Calcaires du Barrois)	FRHG302	Bon	Mauvais	Mauvais	Indéterminé

En 2019, les prélèvements locaux indiquent un mauvais état des eaux. La présence excessive de matières en suspension et donc la turbidité ainsi que des teneurs en 4-nonylphénol et en certains polluants organiques à vocation de pesticide, supérieures aux normes entrainent un déclassement permanent de l'état qualitatif local de cette masse d'eau.

b) Masses d'eau FRHG305 et FRHG306 : Aquifères du Kimméridgien et de l'Oxfordien Calcaire et Aquifères des Calcaires du Kimméridgien-Oxfordien karstique

Les masses d'eau souterraine HG306 et HG305 sont constituées des calcaires du Kimméridgien-Oxfordien, pour lesquels on distingue les lithologies suivantes : calcaires blancs du Kimméridgiens supérieur, calcaires du Kimméridgien inférieur (« calcaires à Astartes »), calcaires récifaux de l'Oxfordien supérieur (Séquanien, Argovien, Rauracien) et calcaires marneux de l'Oxfordien moyen.

Les calcaires du Kimméridgien-Oxfordien ont une structure tabulaire, monoclinale, à pendage orienté vers le sud-ouest à ouest où ils s'enfoncent sous les formations marneuses du Kimméridgien supérieur et du Portlandien (HG303). L'ensemble aquifère Kimméridgien-Oxfordien repose sur les formations marneuses (à ammonites ferrugineuses) de l'Oxfordien inférieur et du Callovien.

Ces masses d'eau contiennent 2 ensembles aquifères : Aquifères du Kimméridgien et de l'Oxfordien Calcaire et les Aquifères des Calcaires du Kimméridgien-Oxfordien karstique.

Code BDLISA	Libellé	Nature de l'entité
133AA01	Marnes à exogyres supérieures et marnes et calcaires indifférenciés du Kimméridgien en Lorraine (bassin Seine-Normandie)	Imperméable
133AA05	Calcaires blancs supérieurs du Kimmeridgien en Lorraine (bassin Seine-Normandie)	Aquifère
133AA04	Marnes à exogyres moyennes et marnes et calcaires indifférenciés du Kimméridgien en Lorraine (bassin Seine-Normandie	Imperméable
133AA13	Calcaires blancs inférieurs du Kimmeridgien en Lorraine (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse)	Aquifère
133AA08	Marnes à exogyres inférieures et marnes et calcaires indifférenciés du Kimméridgien en Lorraine (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse)	Imperméable
135AA51	Calcaires de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien inférieur du Bassin parisien, calcaires rocailleux à ptérocères, Calcaires à Astartes, Oolithe de Lamothe, Calcaires sublithographiques et Argiles à Ostrea	Aquifère
135AA61	Calcaire corallien de l'Oxfordien moyen à supérieur du Bassin parisien	Aquifère

L'Oxfordien calcaire forme un ensemble aquifère discontinu. Bien que les marnes du Kimméridgien ne soient pas considérées comme des aquifères, elles présentent cependant des intercalations calcaires en particulier deux bancs calcaires d'une quinzaine de mètres, lesquels peuvent, à l'affleurement lorsque les formations sont altérées, être le siège de circulations d'eau, selon les données régionales (captage d'eau potable du syndicat des eaux d'Échenay). L'ensemble aquifère de l'Oxfordien calcaire présente de fortes variations de faciès (nature des roches), avec des variations à la fois verticales et latérales en fonction des conditions de dépôt des sédiments et de la présence de fissures locales des roches. De ce fait, ces roches présentent de fortes variations de perméabilité qui vont conditionner les écoulements.

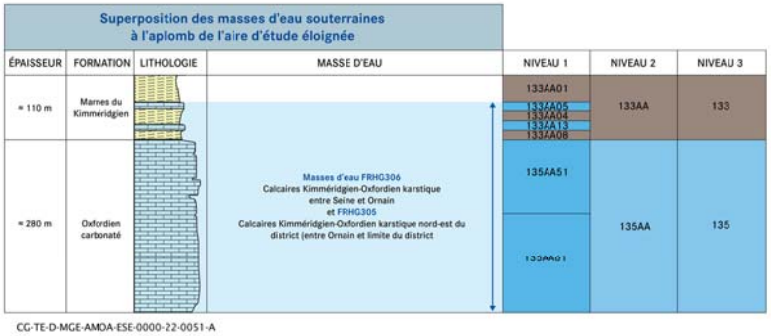


Figure 3-27 *Superposition des masses d'eau souterraines à l'aplomb de l'aire d'étude éloignée (correspondance entre le référentiel des masses d'eau souterraine BRGM et la BDLISA) - focus sur les Aquifères du Kimméridgien et de l'Oxfordien Calcaire et Aquifères des C*

La nappe de l'Oxfordien du Bassin parisien est classée par le BRGM comme une ressource à protéger dite « d'ultime recours ». Cette classification se base sur les caractéristiques globales de la nappe (échelle macro) mais il est classiquement considéré que la productivité de la nappe de l'Oxfordien est très dépendante du degré de fissuration et de fracturation des différents faciès de cette unité géologique. Au niveau du projet de centre de stockage Cigéo, l'Oxfordien carbonaté est un aquifère qui présente une productivité limitée. L'écoulement général de l'Oxfordien calcaire est orienté vers le nord-ouest, avec une recharge par les pluies en zone d'affleurement au sud-est de l'aire d'étude éloignée, au-delà du fossé de Gondrecourt-le-Château. Le gradient de charge hydraulique moyen (pente de la nappe) est inférieur au pourcent avec des vitesses moyennes d'écoulement de l'ordre d'un km par 100 000 ans.

Masse d'eau	Code	État quantitatif 2019	État chimique 2019	État global 2019
Calcaires kimméridgien-oxfordien karstique entre Seine et Ornain	FRHG306	Bon	Bon	Bon
Calcaires kimméridgien-oxfordien karstique nord-est du district (entre Ornain et limite du district)	FRHG305	Bon	Mauvais	Mauvais

Les résultats locaux indiquent un mauvais état des eaux pour 2019. Toutefois ces mesures au niveau local ne semblent pas représenter l'état global de la masse d'eau FRHG306, puisque celle-ci a officiellement été qualifiée de « bon état » chimique, selon les données d'état des lieux publiques de 2019 du système d'information sur l'eau du bassin Seine-Normandie.

c) Masses d'eau FRHG311 et FRHG312 : Aquifères du Dogger

Ces masses d'eau sont la résultante de la séparation en 2 entités de la masse d'eau FRGH310 « « Calcaires dogger entre Armançon et limite de district ». Cette masse d'eau contient les aquifères du Dogger qui sont représentés par les formations Calcaires du Bathonien et du Bajocien. La nature des calcaires leur confère, dans l'aire d'étude éloignée, une faible porosité et de mauvaises caractéristiques aquifères.

L'aquifère du Bathonien présente une nappe captive sous la couche du Callovo-Oxfordien. Il est caractérisé par une hétérogénéité de faciès qui se traduit par une forte variabilité locale de la perméabilité, qui reste faible (de l'ordre de 10^{-8} m.s^{-1} en valeur moyenne, variant de 10^{-7} m.s^{-1} à 10^{-10} m.s^{-1}).

Cet aquifère est séparé de l'aquifère du Bajocien plus profond par les marnes de Longwy épaisses d'une trentaine de mètres. L'aquifère du Bajocien est encore moins productif que le Bathonien

Code BDLISA	Libellé	Nature de l'entité
139AM01	Dalle nacrée du Callovien inférieur et calcaires marneux et oolitiques du Bathonien supérieur à l'est du Bassin parisien	Aquifère
139AM05	Marnes et caillasses à Rhynchonelles du Bathonien-Callovien à l'est du Bassin parisien	Semi-perméable
139AM09	Caillasses à Anabacia et marnes à Térébratules du Bathonien à l'est du Bassin parisien	Semi-perméable
139AM19	Oolithes avec passées marneuses, Oolithe miliaire, Oolithe de Jaumont, Oolithe de Doncourt, Oolithe blanche et Grande Oolithe du Bathonien inférieur et Bajocien supérieur	Aquifère
139AN99	Marnes et calcaires marneux indifférenciés, Marnes de Longwy en Lorraine et Marnes à Liostrea acuminata en Champagne du Bajocien supérieur-Bathonien du Bassin parisien	Imperméable
139AP99	Calcaires du Bajocien du Bassin parisien	Aquifère

Code BDLISA	Libellé	Nature de l'entité
139AP10	Formation ferrugineuse (minerai de fer oolithique) de l'Aalénien de l'est du Bassin parisien (bassin Rhin-Meuse)	Semi-perméable

La masse d'eau FRHG310 est découpée en deux nouvelles masses d'eau dans le SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2022-2027 (68) :

- la masse d'eau FRHG312 « Calcaires Dogger entre la Seine et limite de district » ;
- la masse d'eau FRHG311 « Calcaires Dogger entre Armançon et la Seine ».

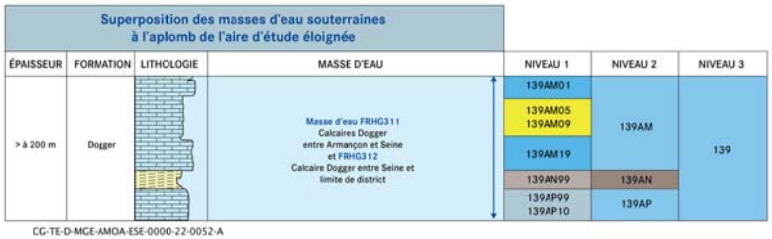


Figure 3-28 *Superposition des masses d'eau souterraines à l'aplomb de l'aire d'étude éloignée (correspondance entre le référentiel des masses d'eau souterraine BRGM et la BDLISA) – focus Aquifères du Dogger (Bleu : aquifère ; gris : imperméable ; jaune : semi-permé*

Cette masse d'eau a officiellement été qualifiée de « bon état » chimique, selon les données publiques du système d'information sur l'eau du bassin Seine-Normandie.

Masse d'eau	Code	État quantitatif 2019	État chimique 2019	État global 2019
Calcaires Dogger entre Seine et limite de district	FRHG312	Bon	Bon	Bon

d) Les masses d'eau le long de la ligne 400 kV

S'ajoutent aux masses d'eau de l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo, les masses d'eau rencontrées d'est en ouest, au droit de l'aire d'étude spécifique de la ligne 400 kV :

- la masse d'eau FRHG218 « Albien-néocomien captif », à dominante sédimentaire non alluviale ;
- la masse d'eau FRHG208 « Craie de Champagne sud et centre », de formations crayeuses du Séno-Turonien, qui constitue l'aquifère le plus important de la région Champagne-Ardenne ;
- les masses d'eau, à dominante sédimentaire, FRB1G111 « Calcaires du Dogger versant Meuse sud » et FRCG110 « Calcaires du Dogger des côtes de Moselle versant Rhin » qui appartiennent aux Calcaires du Dogger du bassin parisien ;
- la masse d'eau FRB1G113 « Calcaires des côtes de Meuse de l'Oxfordien et du Kimméridgien et argiles du Callovo-Oxfordien », qui appartient aux Calcaires de l'Oxfordien du bassin parisien ;
- la masse d'eau FRB1G115 « Alluvions de la Meuse et de ses affluents » qui appartiennent aux alluvions quaternaires du bassin versant de la Meuse ;
- la masse d'eau FRHG005 « Alluvions du Pertois » qui correspond aux alluvions quaternaires dans la plaine du Perthois (vallée de la Marne et de ses affluents) ;
- la masse d'eau FRCG105 « Grès du Trias inférieur au nord de la faille de Vittel » à dominante sédimentaire, rattachée au district Rhin ;
- la masse d'eau FRCG108 « Domaine du Lias et du Keuper du plateau lorrain versant Rhin », imperméable localement aquifère, rattachée au district Rhin.

Masse d'eau	Code	État quantitatif 2019	État chimique 2019	État global 2019
Albien-néocomien libre entre Seine et Ornain	FRHG215	Bon	Mauvais	Mauvais
Albien-néocomien captif	FRHG218	Bon	Bon	Bon
Craie de Champagne sud et centre	FRHG208	Mauvais	Mauvais	Mauvais
Alluvions du Perthois	FRHG005	Bon	Bon	Bon
Calcaires du Dogger versant Meuse sud	FRB1G111	Bon	Bon	Bon
Calcaires du Dogger des côtes de Moselle versant Rhin	FRCG110	Bon	Mauvais	Mauvais
Calcaires des côtes de Meuse de l'Oxfordien et du Kimméridgien et argiles du Callovo-Oxfordien	FRB1G113	Bon	Mauvais	Mauvais
Alluvions quaternaires du bassin versant de la Meuse	FRB1G115	Bon	Bon	Bon
Grès du Trias inférieur au nord de la faille de Vittel	FRCG105	Bon	Bon	Bon
Domaine du Lias et du Keuper du plateau lorrain versant Rhin	FRCG108	Bon	Mauvais	Mauvais

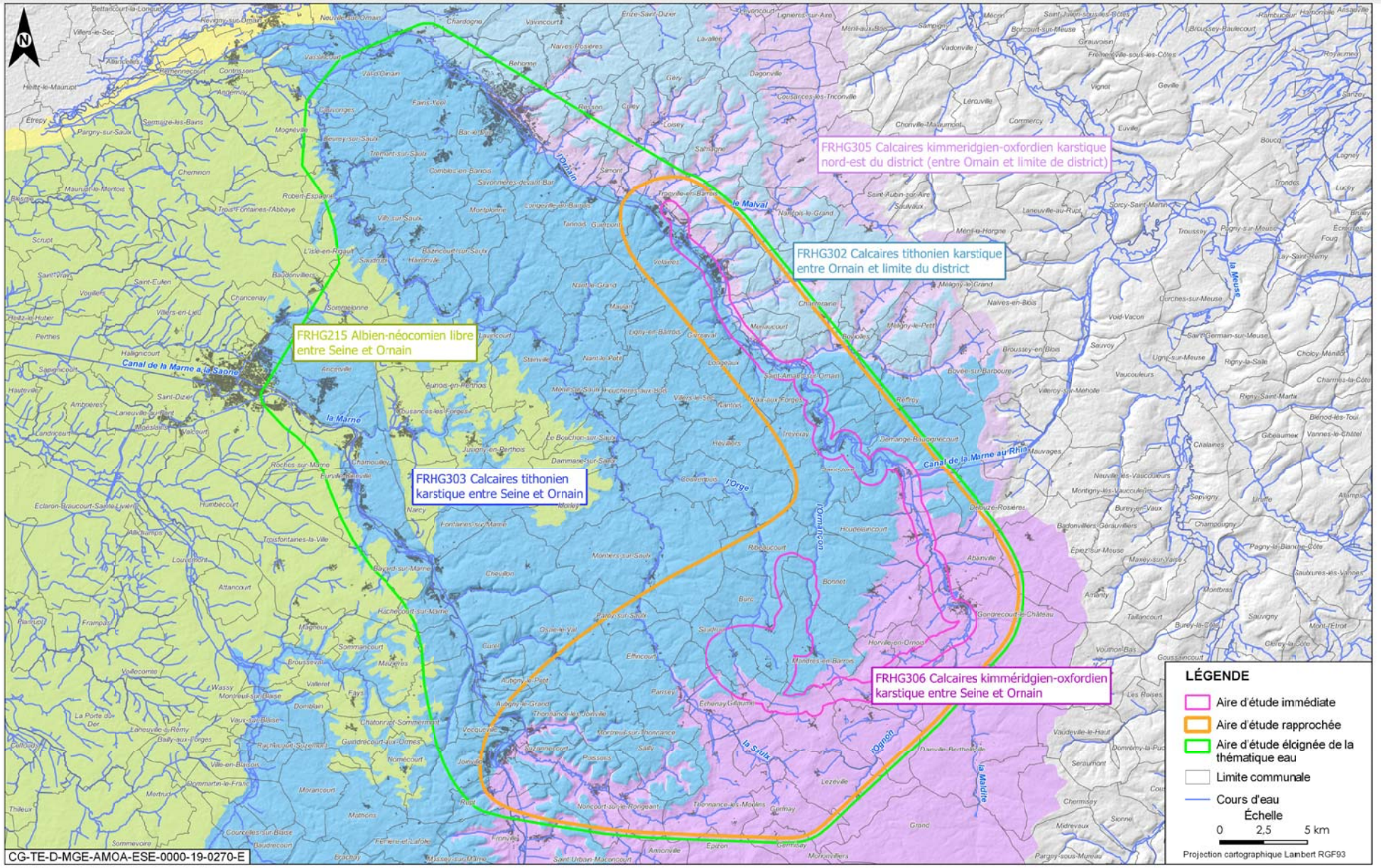


Figure 3-29 *Masses d'eau souterraine rencontrées à l'affleurement sur l'aire d'étude éloignée*

3.5.1.3.2 L'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 éloignée 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).

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. La vérification des usages actuels des ouvrages localisés dans l'aire d'étude a été réalisée au second semestre 2020, dans le cadre d'une campagne de recensement des captages d'eau et de leurs usages.

Les captages d'alimentation en eau potable et leurs périmètres de protection associés recensés dans l'aire d'étude éloignée sont localisés sur la figure 3-30.

Enjeux pour les eaux souterraines

L'aquifère des Calcaires du Barrois est vulnérable du fait de son utilisation pour l'alimentation en eau potable des collectivités, pour des usages agricoles et quelques usages privés. Les circulations préférentielles au sein cette nappe influencent fortement le fonctionnement de certains cours d'eau.

L'aquifère des Calcaires du Kimméridgien-Oxfordien karstique est moins vulnérable.

La masse d'eau des Calcaires du Dogger est isolée des aquifères supérieurs par le Callovo-Oxfordien et elle n'est pas vulnérable.

Les installations du projet global Cigéo se trouvent dans les périmètres de protections de plusieurs captages d'alimentation en eau potable captant les nappes des Calcaires du Barrois et du Kimméridgien-Oxfordien.

L'enjeu quantitatif et qualitatif est globalement fort, du fait des caractéristiques de certaines masses d'eau (karstiques, affleurantes...), de leur bon état ou des objectifs de bon état du SDAGE.

La conservation de l'état des masses d'eau est un enjeu fort pour le projet global Cigéo pour la pérennité des usages. L'enjeu sur les usages est globalement fort du fait de la présence de captages à usage d'alimentation en eau potable, agricole et industriel.

Du fait de la présence de zones à risque d'inondation par remontée de nappe principalement au droit des cours d'eau, l'enjeu lié au risque d'inondation par remontée de nappe est modéré.

En synthèse et à l'échelle du projet global Cigéo, l'enjeu est fort sur la thématique « eaux souterraines ».

Enjeu fort sur l'état quantitatif, qualitatif et sur la préservation des usages des eaux souterraines.

Enjeux modérés liés au risque inondation.

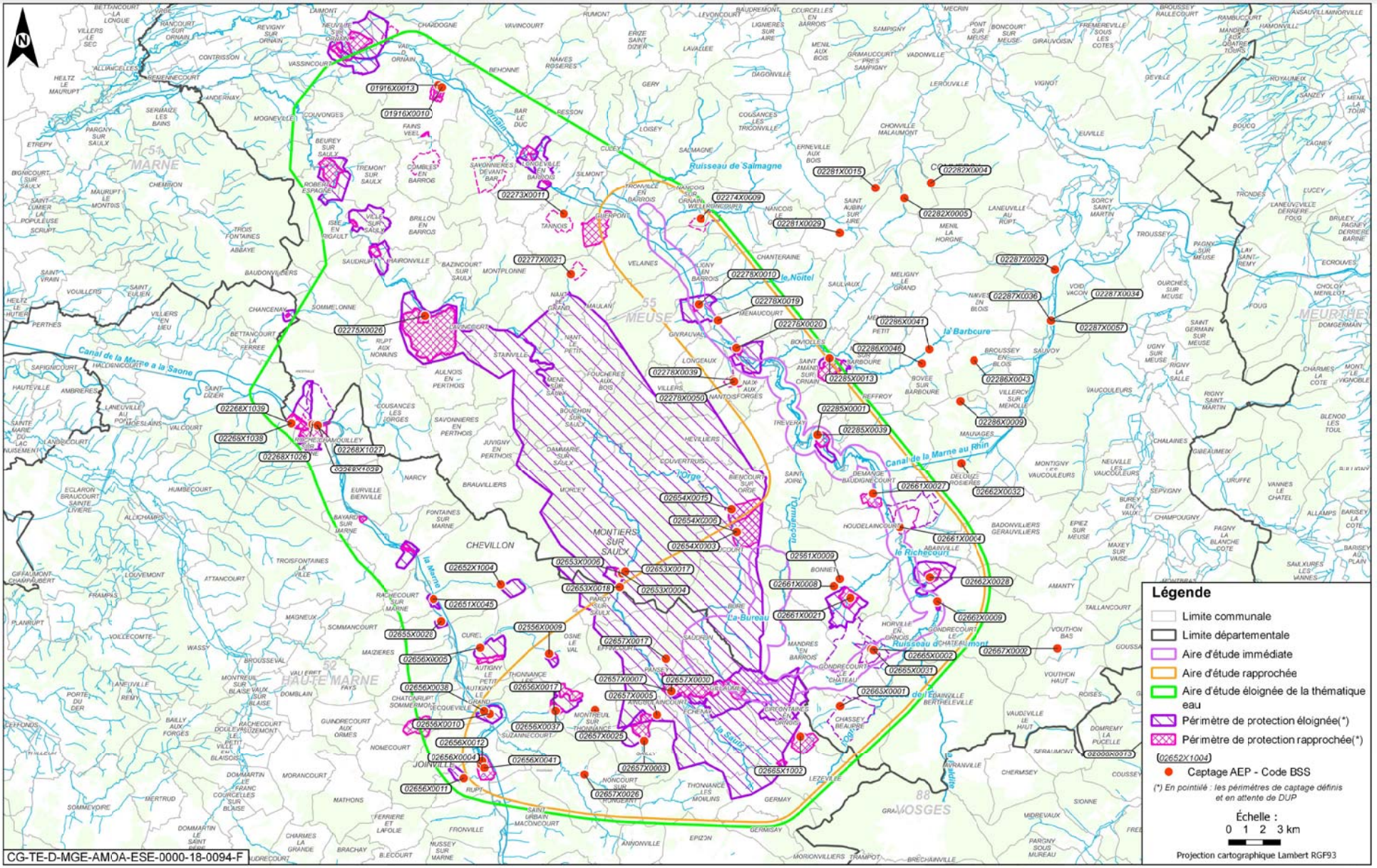


Figure 3-30 *Ensemble des captages d'alimentation en eau potable des collectivités et périmètres de protection associés recensés dans l'aire d'étude éloignée (source ARS, novembre 2019 et actualisation en octobre 2021)*

3.5.2 Les incidences et mesures

Il existe trois types d'incidences potentielles sur les eaux de surface et souterraines qui peuvent être induites soit par une modification des écoulements soit par des prélèvements ou des rejets d'eau vers les milieux naturels :

- une incidence quantitative ;
- une incidence sur la qualité des eaux ;
- une incidence sur les usages.

» SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

Eaux souterraines

Les incidences du centre de stockage Cigéo sur les eaux souterraines, et plus précisément sur les critères quantitatifs (ressource, écoulement) sont évaluées à partir de deux modèles numériques intégrant le système aquifère des Calcaires du Barrois et/ou de l'Oxfordien calcaire. Les simulations ont été réalisées dans l'objectif d'évaluer le comportement futur des systèmes hydrogéologiques pour différents scénarios climatiques ou d'aménagement souterrain du projet global Cigéo et de les comparer aux simulations de référence (*i.e.* D'état initial).

L'évaluation des besoins eau potable et en eau recyclée s'appuie sur une étude de faisabilité quantitative. La connaissance de la capacité de production des trois captages pressentis de l'opération d'adduction d'eau (AEP) est fondée sur des études hydrogéologique et avis d'hydrogéologue agréé.

Eaux superficielles

Une étude spécifique a été réalisée pour évaluer l'incidence du centre de stockage Cigéo sur les risques d'inondation des biens et des personnes liés à un débordement des cours d'eau de l'Orge, de la Bureau et de l'Ormançon.

La station météorologique de Cirfontaines-en-Ornois est retenue comme station de référence pour les calculs de dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales du centre de stockage Cigéo.

La détermination de l'impact qualitatif des rejets pluviaux et des rejets conventionnels épurés du centre de stockage Cigéo s'appuie sur les normes de rejets applicables aux différents types de rejets.

Aire d'influence

L'aire d'influence hydraulique potentielle des installations de surface sur les eaux souterraines du calcaire du Barrois se situe en aval hydraulique des installations de surface du centre de stockage Cigéo. En tête de bassin versant, les écoulements s'orientent pour partie en suivant la morphologie du substratum de la formation aquifère, constitué des marnes du Kimméridgien. À l'échelle de l'aire d'étude éloignée, des traçages artificiels recensés indiquent, de manière conservative, les directions d'écoulement et l'extension vers le nord de l'aire potentielle d'influence. Au niveau du captage d'alimentation en eau potable (AEP) de Rupt-aux-Nonains, on a pu établir, par traçage en période de basses eaux, un facteur de dilution très important de l'ordre de 10^8.

3.5.2.1 La description des eaux potentiellement générées par le projet global Cigéo

La définition des incidences sur les eaux superficielles au sein des différentes installations du projet global Cigéo prend en considération des types d'eau différents selon le volume, la qualité, le lieu de production et la temporalité (cf. Figure 3-30) :

- **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, verses...). Les eaux pluviales du centre de stockage Cigéo sont rejetées vers l'Orge, la Bureau et l'Ormançon. Les eaux pluviales ruisselant sur les verses font l'objet d'une gestion spécifique compte tenu de leur charge polluante différente, et sont ensuite rejetées vers l'Ormançon ;
- **les eaux usées** regroupent les eaux vannes (WC), les eaux grises (douches, lavabos, cuisine...) et les eaux industrielles de surface. Le recyclage des eaux permet de limiter les rejets. En cas de surplus d'eaux usées épurées stockées dans les réservoirs, le trop-plein est rejeté vers la Bureau en zone descenderie et vers l'Ormançon en zone puits ;
- **les 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. En cas de surplus d'eaux industrielles épurées stockées dans les réservoirs, le trop-plein est rejeté vers la Bureau en zone descenderie et vers l'Ormançon en zone puits ;
- **les eaux de fond** regroupent les eaux d'exhaure qui correspondent à des eaux d'infiltration dans un ouvrage souterrain pendant sa construction et son exploitation (fouille profonde, liaisons surface-fond), et les eaux industrielles souterraines. Les eaux de fond épurées sont rejetées à la Bureau en zone descenderie et à l'Ormançon en zone puits.

Les différents types d'eau sont regroupés en trois catégories :

- les **eaux pluviales** ;
- les **effluents conventionnels** regroupant le eaux usées et les eaux de fond :
  - ✓ 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 de potentielles 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 » et faisant l'objet d'une gestion spécifique. Elles ne sont jamais mélangées aux eaux conventionnelles que ce soit en surface ou au fond.

» 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.

En phase d'exploitation avec le déploiement de toutes les verses, le centre de stockage Cigéo comprend deux points de rejets au niveau de la zone descenderie (Bureau et Orge), trois points de rejets au niveau de la zone puits (Ormançon), deux points de rejets pour la liaison intersites (Bureau et Ormançon) et deux points de rejets pour l'installation terminale embranchée. Ces points de rejet sont localisés sur la figure 3-32.

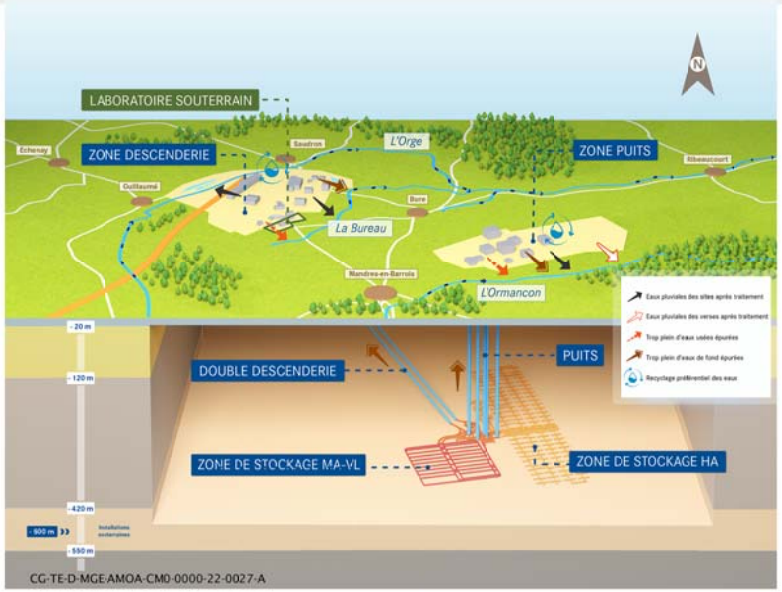


Figure 3-31 *Schéma de gestion des eaux pluviales et des eaux conventionnelles générées par le projet global Cigéo*

3.5.2.2 la démarche ERC pour limiter les incidences quantitatives

3.5.2.2.1 les incidences potentielles

Les incidences quantitatives potentielles sur les eaux souterraines et superficielles peuvent être induites par :

- les travaux en lien avec le sous-sol et la nappe d'eau souterraine : réalisation de déblais drainant la nappe d'eau souterraine recoupée, création de tranchées plus ou moins profondes, réalisation de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie du centre de stockage Cigéo ;
- les besoins en eau du projet global Cigéo qui potentiellement peuvent affecter la ressource ;
- la réalisation des liaisons surface-fond et des forages nécessaire à l'opération de caractérisation et de surveillance environnementale du centre de stockage Cigéo (drainage des nappes d'eau souterraine recoupées et modification des écoulements - effets barrage) ;
- l'imperméabilisation de surface pouvant diminuer l'infiltration et la recharge naturelle des nappes d'eau souterraine et provoquer une augmentation du risque d'inondation à l'aval de ces surfaces imperméabilisées ;
- les travaux au droit des cours d'eau (franchissement provisoire ou définitif) et la création de remblais pouvant provoquer un effet barrière sur les écoulements ;
- la perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau par les rejets d'eau dans le milieu mais aussi par la présence de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie pour les cours d'eau en lien avec les eaux souterraines ;
- des travaux en zones inondables induisant une diminution de la capacité de stockage de l'eau et aggravant le risque de dommage aux personnes et aux biens.

Afin de limiter ces incidences sur les eaux souterraines et les eaux superficielles, et en cohérence avec la démarche éviter, réduire, compenser, différentes mesures d'évitement et de réduction sont proposées et décrites dans les chapitres suivants.

3.5.2.2.2 Les mesures d'évitement et de réduction de préservation des eaux souterraine et superficielles

Différentes mesures d'évitement sont définies pour préserver la ressource et ne pas impacter les écoulements des nappes d'eau souterraine et en premier lieu, le choix d'implantation des descenderies en dehors des zones de fracturation.

La réflexion sur la conception des liaisons surface-fond : espacement les unes des autres, diamètres permettent également d'éviter des incidences sur les nappes traversées en limitant la modification des écoulements et l'effet barrage des liaisons surface-fond (descenderies et puits) au sein de la nappe des Calcaires du Barrois et/ou de la nappe du Kimméridgien-Oxfordien.

L'adaptation des périodes des travaux en fonction des conditions hydrologiques sont également de nature à préserver la ressource. Ainsi, les travaux de faible ampleur (types tranchés pour canalisations ou voiries et réseaux divers) sont suspendus en période de plus hautes eaux avec des mesures de mise en sécurité du chantier pour éviter un drainage important de la nappe concernée. Les travaux au droit des cours d'eau seront eux réalisés en période d'assec.

Plusieurs mesures d'évitement des différentes incidences potentielles quantitatives sur les eaux superficielles sont définies avec la réalisation en période d'assec des travaux au droit des cours d'eau temporaires, et 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.

En complément des mesures d'évitement, différentes mesures de réduction sont prises concernant principalement la protection du bâtiment nucléaire contre les risques de remontée de nappe et la conception des liaison surface-fond.

La conception adaptée de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie permet de répondre aux incidences sur les écoulements de la nappe des Calcaires du Barrois et ainsi de limiter les incidences sur les eaux superficielles. Il traverse toute la formation des Calcaires du Barrois . Cet ouvrage produit cependant un effet barrage dans la nappe avec une incidence piézométrique en amont (augmentation) et en aval (baisse). Ce phénomène est appelé « rabattement ». La détermination du niveau d'incidence résiduelle de cet ouvrage est basée sur des résultats de modélisations. La conception de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine fait ainsi 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 environnementale vont permettre d'affiner la modélisation des nappes d'eau souterraine et de mieux appréhender les incidences modélisées.

Des dispositions constructives adaptées pour les liaisons surface-fond sont également 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 :

- mise en place de bouchon d'étanchéité pour éviter de mettre en communication différents aquifères ;
- mise en œuvre de différents types de revêtement au niveau des liaisons surface-fond ;
- et d'un système de gestion des eaux collectées dans les liaisons surface-fond.

La mise en place des différents dispositifs permet d'assurer que l'incidence résiduelle liée à la construction des liaisons surface-fond est non-notable sur le drainage des eaux souterraines et sur la modification des écoulements des eaux souterraines.

Différentes mesures de réduction sont également prises pour la préservation des eaux superficielles :

- l'optimisation des dispositifs et 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 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 d'occurrence 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 (pluie de référence). 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.

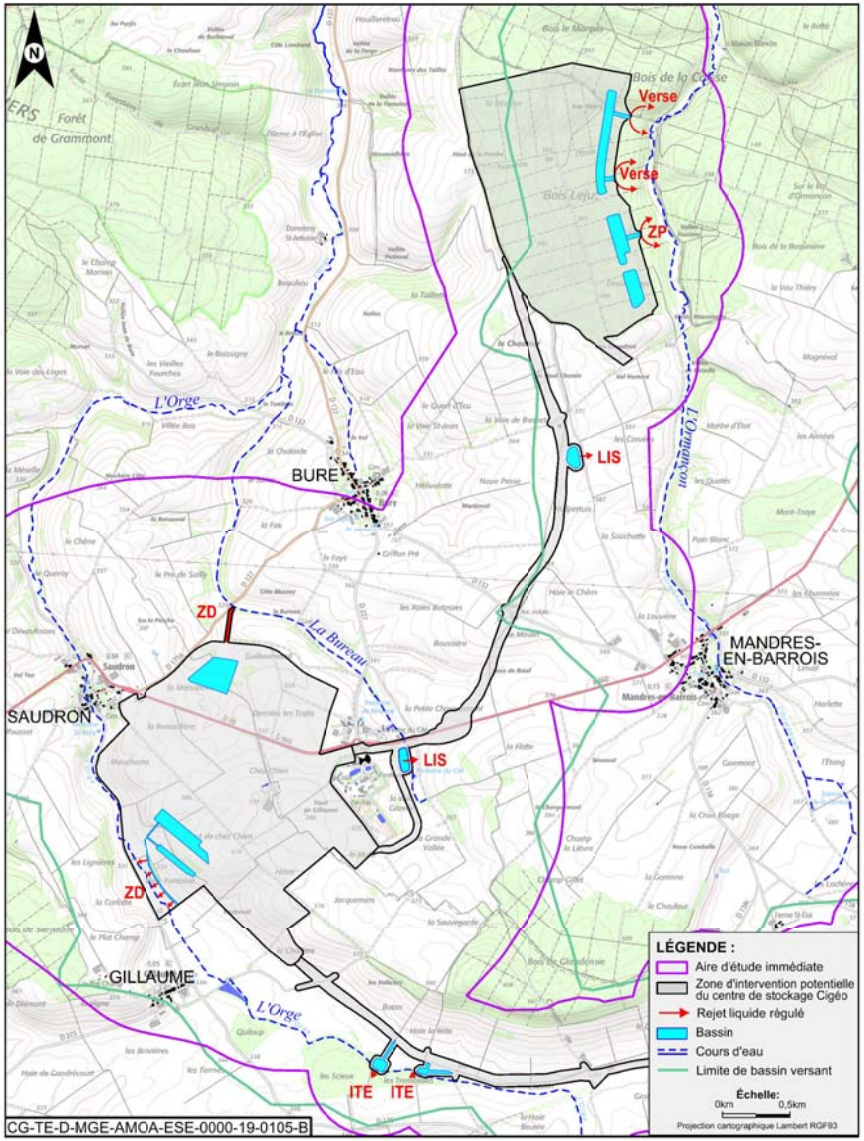


Figure 3-32 *Carte de localisation des points de rejets liquides du centre de stockage Cigéo*

3.5.2.3 La démarche ERC pour limiter les incidences sur la qualité des eaux

3.5.2.3.1 Les incidences potentielles

Au-delà de la préservation de la ressource, il est également nécessaire de veiller à la préservation de la qualité des eaux superficielles et souterraines. En effet, le projet global Cigéo pourrait être de nature à impacter la qualité des eaux *via* :

- 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 ;
- le risque de pollution accidentelle des eaux.

3.5.2.3.2 Les mesures d'évitement et de réduction pour la préservation de la qualité des eaux

Des mesures permettent d'éviter les incidences sur la qualité sur les eaux superficielles et souterraines, telles que : 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) et l'interdiction de rejet d'eau non traitée.

Les principales mesures de préservation de la qualité des milieux récepteurs concernent la gestion des eaux générées par le projet global Cigéo. Pour ne pas altérer la qualité des eaux superficielles, il est mis en place différents dispositifs de gestion des eaux pluviales, des effluents conventionnels et des effluents non-conventionnels. Ces dispositifs sont adaptés à la nature des eaux considérées et à la phase du projet global Cigéo.

Ces mesures de réduction, décrite ci-dessous, sont compléter par la mise en œuvre de mesure de réduction permettant de limiter les intrants polluants vers les milieux tel que le respect d'une politique zéro phytosanitaire pour la gestion des espaces verts et des accotements des voiries du centre de stockage Cigéo. 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

a) Gestion des eaux pluviales et des eaux conventionnelles

Pour les zones puits et descenderie du centre de stockage Cigéo, les eaux pluviales sont collectées avant d'être traitées par décantation, puis stockées pour être progressivement rejetées dans le milieu naturel. Des procédés complémentaires de traitement sont mis en place pour les eaux de ruissellement des verses.

Les eaux usées et industrielles générées au niveau des installations de surface et souterraines sont collectées et traitées par une station d'épuration pour la zone descenderie et la zone puits. L'eau recyclée produite est utilisée pour les besoins en eau non potable du centre de stockage (eau pour la production du béton, eau pour l'irrigation...). Le surplus d'eau recyclée est rejeté dans l'environnement de manière régulée.

Les eaux de fond font l'objet d'un pré-traitement (traitement des hydrocarbures, coagulation et floculation) avant d'être remontées à la surface pour un traitement complémentaire (décantation, neutralisation, filtration et désinfection) et ensuite être stockées avec les eaux recyclées, puis progressivement rejetées si non utilisées.

Tous les principes de traitement des eaux générées par le centre de stockage Cigéo visent à obtenir une qualité d'eaux rejetées compatible avec le bon état chimique et écologique des eaux superficielles.

Au stade actuel des études, le système de collecte et de traitement des eaux comprend deux filières spécifiques 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 provenant des ouvrages souterrains de stockage.

Les dispositifs de traitement des eaux sont conçus pour produire des eaux recyclées de qualité adaptée au besoin en eau non potable du centre de stockage et limitant ainsi le prélèvement sur la ressource.

La réutilisation des eaux traitées nécessite la mise en place de réservoirs de stockage des eaux dites « recyclées » pendant trois jours. Passé le délai de trois jours, les eaux, après contrôle, sont rejetées vers le milieu naturel au

niveau de la Bureau et l'Ormançon. Ces rejets sont compatibles avec les critères de bon état écologique et chimique des eaux superficielles ainsi qu'avec le principe de non-aggravation des risques d'inondation en aval hydraulique.

Pour les autres opérations du projet global Cigéo, les mêmes principes de réduction sont appliqués en vue de réduire les incidences qualitatives sur les eaux. Lors de l'exploitation des opérations des autres maîtres d'ouvrage en 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 conformes à la réglementation et aux prescriptions environnementales des zones traversées.

b) Gestion des effluents non conventionnels

Les effluents non-conventionnels sont collectés, puis contrôlés radiologiquement et transférés vers une filière externe pour leur traitement. Ils ne sont donc pas rejetés dans le milieu naturel local.

Pendant la phase de fonctionnement du centre de stockage Cigéo, les barrières de confinement, représentées par les ouvrages de stockage, limitent toute migration d'éléments radioactifs vers les nappes d'eau souterraine. Il s'agit principalement de dispositions de rétention assurées par le génie civil de l'installation souterraine (cas de présence d'effluents incendie potentiellement radioactifs en cellule de manutention par exemple) et de dispositifs spécifiques tels que des bacs de rétention (cas de la cuve contenant les eaux d'exhaures HA potentiellement contaminés par exemple). Par ailleurs des dispositifs de récupération et de traitements sont prévus afin de reprendre ces effluents. Après la phase de surveillance du stockage après fermeture, sur le long terme, 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 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 et l'incidence associée restera faible.

3.5.2.4 La démarche ERC pour limiter les incidences sur les usages

3.5.2.4.1 Les incidences potentielles

Toutes les incidences quantitatives et qualitatives sur les eaux génèrent des incidences potentielles sur l'ensemble de l'utilisation de la ressource en eau en provoquant une diminution de la disponibilité et/ou une dégradation de la ressource.

3.5.2.4.2 Les mesures d'évitement et de réduction pour préserver les usages

Toutes les mesures décrites précédemment participent au maintien des usages des eaux. Cependant, l'élément majeur de la démarche ERC pour la préservation de la ressource locale est lié à la conception du centre de stockage Cigéo qui privilégie 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 recyclage de ces eaux permet de réduire l'utilisation d'eau potable pour la production de béton, le fonctionnement des tunneliers, le lavage des engins ou encore l'arrosage des espaces verts.

Il est retenu le principe d'une mesure conservatoire avec une compensation d'usage en cas de pollution accidentelle. Cette dernière est adaptée au dysfonctionnement constaté (travaux spécifiques, indemnisation...) et est mise en place avec le gestionnaire/propriétaire concerné et les services de l'État.

Pour les autres opérations du projet global Cigéo, les mêmes principes de réduction sont appliqués en vue de réduire les incidences sur les usages des eaux.

3.5.2.5 Les incidences résiduelles sur les eaux superficielles et souterraines

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 l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine sur la zone descenderie dès la phase d'aménagements préalables. 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 à titre conservatoire. 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.

Ainsi, il n'est pas attendu d'incidence sur les eaux superficielles à la fois au niveau quantitatif, qualitatif et de l'usage. Il n'est pas relevé d'incidence indirecte de la qualité des eaux superficielles sur les eaux souterraines suite aux mesures d'évitement/réduction prises.

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.

Après mise en place de la séquence Éviter-Réduire et d'une mesure de compensation à titre conservatoire pour les usages, le niveau d'incidence global sur les eaux du centre de stockage Cigéo est faible.

Pour les autres opérations du projet global Cigéo, au vu de l'avancement des études de conception des opérations des autres maîtres d'ouvrage, les principes de mesures de réduction retenus sont les suivants :

- la mise en œuvre de mesure de conception et de travaux répondant aux prescriptions des périmètres de protection des captages d'alimentation en eau potable pour aboutir à une incidence résiduelle non-notable sur les captages d'alimentation en eau potable ;
- la mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction des incidences sur le sous-sol et les eaux superficielles : un effet indirect bénéfique sur les nappes d'eau souterraine ;
- la définition des modalités de travaux pour réduire les incidences sur les eaux souterraines.

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 et superficielles. Au regard des travaux à entreprendre pour les autres opérations du projet global Cigéo, le besoin d'une compensation d'usage ne semble pas nécessaire à ce stade d'avancement des études.

Selon les principes de mesures d'évitement et de réduction le niveau d'incidence global sur les eaux des opérations des autres maîtres d'ouvrage est faible.

3.5.2.6 La compatibilité du projet global Cigéo avec les différents outils de planification

Le SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2022-2027 a été adopté par le comité de bassin du 23 mars 2022 (68). Cinq grands enjeux sont identifiés et déclinés en orientation fondamentales (OF) du SDAGE pour une gestion équilibrée de la ressource en eau à l'échelle du bassin. L'analyse de l'articulation des installations du projet global Cigéo avec les orientations du SDAGE permet de conclure Les activités et installations du projet global Cigéo sont compatibles avec le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2022-2027 (68). La même conclusion est apportée quant à la compatibilité du projet global avec ainsi qu'avec les orientations SDAGE du bassin Rhin-Meuse.

Adopté en novembre 2019 et approuvé en janvier 2020, le Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) Grand Est (74) 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.

L'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo et les deux-tiers de l'aire d'étude au droit de la ligne électrique 400 kV sont inclus dans le Plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) du bassin Seine-Normandie approuvé en mars 2022 (80, 81). 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 mars 2022.

Les activités et installations du projet global Cigéo et les travaux de sécurisation de la ligne électrique 400 kV sont compatibles avec le Plan de gestion des risques d'inondation 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.

Le projet global Cigéo est compatible avec l'ensemble des plans, programme en lien avec la préservation de la ressource en eau.

3.6 La biodiversité et le milieu naturel

Dans ce chapitre sont étudiés les différents zonages réglementaires (y compris les sites Natura 2000), les zones humides, les continuités écologiques, la biodiversité (espèces et habitats présents), ainsi que les risques liés à la pollution chimique et radiologique.

3.6.1 L'état initial

» SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

L'état initial du milieu naturel est 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 sur la période 2010 à 2021 auprès de l'Observatoire pérenne de l'environnement de l'Andra, de la littérature spécialisée et d'organismes compétents.

» APPELLATIONS DES DIFFÉRENTES ESPÈCES

Les différentes espèces floristiques ou faunistiques présentées dans ce chapitre sont classées en fonction de critères de protection réglementaire ou de leur rareté. Plusieurs appellations sont utilisées et définies ci-dessous :

- **espèce protégée**
  Espèce qu'il est interdit de chasser, pêcher, cueillir, détruire, et parfois transporter, vendre, acheter, à tous les stades de développement (œufs, jeunes, adultes, cadavres) et produits dérivés (peaux, plumes, écailles...), selon une réglementation internationale, nationale ou locale ;
- **espèce d'intérêt communautaire**
  Espèce en danger, vulnérable, rare ou endémique (c'est-à-dire propre à un territoire bien délimité ou à un habitat spécifique) dont l'état de conservation est préoccupant et qui est listée :
  - ✓ soit à l'annexe II de la directive « Habitats, faune, flore » 92/43/CEE et pour lesquelles doivent être désignées des zones spéciales de conservation (6) ;
  - ✓ soit aux annexes IV ou V de la directive « Habitats, faune, flore » 92/43/CEE (6) et pour lesquelles des mesures de protection doivent être mises en place sur l'ensemble du territoire.
- **espèce déterminante ZNIEFF**
  Dans le cadre de la définition des ZNIEFF, sont qualifiées de déterminantes :
  - ✓ les espèces en danger, vulnérables, rares ou remarquables répondant aux cotations mises en place par l'UICN ou extraites des listes rouges publiés nationalement ou régionalement ;
  - ✓ les espèces protégées nationalement, régionalement, ou faisant l'objet de réglementations européennes ou internationales lorsqu'elles présentent un intérêt patrimonial réel au regard du contexte national ou régional ;
  - ✓ les espèces ne bénéficiant pas d'un statut de protection ou n'étant pas inscrites dans des listes rouges, mais se trouvant dans des conditions écologiques ou biogéographiques particulières, en limite d'aire ou dont la population est particulièrement exceptionnelle (effectifs remarquables, limite d'aire, endémismes...).
- **espèce patrimoniale (ou espèce d'intérêt)**
  Notion qui attribue une valeur forte aux espèces qui sont plus rares que les autres. Sont considérées comme patrimoniales les espèces inscrites à la directive « Oiseaux » (7) ou « Habitats » (6), classées NT/VU/EN[17] dans les listes rouges France et Région. En l'absence de liste rouge, les espèces déterminantes ZNIEFF de rang 1 et 2 peuvent être prises en compte. Notion qui attribue une valeur forte aux espèces qui sont plus rares que les autres. Sont considérées comme patrimoniales les espèces inscrites à la directive

[17] Statut UICN : **NT** = Quasi Menacée, **VU** = Vulnérable, **EN** = En danger

« Oiseaux » (7) ou « Habitats » (6), classées NT/VU/EN[18] dans les listes rouges France et Région. En l'absence de liste rouge, les espèces déterminantes ZNIEFF de rang 1 et 2 peuvent être prises en compte.

- **espèces exotiques envahissantes**

  Une espèce exotique envahissante (EEE) est une espèce introduite par l'homme volontairement ou involontairement sur un territoire hors de son aire de répartition naturelle, et qui menace les écosystèmes, les habitats naturels ou les espèces locale

3.6.1.1 La politique de protection de la biodiversité

L'exigence de protection de la biodiversité est présente dans de nombreux documents émis au niveau européen, national, régional et local, documents qui sont pris en compte pour l'élaboration du projet global Cigéo et sa mise en œuvre.

Dès 2004, la France marque sa volonté de protéger la biodiversité, notamment en la faisant entrer dans le champ de toutes les politiques publiques. Pour ce 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 global Cigéo est encadrée par le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Seine-Normandie 2022-2027. Une partie de la ligne 400 kV est également concernée par le SDAGE Rhin Meuse 2022-2027. 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 région Grand Est 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'égalité 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 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 approuvé son SCoT le 19 décembre 2014. 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 plans locaux d'urbanisme (PLU) à l'échelle des communes ou des intercommunalités. On peut citer le Plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi) de la Communauté de communes de la Haute Saulx dans lequel s'inscrit en grande partie le projet global Cigéo (82).

[18] Statut UICN : **NT** = Quasi Menacée, **VU** = Vulnérable, **EN** = En danger

3.6.1.2 La caractérisation générale de la biodiversité de l'aire d'étude éloignée et immédiate

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, comme sur tout le territoire national, est au déclin.

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. Le centre de stockage Cigéo n'intercepte pas directement de zonages environnementaux réglementaires (sites Natura 2000, arrêtés préfectoraux de protection biotope, etc.).

En revanche, 15 zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) de type I et 7 ZNIEFF de type II sont présentes dans l'aire d'étude immédiate du projet global Cigéo. 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 spécifique et ne présente pas une richesse écologique particulière.

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. Cette aire d'étude éloignée a été étendue dans un rayon de 30 km autour de l'emprise immédiate du projet de centre de stockage Cigéo, ainsi que l'étendue de la ligne 400 kV (124 km de longueur) (cf. Figure 3-33). Sur cette aire, peuvent être mentionnés 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.

Une analyse bibliographique a été réalisée sur la période 2010-2021, au niveau des communes recoupées par l'aire d'étude immédiate, afin de dénombrer le nombre d'espèces recensées par taxon, avec un focus sur les espèces protégées à l'échelle nationale ou régionale et ou d'intérêt communautaire :

- flore : cinq espèces protégées ;
- insectes : une espèce protégée et d'intérêt communautaire ;
- amphibiens : onze espèces protégées dont deux d'intérêt communautaire ;
- reptiles : huit espèces protégées dont quatre d'intérêt communautaire ;
- oiseaux : 118 espèces protégées et 22 espèces d'intérêt communautaire, dont 11 protégées ;
- mammifères : cinq espèces protégées dont trois d'intérêt communautaire ;
- chauves-souris : 18 espèces protégées et d'intérêt communautaire.

Enjeux écologiques globaux

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

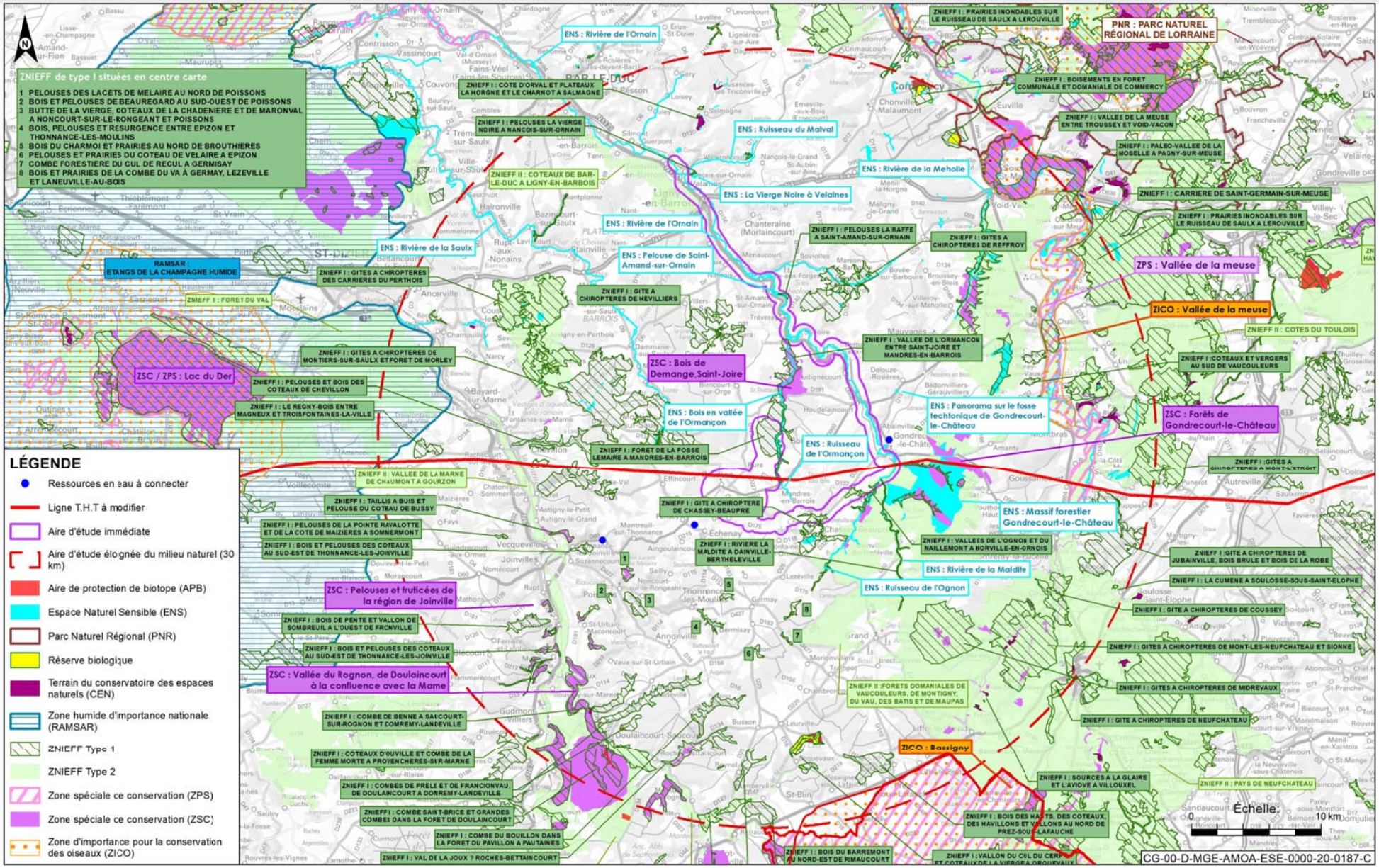


Figure 3-33 *Zonages environnementaux sur l'aire d'étude éloignée*

3.6.1.3 Les 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 fait de ces milieux un des écosystèmes les plus riches sur le plan écologique. Les zones humides permettent d'assurer des fonctionnalités primaires que sont la régulation, l'habitat, la production et l'information.

3.6.1.3.1 Les zones humides en région Grand Est

Les principaux types de milieux humides continentaux dans la région Grand Est sont les suivants :

- les zones humides alluviales en fond de vallée des fleuves et rivières y compris les petits filets d'eau (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.

3.6.1.3.2 L'analyse bibliographique sur les zones humides

L'analyse de l'évolution du paysage depuis le 19e siècle ne fait pas apparaître de grand changement d'occupation du sol, en dehors de la création de la ligne ferroviaire 027000. 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. Au regard du réseau hydrographique, les potentialités de présence de zones humides sont importantes autour du centre de stockage Cigéo.

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 fréquemment inondés, sont eux difficilement cultivables et laissés sous prairies d'élevages. Les villes et villages sont souvent implantés dans les vallées, à proximité des cours d'eau.

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 par la DDT 52 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.

3.6.1.3.3 La 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 3-34). 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.

Enjeux pour la préservation des zones humides

Des zones humides sont présentes au sein de la zone d'intervention potentielle, en lien avec les cours d'eau. Les enjeux sont forts localement.

Enjeu fort localement

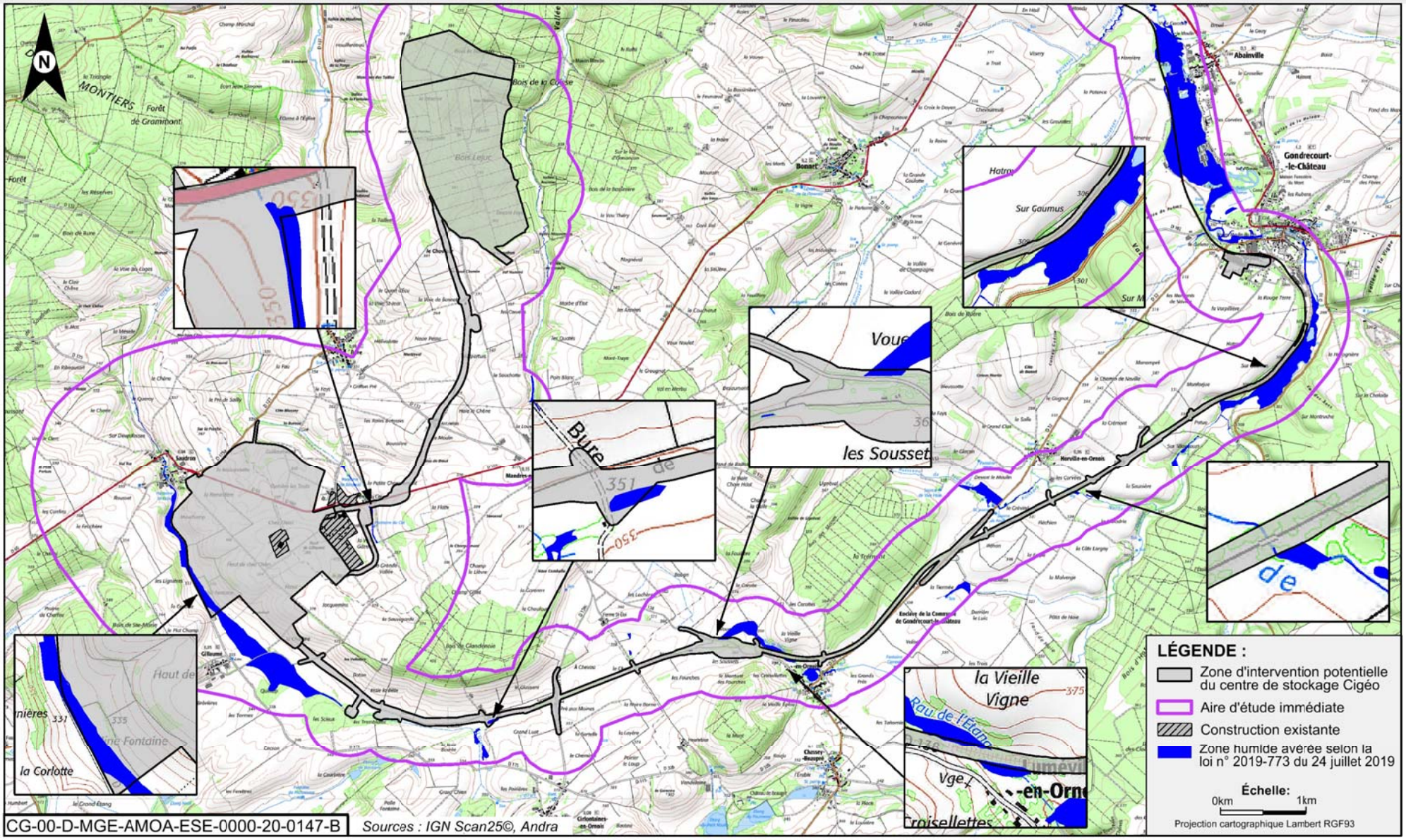


Figure 3-34 *Localisation des zones humides avérées sur la zone d'intervention potentielle du centre de stockage Cigéo*

3.6.1.4 Les continuités écologiques

» 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.

3.6.1.4.1 Les 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.

3.6.1.4.2 Les corridors et réservoirs de biodiversité identifiés dans le SRADDET

Trois corridors écologiques régionaux traversent la périphérie de l'aire d'étude immédiate (hors ligne 400 kV), comme présenté sur la figure 3-35 :

- 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.

Au niveau de l'aire d'étude immédiate (hors ligne 400 kV), la plupart des boisements est identifiée comme des zones de perméabilité, c'est-à-dire comme des zones où les espèces circulent facilement. Au niveau de l'aire d'étude de la ligne 400 kV, les éléments principaux constituant la trame verte et bleue sont :

- des réservoirs de biodiversité milieux humides : étang de la Horre, ZNIEFF d'Osne le Val, la vallée de la Meuse;
- des corridors milieux humides : La Saulx, la Marne, la Blaise, la Héronne, l'Ornain et le ruisseau des Lentilles, la Meuse;
- des réservoirs de biodiversité : ZNIEFF du Val d'Osne, les grands massifs boisés, les abords de l'étang de la Horre, ZNIEFF (forestière), la forêt de Gondrecourt et les massifs environnants;
- des corridors terrestres : rives et boisements de l'étang de la Horre, Val de Marne, vallée de la Saulx, les massifs boisés à l'est de Gondrecourt et à Taillancourt.

3.6.1.4.3 Les sous-trames représentatives de l'aire d'étude immédiate

» 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.

Les continuités des trois sous-trames écologiques représentatives du territoire d'implantation du projet global Cigéo, ont été modélisées :

- 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 principales continuités de la sous-trame boisée sont localisées à proximité du bois Lejuc, dans la zone puits, au niveau de l'installation terminale embranchée et de la ligne 027000.

  Les principaux points de rupture des continuités liés au projet global Cigéo sont localisés au niveau de l'installation terminale embranchée et de la ligne ferroviaire 027000. L'aire d'étude immédiate présente donc localement un enjeu fort pour le déplacement des espèces de la sous trame boisée ;

- sous-trame des milieux ouverts

  Les milieux ouverts sont représentés par une mosaïque d'habitats prairiaux et agricoles. Les principales continuités de la sous-trame des milieux ouverts se situent le long de la vallée de l'Ormançon, puis le long de l'ITE et de la ligne ferroviaire 027000. La zone descenderie et les opérations attenantes ne sont concernées que de manière partielle par cette sous-trame.

  Les principaux points de rupture des continuités liés au projet global Cigéo 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, pour la partie ouest, au ruisseau de l'Étang et, pour la partie est, au ruisseau du Naillemont.

Enjeux pour la préservation des continuités écologiques

Trois sous-trames traversent l'aire d'étude immédiate : la sous-trame des milieux boisés, la sous-trame des milieux ouverts et la sous-trame des milieux aquatiques et humides.

Enjeu modéré

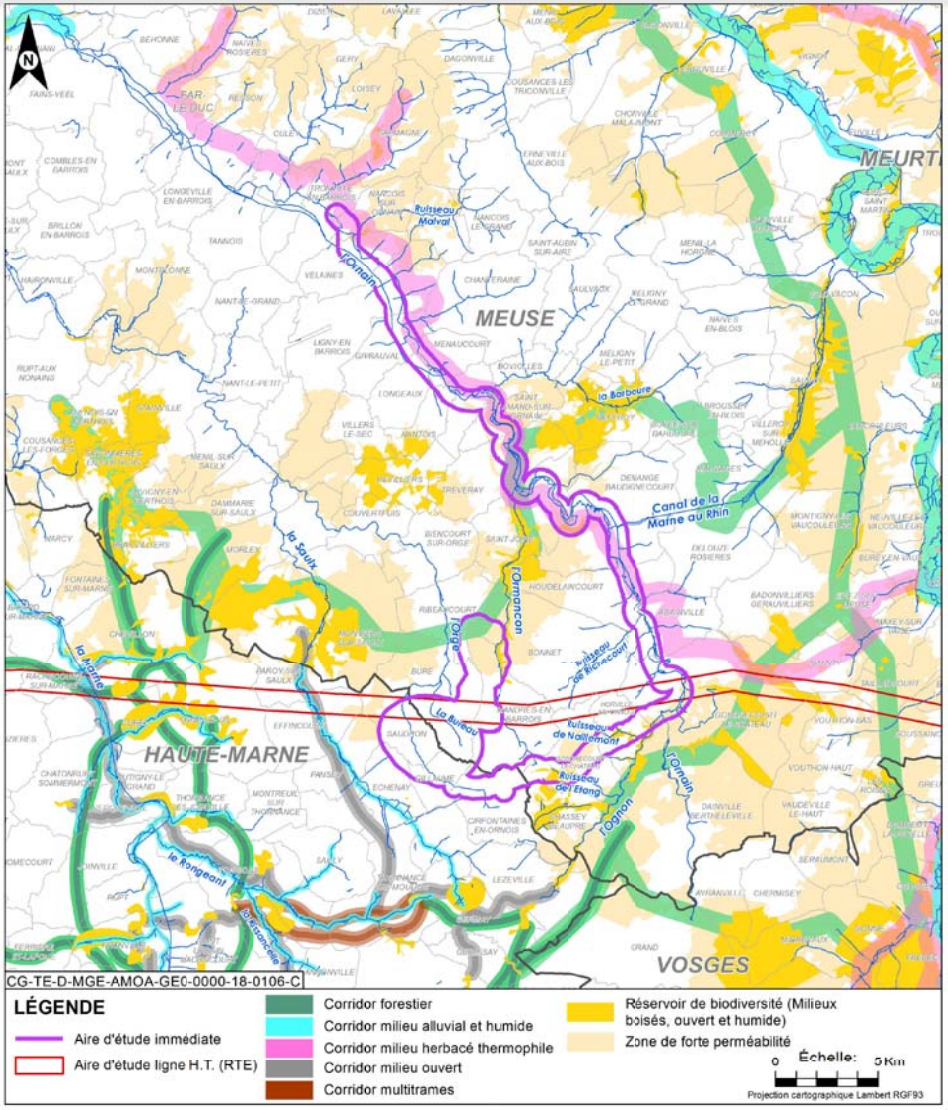


Figure 3-35 *Carte des corridors écologiques au niveau de l'aire d'étude immédiate*

3.6.1.5 Les enjeux biodiversité à l'échelle du projet global Cigéo

» APPELLATIONS DES HABITATS

Habitats naturels

Un habitat naturel est une zone terrestre ou aquatique se distinguant par ses caractéristiques géographiques, abiotiques et biotique, qu'elle soit entièrement naturelle ou semi-naturelle. Tout en tenant compte de l'ensemble des facteurs environnementaux, la détermination des habitats naturels s'appuie essentiellement sur la végétation qui constitue le meilleur intégrateur des conditions écologiques d'un milieu.

Habitat d'intérêt communautaire

Les habitats d'intérêt communautaire sont mentionnés à l'annexe I de la directive « Habitats » 92/43/CEE (6). Ils ont été sélectionnés selon les critères suivants :

- en danger de disparition dans leurs aires de répartition naturelle ;
- ayant une aire de répartition réduite par suite de leur régression ou en raison de leur aire intrinsèquement restreinte ;
- constituant des exemples remarquables, propres à une région biogéographique européenne, et représentatifs de la diversité écologique de l'Union Européenne.

Habitat prioritaire

Habitat en danger de disparition sur le territoire européen des États membres et pour la conservation duquel l'Union européenne porte une responsabilité particulière. Les habitats prioritaires sont signalés par un astérisque dans les annexes I et II de la directive « Habitats » 92/43/CEE (6).

» L'ENJEU ÉCOLOGIQUE

L'enjeu de préservation ou de conservation représente la valeur attribuée à une espèce, un groupe biologique ou un cortège d'espèces, un habitat naturel, une végétation, ou encore un cumul de ces différents éléments. Il s'agit d'une donnée évaluée sans préjuger des effets du projet.

» NIVEAU D'INTÉRÊT D'UN HABITAT D'ESPECES

Le niveau d'intérêt d'un habitat d'espèce correspond au potentiel d'un milieu à répondre à tout ou partie des besoins des espèces faunistiques (reproduction, déplacement, alimentation, hivernage, migration...).

» REGROUPEMENT EN CORTÈGES D'ESPECES DE FAUNE

Sur la base de la caractérisation des enjeux sur les espèces protégées et patrimoniales, il a été décidé de les regrouper en cortèges de même affinité écologique. Ces cortèges ont été définis en prenant en compte des espèces cibles patrimoniales et/ou protégées.

L'état initial de l'environnement présenté ici est basé sur les données bibliographiques capitalisées par l'Andra de 2008 à 2020 à travers les études menées par l'OPE, ainsi que les suivis réalisés par le Laboratoire souterrain de Meuse Haute-Marne. Ces données bibliographiques sont complétées par les données plus récentes de plusieurs campagnes de terrain menées de 2015 jusqu'à fin 2020, et jusqu'à début 2019 pour la ligne ferroviaire 027000 et la ligne 400 kV.

3.6.1.5.1 Les enjeux écologiques (faune et flore) au niveau de l'aire d'étude immédiate associée à la zone descenderie et opérations attenantes (raccordement électrique, déviation de la route départementale D60/960 et liaison intersites)

a) Habitats naturels

L'aire d'étude immédiate associée à la zone descenderie et opérations attenantes est caractérisée par des milieux ouverts à vocation agricole couvrant 80 % de sa superficie. Ces habitats sont considérés comme étant à enjeu faible.

Pour le reste de la surface, cinq habitats d'intérêt communautaire ont été identifiés, dont deux sont prioritaires au sens de la directive « Habitats » et présentent un enjeu très fort : les « Cours d'eau intermittents x Forêts galeries de Saules blancs » et « Cours d'eau intermittents x bois de Frênes et d'Aulnes des rivières à eaux lentes x Végétation à *Phalaris arundinacea* x Bordures à Calamagrostis des eaux courantes » (*91E0). Deux habitats, bien que non prioritaires sont qualifiés d'enjeu fort compte tenu de leur bon état de conservation (Hêtraies calciclines à Mélique, Prairies des plaines médio-européennes à fourrage) Les autres habitats communautaires relevés sont non prioritaires au sens de la Directive et ont été définis comme à enjeu modéré : ils sont localisés en périphérie de l'aire d'étude immédiate, en bordure de l'Orge ou de la Bureau. Il s'agit des habitats d' « Eaux douces x Couverture de Lemnacées », « Forêts galeries de Saules blancs x Petits bois, bosquets », « Aulnaie marécageuse », « Saussaies marécageuses à Saule cendré », « Hêtraies calciclines à Mélique x Petits bois, bosquets », « Prairies des plaines médio-européennes à fourrage x Prairies sèches améliorées », « Prairies des plaines médio-européennes à fourrage x Pâturages continus », « Terrains en friche x Prairies des plaines médio-européennes à fourrage » et « Voiles des cours d'eau ».

b) Flore

Les inventaires de terrain menés jusqu'en 2020 ont mis en évidence la présence d'une espèce protégée en Lorraine : la Filipendule vulgaire à enjeu très fort, ainsi que sept espèces patrimoniales, dont cinq à enjeu fort : le Miroir de vénus, la Laiche écailleuse, l'Ortie brûlante, Pâturin bulbeux et la Renoncule des champs, et deux espèces à enjeu modéré : le Peigne de Vénus et la Pulmonaire sombre. À noter que neuf autres espèces patrimoniales figurent dans la bibliographie et sont considérées comme présentes : Orobranche du thym, Caméline à petits fruits, Populage des marais, Crépide capillaire, Gaillet gratteron, Gaudinie fragile, Serratule des teinturiers, Canche aquatique et Gesse tubéreuse.

D'autre part, la zone descenderie est concernée par les cinq espèces exotiques envahissantes suivantes : l'arbre aux papillons, la Balsamine de l'Himalaya, la Renouée du Japon, le Robinier faux acacia et la Vigne-vierge commune.

c) Faune

Insectes

Les investigations de terrain ont mis en évidence la présence de trois espèces protégées : l'Agrion de mercure, le Damier de la succise et le Cuivré des marais au niveau de l'Orge et de la Bureau. Les enjeux sont globalement faibles pour les insectes, sauf pour les espèces patrimoniales, en particulier deux espèces d'enjeu fort : l'Agrion de mercure et *Procraerus tibialis*. Deux autres espèces patrimoniales figurent dans la bibliographie et sont prises en compte. Il s'agit de l'Agrion joli et de la Zygène de la Coronille.

Les insectes des milieux prairiaux, les insectes des boisements frais et clairs et les insectes de prairies humides présentent un enjeu moyen.

Enfin, les insectes de ripisylves, bords de cours d'eau/ru sont d'intérêt fort.

Les espèces d'insectes patrimoniales recensées sur l'aire d'étude immédiate associée à la zone descenderie et opérations attenantes étant liées aux habitats ouverts de type prairies, friches, pelouses, pâturages et milieux humides, aux cours d'eau et aux boisements, les habitats présents au sein de l'aire d'étude immédiate, et notamment de la zone d'intervention potentielle, sont globalement d'un niveau d'intérêt très faible pour les insectes. Il faut noter que sur cette zone d'étude, les boisements sont jeunes et présentent moins d'habitats favorables aux coléoptères.

La vallée de l'Orge, présentant de nombreux assecs, notamment favorables à l'Agrion de mercure, est ponctuellement considérée d'intérêt très fort.

Les massifs boisés (dont les haies et les bosquets) sont qualifiés d'intérêt fort à moyen.

Amphibiens

Les prospections ont permis d'identifier huit espèces protégées présentes, dont trois sont patrimoniales. Il s'agit du Crapaud commun, Triton alpestre, Triton ponctué, Triton palmé et Pélodyte ponctué, avec l'Alyte accoucheur, la Grenouille verte et la Grenouille rousse en tant qu'espèces patrimoniales. Les enjeux de conservation sont globalement considérés comme faibles, exceptés pour l'Alyte accoucheur, le Pélodyte ponctué et le Triton ponctué, considérés d'enjeu moyen.

Le cortège des amphibiens des milieux anthropiques de villages (mares, lavoirs, jardins) ainsi que celui des amphibiens des prairies humides présentent un enjeu moyen.

Le ruisseau de l'Ormançon et la vallée de l'Orge apparaissent comme d'intérêt faible à modéré tandis que l'ensemble des bassins artificiels et les milieux périphériques à la Bureau, cours d'eau présentant de nombreux assecs, sont considérés comme ayant des intérêts faibles.

Hormis les quelques boisements, fourrés et haies d'intérêt modéré, qui peuvent constituer des habitats d'hivernage à proximité des sites de reproduction potentiels, l'aire d'étude immédiate dominée par les milieux agricoles présente un intérêt globalement faible en termes d'habitats d'espèces pour les amphibiens.

Concernant la zone d'intervention potentielle, seule sa frange ouest présente un intérêt ponctuellement modéré à proximité de l'Orge, le reste de la zone d'intervention potentielle étant d'intérêt très faible.

Reptiles

Cinq espèces protégées ont été observées : l'Orvet fragile, le Lézard des murailles, le Lézard des souches, la Couleuvre helvétique et la Couleuvre verte et jaune. Les enjeux sont dans l'ensemble faibles, sauf pour la Couleuvre verte et jaune, le Lézard des murailles et le Lézard des souches qui sont d'enjeu moyen.

Les reptiles des milieux bocagers présentent un enjeu moyen.

L'aire d'étude immédiate est dominée par un contexte agricole et présente un intérêt globalement faible pour les reptiles. Quelques secteurs peuvent s'avérer toutefois favorables à l'accueil de reptiles comme certains milieux ouverts, buissonnants ou les bords de cours d'eau. Seuls les secteurs de la Bureau, de l'Orge et un linéaire de haies présentent un niveau d'intérêt moyen à fort pour les reptiles.

Au sein de la zone d'intervention potentielle, la frange ouest caractérisée par la présence de milieux diversifiés en lien avec l'Orge permettent de qualifier un enjeu modéré à fort sur ce secteur. Par ailleurs, quelques milieux arbustifs d'enjeu modéré et fort sont recensés le long de la route départementale D60.

Oiseaux

35 espèces patrimoniales ont été identifiées sur la zone d'étude, appartenant pour la plupart au cortège des fourrés et haies en milieu ouvert. Toutes sont protégées, exceptée la Tourterelle des bois. Quatre espèces ont un enjeu fort : l'Œdicnème criard, le Tarier des prés, le Busard cendré et le Moineau friquet.

Les oiseaux de fourrés et haies en milieu ouvert (structure prairies/pelouses/haies/agricoles) et les oiseaux de lisières, forestiers jeunes ou ouverts, fourrés sont qualifiés avec un enjeu moyen. Les oiseaux nichant au sol dans les parcelles agricoles sont d'enjeu fort.

Les milieux sont représentés majoritairement par des cultures. Hormis les cultures et les zones rudérales, d'intérêt faible, les autres habitats servent soit d'habitats de reproduction pour un nombre important d'espèces patrimoniales à enjeu, soit de zones d'alimentation indispensables au bon déroulement de la reproduction ou de toute autre partie de leur cycle biologique. Ils sont globalement d'intérêt moyen et ponctuellement fort à très fort.

Au sein de la zone d'intervention potentielle, le niveau d'intérêt des habitats est globalement faible pour les oiseaux du cortège des milieux aquatiques et moyen au niveau de la frange ouest à proximité de l'Orge.

Concernant le cortège des oiseaux des milieux forestiers âgés, la zone d'intervention potentielle ne présente qu'un niveau d'intérêt faible.

Mammifères terrestres et semi-aquatiques

Les inventaires menés jusqu'en 2020 ont révélé la présence de quatre espèces protégées (Chat forestier, Muscardin, Écureuil roux et Hérisson d'Europe) et trois espèces patrimoniales (Crocidure leucode, Putois d'Europe et Loir gris) au sein de l'aire d'étude, dont cinq espèces qui présentent un enjeu moyen. Il s'agit du Chat forestier, Muscardin, Loir gris, Écureuil roux, Crocidure leucode, Putois d'Europe, et Hérisson d'Europe. De plus, une espèce de mammifère semi-aquatique protégée et patrimoniale a été observée, le Crossope aquatique.

Le cortège des mammifères des milieux forestiers, celui des mammifères des milieux bocagers et des lisières et le cortège des mammifères des milieux humides/aquatiques sont qualifiés avec un enjeu moyen.

Les massifs boisés (dont les haies et les bosquets) sont qualifiés d'intérêt modéré à fort. Ils représentent non seulement des habitats et des sites d'alimentation pour les mammifères mais, surtout, ils constituent des corridors de déplacement pour ce cortège. Il en est de même pour les cours d'eau (Orge, Bureau et Ormançon) et les milieux connexes.

Les milieux ouverts tels que les prairies, pâtures et zones cultivées, couvrant la majeure partie de la zone d'étude, présentent des niveaux d'intérêt majoritairement faibles à très faibles, même si elles peuvent être exploitées en tant que terrain de chasse par le Chat forestier.

Aux villages a été attribué un niveau d'intérêt faible. Ce type de milieu accueille en effet plusieurs espèces de mammifères sauvages autochtones, comme le Hérisson, espèce protégée souvent bien présente dans les villages et jardins. Les principaux secteurs à intérêts au sein de la zone d'intervention potentielle sont localisés sur les franges est et ouest du fait de la proximité avec l'Orge et la Bureau.

Les petits ruisseaux et autres milieux aquatiques sont favorables à la Crossope aquatique. Ils sont donc considérés d'enjeu moyen.

Chiroptères/chauves-souris

Les investigations de terrain ont identifié 17 espèces protégées : Barbastelle d'Europe, Grand Murin, Murin à moustaches, Murin à oreilles échancrées, Murin d'Alcathoe, Murin de Bechstein, Murin de Daubenton, Murin de Natterer, Noctule commune, Noctule de Leisler, Oreillard gris, Oreillard roux, Petit Rhinolophe, Pipistrelle commune, Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle pygmée et Sérotine commune.

Dix d'entre elles sont patrimoniales. Une espèce est considérée d'enjeu fort : le Grand Murin et 14 d'enjeu moyen.

Les chiroptères de lisières et bocage en chasse et en transit, les chiroptères des milieux forestiers (humides ou non) en chasse, les chiroptères de vallées/cours d'eau en chasse et en transit et les chiroptères ubiquistes et anthrophiles sont qualifiés d'un enjeu moyen.

Outre les boisements et les bosquets de la zone descenderie, le potentiel d'accueil est nul du fait de l'absence d'éléments arborés ou buissonnants. Cette zone est dominée par les milieux ouverts (cultures et quelques pâtures). Les milieux présentant les intérêts les plus forts se concentrent le long des cours d'eau (Orge, Bureau et Ormançon) dans les structures arborées et arbustives. Ainsi, au sein de la zone d'intervention potentielle, les franges est et ouest à proximité des cours d'eau sont les secteurs où se concentrent les niveaux d'intérêts les plus élevés.

La zone d'intervention potentielle constitue également un intérêt en termes de chasse pour les chiroptères, notamment la partie centrale représentée par des milieux ouverts.

Peu d'éléments paysagers permettent le transit des espèces.

Faune aquatique

L'aire d'étude immédiate associée à la zone descenderie et opérations attenantes est concernée par les cours d'eau suivants : l'Orge en bordure ouest, la Bureau au nord, à sec une grande partie de l'année, l'Ormançon, en bordure est de l'aire immédiate associée à la liaison inter-sites. Néanmoins, ces cours d'eau sont peu favorables à la faune aquatique.

Aucune espèce protégée de faune piscicole n'a été recensée dans l'aire d'étude immédiate. Quatre espèces de poissons d'enjeu faible ont été identifiés dans l'Orge, en aval de l'aire d'étude, dont une espèce d'intérêt communautaire : le Chabot. La Bythinelle des moulins (mollusque aquatique protégée) a également été observée.

Enjeux en zone descenderies et opérations attenantes

L'analyse des différents groupes d'espèces montre que les enjeux de conservation au sein de l'aire d'étude immédiate associée à la zone descenderie et opérations attenantes concernent essentiellement les chauves-souris, les oiseaux, les insectes et les mammifères terrestres.

Les habitats d'intérêts pour l'ensemble des groupes au sein de l'aire d'étude immédiate, que ce soit pour la reproduction, l'alimentation ou le transit, sont principalement situés au niveau des petites vallées de l'Orge et de la Bureau. Les autres éléments structurants, tels que les haies localisées au milieu des cultures ainsi que les massifs boisés présentent également un intérêt pour la plupart des espèces recensées.

Enjeu globalement moyen

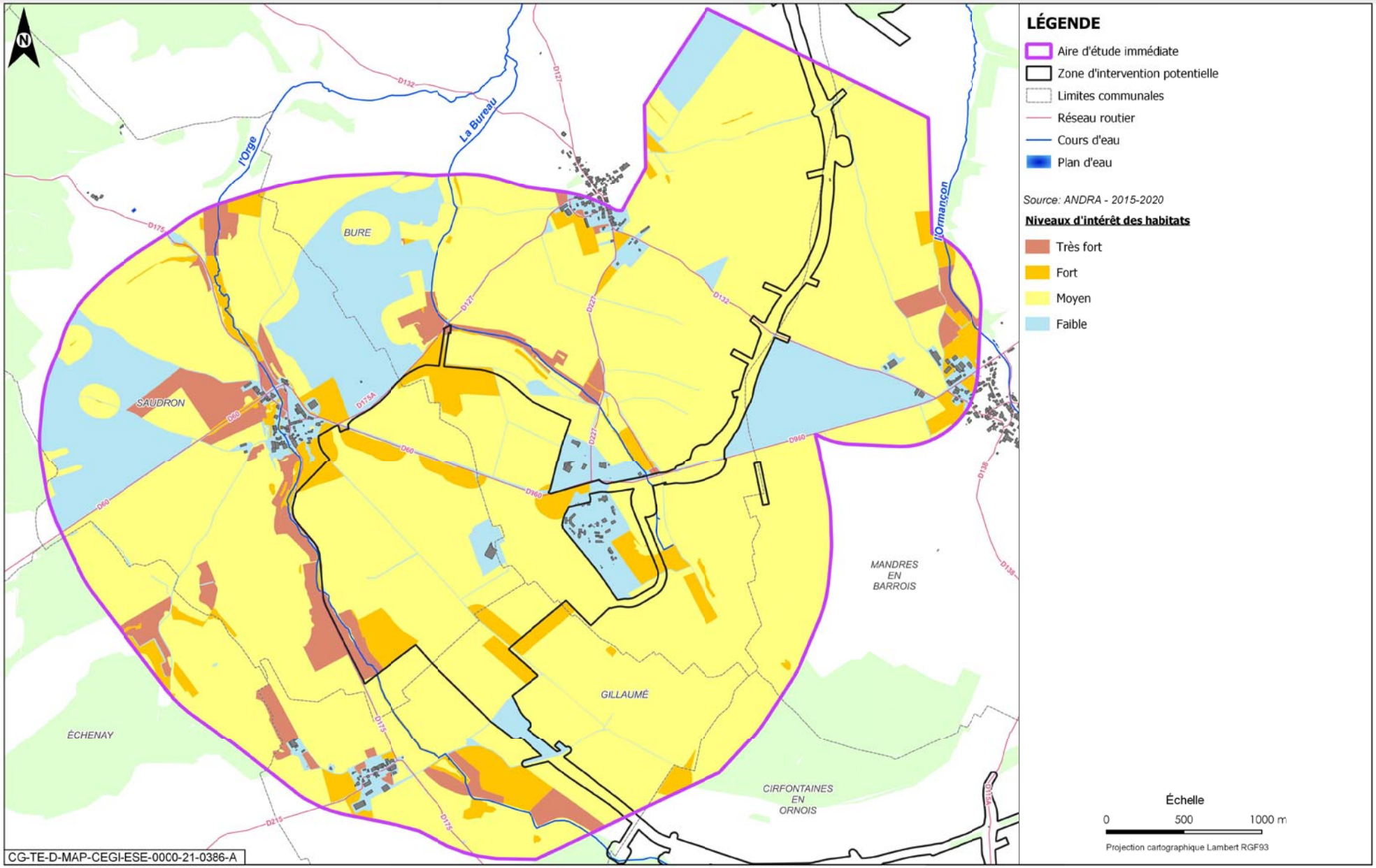


Figure 3-36 *Synthèse des niveaux d'intérêt des habitats d'espèces tous groupes sur l'aire d'étude immédiate associée à la zone descenderie et opérations attenantes*

3.6.1.5.2 Les enjeux écologiques (faune et flore) au niveau de l'aire d'étude immédiate associée à la zone puits

a) Habitats naturels

L'aire d'étude immédiate est caractérisée par la présence de cinq habitats naturels patrimoniaux, dont la Hêtraie à mélique, considérée comme à enjeu fort car elle présente un intérêt communautaire. On mentionnera les habitats suivants : Broussailles forestières décidues x Hêtraies calciclines à Mélique, Prairies des plaines médio-européennes à fourrage, Prairies des plaines médio-européennes à fourrage x Pâturages continus, Lisières mésophiles x Voiries et bords (routes, chemins carrossables) qui présentent un enjeu de conservation moyen.

b) Flore

Les prospections menées jusqu'en 2020 n'ont révélé la présence d'aucune espèce protégée. Une espèce patrimoniale, l'Œillet couché, a été observée et présente un enjeu fort. Cinq autres espèces patrimoniales (la Caméline à petits fruits, la Crépide capillaire, le Gaillet gratteron, la Gaudinie fragile et le Peigne de Vénus) figurent dans la bibliographie et sont considérées comme présentes avec un enjeu moyen. Par ailleurs, la zone puits est concernée par une espèce exotique envahissante : la Renouée du Japon.

c) Faune

Insectes

Les inventaires de terrain ont montré la présence de deux espèces protégées : Cuivré des marais et Agrion de mercure et de six espèces patrimoniales : Petit Collier argenté, Thècla de l'Orme, Le Flambé, *Eurosoma minor*, Lamie tisserand, *Hylis simonae*. Une espèce est d'enjeu fort : le Thécla de l'Orme et six d'enjeu modéré. Une espèce patrimoniale est considérée comme présente (*Hylis simonae*) d'après la bibliographie.

Tous les cortèges d'insectes (insectes des boisements frais et clairs, insectes des milieux prairiaux, insectes de prairies humides, insectes de ripisylves, bords de cours d'eau/ru) sont qualifiés d'enjeu moyen.

La majorité de l'aire d'étude de la zone puits, et de la zone d'intervention potentielle notamment, est composée de boisements de type Hêtraie à mélique, entrecoupés de taillis. Ces zones sont considérées d'intérêt fort à moyen.

Au sud des boisements, des cultures sont également présentes, et sont considérées d'intérêt faible.

Amphibiens

Six espèces protégées ont été observées lors des inventaires de terrain. Il s'agit du Triton ponctué, de l'Alyte accoucheur, du Triton alpestre, Triton palmé, Crapaud commun et de la Grenouille rousse. Parmi elles figurent deux espèces patrimoniales d'enjeu moyen : le Triton ponctué et l'Alyte accoucheur. Une autre espèce protégée, la Salamandre tachetée, figure dans la bibliographie et a été prise en compte même si elle n'a pas été observée lors des inventaires de terrain.

Le cortège des milieux anthropiques de villages (mares, lavoirs, jardins) est qualifié avec un enjeu moyen.

Une partie de l'aire d'étude présente une mosaïque d'habitats, incluant également quelques zones humides et un ruisseau de taille modeste à proximité, ce qui rend la zone favorable aux amphibiens pour leur phase aquatique (reproduction) comme pour leur phase terrestre (migration, estivage, hivernage).

En termes d'hivernage et de migration, les boisements jouent un rôle important pour les amphibiens qui passent la majeure partie de leur temps en phase terrestre et n'utilisent les zones humides que pour se reproduire. À ce titre, des échanges sont probables entre les cours d'eau et le boisement. Le bois Lejuc et autres bosquets sont ainsi considérés comme ayant un intérêt moyen pour l'hivernage.

Les niveaux d'intérêt des habitats d'espèces pour les amphibiens dans la zone d'intervention potentielle sont essentiellement liés à des habitats d'hivernage, caractérisés, pour partie, par des niveaux d'intérêt forts.

Reptiles

Les investigations ont mis en évidence la présence de cinq espèces protégées (Coronelle lisse, Lézard vivipare, Lézard des souches, Orvet fragile, Couleuvre helvétique), dont deux espèces patrimoniales à enjeu moyen : la Coronelle lisse et le Lézard des souches.

Il a été attribué au cortège des reptiles des milieux bocagers un enjeu moyen.

Le boisement offre des conditions favorables à la présence de l'Orvet fragile et de la Couleuvre helvétique. Pour le bois Lejuc, on considère un intérêt moyen à fort des lisières sud et ouest pour le Lézard des souches et la Coronelle lisse, et un intérêt moyen à fort de quelques parcelles forestières pour le Lézard vivipare. Le reste du massif forestier ainsi que la vallée de l'Ormançon le traversant sont toutefois considérés comme fonctionnels, au moins pour les déplacements des diverses espèces de reptiles présentes, notamment *via* la présence de « lisières internes » définies par les routes forestières.

Oiseaux

Lors des inventaires, 26 espèces patrimoniales *a minima* d'enjeu moyen au niveau régional ont été recensées, dont 25 sont protégées. 19 espèces sont d'enjeu moyen et sept d'enjeu faible. De plus, deux espèces protégées patrimoniales sont considérées comme présentes d'après la bibliographie.

Un enjeu moyen est associé aux cortèges des oiseaux de fourrés et haies en milieu ouvert (structure prairies/pelouses/haies/agricoles) ; des oiseaux de lisières, forestiers jeunes ou ouverts, fourrés et des oiseaux des milieux forestiers âgés qui peuvent être localement fort.

Les habitats identifiés dans la zone puits sont favorables au cortège des oiseaux des milieux forestiers âgés, au sein des futaies de feuillus et, dans une moindre mesure, au cortège des oiseaux des lisières, des milieux forestiers jeunes ou ouverts et des fourrés au sein des taillis.

Au sein de la zone d'intervention potentielle, le niveau d'intérêt des habitats est globalement faible à très faible pour les oiseaux du cortège des milieux aquatiques. Seule la frange nord-est du boisement est caractérisée pour partie par un intérêt moyen compte tenu de la proximité avec l'Ormançon.

Concernant le cortège des oiseaux des milieux forestiers âgés, la zone d'intervention potentielle présente un niveau d'intérêt moyen au niveau des boisement jeunes, plus ouverts et les taillis et fort sur les parcelles de feuillus de gros bois et très gros bois, notamment sur la fange est.

Concernant le cortège des oiseaux des milieux agricoles, la zone d'intervention potentielle boisée ne présente qu'un intérêt très faible pour ces oiseaux.

A contrario du cortège des milieux forestiers âgés, le niveau d'intérêt du cortège des milieux forestiers jeunes ou ouverts et de fourrés est quant à lui faible sur la partie est de la zone d'intervention potentielle où s'est développé un boisement mâture, puis globalement moyen sur les boisements plus jeunes et les taillis à l'ouest et au nord.

Le niveau d'intérêt des habitats du cortège des milieux pionniers présente un intérêt très faible à faible sur la quasi-totalité de la zone d'intervention potentielle.

Enfin, le niveau d'intérêt des habitats du cortège des oiseaux des fourrés et haies en milieux ouverts est faible à très faible sur l'intégralité de la zone d'intervention potentielle. Seules des parcelles de types clairières dans la partie nord ou des milieux ouverts avec des haies à l'extrémité sud présentent un intérêt moyen.

Mammifères terrestres et semi-aquatiques

Trois espèces protégées ont été identifiées : Chat forestier (également patrimoniales), Muscardin et Écureuil roux et d'après la bibliographie, le Hérisson d'Europe peut être considéré comme présent. Trois espèces patrimoniales Ont également été observées (le Crocidure leucode, le Loir gris et le Putois d'Europe).

L'aire d'étude immédiate composée majoritairement de zones boisées est particulièrement favorable aux espèces forestières, telles que le Chat forestier et l'Écureuil roux. Les zones boisées humides sont également très favorables au Putois. Le Muscardin fréquente quant à lui les zones semi-ouvertes composées de végétation arbustives, utilisant les petits arbustes et les ronciers comme zone d'alimentation et de repos.

Les parcelles forestières, caractérisées par des milieux forestiers âgés, ont été qualifiés d'enjeu fort et les boisements plus jeunes d'enjeu modéré. Ces habitats représentent en effet des habitats et des sites d'alimentation pour le cortège des mammifères et constituent, surtout, avec la vallée de l'Ormançon, un corridor de déplacement pour les animaux observés.

Le reste de la zone d'étude, à savoir les milieux ouverts tels que les prairies et zones cultivées, présente un enjeu moyen. Les cultures sont en effet assez assidument exploitées en tant que terrain de chasse par le Chat forestier.

Chiroptères

Les inventaires ont relevé 16 espèces protégées (Barbastelle d'Europe, Grand Murin, Murin à moustaches, Murin à oreilles échancrées, Murin d'Alcathoe, Murin de Bechstein, Murin de Brandt, Murin de Daubenton, Murin de Natterer, Noctule commune, Noctule de Leisler, Petit Rhinolophe, Pipistrelle commune, Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle pygmée et Sérotine commune), dont 12 espèces patrimoniales parmi lesquelles trois sont d'enjeu fort : le Grand Murin, le Murin à oreilles échancrées et le Petit Rhinolophe. Deux espèces protégées sont considérées comme présentes d'après la bibliographie : la Pipistrelle de Kuhl et le Grand Rhinolophe.

Sont identifiées les chiroptères de lisières/bocage en chasse et en transit et les chiroptères des milieux forestiers (humides ou non) en chasse avec un enjeu moyen à localement fort, les chiroptères de vallées/cours d'eau en chasse et en transit et les chiroptères ubiquistes et anthrophiles avec un enjeu moyen.

Au regard des espèces de chiroptères fréquentant le boisement, mais également des autres groupes (pics, coléoptères saproxyliques), il semble que de nombreux arbres à cavités et/ou dépérissant ou présentant des écorces décollées, pourraient être favorables aux chiroptères. La fonctionnalité de ce boisement est bonne, comme en témoigne les résultats d'inventaires des autres groupes faunistiques.

Au sein du bois Lejuc, le potentiel en arbres-gîtes est globalement assez élevé, avec la quasi-totalité des parcelles situées à l'est de la route forestière centrale en potentiel fort. À l'inverse, les parcelles forestières situées à l'ouest de cette route sont plutôt à potentiel faible, voire très faible (jeunes boisements). Sur ce secteur, quelques parcelles présentent cependant un potentiel fort.

De nombreux éléments paysagers sont présents pour le transit des chiroptères : les haies, boisements, vallons et cours d'eau sont autant d'éléments favorables aux espèces pour se déplacer et effectuer des échanges entre les populations limitrophes. La vallée de l'Ormançon et la lisière ouest du bois Lejuc sont considérées comme étant les routes de vols principales.

Faune aquatique

Une espèce protégée a été identifiée dans l'Ormançon, la Truite fario, dont les œufs et les zones de reproduction sont protégés, mais dont l'enjeu est considéré comme faible, et une espèce patrimoniale d'enjeu modéré : le Chabot. Aucune espèce de mollusque protégée n'a été relevée.

L'Ormançon accueille un cortège d'espèces piscicoles caractéristiques des cours d'eau salmonicoles. Les débits faibles et les périodes d'assecs estivaux génèrent des enjeux de conservation faibles pour ces espèces au niveau de la portion du ruisseau à l'est de la zone puits.

Enjeux au sein de la zone puits

Au sein de l'aire d'étude immédiate associée à la zone puits, les enjeux liés aux espèces concernent essentiellement les chauves-souris, les mammifères terrestres et les oiseaux dans les zones boisées. Les lisières et la vallée de l'Ormançon présentent des enjeux particuliers pour les insectes, les reptiles et les amphibiens.

La majorité des habitats de la zone puits est considérée d'intérêt fort. Seules les zones de cultures à l'ouest de la zone d'intervention potentielle présentent un intérêt faible.

Enjeu fort

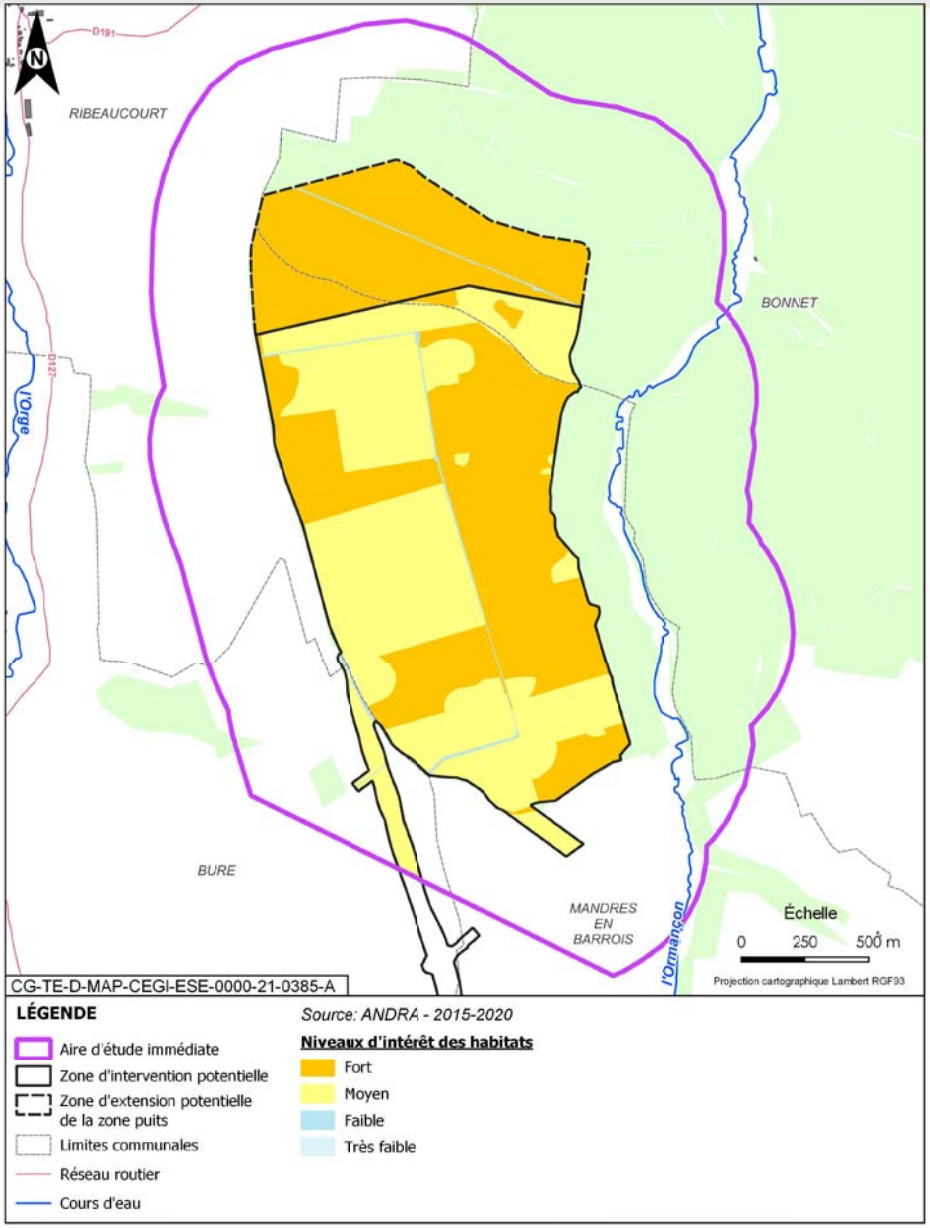


Figure 3-37 *Carte de synthèse des niveaux d'intérêt des habitats d'espèces tous groupes dans la zone d'intervention potentielle de la zone puits*

3.6.1.5.3 Les enjeux écologiques (faune et flore) au niveau de l'aire d'étude immédiate associée à l'installation terminale embranchée

a) Habitats naturels

L'aire d'étude immédiate associée à l'installation terminale embranchée est caractérisée par la présence de 68 habitats naturels, dont six habitats communautaires. Les six habitats communautaires identifiés sont les suivants et correspondent aux habitats Natura 2000 : « Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* », « Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du *Ranunculion fluitantis* et du *Callitricho-Batrachion* », « Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition », « Hêtraies de l'Asperulo-Fagetum », « Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires (*Festuco-Brometalia*) », « Prairies de fauche de basse altitude (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*) ». Huit habitats sont d'enjeu très fort (dont sept sont prioritaires) et sept habitats sont d'enjeu fort.

b) Flore

Cinq espèces protégées régionalement ont été identifiées : la Filipendule commune, le Cynoglosse d'Allemagne, la Germandrée des marais, la Mélique ciliée et le Céphalanthère à feuilles étroites. 16 espèces observées sont patrimoniales, dont une à enjeu très fort : la Filipendule vulgaire, et huit à enjeu fort : Ail à tête ronde, Cynoglosse d'Allemagne, Germandrée des marais et Miroir-de-Vénus. Enfin un enjeu moyen est attribué aux espèces suivantes : Raiponce orbiculaire, Céphalanthère à feuilles étroites, Chanvre sauvage, Pulmonaire sombre, Renoncule en à pinceau, Drave des murailles et Torilis des champs. Huit espèces patrimoniales sont considérées comme présentes d'après la bibliographie : le Gaillet gratteron, le Populage des marais, la Seratulle des teinturiers, la Canche aquatique, la Marguerite de la Saint-Michel, la Renoncule à feuilles de plantane, la Crépide capillaire et la Gesse tubéreuse.

Trois espèces exotiques envahissantes ont également été recensées : l'Ailante, la Vigne-vierge commune et la Renouée du Japon.

c) Faune

Insectes

Les investigations ont révélé la présence de deux espèces protégées (Cordulie à corps fin et Agrion de mercure) et neuf autres espèces patrimoniales. Trois espèces présentent des enjeux forts : Mélitée des digitales, Thécla de l'Orme et Agrion de mercure. Deux espèces patrimoniales, le Cuivré des marais -également espèce protégée- et le *Mycetophagus fulvicollis,* sont considérées comme présentes d'après la bibliographie.

Les insectes de ripisylves, bords de cours d'eau/ru présentent un enjeu fort tandis que les cortèges des insectes des milieux prairiaux, insectes des boisements clairs à tendance humide sont à enjeu moyen.

Le ruisseau de Naillemont en aval de l'installation terminale embranchée (ITE) et le ruisseau de l'Étang où une population d'Agrion de Mercure a été observée sont considérés d'intérêt très fort.

La vallée de l'Ornain et le bois de Glandenoie sont considérés de niveau d'intérêt fort car plusieurs espèces patrimoniales y sont observées.

À l'échelle de la zone d'intervention potentielle (ZIP) de l'installation terminale embranchée, la section nouvelle, localisée à Cirfontaines-en-Ornois, présente un niveau d'intérêt des habitats d'enjeu faible pour les cortèges d'insectes. À l'inverse, la section localisée entre Horville-en-Ornois et Gondrecourt-le-Château est caractérisée par des niveaux d'intérêt moyen à fort sur l'ensemble du linéaire.

Amphibiens

Lors des inventaires, huit espèces protégées ont été identifiées (Pélodyte ponctué, Alyte accoucheur, Triton palmé, Triton alpestre, Grenouille rousse, Crapaud commun, Grenouille verte et Grenouille rieuse), dont deux sont à enjeu moyen, le Pélodyte ponctué et l'Alyte accoucheur.

Les cortèges des milieux anthropiques de villages (mares, lavoirs, jardins) et des amphibiens des prairies humides sont identifiés avec un enjeu moyen.

L'aire d'étude de l'installation terminale embranchée comporte une mosaïque d'habitats incluant des zones humides et des ruisseaux de taille modeste qui rendent la zone favorable aux amphibiens, que ce soit pour leur phase aquatique (reproduction) ou leur phase terrestre (migration, estivage, hivernage). Seule la partie ouest du projet où le tracé quitte l'ancienne voie semble moins favorable aux amphibiens. En effet, ce sont des zones de cultures et de pâtures qui sont regroupées et ne présentent pas d'éléments arborés ni de zone humide, hormis les étangs de Gillaumé.

L'Ornain et ses prairies humides attenantes présentent un niveau d'intérêt fort. Ce secteur abrite en effet les deux espèces patrimoniales d'amphibiens, à savoir l'Alyte accoucheur, à enjeu modéré, et le Pélodyte ponctué, à enjeu fort.

Le ruisseau de Naillemont et les prairies humides attenantes au sud d'Horville-en-Ornois présentent également un intérêt écologique fort, car il abrite une espèce patrimoniale, l'Alyte accoucheur.

Reptiles

Il a été observé les huit espèces protégées suivantes : Coronelle lisse, Couleuvre verte et jaune, Lézard des murailles, Lézard des souches, Lézard vivipare, Vipère aspic, Orvet fragile et Couleuvre helvétique, dont quatre sont à enjeu moyen : la Couleuvre verte et jeune, le Lézard des souches, la Vipère aspic et la Coronelle lisse.

Le cortège des reptiles des milieux bocagers présente un enjeu moyen.

La quasi-totalité du tracé de l'installation terminale embranchée est qualifiée d'intérêt fort (présence de l'ensemble des espèces, avec pour certaines un nombre assez élevé d'observations). Les secteurs thermophiles et les délaissés ferroviaires constituent un corridor favorable au déplacement est-ouest de ces espèces.

Quelques tronçons de l'installation terminale embranchée sont cependant d'intérêt plus moyen, notamment entre la Ferme de Saint-Éloi et l'ancienne gare de Luméville où peu d'observations de reptiles ont été faites. Ce tronçon constitue cependant une zone de déplacement de premier ordre et peut permettre une liaison entre deux secteurs occupés par la Couleuvre verte et jaune.

En outre, quelques secteurs ne présentant pas ou peu d'observation ont été qualifiés d'intérêt faible du fait de leur qualité fonctionnelle et de la faible probabilité de présence de l'une ou l'autre des espèces (patrimoniales ou à enjeu faible). Ces secteurs sont pour la plupart connectés avec des zones à intérêt moyen ou fort par des habitats également fonctionnels. Il s'agit pour l'essentiel des villages et des vallées (Ornain, Naillemont, Ormançon et Orge).

Les zones qualifiées d'intérêt très faible correspondent majoritairement aux vastes zones ouvertes (grandes cultures, pâtures) sans haies et bosquets ou autres habitats peu susceptibles d'accueillir des reptiles.

Oiseaux

Les inventaires ont identifié 41 espèces patrimoniales recensées en période de reproduction sur l'aire d'étude immédiate, dont 40 protégées. Parmi elles, six espèces sont à enjeu fort : Cigogne noire, Tarier des prés, Grand-Duc d'Europe, Moineau friquet, Huppe fasciée et le Busard cendré, et 24 présentent un enjeu de conservation moyen.

Les oiseaux de fourrés et haies en milieu ouvert (structure prairies/pelouses/haies/agricoles) sont identifiés avec un enjeu fort, de la même façon que le cortège des oiseaux nichant au sol dans les parcelles agricoles.

Les oiseaux de lisières, forestiers jeunes ou ouverts, fourrés, oiseaux des milieux forestiers âgés, oiseaux des milieux aquatiques/humides/boisements rivulaires et les oiseaux des milieux pionniers ont un enjeu moyen.

Les secteurs à fort niveau d'intérêt se limitent aux cours d'eau présents sur la zone d'étude et peuvent servir de zone d'alimentation pour la Cigogne noire (espèce à enjeu fort) en période de nidification comme en halte migratoire et aux vergers pouvant potentiellement accueillir le Moineau friquet en période de reproduction. Hormis les cultures, les zones rudérales et sites industriels, considérés d'intérêt faible, les autres habitats servent soit d'habitats de reproduction pour un nombre important d'espèces patrimoniales à enjeu, soit de zones d'alimentation indispensables au bon déroulement de la reproduction ou de tout autre partie de leur cycle biologique. Ils sont donc considérés d'intérêt moyen.

Au sein de la zone d'intervention potentielle, le niveau d'intérêt des habitats est globalement faible pour les oiseaux du cortège des milieux aquatiques et moyen à proximité du Ru de Naillemont et de l'Ornain.

Concernant le cortège des oiseaux des milieux forestiers âgés, la zone d'intervention potentielle ne présente qu'un intérêt faible à moyen sur l'ensemble du linéaire.

Concernant le cortège des oiseaux des milieux agricoles, peu de parcelles présentent un intérêt moyen, la quasi-totalité du linéaire étant caractérisé par un intérêt faible à très faible.

Le cortège des milieux forestiers jeunes ou ouverts et de fourrés est quant à lui caractérisé par un intérêt faible sur la partie est de la zone d'intervention potentielle jusqu'à la route départementale D115A, puis globalement moyen sur le reste du linéaire à l'ouest.

Les habitats du cortège des milieux pionniers présentent un intérêt très faible sur la quasi-totalité du linéaire.

Enfin, le niveau d'intérêt des habitats du cortège des oiseaux des fourrés et haies en milieux ouverts est fort à ponctuellement très fort sur la quasi-totalité du linéaire, mise à part la section est moins arbustive à l'ouest de la route départementale D115A, considérée comme d'intérêt moyen.

Mammifères terrestres et semi-aquatiques

Les inventaires ont mis en évidence la présence de quatre espèces de mammifères terrestres protégées (Chat forestier, Muscardin, Écureuil roux et Hérisson d'Europe) et de quatre espèces patrimoniales (Chat forestier, Putois d'Europe, Muscardin et Loir gris). Cinq espèces sont d'enjeu moyen : le Chat forestier, le Muscardin, le Putois d'Europe, le Loir gris et le Crocidure leucode. Une espèce semi-aquatique protégée a également été observée : le Crossope aquatique.

Les massifs boisés (dont les haies et les bosquets) sont qualifiés d'intérêt fort car, non seulement, ils représentent des habitats et des sites d'alimentation pour les mammifères mais, surtout, ils constituent des corridors de déplacement pour ce cortège. L'aire d'étude immédiate de l'installation terminale embranchée est également qualifiée d'intérêt fort, car l'ancienne voie ferrée représente un corridor fonctionnel pour nombre d'espèces, dont des espèces patrimoniales comme le Chat forestier et le Putois d'Europe.

Les milieux ouverts, tels que les prairies, pâtures et zones cultivées qui couvre la majeure partie de la zone d'étude et qui sont exploités en tant que terrain de chasse par le Chat forestier, présentent un intérêt faible.

Les villages sont d'intérêt faible. Ce type de milieux accueille plusieurs espèces de mammifères sauvages autochtones, comme le Hérisson d'Europe, espèce protégée souvent bien présente dans les villages et jardins.

La zone d'intervention potentielle, est caractérisée par un niveau d'intérêt globalement moyen sur l'ensemble de l'installation terminale embranchée, en raison des milieux arborés et arbustifs qui bordent la voie et constituent un corridor écologique utilisé par les mammifères.

Seule la partie de l'installation terminale embranchée située entre Gillaumé et Cirfontaines-en-Ornois est caractérisée par un intérêt très faible.

Chiroptères

Lors des inventaires menés jusqu'en 2020, ce sont 17 espèces protégées qui ont été relevées (Barbastelle d'Europe, Grand Murin, Murin à moustaches, Murin à oreilles échancrées, Murin d'Alcathoe, Murin de Bechstein, Murin de Brandt, Murin de Daubenton, Murin de Natterer, Noctule commune, Noctule de Leisler, Oreillard gris, Petit Rhinolophe, Pipistrelle commune, Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle pygmée et Sérotine commune), dont 12 sont patrimoniales. Trois espèces sont à enjeu fort : Grand Murin, Murin à oreilles échancrées et Petit Rhinolophe.

Le cortège des chiroptères de lisières et bocage en chasse et en transit a un enjeu fort. Les autres cortèges (chiroptères des milieux forestiers (humides ou non) en chasse, chiroptères de vallées/cours d'eau en chasse et en transit, chiroptères ubiquistes et anthrophiles) sont identifié avec un enjeu moyen.

Pour les gîtes arboricoles, l'aire d'étude immédiate est assez largement dominée par les milieux ouverts (essentiellement des cultures, avec quelques prairies). Dépourvus d'arbres, ces zones présentent un potentiel nul.

L'ensemble de la zone d'étude immédiate est fréquenté par des chiroptères en vol, avec cependant une activité globale supérieure dans les zones arborées ou buissonnantes, en particulier le long de l'ancienne voie ferrée.

L'ensemble de la zone d'étude immédiate peut être exploité par les chiroptères en chasse mais les secteurs semi-fermés ou fermés apparaissent plus exploités (diversité spécifique et activité de chasse plus fortes) que les zones cultivées, même si ces dernières peuvent accueillir des espèces patrimoniales comme le Grand Murin ou les Noctules.

La zone d'intervention potentielle au niveau des secteurs arbustifs et arborés constitue une zone de chasse plus intéressante comparativement au secteur plus ouvert avec un niveau d'intérêt globalement fort.

L'axe de l'ancienne voie ferrée intercepte plusieurs autres trames et éléments structurants avec lesquels il forme un réseau intéressant pour le déplacement de plusieurs espèces dont certaines, très spécialisées et sensibles vis-à-vis des structures du paysage (Petit Rhinolophe, Oreillard et murins de Brandt, d'Alcathoe et à oreilles échancrés)

L'ancienne voie ferrée est ainsi considérée comme une route de vol sur l'ensemble de son tracé. Les autres routes de vol concernent directement l'aire d'étude immédiate ou ses abords et montrent les connexions possibles entre la zone d'étude et les habitats d'espèces proches (gîtes ou terrains de chasse).

Faune aquatique

Deux espèces protégées : la Truite fario et la Lamproie de Planer (pour la protection des œufs et les zones de reproduction) et deux espèces d'intérêt communautaire : le Chabot et la Lamproie de Planer, ont été relevées dans l'Ornain. Elles sont toutes considérées d'enjeu faible. De plus, un mollusque aquatique protégé a été observée : la Bythinelle des moulins d'enjeu fort.

La qualité « médiocre » des cours d'eau, la présence d'eaux stagnantes, les faibles hauteurs d'eau, l'absence de zones de frai, génèrent des enjeux de conservation pour les poissons faibles.

Enjeux

Après l'analyse par groupe d'espèces, les enjeux au sein de l'aire d'étude de l'installation terminale embranchée sont à appréhender différemment du fait du linéaire et donc de l'hétérogénéité d'habitat que représente le projet. Des enjeux forts ont été relevés pour une grande majorité des groupes et des habitats qui les accueillent, notamment les insectes, les amphibiens, les reptiles, les chiroptères. L'installation terminale embranchée est un secteur assez spécifique, thermophile (qui se développe préférentiellement dans des conditions chaudes), permettant l'expression sur son linéaire d'un grand nombre d'espèces protégées et patrimoniales. L'Ornain et le ruisseau de Naillemont présentent un enjeu très fort pour certains groupes d'espèces.

La majorité de la zone d'intervention potentielle présente des habitats d'espèces d'intérêt fort, sauf pour la portion nouvelle à l'ouest.

Enjeu fort

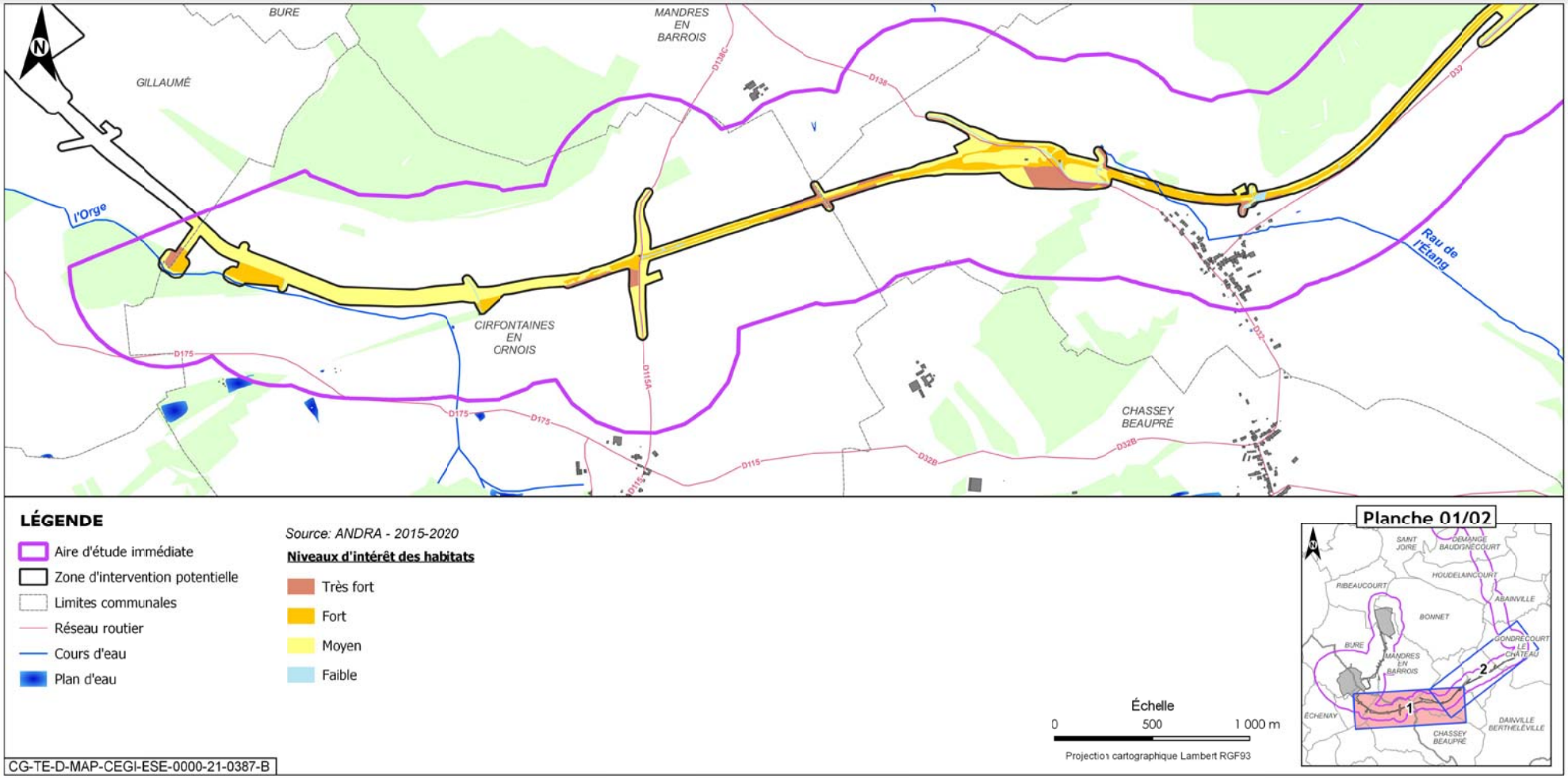


Figure 3-38 *Carte de synthèse des niveaux d'intérêt des habitats d'espèces tous groupes dans la zone d'intervention potentielle de l'ITE – 1/2*

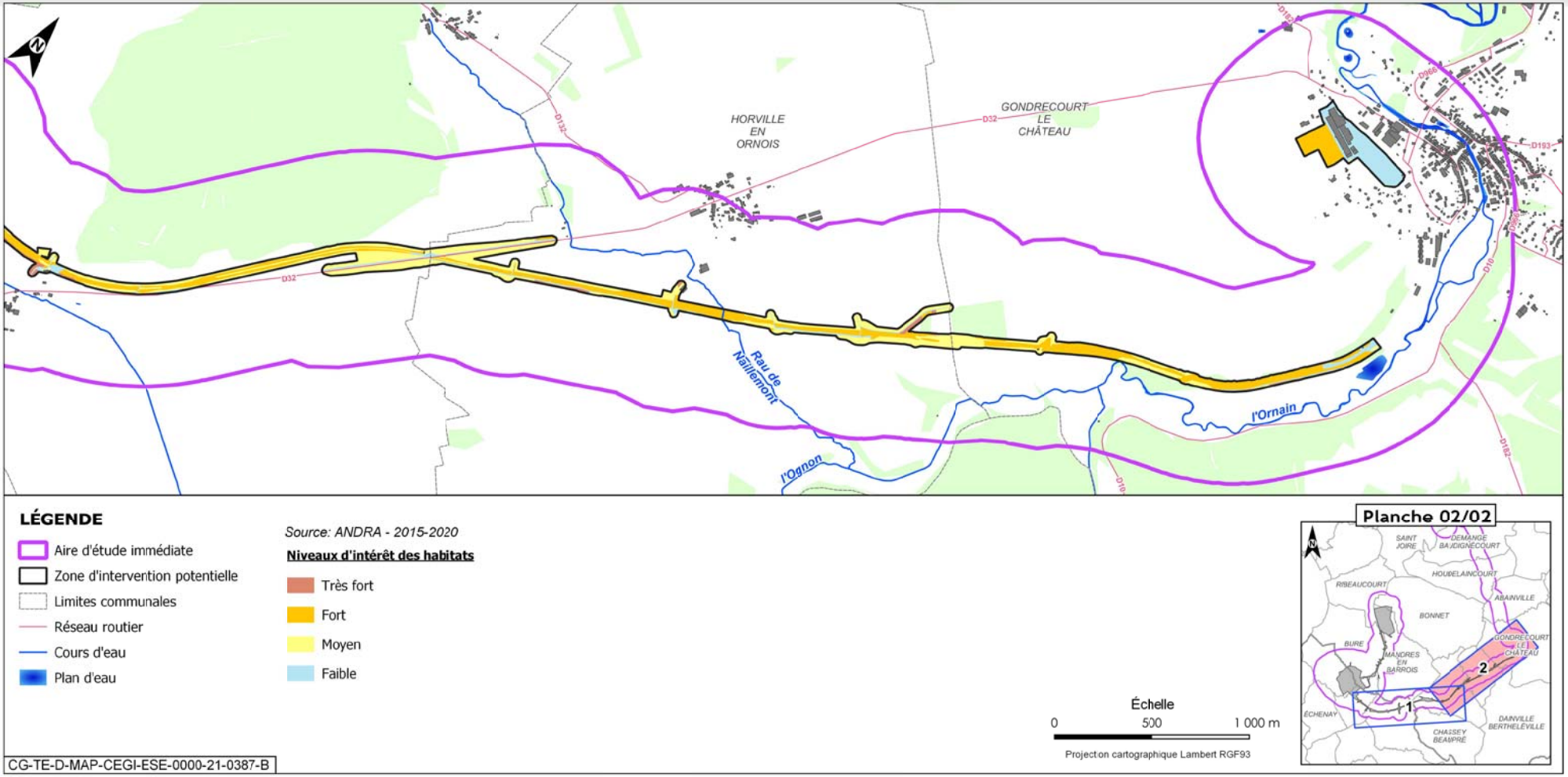


Figure 3-39 *Carte de synthèse des niveaux d'intérêt des habitats d'espèces tous groupes dans la zone d'intervention potentielle de l'ITE – 2/2*

3.6.1.5.4 Les enjeux écologiques (faune et flore) de l'opération d'alimentation électrique (RTE)

Concernant le poste de transformation électrique 400/90 kV et les raccordements souterrains, les six variantes de positionnement du poste et la zone potentielle d'intervention pour l'implantation des liaisons sont localisées au sein de l'aire d'étude immédiate associée à la zone descenderie et opérations attenantes. Les enjeux ont été présentés précédemment dans le chapitre 3.6.1.5.1 du présent résumé non technique.

Considérant la nature des travaux de sécurisation de la ligne 400 kV et l'échelle du projet, les prospections écologiques ont été ciblées sur les trois secteurs sensibles classés Natura 2000 traversés par la ligne ou situés à proximité immédiate, à savoir :

- les sites de l'Étang de la Horre (zone RAMSAR, Réserve naturelle nationale, sites Natura 2000, ZNIEFF de type II), où sont inscrits les pylônes 103 à 108. Comme le met en évidence la cartographie des habitats issus du document d'objectif Natura 2000, la tranchée forestière créée de part et d'autre de la ligne est considérée comme n'hébergeant aucun habitat d'intérêt communautaire. Des habitats transitoires peuvent être périodiquement perturbés par les opérations de gestion nécessaires à la sécurisation de la ligne électrique vis-à-vis de la végétation. D'autre part, la majorité des espèces ayant justifiée la désignation du site Natura 2000 sont des espèces inféodées au milieu aquatique, qui n'est pas présent au niveau de l'emprise des pylônes.

  Trois pylônes sont utilisés par des couples de Faucon crécerelle en période de reproduction mais aucune espèce ayant justifié la désignation des sites Natura 2000 n'a été observée nichant sur ces pylônes ou à leur proximité directe. D'autres espèces patrimoniales ont été observées en survol (Milan noir, Busard des roseaux, Bondrée apivore et Buse variable) mais elles ne présentent aucun lien de dépendance manifeste vis-à-vis des emprises des pylônes et de leurs marges ;

- la Forêt de Gondrecourt-le-Château (site Natura 2000, ENS et ZNIEFF I et II), où aucun pylône ne se trouve directement au sein du site Natura 2000, mais où se situent à proximité les pylônes 232, 233, 239, 240, 241, 242 et 243. Sept habitats d'intérêt communautaire ont justifié la désignation du site, dont un habitat prioritaire, les Forêts de pentes, éboulis ou ravins du Tilio-Acerion. La flore constitue l'un des éléments majeurs de ce site, avec dix à quinze espèces végétales protégées et plus d'une cinquantaine de plantes présentant un intérêt biologique pour la Lorraine.

  Aucune espèce d'intérêt communautaire n'a été identifiée en mai 2019 (Atelier des territoires) ni en 2021 (Miroir Environnement). Aucune nidification n'a été observée au niveau de la structure des pylônes. On notera toutefois la présence de nids de corvidés au niveau des plaques d'accroche des suspenseurs ;

- la Vallée de la Meuse (site Natura 2000) : ce site Natura 2000 comprend une grande variété de milieux aquatiques, de zones humides et même de pelouses calcaires sèches sur certains coteaux qui forment un important complexe. L'avifaune présente sur ce site est diversifiée, elle se compose notamment d'une trentaine d'espèces inscrites à l'annexe I de la « directive Oiseaux » (7).

  Aucune espèce d'intérêt communautaire n'a été identifiée en mai 2019 (Atelier des territoires) ni en 2021 (Miroir Environnement) sur et à proximité de ces pylônes. Les espèces avifaunistiques observées en 2021 n'ont été contactées qu'en survol de site sans qu'aucun lien de dépendance manifeste ne soit constaté (Miroir Environnement, 2021). En 2019, le Milan noir, espèce figurant à l'annexe I de la Directive « Oiseaux », a été observé à plusieurs reprises en vol au-dessus des prairies et à proximité des ripisylves arborées du site. Aucune preuve de nidification n'a été observée. Cependant, une reproduction de l'espèce est probable sur les bords de la Meuse, entre les pylônes 258 et 259.

Enjeux

Les enjeux dans l'aire d'étude de la ligne 400 kV sont globalement faibles mais localement forts dans les secteurs sensibles identifiés (zonages réglementaires et d'inventaires).

Enjeu globalement modéré

3.6.1.5.5 Les enjeux écologiques (faune et flore) de l'opération d'adduction d'eau

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.

Sur la partie ouest, aucune zone naturelle protégée ou sensible n'est présente entre les captages de Thonnance-lès-Joinville ou Échenay et les zones à raccorder. Le site le plus proche est la ZNIEFF de type I « Bois et pelouses des coteaux au sud-est de Thonnance-lès-Joinville ». Le paysage vallonné et les habitats variés sont favorables à la biodiversité.

Sur la partie est, la plaine est marquée par l'agriculture intensive, qui laisse peu de place à la biodiversité. Plusieurs zones naturelles sensibles sont présentes entre le captage de Gondrecourt et les zones à raccorder. Elles sont associées à l'Ornain (ENS) et surtout à l'Ormançon (ENS et ZNIEFF de la vallée de l'Ormançon).

3.6.1.5.6 Les enjeux écologiques (faune et flore) de l'opération de remise à niveau de la ligne ferroviaire 027000

a) Habitats naturels

L'aire d'étude immédiate est caractérisée par des terres agricoles et des milieux urbanisés : elle représente 89 habitats naturels et semi-naturels (dont sept habitats d'intérêt communautaire) à enjeu fort ou moyen.

b) Flore

Les inventaires réalisés en 2018 ont révélé la présence de 333 espèces floristiques, dont 16 patrimoniales et aucune espèce protégée à l'échelle nationale ou en Lorraine.

Les secteurs présentant les enjeux les plus forts se situent au nord (entre les Combes et Velaines, ainsi que la zone située entre Menaucourt et Saint-Amand-sur-Ornain). Deux espèces bénéficient d'un statut de protection régionale en région Grand Est (Épipactis pourpre, Pâturin des marais).

c) Faune

<u>Insectes</u>

Les inventaires de terrain menés en 2018 ont révélé la présence de 123 espèces d'insectes (66 lépidoptères-rhopalocères et hétérocères, 26 orthoptères, 26 odonates, deux hyménoptères, deux coléoptères et un mantoptère), dont deux protégées (Cuivré des marais, Agrion.de mercure), Sept autres non protégées mais à enjeu écologique (Conocéphale des roseaux, Criquet palustre, Grande violette, Mante religieuse, Mélitée des digitales, Zygène de la coronille, Flambé), et 1 espèce potentielle (Damier de la succise).

Les milieux naturels propices aux insectes à enjeu sont les coteaux secs, les prairies humides, les fossés Les connectivités écologiques se font *via* les vallées humides pour les espèces hygrophiles (Cuivré des marais, Agrion de Mercure, Conocéphale des roseaux) et *via* les lisières forestières et bocagères pour toutes les autres espèces.

<u>Amphibiens</u>

Les inventaires réalisés en 2018 ont mis en éviderce neuf espèces d'amphibiens, dont trois patrimoniales (Alyte accoucheur, Pélodyte ponctué, Triton ponctué) et six autres plus communes et à enjeu faible.

Les principaux secteurs d'intérêt concernent les milieux fréquentés par le Pélodyte ponctué, les fossés colonisés par le Triton ponctué bordant la voie ferrée à Velaines, la vallée de l'Ornain accueillant l'Alyte accoucheur en aval de Demange-aux-Eaux, et les prairies humides, zones bocagères et étangs situés dans la vallée de de l'Ornain favorables à la reproduction de l'ensemble des amphibiens présents.

Les connectivités écologiques sont limitées en raison du faible nombre de milieux naturels favorables. Quelques routes migratoires relient les différents milieux boisés et sont utilisées pour atteindre les sites de reproduction à la sortie de la période d'hibernation.

Reptiles

Les inventaires menés en 2018 ont permis d'observer sept espèces, dont cinq patrimoniales (Couleuvre verte et jaune, Lézard des souches, Coronelle lisse, Vipère aspic, Lézard des murailles) et deux autres espèces plus communes (Orvet fragile, Couleuvre helvétique).

Les principaux secteurs à enjeux concernent les milieux fréquentés par la Couleuvre verte et jaune à Ligny-en-Barrois, l'ancienne voie ferrée abandonnée et les coteaux secs propices à la Coronelle lisse, aux Lézard des souches et à la Vipère aspic, la voie ferrée en activité propice au Lézard des murailles, les lisières ensoleillées (sauf pour les quatre citées précédemment) et les prairies humides et étangs propices à la Couleuvre helvétique.

Les reptiles ne sont pas très mobiles mais se servent de corridors locaux pour se déplacer entre deux milieux favorables, comme les lisières forestières, les haies et l'ancienne voie ferrée. Toutes ces zones servent également de refuges.

Oiseaux

Les inventaires menés de mars 2018 à mars 2019 pour les périodes de reproduction, de migration et d'hivernage, ont révélé la présence de 37 espèces nicheuses patrimoniales, dont 7 d'intérêt communautaire inscrites à l'annexe I de la directive « Oiseaux » (Milan royal, Alouette lulu, Martin pêcheur d'Europe, Milan noir, Pic mar, Pic noir, Pie-grièche écorcheur), de deux espèces patrimoniales migratrices (Cigogne noire, Sarcelle d'été), et des effectifs assez importants d'espèces hivernantes.

Compte tenu de la diversité des habitats présents, une avifaune diversifiée fréquente la zone (cortèges des milieux agricoles/ouverts, aquatiques/humides, forestiers, bâtis/ubiquistes, généralistes). Les enjeux sont essentiellement liés aux boisements et à l'alternance des milieux ouverts et semi ouverts. Ces zones sont favorables à la reproduction des espèces ainsi qu'à leur alimentation.

Mammifères terrestres

Les inventaires réalisés de juin 2018 à mars 2019 ont permis d'observer 28 espèces, dont trois protégées (Chat forestier, Écureuil roux, Hérisson d'Europe), deux patrimoniales (Chat forestier et Putois), et une potentielle protégée et patrimoniale (Muscardin).

Les principaux secteurs d'intérêt concernent les secteurs de présence des deux espèces patrimoniales, c'est à dire les boisements, certaines bosquets ou linéaires (haies, bords de cours d'eau), des milieux ouverts (praires et zones cultivées). Le reste de la surface de la zone d'étude est considéré d'intérêt faible ou nul (principalement des zones urbanisées ou des routes).

Cinq corridors majeurs sont identifiés, dont un seul est fonctionnel (entre Abainville et Houdelaincourt) et semble surtout être utilisé par le Chat forestier et le Putois. D'enjeu fort, il est globalement favorable à l'ensemble des espèces moyennes à grandes, et opère le lien entre le massif forestier de la Côte Coubo à l'est et une bande boisée à l'ouest. La fonctionnalité des quatre autres ne sont pas confirmée.

La voie ferrée représente aussi un corridor fonctionnel d'enjeu fort de l'extrême sud jusqu'à l'entrée sud de Ligny-en-Barrois, car permettant de connecter des milieux favorables (boisements, prairies...), de contourner des zones urbaines et des routes, voire de traverser le canal et l'Ornain.

Chiroptères

Les inventaires menés en 2018 ont mis en évidence la présence de 17 espèces de chiroptères (toutes protégées).

De nombreux milieux naturels sont favorables aux Chiroptères : gîtes bâtis et arboricoles, zones de chasse et de transit (vallée de l'Ornain, lisières et boisements, zones bocagères, alignement d'arbres).

Faune aquatique

Une espèce protégée de mollusques aquatiques (Mulette épaisse) a été recensée au niveau de l'Ornain, qui présente un enjeu moyen vis-à-vis des mollusques.

Les inventaires réalisés pour l'Andra de 2009 à 2017 ont permis d'inventorier 12 espèces de poissons dans l'Ornain, dont trois protégées au niveau national (Truite fario, Lamproie de Planer, Vandoise) et deux inscrites à l'annexe II de la directive « Habitats » (6) (Chabot, Lamproie de Planer). L'Ornain présente un enjeu moyen vis-à-vis de la faune piscicole.

Une espèce protégée et patrimoniale de mammifères aquatiques (Crossope aquatique) a été observée au niveau de l'Ornain, qui représente localement un enjeu moyen pour ce groupe.

Enjeux

L'opération de remise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 remaniera le linéaire d'une voie ferrée existante. Dans l'aire d'étude immédiate, la vallée de l'Ornain à proximité de la voie ferrée présente des enjeux pouvant être forts pour de nombreuses espèces.

Enjeu fort

3.6.1.5.7 Les enjeux écologiques (faune et flore) de l'opération de déviation de la route départementale D60/960

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. Les enjeux ont été présentés précédemment dans le chapitre 3.6.1.5.1 du présent résumé non technique.

Enjeux

Enjeu modéré sur le fuseau d'étude des variantes de la déviation

3.6.1.5.8 L'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 mesurés au niveau national.

3.6.1.5.9 La synthèse des principaux enjeux biodiversité

Le tableau 3-3 présente une synthèse des principaux enjeux identifiés sur les différentes zones et opérations du projet global Cigéo. Sont présentés, pour chaque habitat ou groupe/cortège, les enjeux associés aux espèces présentes, ainsi que les niveaux d'intérêt des habitats d'espèces pour chaque groupe ou cortège.

Les figure 3-40 et figure 3-41 permettent de visualiser les principaux enjeux biodiversité sur l'ensemble de l'aire d'étude immédiate du projet global Cigéo (hors ligne 400 kV) : 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.

Tableau 3-3 *Synthèse des principaux enjeux identifiés sur les différentes zones et opérations du projet global Cigéo*

Groupes	Cortèges	Zone descenderie et opérations attenantes	Zone puits	Zone de l'installation terminale embranchée (ITE)	Zone de l'alimentation électrique	Ligne 400 kV	Ligne ferroviaire 027000	Synthèse projet global Cigéo
Habitats naturels	-	Faible	Moyen	Moyen	Faible	-	Moyen	**MOYEN** (localement fort à très fort)
		Fort pour les prairies des plaines et les hêtraies		Très fort localement (habitats prioritaires)	Localement moyen (prairie de fauche, lisière du bois de Lejuc)		Localement fort au niveau des habitats rivulaires, des lisières et des pelouses calcaires	
		Très fort pour les forêts de frênes, d'aulnes et de saules						
Flore	-	Fort	Fort localement (station Œillets couché)	Moyen	Moyen pour les espèces patrimoniales	-	Moyen	**MOYEN** (localement fort à très fort)
		Très fort localement (Filipendule vulgaire)	Moyen	Fort localement			Fort pour la Campanule étoilé	
Insectes	**Insectes des milieux prairiaux**	Moyen Quelques observations localisées en bordure de la Bureau.	Moyen	Moyen	Faible	-	Moyen	**FORT** (fort pour le Cuivré des marais, l'Agrion de Mercure,
	Insectes des boisements frais et clairs	Faible	Moyen	Moyen				
	Insectes saproxyliques	Moyen Une observation dans un boisement partiellement isolé à l'ouest de l'Orge	Moyen	Moyen	Fort pour le Cuivré des marais			
	Insectes de prairies humides	Moyen Observations très localisées le long de l'Orge	Moyen	Faible			Fort pour le Cuivré des marais, l'Agrion de Mercure et le Mélitée des digitales	
	Insectes de ripisylves, bords de cours d'eau/ru	Fort Agrion de mercure identifié au niveau de l'Ormançon et de l'Orge	Moyen Enjeu localisé à proximité de l'Ormançon	Fort				
Amphibiens	**Milieux anthropiques de villages (mares, lavoirs, jardins)**	Moyen Observations très localisées le long de l'Ormançon au nord-est de la descenderie.	Moyen Observations localisées le long de l'Ormançon.	Moyen	Faible	Faible	Moyen	**MOYEN** (fort pour l'Alyte accoucheur et le Sonneur à ventre jaune)
	Habitats forestiers (hivernage) avec mares/étangs (reproduction)	Faible Nombreuses observations le long de l'Orge.	Moyen	Faible		Fort pour le Sonneur à ventre jaune	Fort pour l'Alyte accoucheur	
	Amphibiens de bocage (prairies et structures ligneuses)	Faible Observations très localisées dans l'Ormançon et au sud de Bure.	Faible	Faible				
	Amphibiens des prairies humides	Moyen Nombreuses observations de Grenouille rousse le long de l'orge. Une seule observation de Pélodyte à proximité de l'Ormançon.	Faible	Moyen				
Reptiles	**Reptiles des milieux bocagers**	Moyen	Moyen	Moyen	Faible	-	Moyen	**MOYEN** (fort pour la Vipère

Groupes	Cortèges	Zone descenderie et opérations attenantes	Zone puits	Zone de l'installation terminale embranchée (ITE)	Zone de l'alimentation électrique	Ligne 400 kV	Ligne ferroviaire 027000	Synthèse projet global Cigéo
		Peu d'observations. Milieux d'intérêt localisés à proximité de l'Orge et de la Bureau.						aspic, la Coronelle lisse)
	Reptiles des milieux forestiers	Faible Nombre d'observations limitées. Milieux d'intérêt dans les boisements au sud-est et au sud-ouest de la descenderie.	Faible Observations localisées en lisière des franges forestières du bois Lejuc.	Faible	Moyen pour la Couleuvre verte et jaune et le Lézard des souches		Fort pour la Vipère aspic et la Coronelle lisse	
	Reptiles des milieux aquatiques	Faible Nombre d'observations limitées le long de l'Orge et de l'Ormançon.	Faible Peu d'observations.	Faible				
Oiseaux	Oiseaux de fourrés et haies en milieu ouvert (structure prairies/pelouses/haies/agricoles)	Moyen	Moyen	Fort	Moyen		Moyen	**FORT** (fort pour l'Œdicnème criard, le Moineau friquet, le Pipit farlouse, le Grand-Duc d'Europe et la Cigogne noire)
	Oiseaux de lisières, forestiers jeunes ou ouverts, fourrés	Moyen	Moyen	Moyen				
	Oiseaux des milieux forestiers âgés	Faible à localement moyen dans les boisements au sud-est et au sud-ouest de la descenderie	Moyen à localement fort dans les peuplements forestiers âgés.	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)	Fort pour le Moineau friquet, la Huppe fasciée et le Pipit farlouse	
	Oiseaux nichant au sol dans les parcelles agricoles	Fort pour Œdicnème criard, Busard cendré	Faible	Fort				
	Oiseaux des milieux aquatiques/humides/boisements rivulaires	Faible Espèces observées à une seule reprise le long de l'Orge.	Faible	Moyen				
	Oiseaux des milieux pionniers	Faible	Faible	Moyen				
Mammifères terrestres et semi-aquatiques	Mammifères des milieux forestiers	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	-	Moyen	**MOYEN** (localement fort pour le Chat forestier et le Putois d'Europe)
	Mammifères des milieux bocagers/lisières	Moyen	Moyen	Moyen			Fort pour le Chat forestier et le Putois d'Europe	
	Mammifères des milieux humides/aquatiques	Moyen	Moyen	Moyen				
Chiroptères	Chiroptères de lisières/bocage en chasse et en transit	Moyen	Moyen à localement fort	Fort	Moyen	-	Moyen	**FORT**
	Chiroptères des milieux forestiers (humides ou non) en chasse	Moyen	Moyen à localement fort	Moyen			Fort pour le Grand murin, le Murin à oreilles échancrées et le Murin de Bechstein	
	Chiroptères de vallées/cours d'eau en chasse et en transit	Moyen	Moyen	Moyen				
	Chiroptères ubiquistes et anthrophiles	Moyen	Moyen	Moyen				
Faune piscicole	-	Faible	Faible	Faible	Très faible	-	Moyen	**FAIBLE**
Mollusques et crustacés aquatiques	-	Fort pour la Bythinelle des moulins	Très faible	Fort pour la Bythinelle des moulins	Très faible	-	Moyen	**FAIBLE**

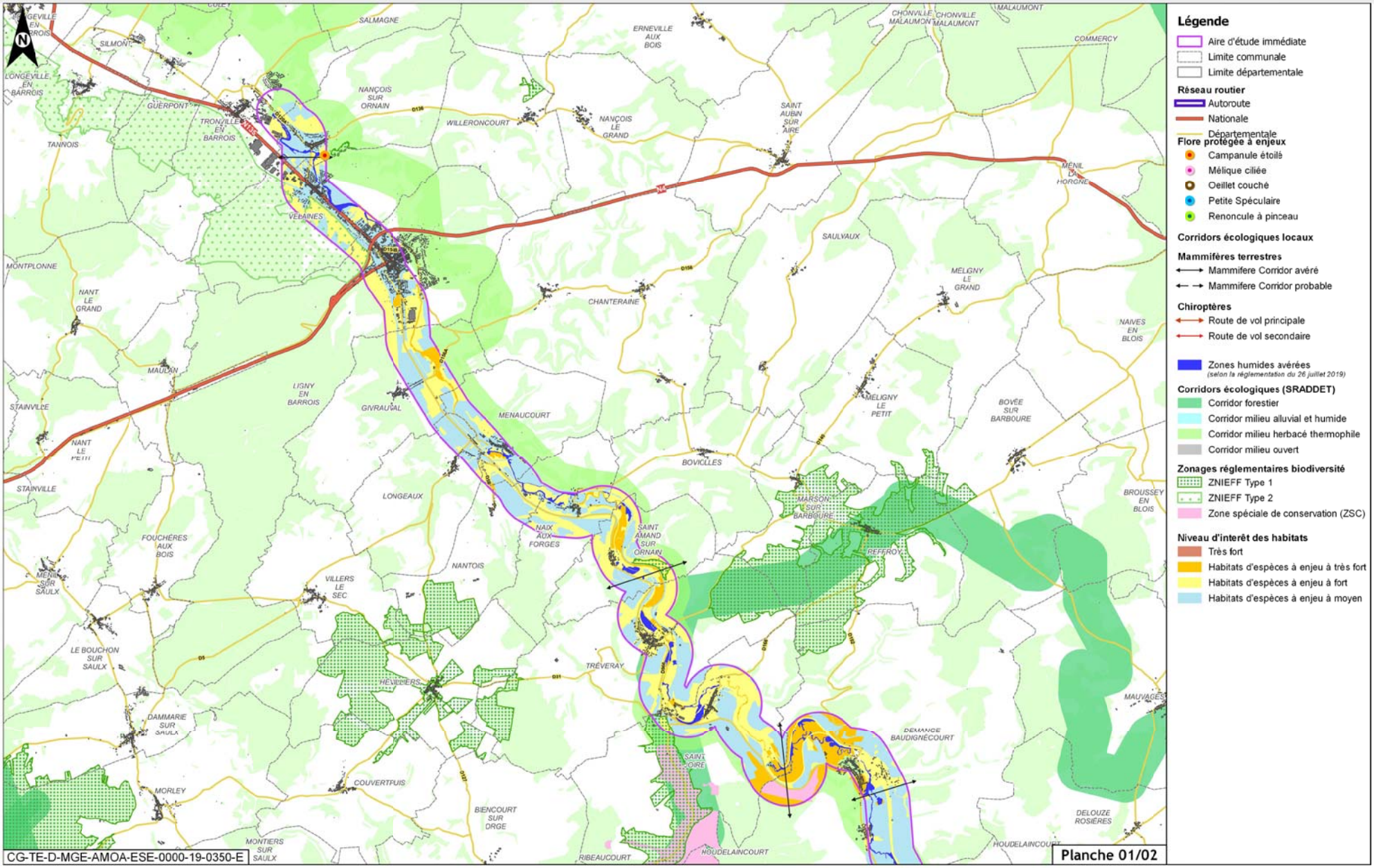


Figure 3-40 *Carte de synthèse des enjeux biodiversité - projet global Cigéo – 1/2*

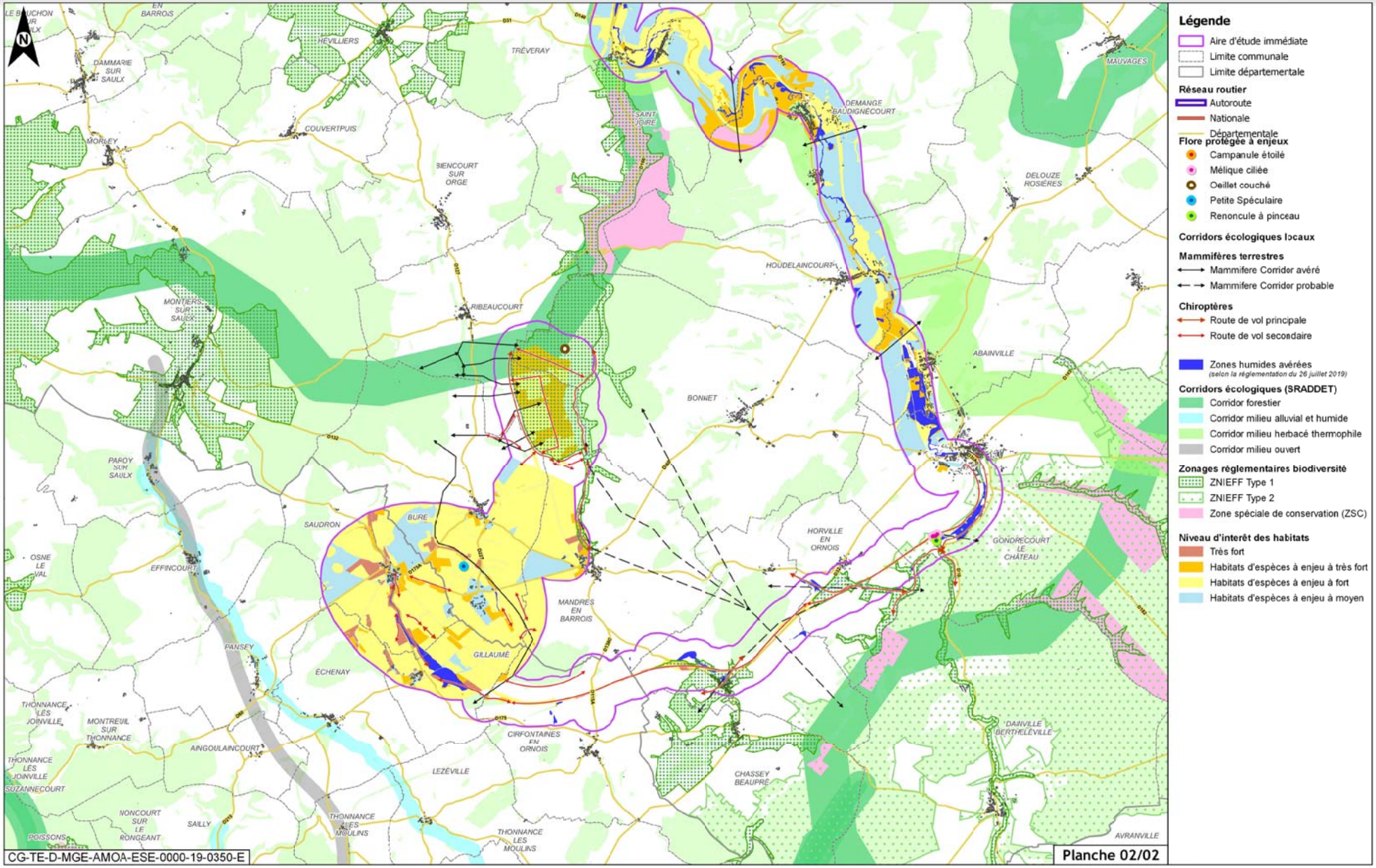


Figure 3-41 *Carte de synthèse des enjeux biodiversité - projet global Cigéo – 2/2*

3.6.2 Les incidences et mesures

3.6.2.1 Les 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. Le détail des mesures est présenté au chapitre 6 du volume IV de la présente étude d'impact.

3.6.2.2 Les 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 3.6.4 du présent résumé non technique). Pour les autres types de zones naturelles protégées ou remarquables, quelques zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) sont inscrites dans l'aire d'étude immédiate du projet global Cigéo.

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 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. 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.

Les mesures compensatoires sur les habitats d'espèces des cortèges impactés permettent de compenser les impacts sur les espèces déterminantes ZNIEFF et d'atteindre l'objectif de zéro perte nette de biodiversité.

3.6.2.3 Les 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 ferroviaires, 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.

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 résiduelle faible du centre de stockage Cigéo sur les zones humides.

3.6.2.4 Les 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'incidence 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 Cigéo sur les continuités écologiques

3.6.2.5 Les incidences résiduelles par groupe et cortège d'espèces et par installation ou opération

3.6.2.5.1 Les incidences résiduelles par groupe et cortège d'espèces

Au sein du projet global Cigéo, les opérations générant les incidences résiduelles les plus fortes sont la réalisation de la zone puits en zone boisée et celle de l'installation terminale embranchée. Les opérations de la zone descenderie et de la liaison intersites induisent très peu d'incidences résiduelles (uniquement sur les oiseaux de fourrés et de haies en milieu ouvert).

Pour la faune, les incidences résiduelles les plus fortes concernent les cortèges de chiroptères, d'oiseaux et d'insectes associés au milieu forestier, ainsi qu'aux lisières et bocages, du fait de la destruction de surfaces importantes d'habitats d'espèces favorables à leur reproduction ou à leur alimentation, en particulier des boisements, haies et bosquets. Dans une moindre mesure, sont également concernés les cortèges de mammifères terrestres, reptiles et amphibiens associés à ces mêmes milieux forestiers et bocagers. L'incidence résiduelle est également modérée sur la destruction/dégradation des habitats des cortèges d'espèces associés aux milieux humides/aquatiques.

Tableau 3-4 *Incidences résiduelles moyennes à fortes du centre de stockage Cigéo liées à la destruction/dégradation des habitats des cortèges d'espèces (jaune : moyen ; orange : forte)*

Groupes	Cortèges	Centre de stockage Cigéo (opération engendrant le plus haut niveau d'incidence résiduelle)
Insectes	Des boisements frais et clairs	Zone puits
	Des milieux prairiaux	Installation terminale embranchée
	De ripisylves, bords de cours d'eau/ru	Installation terminale embranchée
Amphibiens	Des habitats forestiers (hivernage) avec mares/étangs (reproduction)	Zone puits
	Bocage (prairies et structures ligneuses)	Installation terminale embranchée
Reptiles	Des milieux bocagers	Zone puits et installation terminale embranchée
	Des milieux forestiers	Zone puits et installation terminale embranchée
	Des milieux aquatiques	Installation terminale embranchée
Oiseaux	De fourrés et haies en milieu ouvert	Installation terminale embranchée
	De lisières, forestiers jeunes ou ouverts, fourrés	Zone puits et installation terminale embranchée
	Des milieux forestiers âgés	Zone puits et installation terminale embranchée
	Des milieux aquatiques/humides/boisements rivulaires	Installation terminale embranchée
Mammifères	Des milieux bocagers/lisières	Zone puits et installation terminale embranchée
	Des milieux forestiers	Zone puits
	Des milieux humides/aquatiques	Installation terminale embranchée
Chiroptères	De lisières/bocage en chasse et en transit	Zone puits
	Des milieux forestiers (humides ou non) en chasse	Zone puits
	De vallées/cours d'eau en chasse et en transit	Zone puits et installation terminale embranchée
	Ubiquistes et anthrophiles	Zone puits et installation terminale embranchée

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 incidences résiduelles sont fortes ponctuellement pour la Mélique ciliée (espèce protégée) dont les stations présentes sur les emprises de l'installation terminale embranchée ne peuvent être évitées lors des travaux.

Les milieux et les espèces impactés sont communs pour la région (absence d'habitats ou d'espèces à très fort enjeux).

3.6.2.5.2 Les incidences résiduelles par installation ou opération

Les incidences sur le milieu naturel sont les plus importantes en phase d'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 incidences résiduelles 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 incidences résiduelles les plus importantes concernent la zone puits et l'installation terminale embranchée. Elles portent sur les chiroptères, les oiseaux, les mammifères et les reptiles. L'impact résiduel sur la flore est considéré comme fort localement sur l'installation terminale embranchée 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 Cigéo 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.

Afin de répondre à l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité, des mesures de compensation sont appliquées, en fonction de la dette écologique engendrée par le projet.

3.6.2.6 Les incidences résiduelles des émissions radioactives sur l'environnement non humain

» METHODE D'EVALUATION DU RISQUE RADIOLOGIQUE SUR LA FAUNE ET LA FLORE

La méthode adoptée par l'Andra pour **l'évaluation du risque radiologique sur la faune et la flore** induit par le fonctionnement normal du projet global Cigéo est basée sur l'utilisation de l'approche et outil ERICA développé et utilisé au niveau européen (83, 84). Cette méthode consiste à calculer les débits de dose absorbée par les 14 organismes de référence représentatifs de l'écosystème terrestre, puis à les comparer avec la valeur de référence de 10 µGy/h reconnue comme sans effet : amphibien, arthropode, insecte volant, petit mammifère, grand mammifère, mollusque-gastéropode, oiseau, reptile, annélide, plante-herbe, arbuste, arbre, lichen-bryophyte, chiroptère.

La démarche est similaire à celle de l'évaluation du risque radiologique sur la santé humaine. À partir du contexte et des données environnementales disponibles, de l'évaluation des émissions radioactives du projet global et de leur dispersion, il s'agit d'analyser l'exposition des organismes en termes de débit de dose absorbée et de caractériser le risque en comparant l'exposition des organismes, *via* l'indicateur du débit de dose absorbée, au débit de dose absorbé sans effet attendu pour 95 % des espèces de 10 µGy/h, défini au niveau européen (83).

La dose absorbée est la quantité d'énergie déposée dans une unité de masse par un rayonnement ionisant. Elle s'exprime en Gray, noté Gy (1 Gy équivaut à un Joule par kilogramme). Le débit de dose est la dose absorbée par un organisme par unité de temps. Il s'exprime en Gray par heure, noté Gy/h. Le micro (symbole µ) est le préfixe du Système international d'unités (SI) qui représente 10^{-6}, soit un millionième d'unité. C'est l'ordre de grandeur généralement utilisé pour la faune et la flore.

Le contexte environnemental local du projet global Cigéo est caractérisé par un milieu forestier (boisement et milieux arbustifs), par des petits cours d'eau et des milieux ouverts (terres agricoles et végétations herbacées) qui sont des espaces de nourriture, de chasse et de reproduction pour un grand nombre d'espèces. Concernant la faune, les espèces qui peuvent être affectées par les émissions atmosphériques radioactives du projet global Cigéo sont les organismes terrestres (oiseaux, mammifères, insectes principalement) et semi-aquatiques (amphibiens).

Pour rappel, les éléments radioactifs rejetés dans l'atmosphère par les installations du centre de stockage Cigéo sont des gaz (tritium (^{3}H), carbone 14 (^{14}C) et krypton 85 (^{85}Kr)) et des aérosols radioactifs (émetteurs alpha et bêta). Le centre de stockage Cigéo ne rejette pas d'effluents liquides issus des zones à production possible de déchets nucléaires dans l'environnement local. Comme pour l'évaluation des incidences sur la qualité de l'air ou sur la santé humaine, leur quantification et la modélisation de leur dispersion permet d'évaluer les concentrations en éléments radioactifs dans l'air (en Bq/m³) et dans le sol (en Bq/kg) par dépôt (les dépôts concernent uniquement les aérosols et dans une moindre mesure le tritium sous forme d'eau tritiée HTO).

L'exposition moyenne sur le domaine d'étude est évaluée, ainsi que l'exposition au niveau des zones sensibles que sont le site Natura 2000 du « Bois de Demange Saint-Joire » localisé au nord de la zone puits et la ZNIEFF de « la vallée de l'Ormançon entre Saint-Joire et Mandres-en-Barrois » en bordure de la zone puits.

Quelle que soit la localisation, les débits de dose absorbés par les 14 organismes étudiés sont inférieurs à 0,001 µGy/h. Ces débits de dose absorbés sont donc très largement inférieurs à la valeur seuil sans effet attendu de 10 µGy/h. Le risque radiologique des rejets induits par le fonctionnement normal du projet global Cigéo peut donc être considéré comme sans incidence vis-à-vis de la faune et la flore.

Incidence résiduelle très faible des émissions radioactives du projet global Cigéo sur l'environnement non humain

3.6.2.7 La dette écologique du projet de centre de stockage Cigéo

Les incidences résiduelles d'un niveau qualifié de modéré à très fort font l'objet de compensation écologique. Les cortèges d'espèces concernés par le calcul de cette dette sont présentés au chapitre 3.6.2.5 du présent document.

Les besoins en compensation écologique sont calculés sur la base des surfaces des habitats d'espèces impactées, auxquelles est attribué un coefficient multiplicateur en fonction de leur intérêt écologique global, par cortège d'espèces. Ceci donne une dette écologique, exprimée en unité de compensation (UC).

Pour le projet global Cigéo, le besoin global de compensation est lié essentiellement :

- pour la zone descenderie et la liaison intersites, aux milieux ouverts et haies favorables aux oiseaux ;
- pour la zone puits, à des boisements de feuillus favorables aux oiseaux, chiroptères, insectes et quelques autres mammifères et dans une moindre mesure aux amphibiens et reptiles (une mare et en lisières) ;
- pour l'installation terminale embranchée, à des milieux ouverts (type friches et prairies) et des milieux bocagers/arbustifs favorables aux oiseaux, reptiles, amphibiens, insectes, chiroptères et quelques autres mammifères.

3.6.2.8 La compensation écologique

» METHODE DE COMPENSATION PAR ECART DE MILIEUX

La méthode de compensation par écart de milieux, pondéré par un coefficient multiplicateur en fonction de l'intérêt qu'un milieu représente pour une espèce (ou un cortège) a été développée par CDC Biodiversité. Cette méthode est en cohérence avec « l'approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique » portée par le ministère de la Transition écologique, l'Office français de la biodiversité (OFB) et le Cerema sortie en mai 2021 (85). Elle consiste à quantifier et qualifier selon la même méthode la perte ou dette écologique liée aux impacts du projet. Ensuite, le principe est d'obtenir, par des mesures compensatoires, un gain écologiquement *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.

Le schéma de principe de la compensation est présenté en figure 3-24.

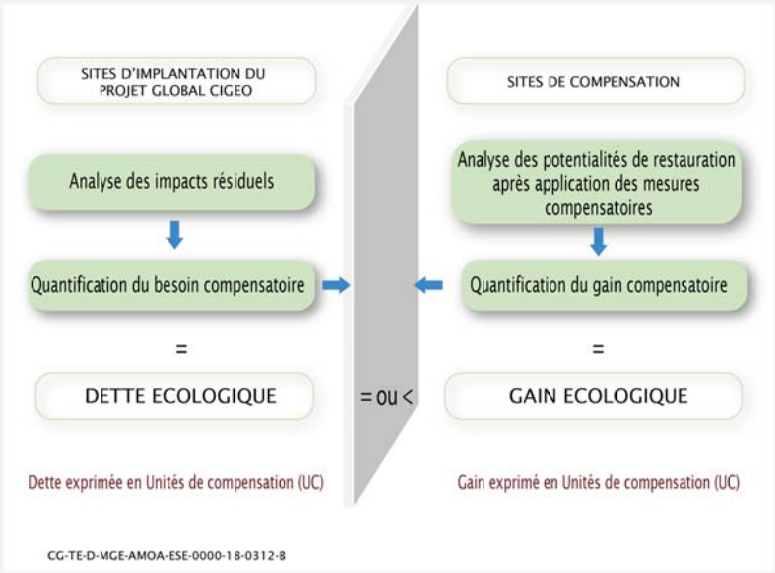


Figure 3-42 Schéma de la méthode de compensation par écart de milieux

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.

Les sites de compensation sélectionnés ont fait l'objet d'expertise écologique par différents bureaux d'étude spécialisés faune-flore avec des observations ciblées en fonction des enjeux écologiques pré-identifiés. Ces études préalables ont fourni une évaluation des différents niveaux d'intérêts des habitats et d'en déduire leurs potentialités de compensation écologique. Les sites de compensation écologique sont présentés sur la figure 3-43.

Les différentes mesures compensatoires ont été conçues par CDC Biodiversité en tenant compte des données écologiques de l'état initial du milieu naturel et des connaissances scientifiques sur le fonctionnement des écosystèmes et de la biologie des espèces présentes. Les mesures compensatoires ont pour objectif de créer de nouveaux habitats forestiers (boisement) et/ou d'augmenter la capacité d'accueil des milieux forestiers existants pour les espèces ciblées par la compensation, et plus largement pour les espèces forestières en général.

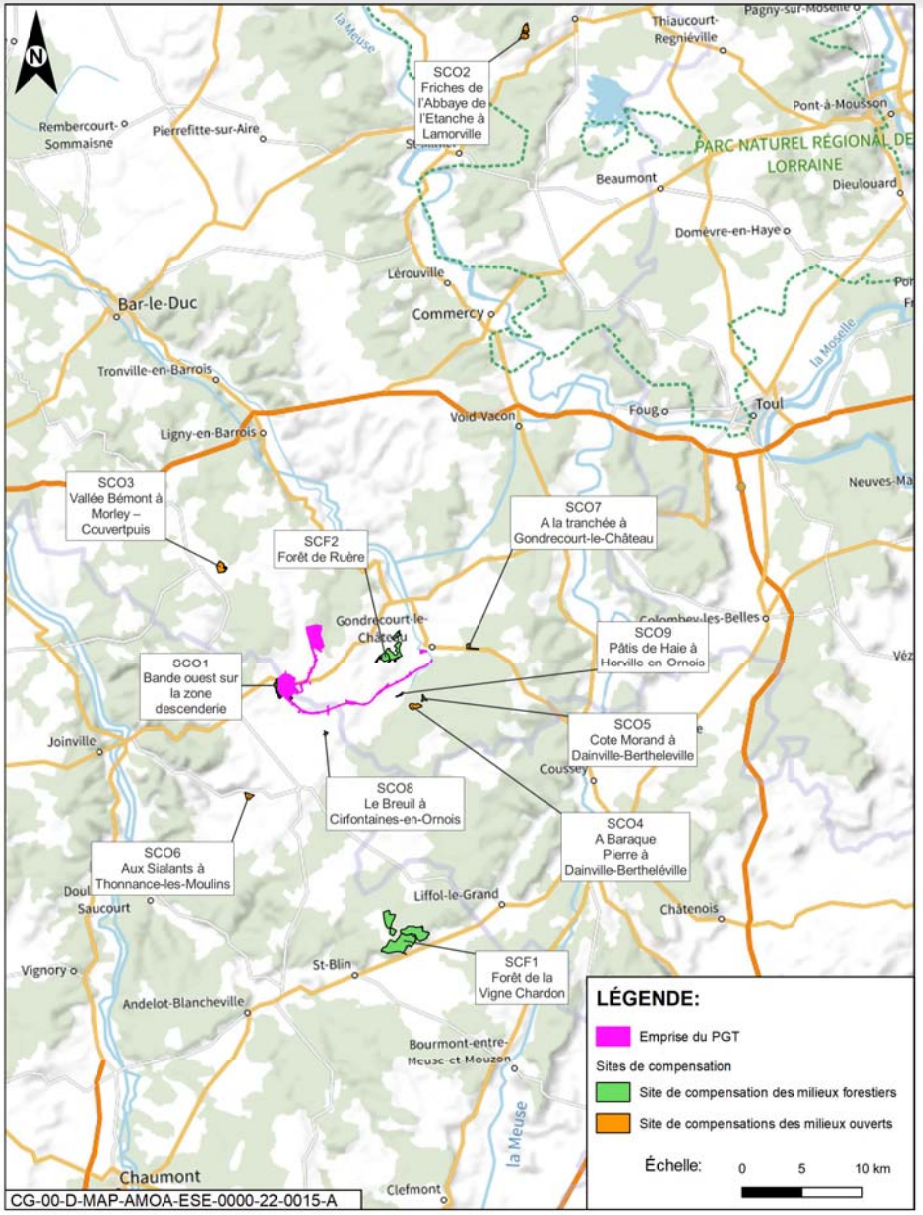


Figure 3-43 Localisation des sites de compensation écologique

3.6.2.8.1 La compensation écologique des milieux boisés

Deux sites sont sélectionnés pour les mesures en faveurs des espèces des milieux boisés : la forêt de la Vigne Chardon qui présente une surface disponible de 531,25 ha et la forêt de Ruère de 158.34 ha.

Le tableau 3-5 liste l'ensemble des mesures compensatoires mises en place dans le cadre des sites de compensation des milieux ouverts.

Tableau 3-5 Liste des mesures de compensation au sein des sites de compensations des milieux boisés

Code mesure	Intitulé de la mesure
MF-01	Marquage et conservation d'arbres adultes (gros bois et très gros bois) jusqu'à leur mort naturelle
MF-02	Marquage et conservation d'arbres adultes (gros bois et très gros bois) blessés par la tempête de 1999
MF-03	Marquage et dévitalisation sur pied d'arbres adultes
MF-04	Coupe d'arbres laissés sur la parcelle jusqu'à décomposition complète
MF-05	Création d'amorces de cavité
MF-06	Gestion et exploitation des peuplements sylvicoles en futaie irrégulière
MF-07	Introduction d'espèces végétales forestières typiques et indicatrices de forêts anciennes
MF-08	Plantation de feuillus
MF-09	Adaptation des modalités de chasse aux exigences écologiques des espèces ciblées par la compensation
MF-10	Conversion de peuplements résineux en peuplements feuillus autochtones
MF-11	Création de clairières et de milieux ouverts en forêt ou en lisière forestière
MF-12	Création et préservation de mares, ornières et autres milieux aquatiques en forêt ou en lisière forestière
MF-13	Gestion des étangs de Vigne-Chardon en milieu forestier
MF-14	Création et préservation des lisières forestières

Les mesures de compensation permettent de générer des habitats fonctionnels pour les chiroptères des milieux forestiers et les oiseaux des forêts âgées. Elles engendrent également d'importantes gains pour tous les cortèges d'espèces inféodées aux milieux forestiers et/ou aux lisières. Les « volumes » d'Unités de compensations (UC) générés par cortèges d'espèces sont les suivants :

- 251.73 UC pour les insectes saproxyliques ;
- 240,35 UC pour les chiroptères des milieux forestiers (humides ou non) en chasse ;
- 238,20 UC pour les oiseaux des milieux forestiers âgés ;
- 182,56 UC pour les reptiles des milieux forestiers ;
- 148,89 UC pour les insectes des boisements frais et clairs ;
- 118,88 UC pour les mammifères des milieux forestiers ;
- 97,85 UC pour les amphibiens des habitats forestiers ;
- 37,19 UC pour les oiseaux de lisières, forestiers jeunes ou ouverts, fourrés.

3.6.2.8.2 La compensation écologique des milieux ouverts

Les sites sélectionnés pour les mesures en faveur des espèces des milieux ouverts sont listés dans le tableau 3-6 ci-dessous et localisés sur la Figure 3-43 :

Tableau 3-6 Sites sélectionnés pour les mesures en faveur des espèces de milieux ouverts

N° du site	Dénomination des sites	Surface retenue du site	Communes
SCO1	Bande ouest sur la zone descenderie	24 ha	Saudron (dép. 52)
SCO2	Friches de l'Abbaye de l'Étanche	54,79 ha	Lamorville (dép. 55)
SCO3	Vallée Bémont à Morley - Couvertpuis	51,34 ha	Morley (dép. 55) Couvertpuis (dép. 55)
SCO4	A Baraque Pierre à Dainville-Bertheléville	36,71 ha	Dainville - Bertheleville (dép. 55)
SCO5	Cote Morand à Dainville-Bertheleville	10,31 ha	Dainville - Bertheleville (dép. 55)
SCO6	Aux Sialants à Thonnance-les-Moulins	25,5 ha	Thonnance-les-Moulins (dép. 52)
SCO7	À la tranchée à Gondrecourt-le-Château	15,87 ha	Gondrecourt-le-Château (dép. 55)
SCO8	Le Breuil à Cirfontaines-en-Ornois	5,91 ha	Cirfontaines-en-Ornois (dép. 52)
SCO9	Pâtis de Haie à Horville-en-Ornois	6,81 ha	Horville-en-Ornois (dép. 52)

Le tableau 3-7 liste l'ensemble des mesures compensatoires mises en place dans le cadre des sites de compensation des milieux ouverts.

Tableau 3-7 Liste des mesures de compensation au sein des sites de compensations des milieux ouverts

Code mesure	Intitulé de la mesure
MO-01	Mesures de diversification au sein des parcelles agricoles : • jachères tournantes de longue durée sur des parcelles agricoles ; • placettes riches en cailloux de grande taille dans les parcelles cultivées.
MO-02	Mise en place de pratiques agricoles associant couverture permanente des sols, couverts d'interculture complexes et à forte production de biomasse, absence de travail du sol et absence de traitements insecticides
MO-03	Conversion à l'agriculture biologique en grandes cultures
MO-04	Mise en place de pratiques agricoles extensives sur sols calcaires maigres destinées à la conservation des plantes messicoles patrimoniales
MO-05	Conversion de cultures ou de prairies dégradées en herbages naturels à vocation fourragère : • sur prairies naturelles humides ou mésophiles ; • pelouses calcicoles.
MO-06	Restauration d'herbages naturels par débroussaillage d'herbages en déprise et en cours d'embroussaillement, sur prairies naturelles humides ou mésophiles, et sur pelouses calcicoles

Code mesure	Intitulé de la mesure
MO-07	Gestion extensive conservatoire des herbages naturels par la fauche ou par le pâturage, sur prairies naturelles humides ou mésophiles, et sur pelouses calcicoles
MO-08	Mise en place d'aménagements permettant le pâturage : • clôtures fixes et portails ; • abreuvoir ; • pompe de prairies.
MO-09	Plantation et entretien de haies en milieu agricole (cultures ou prairies) : • haies pluristratifiées continues composées d'essences autochtones typiques ; • haies arbustives continues composées d'espèces autochtones typiques.
MO-10	Mise en place de bandes enherbées en milieu agricole : • entre ceux parcelles cultivées ; • en pied de haie.
MO-11	Coupes d'éclaircie et maintien d'une strate ligneuse très ouverte associée à une végétation herbacée dense : • strate ligneuse arborée ; • strate ligneuse arbustive.
MO-12	Restauration et gestion conservatoire des berges de ruisseaux et de fossés agricoles
MO-13	Création et/ou restauration de milieux aquatiques en milieu ouvert : • ornières et mares temporaires peu profondes ; • mares permanentes.
MO-14	Création, diversification et gestion conservatoire de mégaphorbiaies
MO-15	Création, diversification et gestion conservatoire de roselières et de cariçaies
MO-16	Création d'un verger d'arbres de haute tige sur prairie naturelle
MO-17	Milieu laissé à sa libre évolution
MO-18	Aménagement de chemins ruraux (pour desservir les parcelles agricoles et prairies)
MO-19	Recherche et protection de nids de busards en milieu agricole
MO-20	Pose de nichoirs et de gîtes : • nichoirs destinés aux petits oiseaux cavicoles ; • nichoirs destinés aux rapaces nocturnes ; • nichoirs destinés à la Huppe fasciée ; • gîtes destinés aux chiroptères.
MO-21	Création de refuges artificiels pour la petite faune : • tas de pierres ; • tas de bois ; • gabions et murets de pierre sèche ; • sites de pontes pour les reptiles.

Ainsi, les mesures de compensation prévues sur les 6,81 ha du site permettent de générer ces habitats très fonctionnels pour les oiseaux des milieux semi-ouverts, les chauves-souris et les mammifères des milieux bocagers/lisières. Les gains attendus par cortèges d'espèces cibles après application des mesures sont les suivants :

- 5,28 UC pour les oiseaux de fourrés et haies en milieu ouvert (structure prairies/pelouses/haies/agricoles) ;
- 6,26 UC pour les mammifères des milieux bocagers/lisières ;
- 6,09 UC pour les chiroptères de lisières/bocage en chasse et en transit et ceux étant ubiquistes et anthrophiles ;
- 4,53 UC pour les reptiles des milieux bocagers ;
- 4,35 UC pour les insectes des milieux prairiaux ;
- 1,42 UC pour les oiseaux de lisières, forestiers jeunes ou ouverts, fourrés ;
- 1,57 UC pour les oiseaux nichant au sol dans les parcelles agricoles.

3.6.2.8.3 Le bilan du programme de compensation

La méthode de dimensionnement par écart de milieux pondéré permet de vérifier dans le temps l'équivalence écologique en nature, quantité et fonctionnalité. Le figure 3-44 ci-dessous compare la dette écologique du projet de centre de stockage Cigéo au regard des gains générés par le programme de compensation écologique par cortège d'espèce impactée.

L'ensemble des habitats des cortèges impactés par le projet de centre de stockage Cigéo trouve aujourd'hui réponse dans le programme de compensation écologique. Autrement dit, l'équivalence écologique est donc atteinte avec une absence de perte nette de biodiversité pour l'ensemble des cortèges impactés. La dette écologique sera affinée avec les études complémentaires en cours des autres maîtres d'ouvrage et que le programme de compensation sera ajusté en conséquence en fonction des besoins.

L'équivalence écologique est atteinte pour le centre de stockage Cigéo, ainsi l'objectif de zéro perte nette de biodiversité est respecté pour l'ensemble des cortèges impactés.

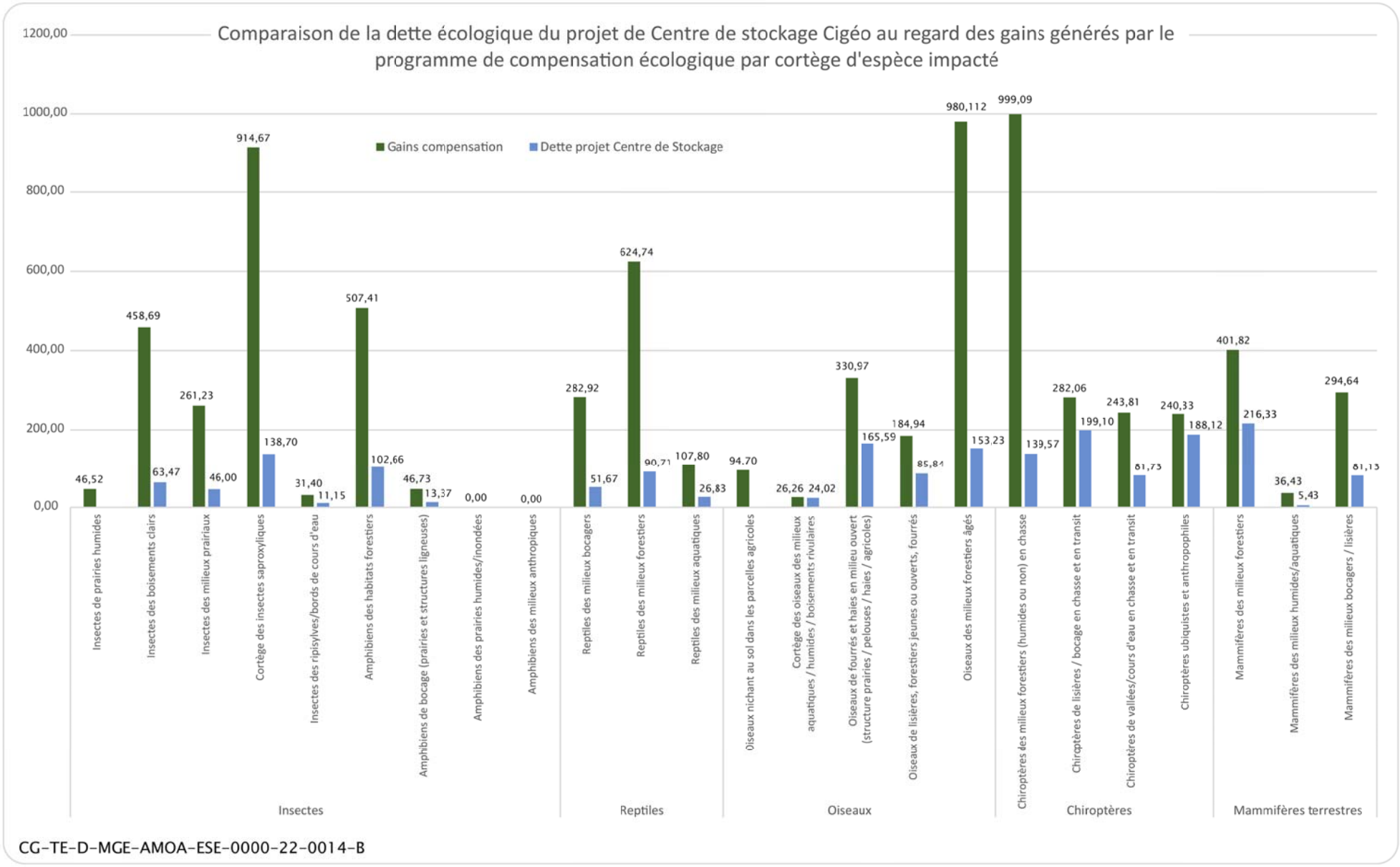


Figure 3-44 *Comparaison de la dette écologique du projet de centre de stockage Cigéo au regard des gains générés par le programme de compensation écologique par cortège d'espèce impacté (en UC)*

3.6.3 La compatibilité du projet global Cigéo 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 Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) de la région Grand Est (74), le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Seine Normandie et le SDAGE Rhin-Meuse (68-72).

Certaines dispositions des documents d'urbanismes (schéma de cohérence territoriale du Pays Barrois, plan local d'urbanisme intercommunal de la Haute-Saulx, plan local d'urbanisme de Gondrecourt) sont 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. 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.

3.6.4 Les incidences Natura 2000

La réglementation prévoit que les projets soumis à évaluation environnementale, ce qui est le cas du projet global Cigéo, doivent faire l'objet d'une évaluation des incidences sur les sites Natura 2000.

L'article R. 414-23 du code de l'environnement précise que l'évaluation est proportionnée à l'importance du document ou de l'opération et aux enjeux de conservation des habitats et des espèces en présence.

Le recensement des sites Natura 2000 s'appuie sur les données administratives concernant les milieux naturels et le patrimoine écologique. Les sites institutionnels suivants ont été consultés :

- les sites des DREAL de Lorraine et Champagne-Ardenne, à présent regroupées en DREAL Grand Est ;
- le site de l'INPN (inventaire national du patrimoine naturel) pour la consultation des fiches descriptives des différents sites (FDS).

Les données techniques (état initial, gestion, données cartographiques) proviennent de la consultation des documents d'objectifs disponibles auprès des opérateurs de chaque site Natura 2000.

L'évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 porte spécifiquement sur le patrimoine naturel d'intérêt européen à l'origine de la désignation des sites, c'est-à-dire les espèces et habitats inscrits dans le FSD (formulaire standard de données) et/ou dans l'arrêté ministériel de désignation du site (ZSC ou ZPS) et/ou dans le diagnostic écologique validé du DOCOB.

» RÉSEAU NATURA 2000

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 (7) et de la directive européenne « Habitats faune-flore » 92/43/CEE du 21 mai 1992 (6). 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 deux 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 » (7), 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).

Concernant la désignation des ZSC, chaque état membre fait part de ses propositions à la Commission européenne, sous la forme de 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.

La présente étude prend en considération les incidences induites par la réalisation des différentes opérations et les différentes phases (phase chantier, phase d'exploitation, phase de démantèlement) composant le projet global Cigéo.

L'évaluation des incidences Natura 2000 est réalisée en deux étapes :

- évaluation préliminaire qui est un exposé sommaire mais argumenté des raisons pour lesquelles le projet est ou non susceptible d'avoir des incidences sur un ou plusieurs sites Natura 2000. S'il peut être démontré à ce stade que le projet n'a aucune incidence sur un ou plusieurs sites Natura 2000, l'évaluation des incidences est achevée. En revanche, s'il est constaté que l'activité ou le projet est susceptible d'affecter un site ou plusieurs sites Natura 2000, l'évaluation des incidences doit être approfondie ;
- l'évaluation détaillée pour laquelle, il s'agit d'examiner leurs effets permanents et temporaires, directs et indirects, et cumulés avec ceux d'autres activités portées par le porteur de projet

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 Cigéo et ont fait l'objet d'une évaluation détaillée, ils sont présentés dans le tableau 3-8.

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), du fait de l'éloignement et grâce à la mise en œuvre de mesures d'évitement et de réduction adaptées.

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 Cigéo 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 Cigéo 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).

Le projet global Cigéo est compatible avec les enjeux écologiques locaux. Il ne porte pas atteinte à l'intégrité des sites Natura 2000 et est donc compatible avec les objectifs de gestion des ZSC et ZPS concernées.

Tableau 3-8 Sites Natura 2000 présents au sein de la zone d'influence du projet global Cigéo en bleu, les sites ayant fait l'objet d'une évaluation détaillée

Site Natura 2000	Type	Distance minimale au projet (aire immédiate)	Dans un rayon de 30 km et avec chauves-souris et oiseaux à l'origine de la désignation du site	Dans le bassin versant topographique du centre de stockage Cigéo (aval hydraulique) et sensibilité vis-à-vis d'autres pollutions
FR4100180 Bois de Demange, Saint-Joire	ZSC	Dans l'aire d'étude immédiate (Ligne ferroviaire 027000) 1,5 km (Cigéo ZP)	Non	Oui
FR2102001 Anciennes carrières souterraines de Chevillon et Fontaines sur Marne	ZSC	15 km (Cigéo, ZD)	Oui	Non
FR4100247 Carrières du Perthois : gîtes à chauves-souris	ZSC	16 km (Cigéo ZD)	Oui	Non
FR2100247 Pelouses et fruticées de la région de Joinville	ZSC	10 km (Cigéo, ZD)	Oui	Non
FR4100181 Forêts de la vallée de la Méholle	ZSC	8,5 km (ligne ferroviaire 027000) 11 km (Cigéo ITE)	Non	Non
FR4112008 Vallée de la Meuse	ZPS	12 km (Cigéo ITE et ligne ferroviaire 027000) Inclus (Pylônes 257 à 259 de la ligne 400 kV)	Oui	Non
FR4100236 Vallée de la Meuse (secteur Sorcy Saint-Martin)	ZSC	16 km (ligne ferroviaire 027000) 21 km (Cigéo ITE)	Non	Non
FR4100182 Forêts de Gondrecourt-le-Château	ZSC	0,5 km (Cigéo ITE et ligne ferroviaire 027000) À proximité (Pylônes 232, 233, 239 à 243 de la ligne 400 kV)	Non	Oui
FR4100154 Pelouses, forêts et fort de Pagny-la-Blanche-Côte	ZSC	14 km (Cigéo ITE et ligne ferroviaire 027000)	Oui	Non
FR4100166 Hauts de Meuse	ZSC	24 km (ligne ferroviaire 027000) 34 km (Cigéo ZD)	Non	Non
FR2100323 Le cul du Cerf à Orquevaux	ZSC	19 km (Cigéo ITE)	Oui	Non
FR4100191 Milieux forestiers et prairies humides des vallées du Mouzon et de l'Anger	ZSC	22 km (ligne ferroviaire 027000 et Cigéo ITE)	Oui	Non
FR4100163 Pelouses du Toulois	ZSC	25 km (Cigéo ITE et ligne ferroviaire 027000)	Oui	Non
FR4100230 Vallée de la Saônelle	ZSC	15 km (Cigéo ITE et ligne ferroviaire 027000)	Oui	Non
FR2100291 Vallée du Rognon, de Doulaincourt à la confluence avec la Marne	ZSC	16 km (Cigéo ZD)	Oui	Non
FR2100319 Vallées du Rognon et de la Sueurre et massif forestier de la Crête et d'Ecot la Combe	ZSC	27 km (Cigéo ZD, ITE)	Oui	Non
FR4100162 Pelouses d'Allamps et zones humides avoisinantes	ZSC	22 km	Non	Non
FR4100216 Marais de Pagny-sur-Meuse	ZSC	22 km (ligne ferroviaire 027000) 25 km (Cigéo ITE)	Non	Non

Site Natura 2000	Type	Distance minimale au projet (aire immédiate)	Dans un rayon de 30 km et avec chauves-souris et oiseaux à l'origine de la désignation du site	Dans le bassin versant topographique du centre de stockage Cigéo (aval hydraulique) et sensibilité vis-à-vis d'autres pollutions
FR2100317 Forêt de Doulaincourt	ZSC	20 km	Non	Non
FR2100318 Bois de Villiers-sur-Marne, Buxières-les-Froncles, Froncles et Vouécourt	ZSC	22 km (Cigéo ZD)	Non	Non
FR2100322 Val de la Joux et la Vouette à Roches-sur-Rognon	ZSC	16 km (Cigéo ZD)	Non	Non
FR2112011 Bassigny	ZPS	23 km (Cigéo ITE)	Oui	Non
FR4112011 Bassigny, partie Lorraine	ZPS	30 km (Cigéo ITE)	Oui	Non
FR2100320 Forêt d'Harréville-les-Chanteurs	ZSC	26 km (Cigéo ITE)	Non	Non
FR4110061 Marais de Pagny-sur-Meuse	ZPS	22 km (ligne ferroviaire 027000) 25 km (Cigéo ITE)	Oui	Non
FR2110091 Étang de la Horre	ZPS	> 30 km, mais inclut les pylônes 103 à 108 de la ligne 400 kV	Oui	Non
FR2112001 Herbages et cultures des vallées de la Voire, de l'Héronne et de la Laines	ZPS	340 mètres du pylône 115 de la ligne 400 kV	Oui	Oui
FR2100332 Étang de la Horre	ZSC	> 30 km, mais inclut les pylônes 106 et 107 de la ligne 400 kV	Oui	Non

3.7 La population, l'emploi, les activités économiques et habitat

» SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

Pour l'état initial : les analyses ont été réalisées à partir de données issues du Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) Grand Est (74), du Schéma de cohérence territoriale (SCoT) du Pays Barrois (86) , ainsi que des données issues de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) et de la Région Grand Est.

Pour l'évaluation des incidences :

- les données mobilisées concernant l'emploi et les activités économiques sont respectivement issues du document technique sur les données d'entrée pour les acteurs du territoire en vue de préparer l'arrivée du projet global Cigéo, et de l'évaluation des coûts afférents à la mise en œuvre des solutions de gestion à long terme des déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue (87, 88) ;
- les données concernant la population et l'habitat sont issues des documents de planification territoriale (SCoT du Pays Barrois (86), plans locaux d'urbanisme intercommunaux – PLUi de la Communauté de Communes Porte de Meuse, secteur Haute-Saulx (82)et secteur Val d'Ornois (en cours d'élaboration)).

3.7.1 La population

3.7.1.1 L'état initial

Enjeux

Le projet global Cigéo est localisé dans un territoire à densité de population relativement faible, un solde migratoire déficitaire, et à l'âge moyen en augmentation.

Enjeu fort pour le territoire

L'aire d'étude rapprochée (jusqu'à 50 km autour du centre de stockage Cigéo) se trouve parmi les zones les moins densément peuplées de la région Grand Est. Plus de 90 % des communes de l'aire d'étude rapprochée de 50 km (et a fortiori, de l'aire d'étude rapprochée de 20 km) dénombrent moins de 1 000 habitants, alors que cette proportion est de 81 % dans la région Grand Est et 72 % en France. La densité moyenne est de 36,7 habitants/km² dans l'aire d'étude des 50 km et de 19,9 habitants/km² dans l'aire d'étude de 20 km, ce qui est nettement plus faible que la moyenne régionale (96,6 habitants/km²) et nationale (118,3 habitants/km²). Saint-Dizier est la commune la plus peuplée de l'aire d'étude rapprochée (50 km) et compte 24 012 habitants en 2017. L'aire d'étude immédiate (20 km) 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 avec 4 052 habitants. À l'échelle de l'aire d'étude spécifique de la ligne électrique 400 kV Houdreville-Méry, la grande majorité des communes (48 sur 56) dénombrent moins de 500 habitants. La commune la plus peuplée est Wassy (2 905 habitants en 2017).

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. Ce constat est d'autant plus marqué dans l'aire d'étude immédiate, où la proportion de la population de plus de 65 ans représente plus d'un quart de la population de l'aire d'étude (25,7 %), très supérieure aux proportions régionale et nationale.

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 (sorties non compensées par des entrées) et une diminution du solde naturel (différence entre le nombre de naissances et le nombre de décès). En effet les soldes migratoires sont négatifs depuis plus de cinquante ans, et ce autant à l'échelle de la région Grand Est qu'au sein de l'aire d'étude rapprochée, et en particulier dans le rayon plus proche du centre de stockage Cigéo (20 km). De surcroit, le solde naturel dans l'aire d'étude de 20 km autour du centre de stockage de Cigéo est devenue négatif dès les années 2000, celui-ci touchant toutes les communes. Cette situation est qualifiée de « préoccupante » dans le SCoT du Pays Barrois (86). La variation annuelle moyenne de la population sur l'aire d'étude immédiate connaît la même diminution : elle est négative depuis 1975, liée au solde migratoire fortement négatif depuis cette époque et à une variation due au solde naturel également en forte diminution. L'aire d'étude immédiate enregistre donc depuis plusieurs décennies, plus de sorties que d'entrées ; ceci traduit une forte déprise du territoire.

Le constat est similaire à l'échelle de la ligne électrique 400 kV Houdreville-Méry : la population totale des 56 communes territorialement concernées par l'aire d'étude a diminué de 1,3 % entre 2011 et 2017, pour une perte de 263 habitants.

3.7.1.2 Les 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. Cette incidence reste modeste au regard de la perte d'habitat sur le territoire ces dernières années.

Incidence positive directe du projet global Cigéo sur la population.

3.7.2 L'emploi et les activités économiques

3.7.2.1 L'état initial

Enjeux

Le projet global Cigéo est localisé dans un territoire rural où le nombre d'emplois en baisse. La dynamique démographique et de l'habitat le rendent peu attractif sur le plan économique.

Enjeu fort pour le territoire

Dans l'aire d'étude rapprochée et en particulier dans les 20 km autour du centre de stockage Cigéo, la part de chômeurs est plus haute qu'au niveau régional et national, et la part d'actifs occupés est plus basse.

Toujours dans l'aire d'étude rapprochée, le taux de chômage est légèrement supérieur à celui observé au niveau 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), où le nombre d'emplois a chuté de – 36 % en l'espace de 40 ans. Sur l'aire d'étude immédiate, les constats sont similaires : le taux de chômage annuel est particulièrement élevé et atteint un taux de 15,7 % en 2017, et le nombre d'emplois est en nette diminution sur la période 1975-2017.

Dans la population active de 15 à 64 ans, les catégories socio-professionnelles les plus représentées en 2017 sont les employés, les ouvriers et les professions intermédiaires. Les chiffres montrent la surreprésentation d'ouvriers sur l'aire d'étude immédiate par rapport à l'aire d'étude rapprochée de 20 km, elle-même supérieure par rapport à l'aire d'étude de 50 km.

Cette faible attractivité économique va de pair avec des commerces et services rendus à la population peu nombreuse. Ces derniers se concentrent plutôt le long de la vallée de l'Ornain. À proximité de l'actuel centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne se trouvent une boulangerie, une supérette, deux restaurants, une station automatique de carburant et un dépôt de gaz. Le collège de Gondrecourt-le-Château et l'école d'Échenay, en dehors de l'aire d'étude immédiate, sont les établissements scolaires les plus proches du centre de stockage Cigéo.

Le secteur de l'administration publique est le plus gros pourvoyeur d'emploi puisqu'il représente respectivement plus de 40 % et 30 % des emplois salariés. L'industrie y représente historiquement un secteur essentiel à la

dynamique socio-économique avec une forte représentation de l'industrie métallurgique, représentant 19 % des emplois salariés dans l'aire d'étude rapprochée de 50 km autour du projet de centre de stockage Cigéo, et 31 % des emplois salariés dans l'aire d'étude rapprochée de 20 km. À titre de comparaison, ce secteur représente 12 % des emplois au niveau national. L'agriculture représente 18 % des établissements actifs dans les 50 km et 24 % dans les 20 km autour du projet de centre de stockage Cigéo, ce qui démontre le caractère agricole du territoire concerné par le projet. Toutefois, il reste peu pourvoyeur d'emplois puisqu'il représente seulement entre 2 % et 4 % des emplois salariés.

Le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) fixe l'objectif 27 suivant « développer l'économie locale, ancrée dans les territoires ».

L'analyse des déplacements domicile-travail montre que sur l'aire d'étude rapprochée 50 et 20 km, les trois communes de Bar-le-Duc, Saint-Dizier et Vitry-le-François concentrent l'activité des territoires associés et attirent la majorité des déplacements quotidiens d'actifs. L'offre de transport en termes de mobilités alternatives à la voiture individuelle est peu structurée entre les trois pôles. Sur l'aire d'étude immédiate, la voiture est le mode de transport le plus largement utilisé par les ménages pour se rendre au travail et l'offre de transport en termes de mobilités alternatives à la voiture individuelle est peu structurée.

Aux vues du territoire rural traversé par la ligne électrique 400 kV, l'aire d'étude spécifique à cette ligne ne présente pas de pôles d'activités notables.

3.7.2.2 Les incidences du projet global Cigéo sur l'emploi et les activités économiques (hors agriculture et sylviculture)

Le projet global Cigéo n'a pas d'effet d'emprise sur des zones d'activités économiques ou des commerces existants.

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 maîtres 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.

En phase d'aménagements préalables, les effectifs mobilisés augmentent progressivement. Ils atteignent de l'ordre de 2 000 emplois par an lors de la construction initiale, avant d'amorcer une décroissance. Durant ces phases, les emplois de l'Andra sont respectivement d'une quarantaine en aménagements préalables (dont une partie a déjà fait l'objet de recrutements anticipés au sein de l'Andra) et de près de 300 en construction initiale.

Pendant la phase de fonctionnement, les emplois présents sur le site se stabiliseraient aux alentours de 600 personnes par an, à savoir 400 personnes en lien avec l'exploitation et 200 personnes pour la construction et le déploiement de l'installation souterraine. Les emplois sont majoritairement mobilisés dans les secteurs de la construction (bâtiment et travaux publics et génie civil notamment), de l'industrie (nucléaire et métallurgie) pour les emplois de l'Andra, des autres maîtres d'ouvrage et des fournisseurs, sous-traitants et prestataires et dans les secteurs commerces/transport/services pour les emplois induits. Tous les profils sont nécessaires (cadres, techniciens et ouvriers)

Le retour d'expérience du Laboratoire souterrain du Centre de Meuse Haute-Marne et des Centres Industriels de l'Andra dans l'Aube (CIDA) permet d'estimer que pour 1,5 emploi mobilisé par les centres, un emploi indirect/induit est généré, et ce pour chacune des trois phases.

Le projet global Cigéo a donc une incidence positive directe et pérenne sur l'emploi dès la phase d'aménagements préalables.

Les taxes et impôts liés au projet global Cigéo contribuent au financement des actions des collectivités en faveur du développement de leur territoire, ce qui est une incidence positive directe du projet.

Les groupements d'intérêt public et les actions menées dans le cadre du 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 opérateurs comme l'Andra notamment) et signé lors du Comité de haut niveau du 4 octobre 2019 contribuent au dynamisme et au développement du territoire (actions pour l'aménagement du territoire et le développement du tissu industriel et économique, pour mobiliser et faire émerger les compétences des entreprises locales, pour le soutien à la formation, etc.). 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.

Le projet global Cigéo n'a pas d'effet d'emprise sur des zones d'activités économiques 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.

Dans le respect des principes de la commande publique, l'Andra veille, en collaboration avec les autres maîtres d'ouvrage, à assurer des conditions de marché favorisant l'accès des petites et moyennes entreprises (PME), des petites et moyennes industries (PMI) et des artisans aux marchés de construction par des incitations sur les sous-traitants de premier rang ou des actions spécifiques d'accompagnement (information, rencontres entre PME et sous-traitants de 1er rang, etc.) pour les PME-PMI. Par ailleurs, afin de favoriser l'accès aux demandeurs d'emploi locaux en insertion, des clauses sociales d'insertion sont insérées dans les marchés de travaux, en lien avec la cellule emploi du Projet de développement du territoire. Le détail des mesures est présenté au chapitre 7 du volume IV de la présente étude d'impact.

Incidence positive directe du projet global Cigéo sur l'emploi et les activités économiques.

3.7.3 L'habitat

3.7.3.1 L'état initial

Enjeux

Le projet global Cigéo est localisé dans un territoire doté d'une proportion élevée de logements vacants.

Enjeu fort pour le territoire

L'aire d'étude rapprochée possède des logements globalement plus anciens que la moyenne de la région Grand Est, avec une forte baisse de la construction de logements neufs. Le nombre de logements vacants assez important (supérieur à la moyenne nationale) est une conséquence des soldes migratoire et naturel déficitaires. 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, comme illustré par la figure 3-33. 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, très peu de logements collectifs récents sont disponibles.



Figure 3-45 *Ligny-en-Barrois traversée par la route départementale D 966 en son centre*

3.7.3.2 Les incidences du projet global Cigéo sur l'habitat

Les personnes qui travaillent à la construction du projet global Cigéo (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 ou la rénovation est prévue dans les documents d'urbanisme des collectivités. Le projet global Cigéo devrait donc avoir un effet indirect positif sur la baisse du taux de vacance des logements et l'augmentation de la rénovation. Le prix de l'immobilier ne devrait pas augmenter sensiblement, mais l'augmentation de l'activité du marché devrait permettre aux propriétaires locaux de valoriser leurs biens, à la vente ou à la location. Par ailleurs, le marché locatif étant attendu comme plus actif, les revenus devraient contribuer à la rénovation du bâti existant.

Le centre de stockage Cigéo n'a pas d'effet d'emprise sur l'habitat, les services ou les équipements existants. Le risque vis-à-vis des habitations pour les passages à niveau de la ligne ferroviaire 027000 est actuellement étudié dans le cadre des études de conception, avec une priorité donnée à l'évitement.

Incidence positive indirecte du projet global Cigéo sur l'habitat

3.7.4 La compatibilité avec les documents de planification existants

Le projet global Cigéo, dont l'objectif premier est la création d'un centre de stockage de déchets radioactifs, n'a pas vocation à répondre directement aux objectifs du SRADDET Grand Est et du SCoT du Pays-Barrois concernant la population et l'emploi, mais pourra contribuer à l'atteinte des objectifs par la mobilisation d'emplois, les emplois induits générés, les retombées fiscales et la participation de l'Andra au Projet de développement du territoire (PDT). Le projet représente donc une opportunité de redynamisation économique et démographique du territoire.

3.8 Les activités agricoles et sylvicoles

» SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

Les données agricoles et sylvicoles pour l'établissement de l'état initial sont issues principalement de documents de synthèse établis par la Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRAAF) du Grand Est et de bases de données publiques, en particulier l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) et l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN). Certaines de ces données ont été concaténées et retraitées par le Service régional de l'information statistique et économique (SRISE) Grand Est.

Activités agricoles

L'évaluation des incidences sur les activités agricoles et l'approche de leur compensation s'appuie sur l'analyse des incidences développée dans l'étude préalable d'impact sur l'économie agricole. Pour établir cette étude préalable agricole, un groupe de travail a été constitué avec les représentants des filières agricoles des Directions départementales du territoire, des Chambres départementales d'agriculture de Meuse et de Haute-Marne et des experts. Ce groupe s'est réuni à plusieurs reprises de 2017 à 2020. Les données d'entrée financières sont issues d'analyses comptables de groupes d'exploitations, produites par le centre de gestion agricole (CERFRANCE Adhéo). L'Institut national de l'origine et de la qualité (INAO) a également été sollicité pour l'évaluation des enjeux des productions agricoles sous signe d'indentification de qualité et d'origine. (Appellation d'origine contrôlée-protégée et Indication géographique protégée Fromagère en particulier).

Ces travaux ont été présentés à plusieurs reprises aux élus des chambres d'agriculture, aux exploitants agricoles de la zone concernée et à la Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt 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 données de terrain et notamment :

- une cartographie des peuplements ;
- la mesure de la hauteur de la canopée par relevés Lidar ;
- la mesure de la surface terrière pour chaque peuplement.

Ce travail a permis, à l'aide d'abaques, d'établir une cartographie croisant les hauteurs d'arbres avec les types de peuplements et d'avoir une première approche du volume de bois sur pieds exploitable par la filière sylvicole locale

3.8.1 Les activités agricoles

3.8.1.1 L'état initial

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.

Enjeu fort

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 le territoire concerné par l'implantation du 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).

Comme présenté sur la figure 3-46, 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 et 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.

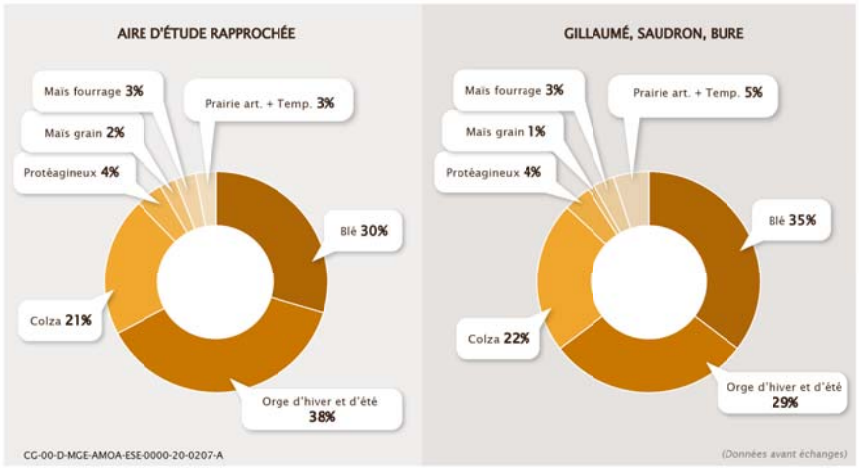


Figure 3-46 *Répartition moyenne des différentes cultures sur les terres labourables dans l'aire rapprochée (moyenne 2011-2015)*

La production de plusieurs 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). 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 mesurés au niveau national.

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 par l'Andra.

Une quarantaine d'autres exploitants intervient par ailleurs encore actuellement dans l'aire d'étude immédiate. La majeure partie de leurs 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.

3.8.1.2 Les incidences et mesures associées

Le projet global Cigéo 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 également 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 d'infrastructures existantes. Le détail des mesures est présenté au chapitre 8.1 du volume IV de la présente étude d'impact.

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). 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'Appellation d'origine contrôlée 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 surfaces 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 70 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 global Cigéo 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 exploitations (42), les emprises agricoles sont inférieures à six hectares 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 sont régulièrement effectuées pour surveiller l'absence d'incidence du projet global Cigéo 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 Cigéo 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 Cigéo.

Les effets résiduels du projet global Cigéo 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 sur les filières agricoles correspond à une perte financière globale estimée à 4 394 850 €.

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 final de la compensation collective agricole retenu a été fixé à 4,4 millions d'euros afin de couvrir la surface maximale agricole des emprises du projet global Cigéo et les incertitudes de temporalité de mise en œuvre des projets de compensation. L'intégralité de cette somme sera consignée au début de l'année 2023 auprès de la Banque des Territoires (filiale de la Caisse des dépôts et consignation) pour alimenter le fonds de compensation

Incidence résiduelle faible du projet global Cigéo 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 Les activités sylvicoles

3.8.2.1 L'état initial

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

La région Grand Est se place parmi les premières régions françaises les plus boisées (cf. Figure 3-47). 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.

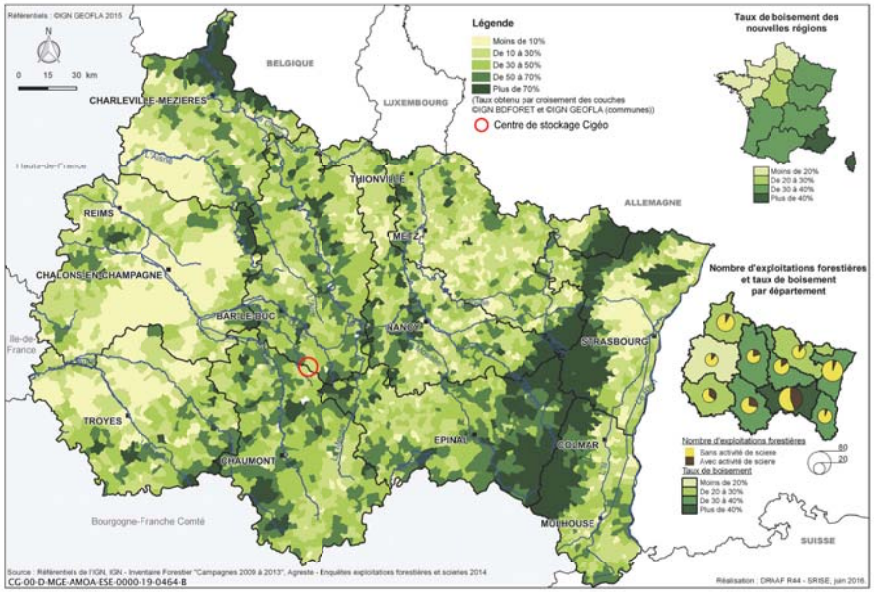


Figure 3-47 Taux de peuplement de la région Grand Est

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 touchées 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.

3.8.2.2 Les 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, près de 136 hectares de la forêt meusienne ne sont plus exploitables dès les défrichements nécessaires pour les investigations archéologiques avant le démarrage des aménagements du centre de stockage Cigéo.

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 sont 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 est 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 notable sur les activités sylvicoles qui nécessite la mise en œuvre de mesures de compensation forestière. Le détail des mesures est présenté au chapitre 8.2 du volume IV de la présente étude d'impact.

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 hectares dont une partie pourrait 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 mentionne 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 sont 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 devrait être précisé par la Direction départementale du territoire de la Meuse lors de l'instruction de la demande d'autorisation défrichement de la zone puits notamment.

L'organisation, et en particulier la planification de ces chantiers de reboisement, veille, compte tenu de l'ampleur des surfaces en jeu, à ne pas déstabiliser la filière sylvicole et les pépiniéristes.

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.

Incidence résiduelle faible du projet global Cigéo sur les activités sylvicoles après compensation forestière

3.9 Les réseaux

3.9.1 L'état initial

Enjeux

L'aire d'étude rapprochée dispose d'un maillage de réseaux divers et des projets de développement et de mise à niveau sont en cours pour certains (fibre optique). Plusieurs réseaux majeurs (canalisations de gaz et de lignes électriques dont la ligne haute-tension Houdreville-Méry) recoupent cette aire d'étude.

Enjeu modéré

L'aire d'étude rapprochée dispose d'un maillage de réseaux divers : électricité, gaz, eaux usées, eaux pluviales, eau potable, téléphone, internet. Plusieurs de ces réseaux sont majeurs :

- la ligne électrique très-haute-tension 400 kV Houdreville-Méry, qui passe en particulier 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, qui passe au sud-ouest de Saudron, à l'ouest de la zone descenderie ;
- 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 au sud de Saudron ;
- plusieurs lignes à haute tension sont par ailleurs répertoriées sur les communes traversées par la ligne 400 kV Houdreville-Méry.

Ces réseaux sont localisés sur la figure 3-48.

Si certains réseaux présentent des lacunes (réseaux d'assainissement collectif peu développé, réseaux d'eau potable à faible rendement (fuites) et peu interconnectés (réseaux 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 (SRADDET), Schéma décennal de développement du réseau, Schéma directeur territorial d'aménagement numérique, Plan Iosange).

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.

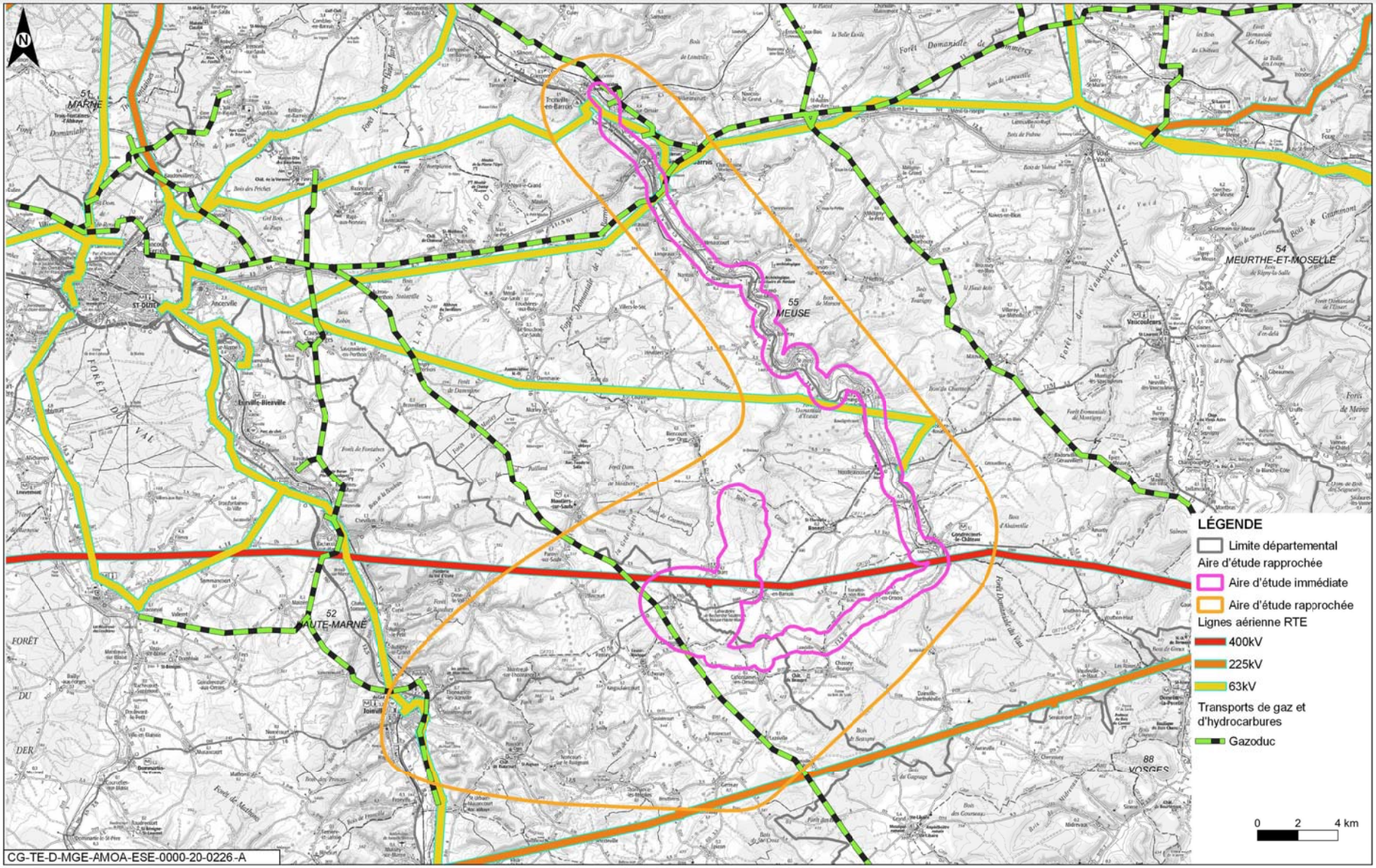


Figure 3-48 *Localisation des réseaux dans l'aire d'étude rapprochée*

3.9.2 Les incidences et mesures associées

3.9.2.1 Les réseaux existants

L'aire d'étude rapprochée dispose d'un maillage de réseaux divers : alimentation électrique, transport de gaz et d'électricité principalement.

Durant les phases de construction (aménagements préalables et construction initiale) des réseaux existants situés sur ou à proximité du projet global Cigéo peuvent être dévoyés et les travaux de raccordement des installations du centre de stockage Cigéo aux réseaux existants à créer (adduction d'eau) ou à sécuriser (ligne 400 kV) peuvent nécessiter des coupures temporaires des réseaux.

Néanmoins, les mesures d'évitement et de réduction mises en place permettent de limiter les gênes occasionnées. Le détail des mesures est présenté au chapitre 9.2 du volume IV de la présente étude d'impact :

- les réseaux majeurs sont pris en compte lors de l'analyse des variantes pour les tracés d'adduction en eau potable, ainsi que dans le choix de la variante pour le poste de transformation électrique et de la déviation de la route départementale D60/960, dans une démarche d'évitement ;
- les mesures de déclaration des travaux et d'informations préalables de coupures temporaires aux usagers et aux exploitants des réseaux existants sont mises en place pour les autres opérations du projet global Cigéo.

Ainsi, l'incidence résiduelle sur les réseaux existants est très faible.

Incidence résiduelle très faible du projet global Cigéo sur les réseaux existants qui pourraient être interceptés

3.9.2.2 La création et la sécurisation de réseaux

Par ailleurs, le projet global Cigéo entraîne la création de nouveaux réseaux et la sécurisation 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 etla 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'adduction en eau potable des installations du centre de stockage Cigéo.

Les travaux de sécurisation de la ligne électrique 400 kV, dont le remplacement du câble de garde actuel par un câble de garde avec fibre optique, permettent d'éviter les coupures d'alimentation occasionnées par des événements climatiques exceptionnels, de développer le territoire et profitent à tous les utilisateurs de la ligne. Ces travaux ont donc une incidence positive.

Le poste de transformation électrique 400/90 kV, créé pour les besoins du projet, pourrait à moyen et long terme, être utilisé par le territoire grâce à de nouveaux raccordements sur celui-ci. Cela représente une opportunité pour le territoire.

Les travaux d'alimentation en eau potable du centre de stockage Cigéo permettent 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 schéma de cohérence territoriale (SCoT) du Pays Barrois et le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET).

Incidence positive du projet global Cigéo sur la sécurisation et l'optimisation de réseaux existants et sur le développement du territoire

3.10 Les déchets radioactifs et conventionnels

3.10.1 Les déchets radioactifs

» DÉCHETS RADIOACTIFS

Selon le code de l'environnement, les **déchets radioactifs** sont « des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée ou qui ont été requalifiées comme tels par l'autorité administrative » (article L. 542-1-1 du code de l'environnement). Ces déchets sont produits par les industries utilisant les propriétés de la radioactivité. En fonction de leur mode de production et de leur nature, les déchets radioactifs contiennent, en leur sein ou à leur surface, des radionucléides (uranium, radium, cobalt...) qui émettent des rayonnements nocifs. Les déchets radioactifs sont donc considérés comme des substances dangereuses qui doivent être gérées dans le respect de la protection de la santé des personnes, de la sécurité et de l'environnement.

3.10.1.1 L'état initial

Enjeux

Aucun des modes de gestion mis en œuvre actuellement ne permet la mise en sécurité définitive sur le très long terme des déchets radioactifs HA et MA-VL français.

Enjeu fort

La gestion des matières et des déchets radioactifs est encadrée par le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR) 2022-2026 qui fait l'objet du décret n° 2022-1547 du 9 décembre 2022 prévu par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (89) et de l'arrêté du 9 décembre 2022 pris en application du décret n° 2022-1547 du 9 décembre 2022 prévu par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (90).

Le code de l'environnement (article L. 542-1-2 II) a fixé trois grandes orientations que le PNGMDR et son décret d'application, qui en établit les prescriptions, doivent respecter :

1. La réduction de la quantité et de la nocivité des déchets radioactifs est recherchée, notamment par le retraitement des combustibles usés et le traitement et le conditionnement des déchets radioactifs ;
2. Les matières radioactives en attente de traitement et les déchets radioactifs ultimes en attente d'un stockage sont entreposés dans des installations spécialement aménagées à cet usage ;
3. Après entreposage, les déchets radioactifs ultimes ne pouvant, pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection à long terme, être stockés en surface ou en faible profondeur, font l'objet d'un stockage en couche géologique profonde.

Le PNGMDR 2022-2026 fixe 41 objectifs répartis en 9 axes stratégiques (Gouvernance, Politique énergétique, Matières radioactives. Entreposage des combustibles usés. Gestion des déchets TFA. Gestion des déchets FA-VL. Gestion des déchets HA et MA-VL, Gestion des catégories particulières de déchets, Enjeux transverses) et déclinés en 65 actions.

Sur le territoire national, les déchets radioactifs sont actuellement gérés de la façon suivante :

- trois centres gérés par l'Andra permettent de prendre en charge les déchets radioactifs TFA (très faible activité) et FMA-VC (faible et moyenne activité à vie courte). Ils sont localisés dans la Manche (le CSM fermé depuis 1994 et aujourd'hui en phase de démantèlement-fermeture) et dans l'Aube (le Cires et le CSA, en exploitation) ;
- pour les déchets de faible activité à vie longue (FA-VL), actuellement entreposés sur les sites des producteurs de déchets, des options de gestion, dont un projet de stockage à faible profondeur, sont à l'étude ;

- en l'absence d'un centre de stockage disponible pour leur mise en sécurité définitive, les déchets HA (haute activité) et MA-VL (moyenne activité à vie longue) produits par les activités nucléaires françaises sont entreposés dans des installations dédiées chez les différents producteurs. L'objectif est qu'ils soient ensuite acheminés vers le centre de stockage Cigéo.

3.10.1.2 Les incidences et mesures associées

3.10.1.2.1 La gestion durable des déchets HA et MA-VL en couche géologique profonde

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 sur le très long terme. 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) 2022-2026.

Incidence positive du projet global Cigéo qui constitue la solution française de mise en sécurité définitive des déchets MA-VL et HA.

3.10.1.2.2 La gestion des déchets radioactifs induits

Le centre de stockage Cigéo produit des déchets radioactifs en phase de fonctionnement, en lien avec les activités nucléaires de l'installation et les différents contrôles associés. Les déchets radioactifs produits sont des déchets solides ou liquides de très faible activité (TFA) ou de faible et moyenne activité principalement à vie courte (FMA-VC). Aucun déchet radioactif induit de haute et de moyenne activité à vie longue (HA, MA-VL) ne sera généré par les activités exercées sur le centre de stockage Cigéo. Les quantités de déchets radioactifs induits solides (TFA et FMA) annuelles estimées sont inférieures à 41 tonnes. Le volume annuel d'« effluents non conventionnels » est de l'ordre de 90 m³/an (soit de l'ordre de 90 t/an). Des mesures de réduction de quantité de ces déchets sont mises en œuvre (plan de zonage des déchets et programmation des besoins des ouvrages), ainsi que de tri. Après conditionnement et contrôles et caractérisations radiologiques, ces déchets sont envoyés vers les filières de gestion adaptées et autorisées. Les autres opérations du projet global ne produisent pas de déchets radioactifs. Le détail des mesures mises en œuvre est présenté au chapitre 10.3 du volume IV de la présente étude d'impact.

Ainsi, au regard des volumes de déchets radioactifs induits et de leur gestion, l'ensemble des prescriptions fixées par le PNGMDR 2022-2026 sont respectées.

Incidence résiduelle faible du projet global Cigéo sur la production de déchets radioactifs. Compte-tenu de la gestion mise en œuvre pour ces déchets, ils ne sont pas susceptibles d'avoir une incidence sur l'environnement.

3.10.2 Les déchets conventionnels

3.10.2.1 L'état initial

» DÉCHETS CONVENTIONNELS

Pour une installation nucléaire de base, les **déchets conventionnels** sont les déchets non radioactifs. Par extension, dans la présente étude d'impact, l'ensemble des déchets non radioactifs sont également appelés déchets conventionnels. Ces déchets conventionnels regroupent des catégories de déchets produits habituellement par les activités humaines (déchets de chantier, déchets d'activité de bureaux, ordures ménagères...).

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

La gestion des déchets conventionnels en région Grand Est est encadrée par le Schéma régional d'Aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) approuvé le 24 janvier 2020 (74). 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 (91).

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. Les plus proches sont à environ 20 km autour des installations du centre de stockage Cigéo.

3.10.2.2 Les incidences et mesures associées

Le projet global Cigéo, et essentiellement le centre de stockage, est à l'origine d'une production importante d'argilites du Callovo-Oxfordien extraites lors du creusement des installations souterraines, mais également de déchets inertes, de déchets non dangereux et de déchets dangereux. Les autres opérations du projet global Cigéo produisent également ces types de déchets, mais dans une proportion moindre.

En phase d'aménagements préalables, pour les déblais inertes issus des terrassements, la priorité est donnée à leur réutilisation sur le centre de stockage Cigéo (équilibrage du bilan déblais/remblais), permettant d'éviter la production de déchets inertes. Ce même objectif est poursuivi pour les autres opérations du projet global Cigéo. La quantité générée lors de cette phase est de l'ordre de la centaine de tonnes, réparties sur cinq années.

En phase de construction initiale, le volume de déchets conventionnels du centre de stockage Cigéo est estimé à environ 250 000 tonnes réparties sur 10 ans, dont 90 % de déchets inertes (essentiellement des bétons).

En phase de fonctionnement, la production des différents types de déchets (hors déchets de jouvence et hors verses) est de l'ordre de 5 100 tonnes par an. Les opérations de jouvence peuvent 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 quatre opérations cumulées sont évalués à environ 500 000 m³. L'estimation des volumes de remblais est équivalente. Ainsi, le volume réel de déchets inertes générés dépend des possibilités de réutilisation entre les différentes opérations et devrait être 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 estimées 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 plateformes de gestion des déchets sont mises en place en phase de construction initiale, respectivement sur les zones descenderie et puits. Différents points de collectes sont également créés en phase de fonctionnement.

Les déchets conventionnels issus du périmètre de l'installation nucléaire ne proviennent que des zones dites à déchets conventionnels, zones dans lesquelles les déchets produits ne peuvent être ni contaminés, ni activés, y compris au cours de leur transfert vers l'exutoire.

Les déchets conventionnels issus du périmètre de l'installation nucléaire font l'objet d'un contrôle radiologique avant transfert vers les déchetteries industrielles conventionnelles.

L'Andra poursuit les réflexions visant à réduire la production de déchets tout au long de la conception et cette priorité est 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 Cigéo.

Les déchets sont orientés vers les filières adaptées, agréées et autorisées 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.

Les verses dites « vives », correspondant à environ 40 % du volume total de Callovo-Oxfordien excavé, servent, après leur traitement, de matériau de remblai pour l'obturation et la fermeture définitive des alvéoles de stockage, des galeries de l'installation souterraine, des zones de soutien logistique, des quartiers de stockage puis des liaisons surface-fond, à l'issue du fonctionnement du centre de stockage Cigéo.

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 m³ 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 générés par le projet global Cigéo reste importante. La poursuite des études de conception a pour objectif de réduire encore la production de ces déchets et la gestion des déchets fait l'objet d'une attention particulière dans les marchés des différentes entreprises de travaux. Compte tenu de la gestion mise en œuvre pour ces déchets, ces derniers ont une incidence faible sur l'environnement.

La gestion des déchets conventionnels induits est compatible avec la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, le Plan national de gestion des déchets et les objectifs relatifs aux déchets du SRADDET.

Incidence résiduelle faible du projet global Cigéo sur les déchets conventionnels, grâce aux mesures de réduction et de valorisation mises en œuvre (malgré une production importante de déchets).

3.11 Les risques et la vulnérabilité à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs

3.11.1 L'état initial

Enjeux

Les enjeux liés aux risques d'origine naturelle sont présentés dans les chapitres thématiques spécifiques du présent résumé non technique.

L'aire d'étude rapprochée, et *a fortiori* l'aire d'étude immédiate, n'accueillent pas d'installation nucléaire de base (INB) ou d'installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) dites Seveso, présentant les risques technologiques les plus importants.

Les principaux risques identifiés dans l'aire d'étude rapprochée sont liés à la présence d'installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) non SEVESO, au transport de matières dangereuses, à la présence de barrages de classe C (classe de risque la plus faible sur les trois classes A à C) et à la présence d'aérodromes civils.

Enjeu modéré

3.11.1.1 Les risques d'origine naturelle

Les risques d'origine naturelle, auxquels le projet est susceptible d'être vulnérable, retenus suite à l'analyse des dossiers départementaux des risques majeurs (DDRM) de la Meuse et de la Haute-Marne (92, 93), ainsi que leur niveau d'enjeu sont présentés dans les chapitres thématiques spécifiques correspondant du présent résumé non technique ; il s'agit :

- du risque inondation (cf. Chapitres 3.5.1.3 et 3.5.1.1 du présent résumé non technique) ;
- des risques mouvement de terrain (y compris minier) et sismique (cf. Chapitre 3.4.2 du présent résumé non technique) ;
- des risques d'origine climatique (type tempête, tornade, cyclone, type canicule, grand froid, ou type foudre) (cf. Chapitre 3.2.1 du présent résumé non technique).

3.11.1.2 Les risques d'origine anthropique

Les risques d'origine anthropique (liés à l'action humaine), auxquels le projet est susceptible d'être vulnérable, retenus suite à l'analyse des dossiers départementaux des risques majeurs (DDRM) de la Meuse et de la Haute-Marne, sont :

- le risque nucléaire ;
- le risque industriel ;
- le risque lié au transport de matières dangereuses ;
- le risque de rupture de barrage ;
- le risque lié à la découverte d'engins de guerre ;
- le risque aérien (chute d'avion).

Aucune installation nucléaire de base (INB) n'est recensée dans l'aire d'étude rapprochée et *a fortiori* immédiate ; la plus proche est le centre de stockage de l'Aube (CSA), centre de stockage de déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) géré par l'Andra, situé à environ 70 km.

Aucune installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) dite Seveso (installations présentant les risques technologiques les plus importants), et aucun périmètre de plan de prévention des risques technologiques (PPRT) associé à ces installations, n'est recensé dans l'aire d'étude rapprochée et *a fortiori* dans l'aire d'étude immédiate ou dans l'aire d'étude spécifique de la ligne 400 kV Houdreville-Méry. En revanche, des ICPE non Seveso sont recensées dans l'aire d'étude rapprochée, dont 60 dans l'aire d'étude immédiate. La majorité sont localisées à proximité de la ligne ferroviaire 027000, seules 10 installations sont situées à proximité de l'installation terminale embranchée ou de la zone descenderie du centre de stockage Cigéo.

Plusieurs communes de l'aire d'étude rapprochée sont concernées par le risque de transport de matières dangereuses par la route ou par canalisation (transport de gaz naturel) :

- les voies concernées par un trafic important de transport de matières dangereuses dans l'aire d'étude rapprochée sont les routes départementales D60/960, D66 et la route nationale N4. La ligne ferroviaire 027000 croise aussi plusieurs routes concernées par un risque de transport de matières dangereuses, les routes nationales N135 et N4 ainsi que les routes départementales D60 et D960 ;
- quatre canalisations haute pression de transport de gaz naturel sont référencées à l'intérieur de l'aire d'étude rapprochée.

Parmi les lignes ferroviaires recensées dans l'aire d'étude rapprochée, certaines accueillent des convois de marchandises dangereuses organisés par plusieurs sociétés de fret.

Dans l'aire d'étude rapprochée, les communes de Demange-Baudignécourt, Houdelaincourt et Saint-Joire sont concernées par la présence de deux barrages de classe C (classe de risque la plus faible sur les trois classes de barrage existant, de A à C).

Le Dossier départemental des risques majeurs (DDRM) de la Meuse (93) mentionne le risque de découverte d'anciennes munitions de guerre. Toutefois, il y a peu de découvertes d'engins de guerre et d'interventions du Centre Interdépartemental de Déminage de Metz sur les communes situées dans l'aire d'étude immédiate du projet global Cigéo.

Concernant le risque aérien, deux aérodromes civils sont présents dans l'aire d'étude rapprochée :

- l'aérodrome de Joinville-Mussey à 20 km au sud-ouest de Bure ;
- l'aérodrome de Neufchâteau à 30 km au sud-est de Bure.

Le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) de la région Grand Est identifié par ailleurs, dans son périmètre, un enjeu de prévention et de réduction de l'exposition des populations dans le domaine des risques et des nuisances.

3.11.2 La vulnérabilité à des accidents et catastrophes majeurs, et évaluation des conséquences des situations accidentelles sur l'environnement et la santé humaine

La vulnérabilité à des risques d'accidents et de catastrophes majeurs (risques externes au projet global Cigéo), ainsi que les situations accidentelles du projet global Cigéo, par leurs conséquences éventuelles sur l'environnement et la santé humaine, concernent essentiellement l'installation nucléaire de base 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 poste doit faire l'objet d'études de conception), ainsi qu'à l'opération d'adduction d'eau (dont les installations ne sont pas encore définies), seront précisées dans une version actualisée de l'étude d'impact.

3.11.2.1 La vulnérabilité à des risques d'accidents et de catastrophes majeurs

La vulnérabilité est analysée au regard des risques externes au projet global Cigéo qui pourraient constituer des agressions externes menant à des situations accidentelles. Ces risques sont listés dans les dossiers départementaux des risques majeurs de la Meuse (2019) et de la Haute-Marne (2017) (22, 23).

Il s'agit :

- des risques d'accidents et catastrophes majeurs d'origine naturelle de type inondation, mouvement de terrain (y compris minier), séisme, évènements climatiques (tempête, canicule/grand froid) ;
- des risques d'accidents et de catastrophes majeurs d'origine anthropique de type industriel, nucléaire, barrage, transport de matières dangereuses et engins de guerre.

La vulnérabilité à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs est prise en compte lors de la phase de conception initiale, par la mise en œuvre de dispositions de conception pour maitriser ces risques.

Au regard de ces risques, les principales dispositions de conception mises en œuvre pour maitriser ces risques sont listées ci-après :

- un ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine, de type paroi étanche, vient renforcer la protection des installations nucléaires de surface du centre de stockage. Ce dispositif permet de protéger notamment le terminal ferroviaire nucléaire et le bâtiment nucléaire de surface EP1 d'une remontée de la nappe phréatique. ;
- la conception des installations souterraines et de surface (orientation des alvéoles de stockage creusés parallèlement à la direction de la contrainte horizontale majeure, campagnes de reconnaissance géotechnique, adaptation des méthodes de creusement des ouvrages souterrains et de construction des installations de surface, adaptation des fondations des bâtiments et des ouvrages au contexte géotechniques) permet de limiter leur vulnérabilité aux risques de mouvement de terrain ;
- les ouvrages et équipements nécessaires au maintien des fonctions de sûreté et/ou des objectifs de protection sont dimensinés pour résister au séisme ;
- Les connaissances scientifiques acquises montrent qu'un séisme basé sur l'une des failles principales avoisinantes (Poissons, Gondrecourt, Vittel, Marnes...) n'a aucun impact sur les propriétés du Callovo-Oxfordien ;
- les installations nucléaires sont conçues pour fonctionner de manière permanente sur des plages de température très larges, intégrant également des élévations de température dues à l'évolution climatique ;
- les installations sensibles sont conçues pour résister à des rafales de vents violents et également à des tornades, ainsi qu'aux chocs liés à des projectiles générés par une tornade ;
- les ouvrages et équipements susceptibles d'être impactés par les risques présentés par les voies de communication en termes d'effets thermiques et de surpression (camions citernes contenant des produits inflammables et circulant sur les voies routières situées à proximité du centre de stockage Cigéo) sont éloignés suffisamment des sources de danger et font l'objet d'un dimensionnement spécifique.

3.11.2.2 Les risques induits par l'INB Cigéo

La maîtrise des risques dans les installations nucléaires de base 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.

Ainsi, la création de l'INB impose la réalisation d'une étude de maîtrise des risques qui est jointe à la demande d'autorisation de création.

Cette étude expose l'inventaire des risques que présente l'installation projetée ainsi que l'analyse des dispositions prises pour prévenir ces risques et des mesures propres à limiter la probabilité des accidents et leurs effets. Son contenu est en relation avec l'importance des dangers présentés par l'installation et de leurs effets prévisibles, en cas de sinistre, sur la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de la nature et de l'environnement.

La méthodologie et les règles d'études s'appuient principalement sur la réglementation applicable à toute INB, sur les règles fondamentales de sûreté (RFS) et les guides relatifs aux INB.

L'analyse de sûreté repose sur une analyse de risques et une analyse par situations de fonctionnement, permettant d'identifier les différentes situations auxquelles l'installation peut être confrontée, de les regrouper selon leur vraisemblance, et de vérifier que les moyens techniques et organisationnels qui en garantissent la maîtrise permettent la protection des intérêts, c'est-à-dire la protection de la sécurité, la santé et la salubrité publique ainsi que la protection de la nature et de l'environnement.

Ces situations couvrent le fonctionnement normal et le fonctionnement dégradé, les situations incidentelles et accidentelles de dimensionnement ainsi que des situations accidentelles plus complexes (situations d'extension du dimensionnement) pouvant être la résultante de plusieurs événements cumulés ou d'évènements climatiques extrêmes (notamment issus du retour d'expérience de l'accident de Fukushima).

Elles concernent principalement des situations de chute de colis de déchets radioactifs en cours de manutention, d'incendie à proximité de colis de déchets ou encore des situations liées à des aléas externes (ex : séisme).

Une synthèse des résultats de plusieurs situations accidentelles est développée dans l'étude de maitrise des risques :

- des situations accidentelles jugées plausibles mais qui ne présentent pas d'impacts radiologiques significatifs sur l'homme et l'environnement ;
  - ✓ chute d'un colis primaire à la suite de la défaillance d'un pont ;
  - ✓ incendie d'un chariot de transfert des colis dans le bâtiment nucléaire de surface ;
- des situations accidentelles dont la plausibilité est moindre mais qui seraient les plus sévères en termes de dose maximale sur l'homme et l'environnement, accidentelles (situations accidentelles sévères) :
  - ✓ chute d'un emballage ouvert de transport MA-VL lors de son déchargement dans le bâtiment nucléaire de surface ;
  - ✓ inflammation d'un colis de déchets bitumés dans un colis de stockage.

Une estimation des doses reçues par l'homme et l'environnement est réalisée, à différentes distances des zones descenderie et puits de l'INB, dans les conditions météorologiques les plus défavorables et en prenant en compte des hypothèses majorantes. En vue de démontrer le caractère robuste de la démarche de sûreté, l'estimation des doses reçues par les populations et l'environnement en 24 heures est comparée aux objectifs de protection.

Dans l'éventualité d'un accident sur l'INB Cigéo, l'analyse des scénarios accidentels, même les plus sévères, montre que les objectifs de protection ne sont pas dépassés et qu'ils ne conduisent pas à considérer le besoin de mesures de protection du public dans le temps et dans l'espace de type mise à l'abri.

3.11.2.3 Les autres risques du projet global Cigéo

3.11.2.3.1 Les risques liés au transport des colis

Les colis de déchets radioactifs acheminés vers le centre de stockage Cigéo sont transportés dans des emballages de transport dont la robustesse et les conditions opérationnelles de leur transport (étiquetage, marquage, nombre d'emballages par wagon/camion...) sont adaptés aux risques associés aux substances radioactives qu'ils contiennent, ce conformément aux règlements en vigueur concernant les transports de matières dangereuses.

Au cas où un accident de transport aurait lieu, quel que soit le type d'accident (routier ou ferroviaire), les emballages de transport de colis de déchets radioactifs sont conçus et testés pour résister à des conditions accidentelles sévères (telles qu'une chute d'une hauteur de neuf mètres sur une surface indéformable).

Un plan de transport des colis de déchets radioactifs est établi par l'expéditeur (les producteurs) et prévoit l'itinéraire emprunté et les particularités du voyage (stationnement, hébergement, conditions particulières). Les préfectures et les groupements de gendarmerie sont informés des passages des convois. Les convois sont suivis en temps réel par géolocalisation, et tout écart entre le plan de transport et la situation réelle entraine le déclenchement d'une alerte.

Les transporteurs disposent d'un plan d'urgence et d'intervention Transports leur permettant de réagir face à un incident ou un accident de transport. Pour cela, une organisation de crise est mise en place 24 h/24 h, 7 j/7 j, prévoyant entre autres l'alerte des pouvoirs publics (pompiers, Samu, Autorité de sûreté nucléaire, Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire...), et la mise à disposition des informations nécessaires à leur intervention. Ce dispositif de gestion de crise vise à limiter les conséquences et à mettre en place les mesures éventuellement nécessaires pour la protection du public.

Par ailleurs, les pouvoirs publics définissent des plans de réponse en cas d'accident aux niveaux national et local. L'ASN appuyée par l'IRSN assiste les autorités chargées des opérations de secours.

3.11.2.3.2 Les risques liés au transport, réception et distribution de carburants

La construction et l'exploitation du centre de stockage Cigéo nécessitent l'utilisation de carburants pour les véhicules, les engins et les installations de combustion.

L'accident redouté pour le transport de matières dangereuses est une fuite sur le camion de livraison de carburant, d'une contenance d'une quinzaine de m3, qui conduirait à l'épandage au sol de carburants et à la dispersion de vapeurs de carburants dans l'air. En présence d'une source d'ignition, cette fuite pourrait être à l'origine d'un incendie (effets thermiques) ou d'une explosion (effets de surpression).

En cas d'épandage, les pollutions accidentelles seraient collectées dans le réseau d'eaux pluviales et dirigées vers un bassin de confinement. Ainsi, une pollution accidentelle sur le site n'atteindrait pas l'environnement et les cours d'eau.

En cas d'incendie de carburant, les effets thermiques liés au rayonnement des flammes seraient limités et ne pourraient pas être ressentis au niveau des bâtis à l'extérieur du site. Le panache de fumées toxiques s'élèverait vite en raison de la température et se disperserait rapidement en altitude.

L'explosion de vapeurs de carburant générerait un souffle qui se propagerait sous la forme d'une onde de pression aérienne. Cette surpression s'atténue avec l'éloignement, ainsi l'effet de surpression resterait limité aux abords des voiries.

3.11.2.3.3 Les risques liés aux chaufferies

La fonction principale des chaufferies est le traitement de l'air (température et hygrométrie) des installations du centre de stockage Cigéo. Elles assurent également la production d'eau chaude sanitaire.

Deux chaufferies sont présentes sur le centre de stockage Cigéo, l'une est implantée sur la zone descenderie et l'autre sur la zone puits. Chacune de ces chaufferies comprend une chaudière principale biomasse alimentée par des plaquettes bois et trois chaudières d'appoint alimentées par du gaz (GPL) lors des périodes les plus froides.

La situation accidentelle redoutée lors du transport et la réception de GPL est une fuite sur la citerne de livraison ou une rupture de flexible de dépotage. En présence d'une source d'ignition, cette fuite peut être à l'origine d'un

jet enflammé ou d'une inflammation à l'air libre d'un « nuage » de gaz produisant des effets thermiques et des effets de surpression. Par ailleurs, en cas de rupture brutale de la citerne, une vaporisation violente à caractère explosif du GPL contenu dans la citerne peut avoir lieu produisant également des effets thermiques et des effets de surpression. À l'intérieur de la chaufferie, une fuite sur une tuyauterie de GPL ou une défaillance sur le dispositif d'alimentation en GPL d'une chaudière peut conduire à la dispersion de gaz inflammable dans le local. En présence d'une source d'ignition, cette fuite peut être à l'origine d'un incendie ou d'une explosion dans le local.

Les effets thermiques et de surpression s'atténuent avec la distance. L'ensemble des dispositions de maîtrise des risques envisagées permet de maitriser les conséquences potentielles de ces situations accidentelles. Aucun effet ne serait ressenti à l'extérieur du centre de stockage Cigéo.

Les plaquettes de bois qui vont alimenter les chaudières biomasse sont des combustibles qui, en cas d'incendie, sont susceptibles de s'enflammer et ainsi apporter une masse combustible. Elles sont stockées dans un silo en fosse situé à l'intérieur des bâtiments chaufferies et équipé de murs coupe-feu. Si malgré ces mesures de prévention un incendie survenait, les effets thermiques seraient très limités. Aucune incidence ne serait ressentie à l'extérieur du centre de stockage Cigéo.

3.11.2.3.4 Les risques liés aux substances dangereuses non radioactives

Des substances dangereuses non radioactives pourront être mises en œuvre sur le centre de stockage Cigéo. Elles seront livrées et stockées en petits ou très petits conditionnements.

Une situation accidentelle redoutée est une fuite sur un contenant qui conduit à un épandage au sol de ces dernières. Dans les zones de stockage ou de mise en œuvre des substances inflammables, en présence d'une source d'ignition, cet épandage peut être à l'origine d'un incendie, voire d'une explosion. Par ailleurs, dans le cas d'épandages simultanés de substances incompatibles, des réactions chimiques dangereuses peuvent avoir lieu (dégagements de chaleur et/ou de substances nocives, voire toxiques).

Un ensemble de mesures de maitrise des risques est mis en place, notamment le stockage des substances dangereuses sur des capacités de rétention, en tenant compte des règles d'incompatibilité et dans des locaux adaptés. Aucune incidence ne serait ressentie à l'extérieur du centre de stockage Cigéo.

3.11.2.3.5 Les risques liés aux installations/locaux électriques

Les situations accidentelles redoutées relatives à la présence de ces installations électriques sont des fuites potentielles d'huile au niveau des postes de transformation électrique, des départs de feu/incendies et l'explosion d'hydrogène dégagé lors de la charge des batteries des moyens de manutention et des véhicules électriques.

Le respect des règles de l'art dans la conception et l'exploitation de ces installations permet de maitriser les risques et de limiter conséquences potentielles de ces situations accidentelles. Aucune incidence ne serait ressentie à l'extérieur du centre de stockage Cigéo.

3.11.2.3.6 Les risques liés aux explosifs éventuellement mis en œuvre pour les terrassements

Des explosifs pourraient être utilisés lors de la phase d'aménagement préalable pour la réalisation des terrassements. Les impacts en termes de surpression sont conditionnés par les quantités d'explosifs mises en jeu dans les situations accidentelles. Le respect de la réglementation applicable à l'utilisation d'explosifs permet de maitriser les risques et de limiter les conséquences potentielles d'une situation accidentelle. Aucune incidence ne serait ressentie à l'extérieur du centre de stockage Cigéo.

3.11.2.4 Les incidences sur les risques naturels existants

L'analyse des incidences du projet global Cigéo sur les risques naturels concerne les risques inondation, mouvement de terrain et climatiques. Cette analyse est réalisée au regard des dispositions de conception mises en œuvre pour éviter et réduire l'aggravation des risques existants.

3.11.2.4.1 Les incidences sur le risque inondation par remontée de nappe

L'évitement de zones à enjeu ou de réalisations de travaux de terrassement en déblais en périodes des plus hautes eaux de la nappe souterraine et la conception adaptées de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine et des liaisons surface-fond (notamment dispositifs d'étanchéité et de drainage), ainsi que la mise en place d'un système de gestion des eaux souterraines lors des travaux de terrassements permettent de limiter les incidences que peut avoir la construction du centre de stockage Cigéo sur la nappe souterraine et donc sur le risque de remontée de nappe.

3.11.2.4.2 Les incidences sur le risque d'inondation par débordement de cours d'eau

L'évitement, dans la mesure du possible, des zones à enjeu ou de réalisation de travaux en périodes des plus hautes eaux (réalisation des travaux au droit des cours d'eau temporaires en période d'assec), les mesures adaptées relatives à la limitation des surfaces imperméabilisées (et donc du ruissellement) ainsi qu'à la mise en place d'une gestion quantitative des eaux adaptée permettent de limiter une aggravation potentielle du risque inondation existant. Les débits de rejets des eaux conventionnelles ne seront pas de nature à impacter de manière significative l'hydrologie des cours d'eau récepteurs (la Bureau, l'Orge et l'Ormançon), étant entendu que les rejets vers les cours d'eau sont conditionnés par les débits de fuite des bassins (au maximum de 3 L/s/ha pour une pluie décennale et de 6 L/s/ha pour une pluie centennale). Par ailleurs, le centre de stockage Cigéo ne présente qu'une imperméabilisation d'environ 17 % (surface imperméabilisée en fin de construction initiale par rapport à la surface de la zone d'intervention potentielle).

Ainsi, la modélisation hydraulique conclut à une non aggravation du risque d'inondation en phase de construction initiale et en phase de fonctionnement du centre de stockage Cigéo pour les trois cours d'eau concernés. Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur la capacité de stockage de l'eau dans les zones inondables et sur le risque inondation en aval sont faibles.

3.11.2.4.3 Les incidences sur le risque mouvement de terrain

Le déploiement progressif du centre de stockage permet d'éviter les risques de tassements suite à l'effondrement des cavités postérieurement à la construction des galeries se répercutant sur les couches au-dessus. Les méthodes de creusement des ouvrages souterrains et de construction des installations de surface sont adaptées au contexte local, sur la base de campagnes de reconnaissance géotechnique. Ces mesures permettent de limiter les incidences que peut avoir la construction du centre de stockage Cigéo sur les risques de retrait-gonflement des argiles, de cavités et de tassements.

3.11.2.4.4 Les incidences sur les risques climatiques

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 vent), de l'humidité ambiante (rejet de vapeur) et de l'enscleillement local. Toutefois, compte tenu des mesures de réduction présentées dans la thématique sur les conditions atmosphériques les incidences que peut avoir le projet global Cigéo sur les conditions météorologiques et les risques associés sont très faibles. Enfin, les dispositifs de recyclage des eaux prévus en zones descenderie et puits du centre de stockage Cigéo, participent à la limitation du risque de sécheresse. Sur la base de ces éléments, le projet global Cigéo n'aggrave pas les risques climatiques existants, notamment ceux liés aux fortes pluies (susceptibles de provoquer des inondations).

3.11.2.5 La compatibilité avec le SRADDET

La prise en compte des risques et de la vulnérabilité du projet global Cigéo aux risques d'accident et de catastrophes majeurs est compatible avec les objectifs, les règles et les mesures d'accompagnement du SRADDET.

3.12 Les 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 en 2021 (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.

3.12.1 L'état initial

Enjeux

L'aire d'étude rapprochée s'inscrit dans un territoire éloigné des grandes infrastructures de transport. Le réseau départemental assure la desserte de l'aire d'étude rapprochée en connexion avec le réseau structurant national, cependant sa desserte en réseaux de transport collectif reste très limitée, conduisant à la large prédominance de l'utilisation de l'automobile pour les déplacements quotidiens. L'offre ferroviaire régionale TGV est existante mais sans desserte directe du territoire.

L'aire d'étude immédiate est traversée par une ancienne ligne ferroviaire entre Gondrecourt-le-Château et Joinville et la ligne ferroviaire 027000, qui n'est plus circulée, ainsi que par la route départementale D60/960 qui présente un trafic faible.

Enjeu modéré

Le projet global Cigéo est éloigné des infrastructures de transport structurantes, comme illustré sur la figure 3-49. L'aéroport et la gare TGV les plus proches sont situés à plus de 50 km. La ligne 400 kV Houdreville-Mery croise différentes infrastructures tout au long de son tracé de 124 km : routes, voies ferrées, canaux.

3.12.1.1 Le réseau ferroviaire

Plusieurs infrastructures de transport ferroviaire sont incluses dans l'aire d'étude rapprochée, dont deux dans l'aire d'étude immédiate :

- 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. À l'état initial, 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, puis dans le prolongement une ancienne installation terminale embranchée (ITE) désaffectée depuis plusieurs décennies.

3.12.1.2 Le réseau routier et les chemins

Le réseau d'infrastructures routières dans l'aire d'étude rapprochée est composé des axes structurants suivants : la route nationale N 67 (Saint-Dizier - Chaumont), la route nationale N4 (Paris - Strasbourg), l'autoroute A31 à l'est qui relie du nord au sud la frontière franco-luxembourgeoise à Beaune et la route départementale D60 (Haute-Marne), prolongée par la route départementale D960 (Meuse). 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, cet axe constituant une autre connexion au réseau structurant. Elle est classée comme route à grande circulation et axe privilégié pour les transports exceptionnels. Elle compte en moyenne 800 véhicules/jour. Figurent également la route départementale D966, suivie de la route départementale D127, qui relient le site sélectionné pour l'implantation du centre de stockage Cigéo aux axes structurants.

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.

L'aire d'étude immédiate ne recoupe pas d'infrastructure pour la circulation par mode doux (vélo, trottinette, rollers, etc.). Les chemins de grande randonnée sont présentés au chapitre 3.14.3 de la présente étude d'impact.

3.12.1.3 Le réseau fluvial

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.

3.12.1.4 Le réseau aérien

Deux aérodromes civils sont présents dans l'aire d'étude rapprochée : 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.

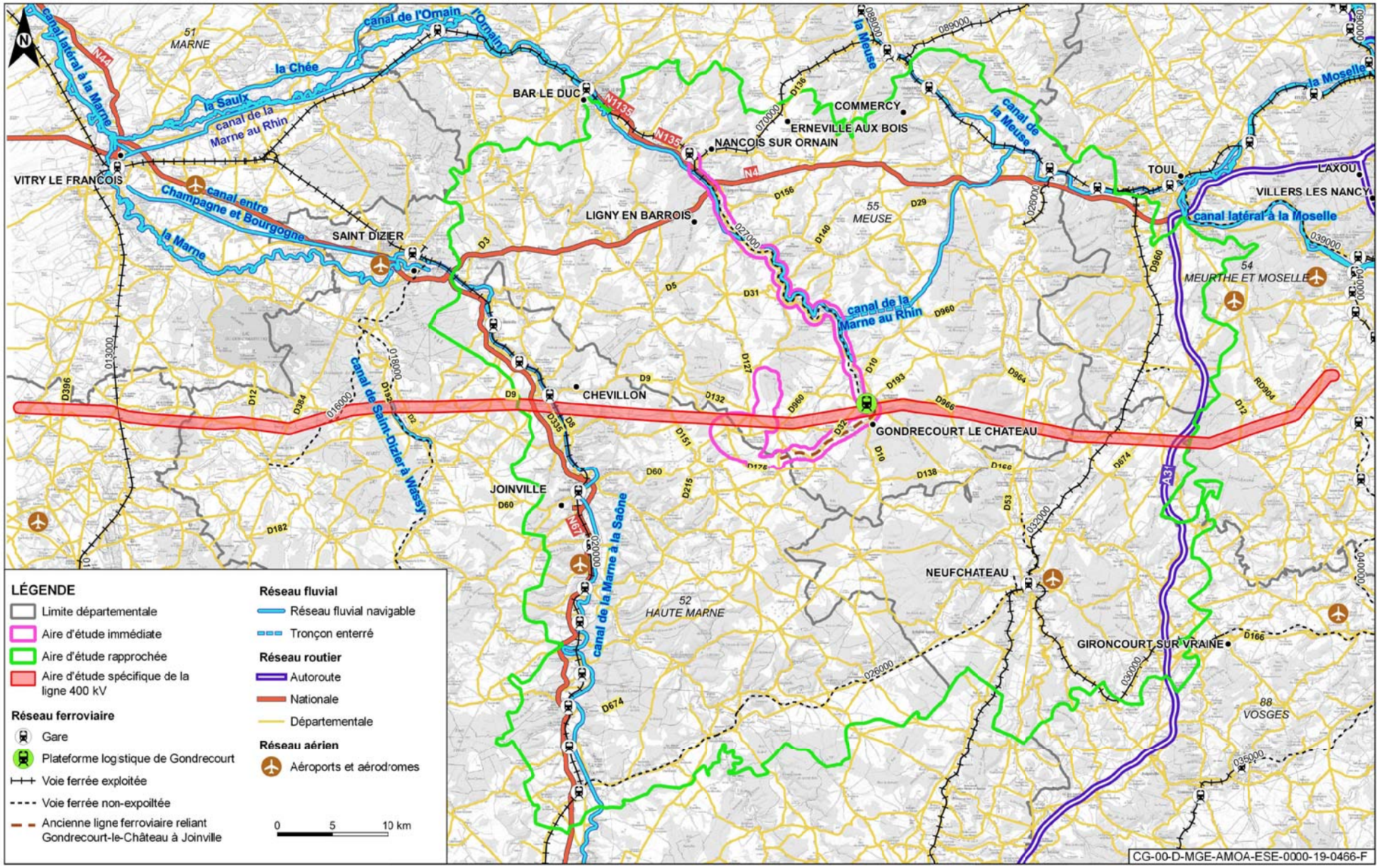


Figure 3-49 *Infrastructures de transport structurantes dans l'aire d'étude rapprochée des infrastructures de transport et l'aire d'étude spécifique de la ligne 400 kV*

3.12.2 Les incidences et mesures sur les infrastructures de transport et le trafic

3.12.2.1 Le réseau ferroviaire

3.12.2.1.1 Les infrastructures du réseau ferroviaire

La réflexion menée en amont sur la localisation des différentes composantes du projet global Cigéo 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.

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 est 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, réalisée en 2021, dont le maître d'ouvrage est SNCF Réseau. Les travaux de modernisation des passages à niveaux et leurs zones d'intervention potentielle 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'incidence très faible sur les infrastructures du réseau ferroviaire ne nécessite pas la mise en œuvre de mesures de réduction spécifiques.

3.12.2.1.2 Le trafic ferroviaire

Les travaux de raccordement de l'installation terminale embranchée 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 huit 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 six trains par mois (convois de colis de déchets radioactifs), le trafic ferroviaire engendré par le projet global Cigéo 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'incidence très faible sur le trafic ferroviaire ne nécessite pas la mise en œuvre de mesures de réduction spécifiques.

Incidence résiduelle très faible du projet global Cigéo sur le réseau ferroviaire et sur son trafic

3.12.2.2 Le réseau routier

3.12.2.2.1 Le réseau routier et les chemins

Les travaux du projet global Cigéo entraînent une modification du réseau routier existant dès la phase d'aménagements préalables du fait des interceptions d'infrastructures routières existantes et des créations d'infrastructures dans le cadre du projet global Cigéo.

Les axes routiers majeurs (autoroute, nationale) sont évités. 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 Cigéo 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 actuel. La circulation sur la route départementale n'est 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 sont ponctuellement modifiés (déviation de la route de la départementale D60/960 notamment). Ainsi, l'incidence résiduelle du projet global Cigéo sur le réseau routier est faible et permanente.

Incidence résiduelle faible du projet global Cigéo sur le réseau routier et les chemins

3.12.2.2.2 Le trafic routier et les 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, génèrent du trafic routier avec la circulation des véhicules légers et des poids lourds.

Des mesures d'évitement sont 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 Cigéo 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. Le détail des mesures est présenté au chapitre 12 du volume IV de la présente étude d'impact.

Les incidences après mesures d'évitement du projet global Cigéo sur le trafic sont évaluées à partir de modélisations de trafic pour le centre de stockage Cigéo et de premières estimations sur le nombre de poids lourds nécessaires pour les besoins des autres opérations. L'incidence du centre de stockage Cigéo sur le réseau structurant (autoroute A31, les route nationales N4 et N67) est faible. L'augmentation du volume global tous véhicules confondus n'excède pas 10 % et la structure du trafic (répartition VL/PL) sera peu modifiée, même sur la route nationale N67 qui supportera pourtant une part importante des flux générés par les zones puits et descenderie. Les routes départementales en accès au projet global 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 ont, 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 Cigéo 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 Cigéo sera précisé dans les versions ultérieures de l'étude d'impact.

Le projet global 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), ce qui soulève des questions de sécurité des usagers (automobilistes, cyclistes ou piétons).

Du point de vue de la circulation, l'incidence du projet global Cigéo 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 l'accès des 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 résiduelle faible du projet global Cigéo en termes de congestion et de sécurité routière, malgré une augmentation de trafic

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.

3.12.2.3 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 ni 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 est très faible.

Incidence résiduelle très faible du projet global Cigéo sur le réseau fluvial et son trafic fluvial

3.12.2.4 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 ni 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 peuvent entraîner, de façon très marginale, des déplacements de personnes par avion (et le trafic aérien n'en est 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 résiduelle très faible du projet global Cigéo sur le réseau aéroportuaire et son trafic aéroportuaire

3.12.3 La compatibilité du projet global Cigéo avec les plans, schémas et programmes liés aux infrastructures de transport

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 (74). 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) Grand Est (94) incite à poursuivre l'amélioration, la rénovation, la fiabilisation et la modernisation des infrastructures de transport (routier, ferroviaire et fluvial).

L'aire d'étude immédiate n'est pas concernée par un plan de déplacement urbain (PDU) ni par un plan local de déplacement (PLD).

Le projet global Cigéo n'a pas d'effet majeur sur le réseau routier structurant, il est conçu de façon à limiter les incidences du trafic de poids-lourds, ainsi qu'à favoriser le report modal sur le ferroviaire. La remise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 contribue à la rénovation du réseau ferroviaire national.

Ainsi, l'aménagement et la réfection d'infrastructures de transport dans le cadre du projet global Cigéo sont compatibles avec les objectifs et les règles du SRADDET.

Le projet global Cigéo est également compatible avec les orientations du Contrat de plan État-Région (CPER) Lorraine 2021-2027.

La zone d'implantation du projet global Cigéo n'est pas concernée par un plan mobilité de déplacement urbain (PDU) ni par un plan local de mobilité. Aucune analyse de compatibilité avec ces documents n'est donc nécessaire.

3.12.4 Les conséquences prévisibles des infrastructures du projet global Cigéo sur le développement éventuel de l'urbanisation

Une infrastructure de transport peut avoir plusieurs types d'incidences potentielles 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 3.3 (sol), 3.6 (milieu naturel) et 3.8 (agricole/sylvicole) 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, n'est 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. 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 actée par la déclaration d'utilité publique du centre de stockage Cigéo 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 (notamment ses infrastructures de transport : liaison intersites et installation terminale embranchée).

Pour les communes dotées d'un document d'urbanisme, sauf à ce que les communes ouvrent de nouvelles zones à l'urbanisation, les infrastructures du projet global Cigéo ont une incidence très faible sur l'urbanisation. Pour les communes non dotées de documents d'urbanisme, et donc soumise au règlement national d'urbanisme c'est le principe de la constructibilité limitée qui s'applique : compte tenu de l'absence de zone urbanisée à proximité immédiate des infrastructures créées, il n'y aura pas d'urbanisation dans ces secteurs. L'incidence résiduelle est donc très faible. À ce titre, aucune mesure compensatoire n'est proposée.

Incidence résiduelle très faible du projet global Cigéo sur le développement éventuel de l'urbanisation

3.12.5 Les enjeux écologiques et les risques potentiels liés aux aménagements fonciers, agricoles et forestiers des infrastructures de transport

Pour la liaison intersites et l'installation terminale embranchée, 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 (société d'aménagement foncier et d'établissement rural) 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 sont 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 sont très faibles.

Pour le projet global Cigéo, les enjeux et risques écologiques des aménagements fonciers, agricoles et forestiers sont faibles

3.12.6 L'évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet, notamment du fait des déplacements qu'elle entraîne ou permet d'éviter

» SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

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.

La réalisation du 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 les infrastructures de transport existantes étaient réalisées au maximum pour assurer les déplacements générés par le centre de stockage Cigéo (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.

3.12.7 Les coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité

3.12.7.1 Les 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) qui auraient été observés si le reccurt aux infrastructures de transports existantes avait été maximal.

3.12.7.2 Le 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

3.13 Le cadre de vie

» ÉTABLISSEMENT RECEVANT DU PUBLIC

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).

3.13.1 L'état initial

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

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. Les établissements sensibles les plus proches sont l'école d'Échenay, au sud-est de la zone descenderie, et l'école d'Houdelaincourt, le long de la ligne ferroviaire 027000, toutes les deux 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 lumineuse 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 de champs électriques et magnétiques.

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 électriques et magnétiques, sont également présentes. Ligny-en-Barrois, plus grande ville de l'aire d'étude immédiate, se distingue des autres sources de pollution lumineuse.

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 400 kV 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 400 kV. 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.

3.13.2 Les incidences et mesures associées

3.13.2.1 Les incidences acoustiques et mesures associées

Les opérations du projet global Cigéo, et en particulier le centre de stockage Cigéo, sont sources de nuisances sonores.

Des mesures d'évitement sont mises en place : zones puits et liaison intersites éloignées des zones urbanisées, éloignement des variantes d'implantation du poste électrique 400/90 kV et de la déviation de la route départementale D60/960 des villes, circulation des trains uniquement en journée, sauf très exceptionnellement pour des convois de colis. Le détail des mesures est présenté au chapitre 13 du volume IV de la présente étude d'impact.

3.13.2.1.1 La phase d'aménagements préalables

En phase d'aménagements préalables, toutes les opérations sont en construction. Aucun seuil réglementaire n'existe pour cette phase, néanmoins les nuisances acoustiques sont 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 (Bure et Saudron). De plus les nuisances sonores induites par la zone descenderie se cumulent à celles induites par le poste de transformation 400/90 kV, 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 Cigéo : 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.

Différentes mesures de réduction des nuisances sonores sont mises en place : organisation du chantier, utilisation d'avertisseurs sonores de type « cri du lynx », utilisation d'engins de chantier moins bruyants, protection acoustique du poste de transformation 400/90 kV, pas de travaux de nuit (22 h - 6 h), limitation sonore de certaines zones de chantier, convoyeur semi-enterré sur la liaison intersites. Par ailleurs, un merlon est mis en place en phase d'aménagements préalables en limite de site, à l'est de Saudron et un écran anti-bruit du côté de l'hôtel du Bindeuil.

Après mise en œuvre de ces mesures, les niveaux de bruit attendus durant cette phase restent dans des niveaux de bruit ambiant, mais plus élevé qu'à l'état actuel. Les incidences résiduelles sont donc modérées.

Incidence acoustique résiduelle modérée du projet global Cigéo en phase d'aménagements préalables

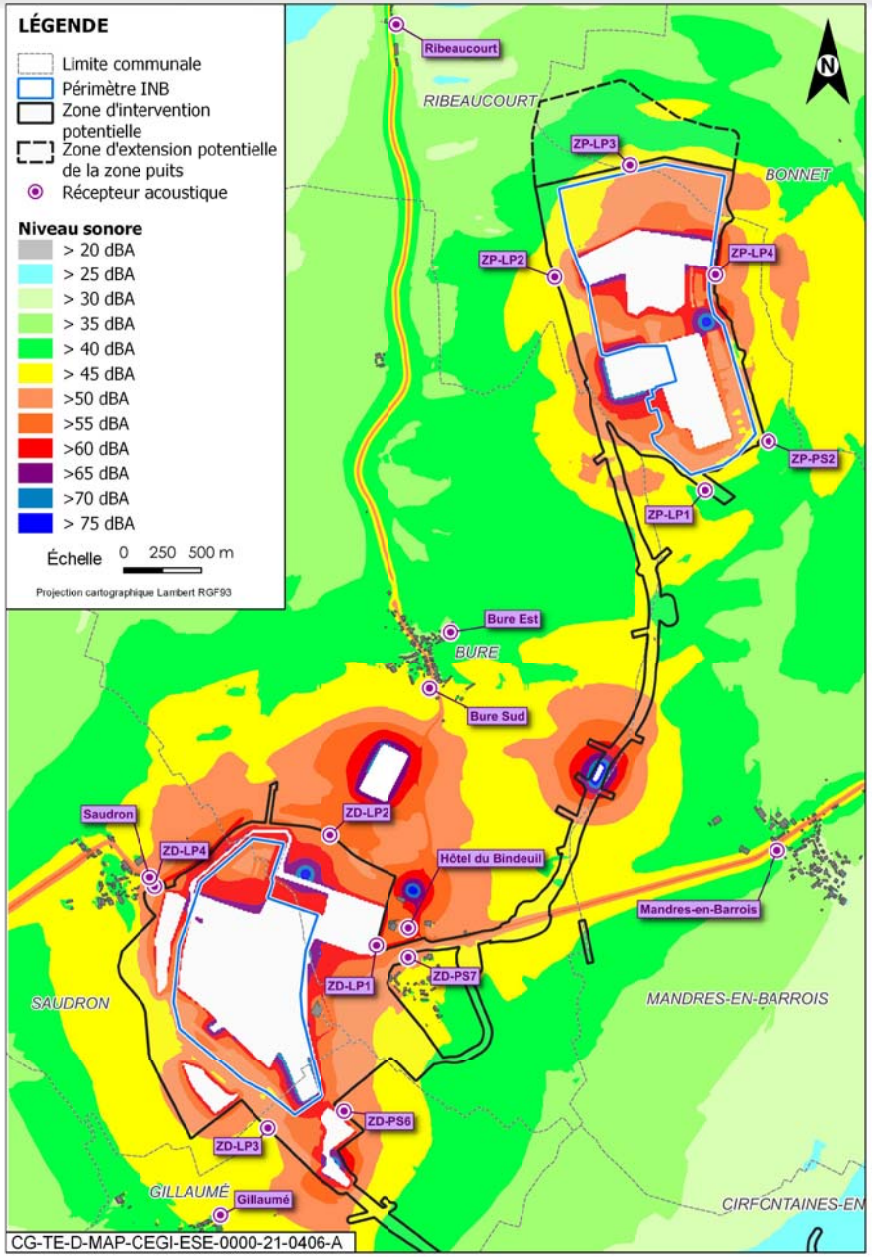


Figure 3-50 Cartographie sonore - Aménagements préalables - Toutes sources (Diurne)

3.13.2.1.2 La phase de construction initiale

En phase de construction initiale, la liaison intersites, l'installation terminale embranchée, 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 inférieurs aux seuils réglementaires.

La ligne électrique Houdreville-Méry ne génère pas de nuisance sonore supplémentaire par rapport à l'état initial. 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, déjà mises en œuvre en phase d'aménagements préalables, sont maintenues. Le détail des mesures est présenté au chapitre 13 du volume IV de la présente étude d'impact.

Après mise en œuvre des mesures de réduction, les niveaux sonores en phase de construction initiale sont inférieurs aux seuils réglementaires, mais plus élevés qu'à l'état actuel. Les incidences résiduelles sont donc modérées.

Incidence acoustique résiduelle modérée du projet global Cigéo en phase de construction initiale

3.13.2.1.3 La phase de fonctionnement

En phase de fonctionnement, toutes les installations du projet global Cigéo sont en activité. Les principales sources sonores sont liées au fonctionnement des zones descenderie et puits et du poste de transformation 400/90 kV.

Différentes mesures de réduction des nuisances sonores sont mises en place : installation de silencieux sur les usines de ventilation et mur anti-bruit. Le détail des mesures est présenté au chapitre 13 du volume IV de la présente étude d'impact.

Après mise en œuvre de ces mesures, les niveaux sonores en fonctionnement des zones à émergence réglementée sont inférieurs aux seuils réglementaires, plus élevés qu'à l'état initial, mais inférieures aux phases d'aménagements préalables et de construction initiale. Les incidences résiduelles sont donc faibles. 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 est faible.

Incidence acoustique résiduelle faible du projet global Cigéo en phase de fonctionnement.

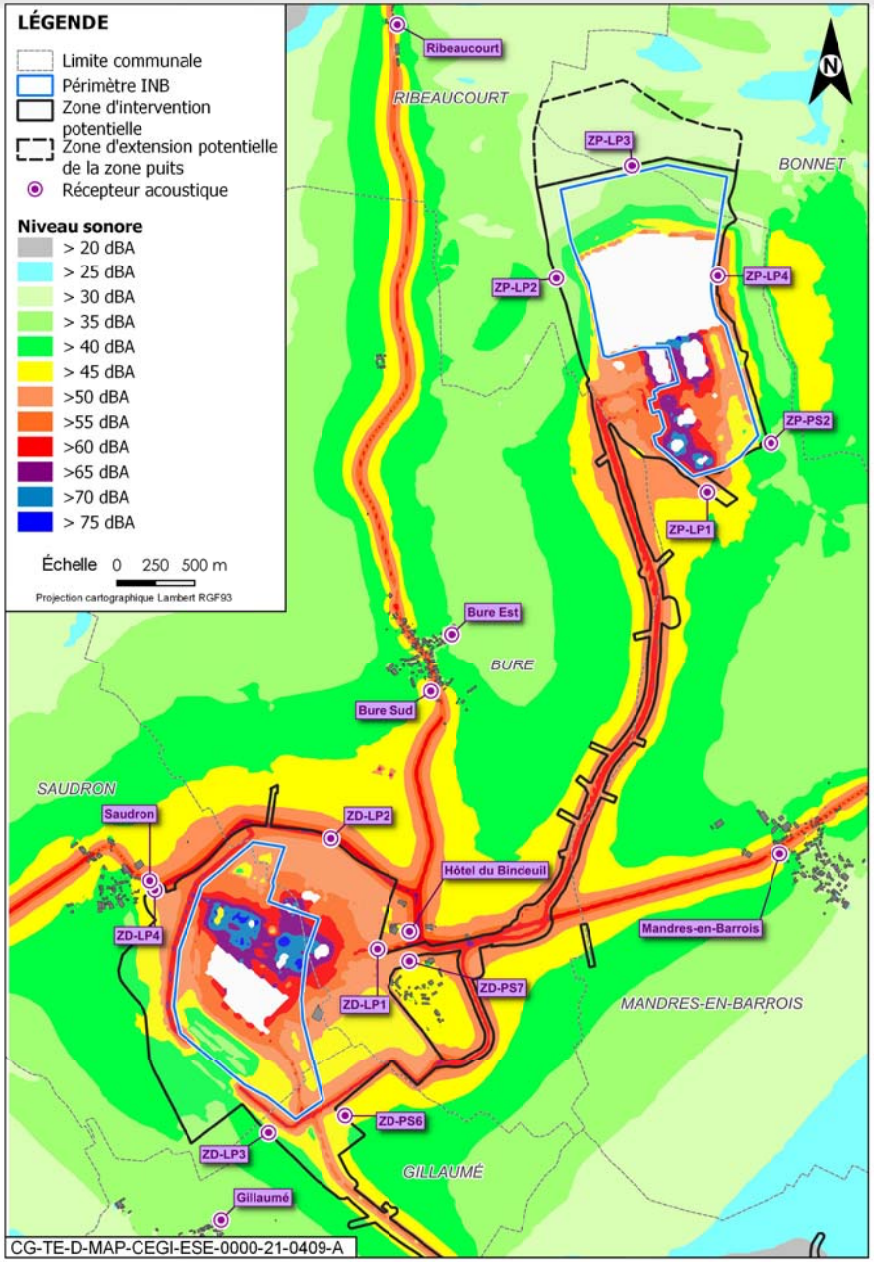


Figure 3-51 *Cartographie sonore après mesures d'évitement et de réduction – Construction initiale – Toutes sources du projet global Cigéo (Diurne)*

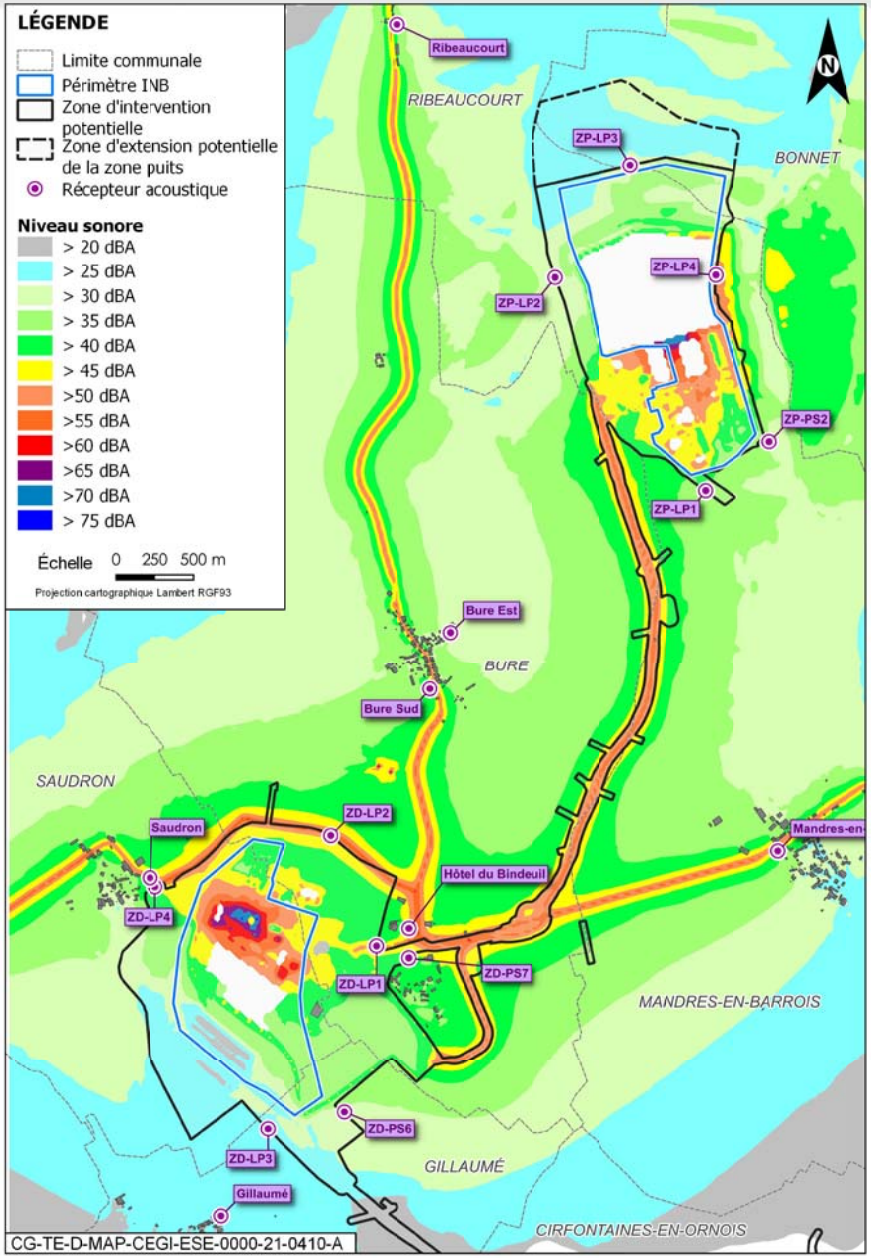


Figure 3-52 *Cartographie sonore après mesures d'évitement et de réduction – Construction initiale – Toutes sources du projet global Cigéo (nocturne)*

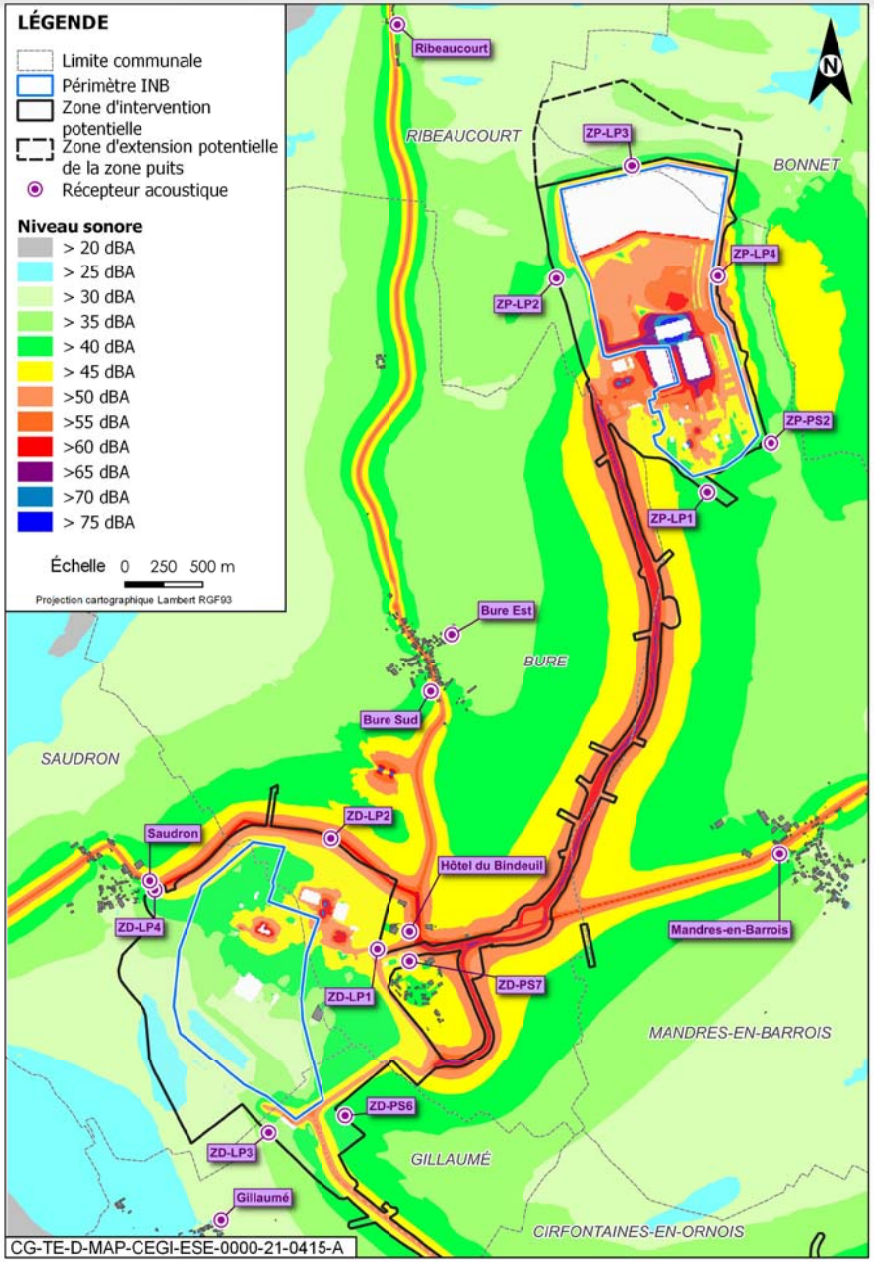


Figure 3-53 *Cartographie sonore après mesures d'évitement et de réduction – Fonctionnement – Toutes sources (Diurne)*

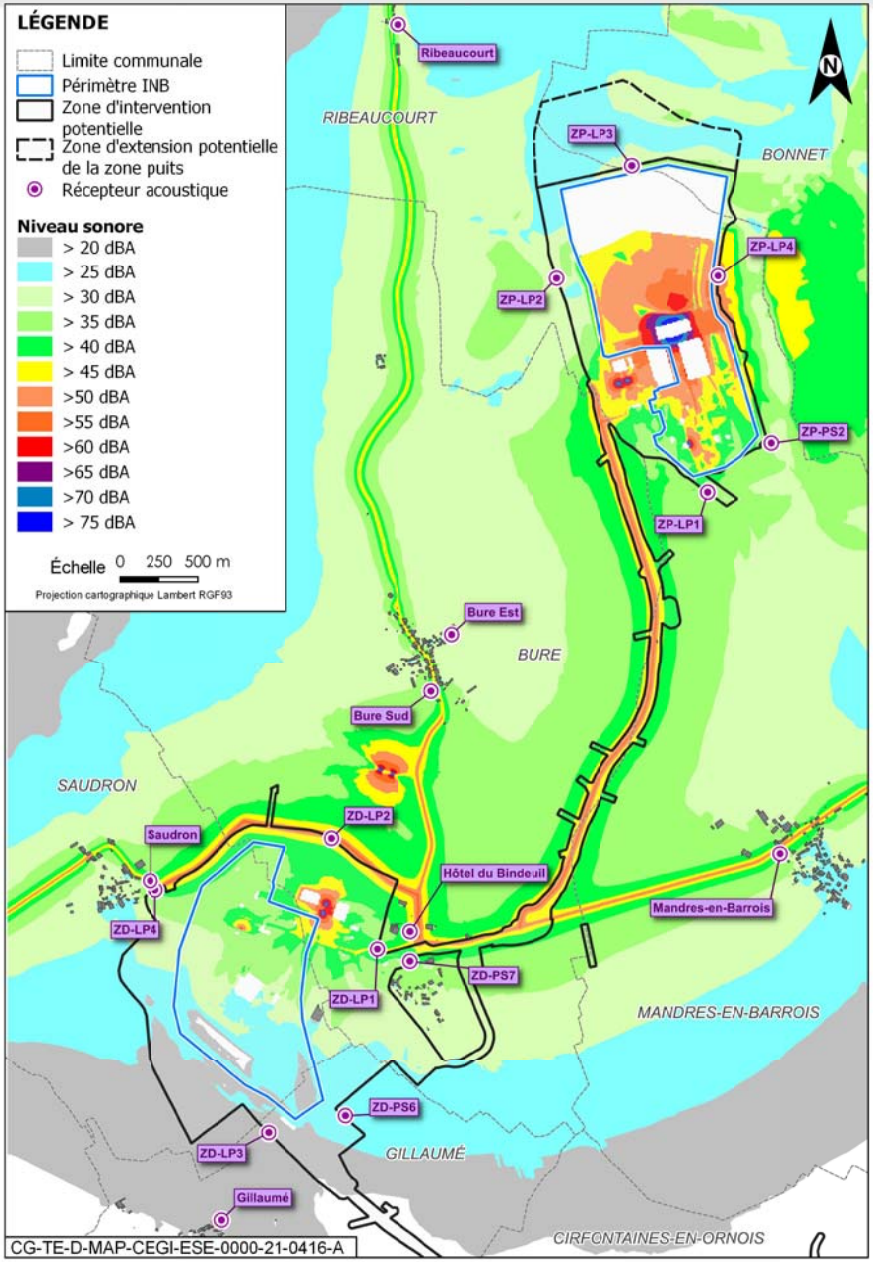


Figure 3-54 *Cartographie sonore après mesures d'évitement et de réduction – Fonctionnement – Toutes sources (Nocturne)*

3.13.2.2 Les incidences liées aux vibrations et mesures

Le projet global Cigéo est à l'origine de vibrations liées à l'utilisation d'explosifs, aux engins de chantiers, à la circulation de trains.

Des mesures d'évitement sont mises en place : éloignement des zones urbanisées, pas de circulation de trains et de travaux en surface la nuit (22 h – 6 h).

3.13.2.2.1 La phase d'aménagements préalables

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 Cigéo : 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'installation terminale embranchée 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.

3.13.2.2.2 La phase de construction initiale

En phase de construction initiale, la liaison intersites, l'installation terminale embranchée, 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 située à environ 500 mètres de profondeur, aucune vibration liée aux machines de creusement n'est ressentie en surface.

Par ailleurs des structures bâties sont présentes à moins de 100 mètres 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, engins non mobiles isolés du sol et équipés de dispositifs d'absorption des chocs et vibrations, adaptation des tirs de mines. Le détail des mesures est présenté au chapitre 13 du volume IV de la présente étude d'impact.

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 actualisations successives de la présente étude d'impact du projet global Cigéo.

3.13.2.2.3 La phase de fonctionnement

En phase de fonctionnement, toutes les opérations du projet global Cigéo 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 sont très faiblement ressenties par les habitations les plus proches de la zone descenderie.

Un suivi des vibrations est réalisé pendant les phases d'aménagements préalables et de construction initiale. Par ailleurs, des mesures de suivi au niveau des habitations les plus proches des voies ferrées sont mises en œuvre après la mise en service des installations, en phases de construction initiale et 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 résiduelle faible du projet global Cigéo sur les vibrations

3.13.2.3 Les incidences lumineuses et mesures associées

Le projet global Cigéo et essentiellement le centre de stockage Cigéo, 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 liaison intersites des zones urbanisées, éloignement des variantes d'implantation du poste électrique 400/90 kV et de la déviation de la route départementale D60/960 des villes, absence de travaux la nuit, pas de circulation de trains la nuit hors très rares exceptions, pas d'éclairage au niveau de la liaison intersites et de l'installation terminale embranchée, de la ligne 027000, de l'adduction d'eau et de la déviation D60/960. Le détail des mesures est présenté au chapitre 13 du volume IV de la présente étude d'impact.

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 se déplacent sur le linéaire en travaux au fur et à mesure de l'avancement de chacun des chantiers spécifiques à ces opérations.

En phase de construction initiale et en phase de fonctionnement, l'éclairage des zones puits et descenderie, est à l'origine d'une modification significative 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.

Pour l'ensemble des phases, aucuns travaux n'ont lieu la nuit (22 h - 5 h) en surface. Certaines sources lumineuses sont néanmoins maintenues pour des raisons de sécurité ou de protection. 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 du Bindeuil et les habitations des villages de Saudron et Gillaumé et le sud de la zone puits (Mandres-en-Barrois).

Incidence résiduelle faible du projet global Cigéo sur l'ambiance lumineuse en phase d'aménagements préalables

Les incidences résiduelles en phase de construction initiale et de fonctionnement sont modérées, notamment car l'aire d'étude à l'état initial comporte peu d'éclairages. Ces émissions sont visibles depuis l'hôtel du Bindeuil et plusieurs villages (Gillaumé, Saudron, Mandres-en-Barrois).

Incidence résiduelle modérée du projet global Cigéo sur l'ambiance lumineuse en phases de construction initiale et en fonctionnement

3.13.2.4 Les incidences liées aux odeurs et mesures associées

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 notamment des zones de restauration, au fonctionnement des restaurants et à la stagnation d'eaux pluviales ou usées dans les bassins.

La zone puits, la liaison intersites, les variantes d'implantation du poste électrique 400/90 kV et la déviation de la route départementale D60/960 sont éloignées des habitations. 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. Ces mesures sont communes avec les mesures de réduction des incidences sur la qualité de l'air, la pollution des sols, les eaux superficielles et les déchets conventionnels. Elles permettent de limiter ces odeurs qui ne seront pas perceptibles par les riverains.

Incidence résiduelle très faible du projet global Cigéo concernant les odeurs

3.13.2.5 Les incidences liées aux champs électriques et magnétiques et mesures associées

L'installation terminale embranchée et la ligne ferroviaire 027000 ne sont pas électrifiées. L'adduction d'eau et la déviation de la route départementale D60/960 ne génèrent pas de champs électromagnétiques. 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'entraînent donc pas de champs 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 mètres 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 aérienne 400 kV, et donc de réduire les champs électromagnétiques. Les champs électriques et magnétiques générés par les deux nouvelles portions de liaisons de 400 kV nécessaires pour le raccordement au poste de transformation 400/90 kV sont semblables à ceux générés par le tronçon actuel de la liaison Houdreville-Mery. 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 les champs électriques et magnétiques.

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 résiduelle très faible du projet global Cigéo concernant les champs électriques et électromagnétiques

3.14 Le paysage, le patrimoine culturel, le tourisme et les activités de plein air

3.14.1 Le 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 permet de repérer et d'évaluer les éléments identitaires emblématiques des lieux : les structures paysagères locales (relief, géomorphologie, hydrographie...), les composantes paysagères (physionomie du couvert végétal naturel, les caractères du paysage agraire, réseaux, paysage bâti...) et les relations visuelles (perceptions visuelles à l'échelle du grand paysage et à l'échelle du paysage proche).

L'évaluation des incidences sur le paysage est effectuée par opérations d'une part (centre de stockage Cigéo et opérations des autres maîtres d'ouvrage) en détaillant les incidences par sous opérations, puis par approche visuelle (perception lointaine et perception proche). Cette évaluation intègre également l'évolution dans le temps du projet global Cigéo et ses différentes phases de vie.

Les incidences du projet sur le paysage ont été appréhendées grâce à la réalisation d'une carte de visibilité (cf.Figure 3-58), de coupes topographies et de photomontages réalisés au niveau de points de vue significatifs (cf. Figure 3-56 et figure 3-57). 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. La coupe topographique met en évidence le rôle prépondérant du relief dans l'évaluation des impacts, mais également le rôle de modelés paysagers qui seraient entrepris dans le cadre de mesures mises en œuvre. Les photomontages permettent d'illustrer l'intégration du projet depuis différents points de vue et à toutes ces phases de vie.

3.14.1.1 L'état initial

L'aire d'étude rapprochée s'intègre dans trois sous-unités paysagères, présentées sur la figure 3-55:

- le paysage agricole ouvert, pour la partie sud de l'aire d'étude (zones du plateau haut du Barrois), incluant les installations du centre de stockage Cigéo, le poste de transformation électrique et la déviation ;
- le paysage de vallée semi-ouvert, et plus particulièrement la vallée de l'Ornain, pour la partie nord, où chemine la ligne ferroviaire 027000 ;
- le paysage forestier fermé, pour la partie sud de l'aire d'étude (plateau du Barrois).

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 dotés d'églises, de châteaux, de lavoirs, etc. constituant des repères visuels dans le paysage. La vallée de l'Ornain s'organise autour de la rivière et du canal de la Marne au Rhin qui méandrent sur les argiles. Ce paysage d'au caractère ouvert et dégagé est exposé à la perception visuelle et aux covisibilités

Enjeu fort

Au sein d'un milieu rural prononcé, le territoire d'insertion du projet global Cigéo présente une topographie de plateau vallonné, drainé par des cours d'eau confluant vers les vallées plus ou moins creusées.

Il ressort de l'analyse paysagère les caractéristiques suivantes :

- le plateau du Barrois au sud, bien plus dégagé, présente un paysage très ouvert offrant des perspectives lointaines nombreuses ;
- la présence de « buttes boisées » également sur le plateau élevé au sud sont de véritables repères visuels dans le paysage. Elles font partie intégrante de l'identité de ce secteur ;
- malgré leur nombre restreint, les villages, avec leur église au clocher facilement perceptible, sont implantés en majeure partie dans des espaces dégagés sur le plateau et présentent donc des covisibilités qui varient en fonction des ondulations du relief (de proches à lointaines). Les villages dans le fond des vallées sont quant à eux concentrés sur un territoire linéaire plus contraint et donc présentant des covisibilités plus nombreuses ;
- la vallée de l'Ornain présente de multiples covisibilités du fait de la juxtaposition du canal de la Marne au Rhin, de la voie ferrée, du réseau viaire et du tissu urbain plus dense en fond de vallée ;
- les versants créent dans le paysage une succession d'ouvertures et de fermetures visuelles rythmant ainsi les parcours empruntés.

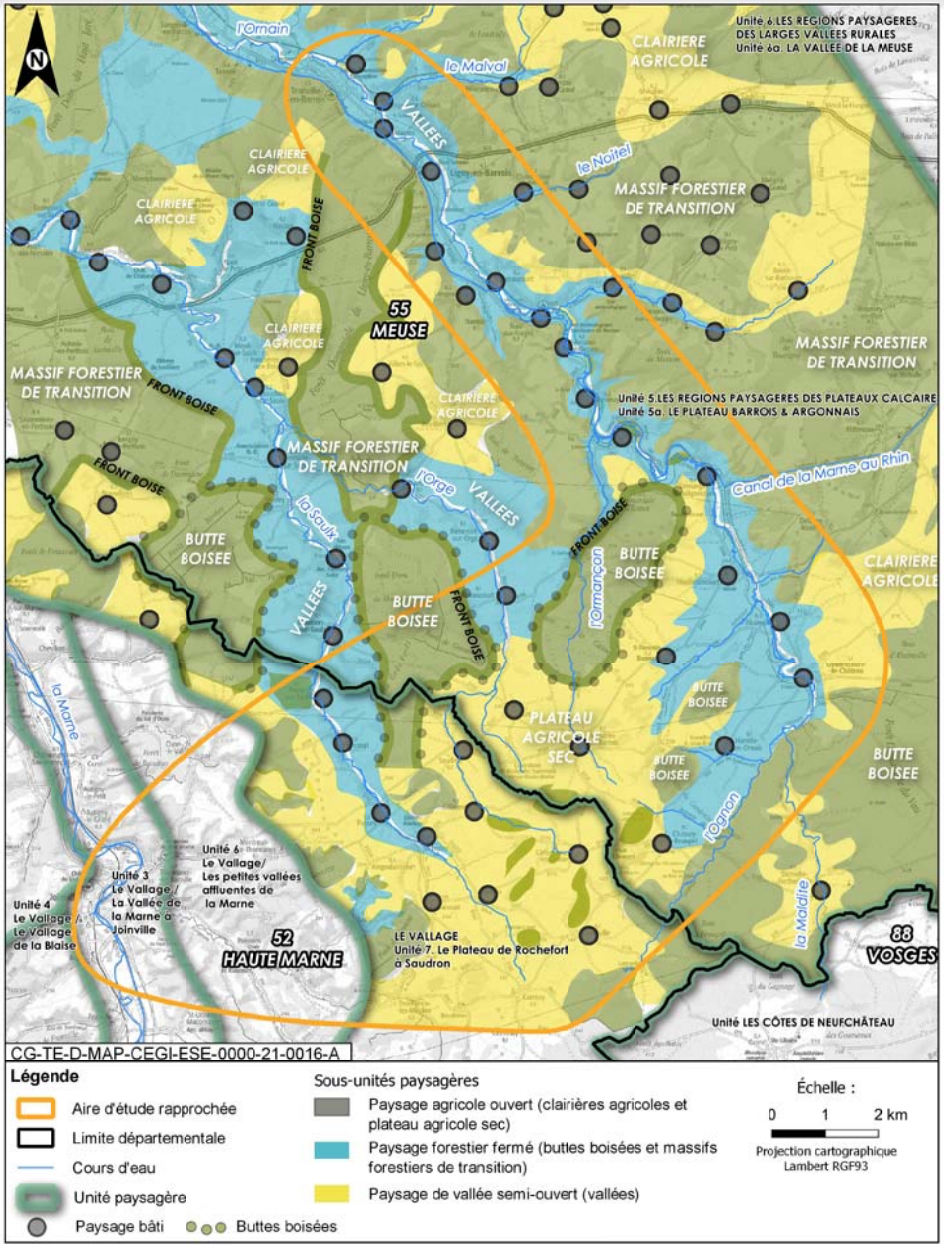


Figure 3-55 *Synthèse des sous-unités paysagères au sein de l'aire d'étude rapprochée*



Figure 3-56 *Exemple de photomontage au point de vue n° 30*

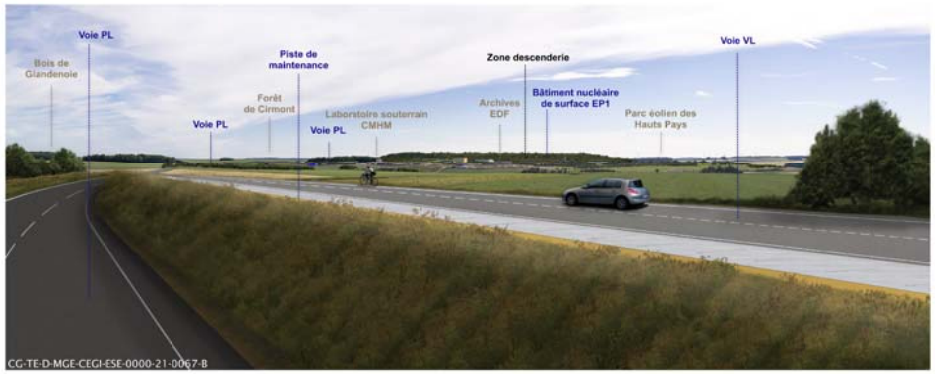


Figure 3-57 *Exemple de photomontage au point de vue 20b*

3.14.1.2 Les incidences et mesures associées

Le projet global Cigéo s'implante dans un environnement rural et forestier ponctué de petits villages.

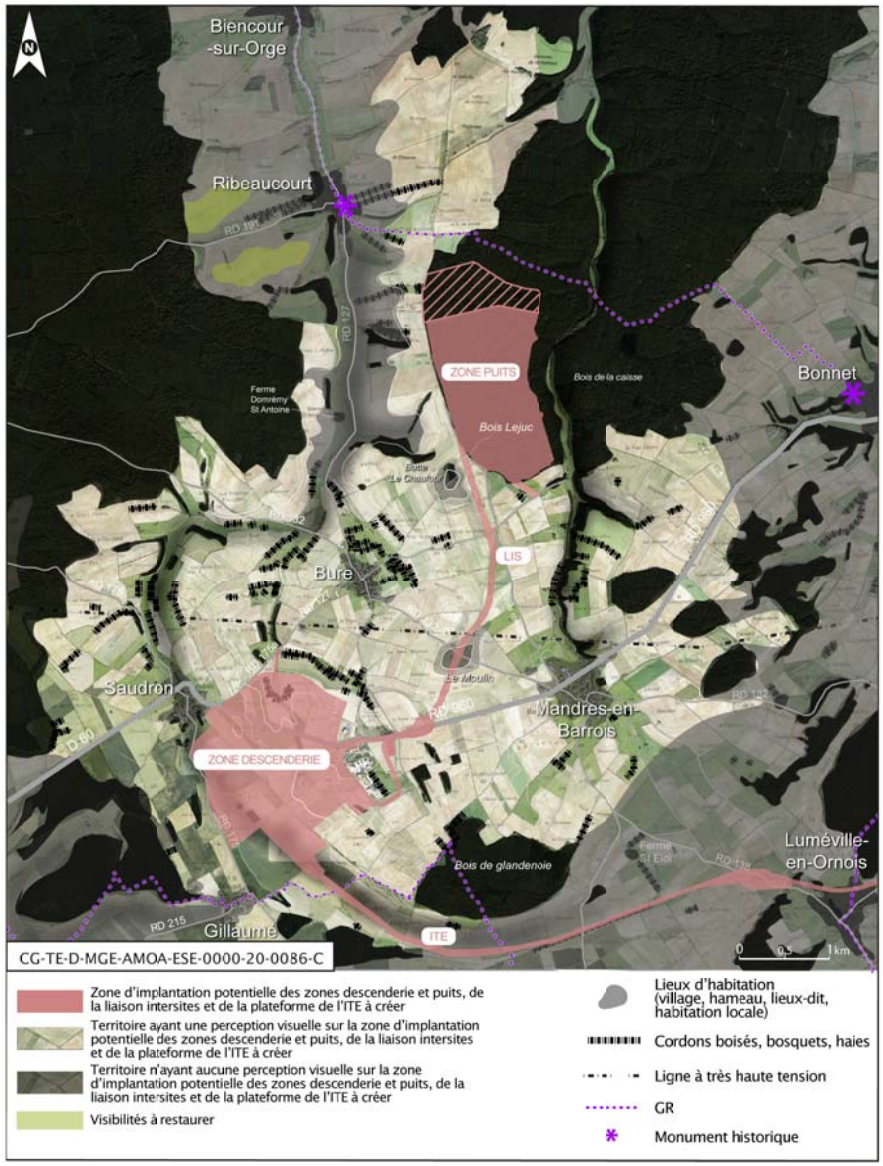


Figure 3-58 Carte de visibilité

3.14.1.2.1 Le centre de stockage Cigéo

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, que ce soit en perception lointaine ou en perception proche des installations et ouvrages. 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 ainsi que les futurs rétablissements viennent impacter modérément le paysage par la création de remblais et les ouvrages de franchissement (les études sont en cours et leurs résultats sera intégré lors de la prochaine actualisation).

Dès la conception du projet, les aménagements paysagers sont pensés pour limiter l'impact visuel du centre de stockage Cigéo. 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 phase d'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 trouver leur source en des lieux habités (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, proches ou lointains.

Au niveau de la zone puits, le défrichement, vient créer une brèche dans le massif boisé perceptible de loin et de près 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, l'efficacité des mesures de réduction dépend de la vitesse de développement des plantations et nécessite du temps.

En phase de 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 proche 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 de loin 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 haies et de cordons boisés envisagé réduit l'incidence liée principalement aux passages des véhicules.

3.14.1.2.2 Les opérations des autres maîtres d'ouvrage

L'opération d'alimentation électrique inclut différentes opérations (cf. Chapitre 2.4.2 du volume II de l'étude d'impact) parmi lesquelles seule l'implantation du poste est susceptible d'avoir des effets temporaires et permanents notables, qui seront réduites par l'intégration préalable d'une étude paysagère au processus de conception du poste. Les autres opérations associées à l'alimentation électrique sont susceptibles d'impacter le paysage proche uniquement de façon temporaire en phase travaux.

L'opération d'adduction d'eau occasionne des effets paysagers exclusivement sur le paysage proche, 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 proche seront principalement temporaires car liés au chantier. Les reprises d'ouvrages d'art le long de cette ligne pourront impacter de façon permanente le paysage. Leur effet visuel sera limité et leur incidence résiduelle rendue non notable dans le cadre de l'élaboration en cours du projet et après participation du public.

À l'image des opérations des autres maîtrises 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. Des mesures génériques concernant par exemple le modelage des terrassements ou la limitation des emprises réduiront leur incidence paysagère.

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 Cigéo. Elle est faible à forte en phase d'aménagements préalables et de construction initiale, puis faible en phase de fonctionnement quand les plantations paysagères seront arrivées à maturité.

3.14.2 Le patrimoine culturel

» 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).

» SITES CLASSÉS, SITES PATRIMONIAUX REMARQUABLES ET MONUMENTS HISTORIQUES

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 (95). 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.

3.14.2.1 Le patrimoine archéologique

3.14.2.1.1 L'état initial

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 sont susceptibles d'être réalisés.

Enjeu fort dans la partie ouest de l'aire d'étude immédiate (zone ayant fait l'objet de diagnostics) et potentiellement fort sur le reste de l'aire d'étude immédiate (sur la base des données bibliographiques)

Trois sites archéologiques classés « Monuments historiques » recoupent la partie nord de l'aire d'étude rapprochée où chemine la ligne ferroviaire 027000. Ces trois sites appartiennent aux 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 les aires d'étude rapprochée et immédiate : la voie romaine. Une grande partie des emprises de la zone descenderie et 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.

3.14.2.1.2 Les incidences et mesures associées

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'installation terminale embranchée. 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 résiduelle modérée du projet global Cigéo sur les sites archéologiques

3.14.2.2 Le patrimoine historique et architectural et sites inscrits, sites classés

3.14.2.2.1 L'état initial

Enjeux

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 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 et de la ligne 400 kV

Enjeu faible pour le centre de stockage Cigéo

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 (cf. Figure 3-59). La majorité est localisée 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-lès-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 : l'église de Bonnet, l'église de Ribeaucourt et le Domaine de Chassey-Beaupré. Aucun n'est inclus dans l'aire d'étude immédiate.

Un site classé est présent dans les aires 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 huit monuments historiques.

3.14.2.2.2 Les incidences et mesures associées

L'aire d'étude rapprochée inclut 32 monuments historiques (dont 8 classés et 24 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 Cigéo 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.

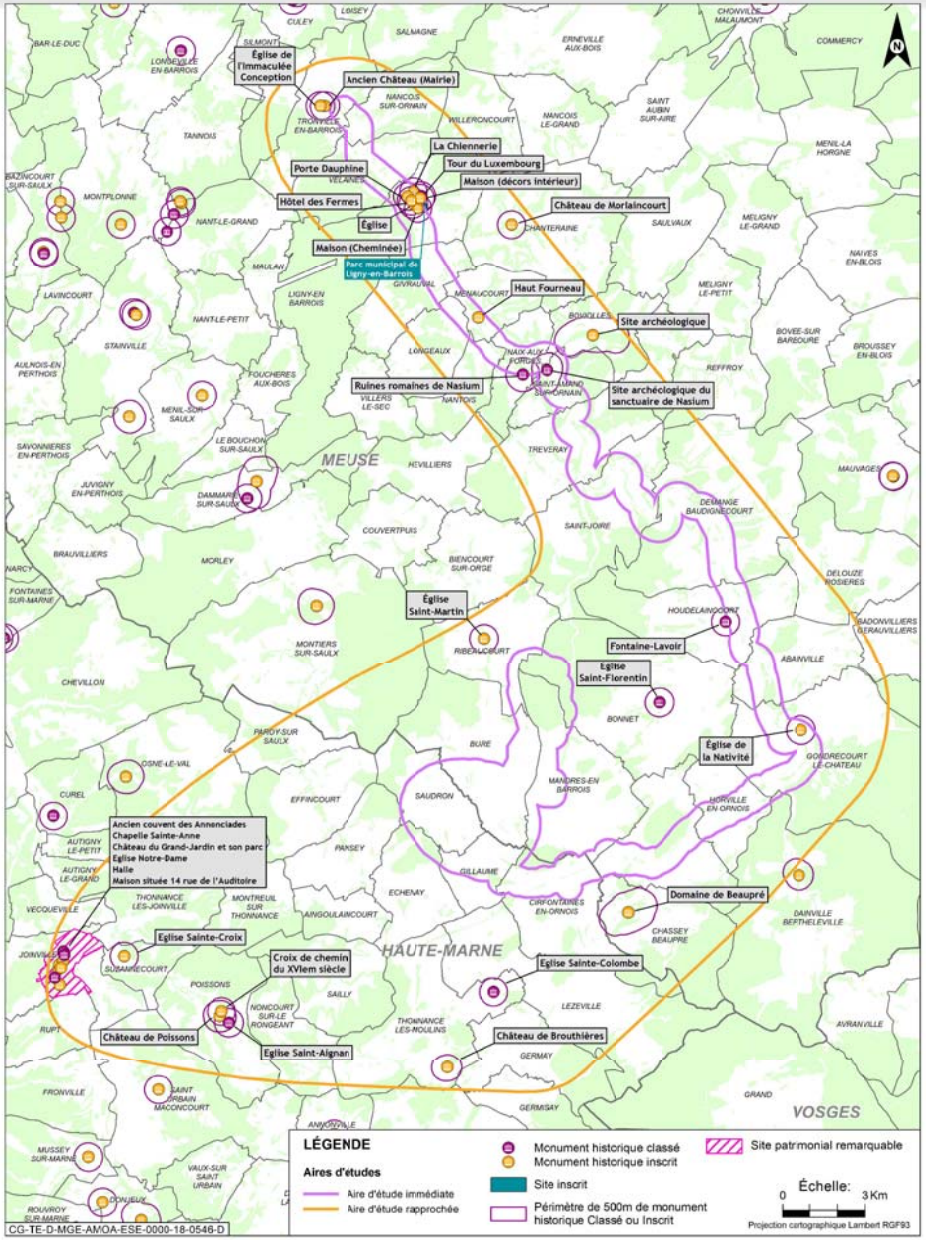


Figure 3-59 Localisation du patrimoine historique sur l'aire d'étude rapprochée

Les aménagements réalisés sont similaires à l'état actuel (ligne ferroviaire, bassins de gestion des eaux pluviales, signalisation, rétablissements) :

- les emprises existantes sont au maximum réutilisées ;
- les monuments historiques dont les périmètres de protection sont interceptés sont situés en zone urbaine.

Ainsi, l'effet de la remise en service de la ligne ferroviaire 027000 portée par SNCF Réseau sur le patrimoine architectural est 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 sont 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 (monument classé) et le Domaine de Beaupré de Chassey-Beaupré (monument inscrit). En période estivale aucune covisibilité 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 covisibilité avec l'installation terminale embranchée.

Quant au patrimoine remarquable non protégé, aucun élément ne présente de visibilité avec le centre de stockage Cigéo.

Les incidences du centre de stockage Cigéo sur les patrimoines sont donc faibles.

Incidence résiduelle faible du projet global Cigéo sur les monuments historiques, les sites classés/sites inscrits, les sites patrimoniaux remarquables et le patrimoine remarquable non protégé

3.14.3 Les activités de tourisme et de plein air

3.14.3.1 L'état initial

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

L'aire d'étude rapprochée s'intègre dans un territoire rural éloigné des grandes infrastructures de transports. Les activités de tourisme et de plein air pratiquées dans la région sont principalement des activités de plein air telles que la randonnée, la pêche, la chasse, la cueillette et le ramassage du bois de chauffe.

Deux chemins de grande randonnée (GR), le GR714 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 le Laboratoire souterrain, l'Écothèque et l'Espace technologique avec, au total, presque 10 000 visiteurs par an.

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.

3.14.3.2 Les incidences et mesures associées

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 de 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 trois 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.

Aux phases d'aménagements préalables et de construction initiale, le centre de stockage Cigéo est créateur d'activités (cf. Chapitre 3.7 du présent résumer non technique) qui bénéficie aussi au secteur de l'hébergement et de la restauration.

En phase de fonctionnement, le centre de stockage dispose 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 résiduelle positive du projet global Cigéo sur le développement du tourisme

Incidence résiduelle faible à très faible du projet global Cigéo sur les activités de plein air

3.15 La planification territoriale et aménagement du territoire (y compris urbanisme) – la compatibilité avec les documents de planification territoriales et mesures

3.15.1 L'état initial 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.

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. En même temps, la diminution du rythme de consommation de foncier agricole, naturel et forestier, 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 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 (74) ;
- le Schéma de cohérence territoriale (SCoT) du Pays-Barrois (86) ;
- le Plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi) de la Haute Saulx (82) ;
- les Plans locaux d'urbanisme (PLU) de Gondrecourt-le-Château, Tréveray, Givrauval, Ligny-en-Barrois, Tronville-en-Barrois (96-100) et des cartes communales.

Parmi ces documents, le SRADDET Grand Est, le SCoT du Pays Barrois, le PLUi porte de Meuse – secteur 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. (101)

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 trois emplacements réservés et plusieurs espaces boisés classés, dont certains à Bure. Plusieurs zones à urbaniser sont recensées dans l'aire d'étude immédiate.

Plusieurs servitudes traversent l'aire d'étude immédiate, liées à la présence de l'Ornain, d'un site classé à Ligny-en-Barrois, de réseaux électriques et de télécommunications, ainsi que de l'exploitation d'une canalisation de gaz.

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. À noter que la région Grand Est a adopté le document cadre définissant les grandes lignes du futur Contrat de plan État-Région 2021-2027.

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 (86, 102), 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 Houdreville-Méry traverse l'espace boisé classé de la forêt domaniale de Saint-Amand à Favières.

» OPERATION D'INTERET NATIONAL (OIN)

Sur le territoire d'implantation du centre de stockage Cigéo, le gouvernement vient de créer une OIN après consultation des communes, des départements et régions dont le territoire est inclus en tout ou partie dans le périmètre de cette OIN. Le décret n° 2022-992 du 7 juillet 2022 (103) l'instituant a été publié au Journal officiel du 8 juillet 2022. L'OIN permet ainsi à l'État de répondre aux enjeux d'aménagement du territoire et de veiller à ce que les documents de planification urbaine et stratégique applicables dans le périmètre de l'OIN n'empêchent pas la réalisation de cette opération d'intérêt national.

3.15.2 Les 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 0 du présent document.

3.15.2.1 L'effet direct sur l'urbanisation

Dans une démarche d'évitement, les emprises du centre de stockage Cigéo ont été choisies de façon à ne pas impacter les espaces boisés classés (EBC) et notamment la butte du Chaufour. La ligne 027000 n'impacte pas d'EBC. La ligne électrique 400 kV Houdreville-Méry passe dans un espace boisé classé au plan local d'urbanisme (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 plan local d'urbanisme concerné serait respectée. Concernant les autres opérations, la localisation des espaces boisés est prise en compte lors de la poursuite des études, avec une priorité donnée à l'évitement.

Le détail des mesures mises en œuvre est présenté aux chapitres 15.2 et 15.4 du volume IV de la présente étude d'impact.

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 serait donnée à l'évitement.

Deux emplacements réservés sont créés respectivement pour la liaison intersites et l'installation terminale embranchée.

Le classement des zones descenderie et puits est adapté en zones UYcq et 1AUyc (à l'exception d'une partie des zones périphériques boisées de la zone puits conservées en zone N), permettant de passer d'un urbanisme prospectif à un urbanisme opérationnel adapté aux spécificités du centre de stockage Cigéo.

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 du présent document.

Les incidences liées aux servitudes d'utilité publique sont détaillées dans les chapitres thématiques correspondants aux chapitres 5 (Eaux), 9 (Réseaux) et 14 (Paysage, patrimoine culturel, tourisme et loisirs) du volume IV de la présente étude d'impact.

3.15.2.2 L'effet indirect en termes d'urbanisation induite

Les incidences potentielles liées au développement induit de l'urbanisation du centre de stockage Cigéo sont considérées 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 personnes 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 Cigéo, qui favorisera une augmentation d'attractivité pour les entreprises et une augmentation de la population. Les autres opérations du projet global Cigéo 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 Schéma de cohérence territoriale (SCoT) du Pays Barrois (86) 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 indirectes après mesures d'évitement 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 est donc à l'origine d'une réorganisation du territoire localement, à l'échelle des Communautés de communes.

Par ses caractéristiques, le projet global Cigéo a 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 présentent 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 a, 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 résiduelle faible du projet global Cigéo sur l'aménagement du territoire

3.15.3 La 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 Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) Grand Est sur ces thématiques (74).

Le projet global Cigéo est compatible avec le Contrat de plan État-Région (CPER) Grand Est (94) 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 (*ncta* : pour les opérations ne relevant pas de la maîtrise d'ouvrage de l'Andra, il appartient à chaque maître d'ouvrage de procéder, si nécessaire, à la mise en compatibilité des documents d'urbanisme concernés).

La mise en compatibilité des documents d'urbanisme réalisée par le décret n° 2022-993 du 7 juillet 2022 (1) déclarant d'utilité publique le centre de stockage Cigéo a permis d'adapter les dispositions des documents d'urbanisme concernés par le centre de stockage Cigéo pour permettre sa réalisation, à savoir le schéma de cohérence territoriale du Pays Barrois, le plan local d'urbanisme intercommunal des Portes de Meuse - de la Haute Saulx et le plan local d'urbanisme de Gondrecourt-le-Château.

3.16 Les interactions et incidences cumulées

3.16.1 Les interactions entre les différents milieux de l'environnement – l'état initial

» SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Les services écosystémiques correspondent à « l'utilisation par l'homme des fonctions de certains écosystèmes, à travers des usages et une réglementation qui encadrent cette utilisation ». Il est possible de définir les services écosystémiques comme les bénéfices que les humains retirent de leur environnement.

Les écosystèmes, en particulier le milieu naturel, sont exploités par des activités humaines afin d'en tirer des matières premières, dont des productions végétales et animales, du bois et de l'eau (services d'approvisionnement). Ces écosystèmes sont contraints afin d'en optimiser les rendements de production. Le milieu naturel est également utilisé pour des activités de loisirs (services socio-culturels), dont la chasse, la pêche et la cueillette, très pratiquées sur l'aire d'étude éloignée.

De part ces usages, les activités humaines ont un effet non négligeable sur le fonctionnement des écosystèmes, et par conséquent les services qu'ils fournissent.

Les niveaux de production et de qualité de ces services d'approvisionnement et socio-culturels dépendent à la fois des services de régulation intrinsèques des milieux naturels (supportés par la biodiversité) et physiques (supportés par l'état de l'atmosphère, de l'eau et des sols), et également de facteurs externes plus globaux (variations climatiques, dépôts atmosphériques, pollutions, pression démographique, évolutions sociétales, changements réglementaires...).

Les services de régulation de l'état du milieu physique (climat, air, eau, sols) sont intimement liés aux grands cycles géochimiques de l'eau, de l'énergie et de la matière qui définissent les conditions nécessaires au développement du milieu naturel (la biodiversité). En retour, le milieu naturel participe aussi activement aux processus sous-jacents à ces grands cycles et ainsi à la régulation de la qualité du milieu physique. Ces services de régulation sont enfin également affectés par les facteurs externes de plus large échelle mentionnés ci-avant.

Par la préservation de la qualité des milieux et de la biodiversité autour du centre de stockage 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 loisirs, telles que la chasse et la pêche, feront l'objet d'une attention particulière du fait de leur lien direct avec la nature des travaux du projet (changement d'occupation des sols, artificialisation, destruction d'habitat, rejet d'eaux usées...).

La figure 3-60 synthétise les principaux services écosystémiques associés aux milieux physique, naturel et humain, ainsi que les interactions entre ceux-ci.

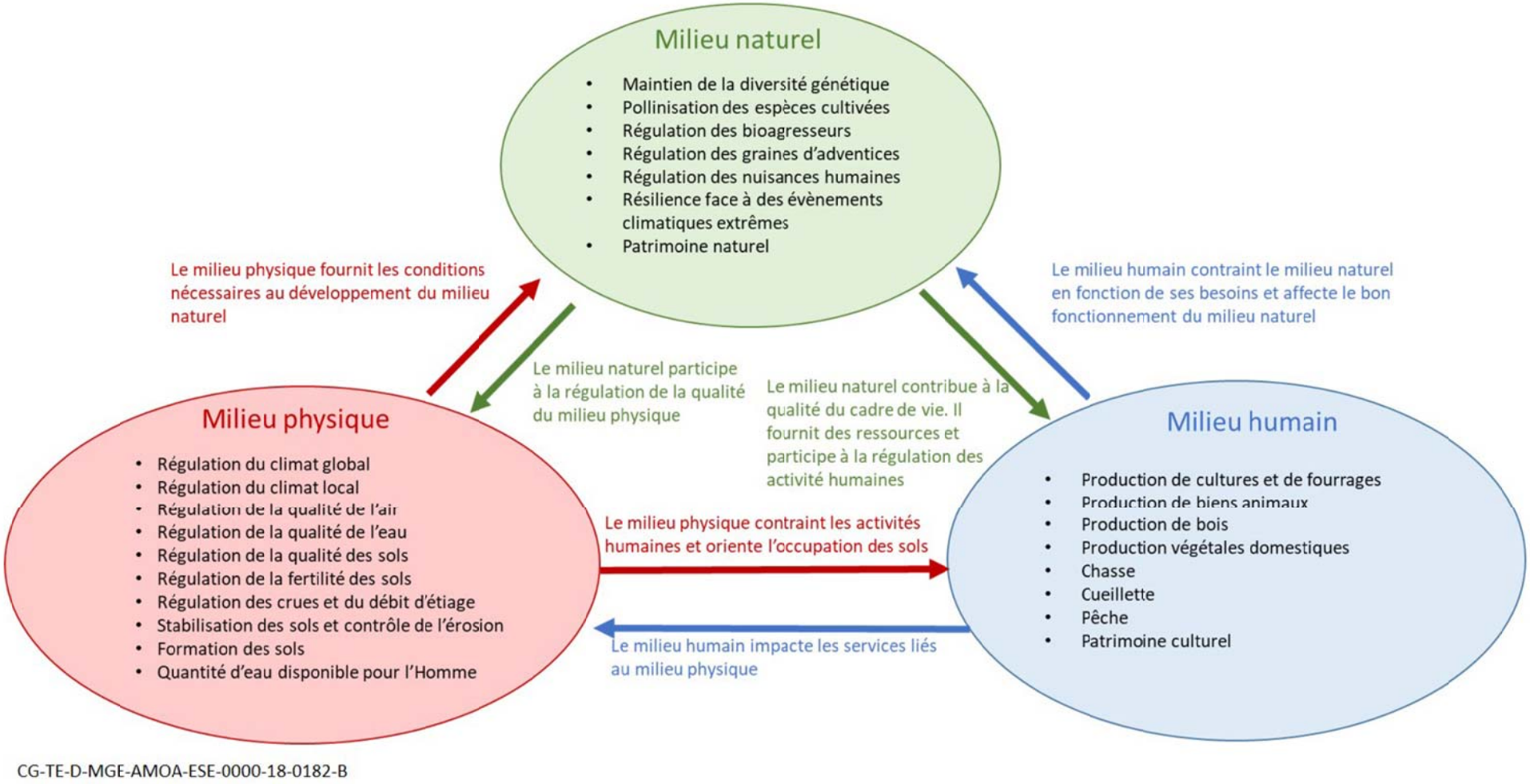


Figure 3-60 *Interactions et services écosystémiques entre les différents milieux*

3.16.2 Les interactions du projet global Cigéo et services écosystémiques

» NOTIONS D'INTERACTIONS ET DE SERVICE ÉCOSYSTEMIQUE LIÉES AU PROJET GLOBAL CIGÉO

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 24 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). Cette approche tient compte également des incidences directes faibles ou très faibles qui pourraient aussi, par un effet de cumul, etre facteurs d'interactions notables. Le parti pris est de presenter ces interactions et de ne detailler quand cela est pertinent que le ou les services écosystémiques notablement impactés par le projet global Cigéo.

3.16.2.1 Les 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.

Aucun impact notable n'est attendu sur les usages en eau potable ou sur la qualité des eaux.

3.16.2.2 Les 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 ».

3.16.2.3 Les 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 d'évitement et de réduction, sur les activités économiques, agricoles et sylvicoles sont modérées à fortes. Cet impact est minoré par la mise en place de mesure de compensation agricole et sylvicole.

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 rend les conséquences sur ce service fort depuis certains points de vue en phase d'aménagements préalables, puis faible en phase de fonctionnement, quand les plantations des aménagements paysagers seront arrivées à maturité.

3.16.2.4 Les services écosystémiques modifiés

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), le 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.

L'analyse des interactions permet 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.

3.16.3 Le cumul des incidences du projet avec d'autres projets existants ou approuvés

» INCIDENCES CUMULÉES

La notion de cumul des incidences se réfère à la possibilité que les incidences temporaires ou permanentes occasionnés par le projet global Cigéo puissent s'additionner avec celles d'autres projets existants ou approuvés.

» SOURCES ET MÉTHODOLOGIE

Pour l'analyse des incidences cumulées potentielles du projet avec d'éventuels autres projets environnants (conformément à l'article R. 122-5, II, 5° e) du code de l'environnement), un recensement des projets existants ou approuvés a été effectué.

Pour ce faire, des échanges ont été réalisés avec les Directions départementales des territoires, les préfets de Meuse et de Haute-Marne et les sites internet des administrations (Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement, Préfectures, Conseil général de l'environnement et du développement durable, ministère de la Transition écologique et solidaire) ont été consultés.

Les projets susceptibles de présenter des incidences cumulées ont été recherchés en croisant les critères typologie de projet/distance/temporalité. L'analyse du cumul des incidences des projets identifiés a ensuite été réalisée sur les facteurs à enjeux mis en évidence par l'Autorité environnementale dans ses avis ainsi que ceux susceptibles d'interagir avec le projet global Cigéo compte tenu des incidences potentielles du projet.

Plusieurs projets ont été écartés après croisement entre les critères de typologie de projet et de distance :

- les projets d'aménagement hydraulique (entretien/restauration de cours d'eau, prélèvements d'eau, gestion des eaux pluviales, barrage, port, etc.) ne concernent pas les bassins versant ni les masses d'eau impactés par le projet global Cigéo ;
- les projets agricoles 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, Reims, Metz, Mulhouse, Strasbourg) n'ont pas d'interaction avec le territoire agricole où s'implante le projet global Cigéo ;
- les projets liés au traitement des déchets n'ont pas d'interaction avec le projet global Cigéo. Le projet le plus proche, 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 sont éloignés du projet global Cigéo et leurs principaux enjeux (impacts sanitaires, production de déchets, trafic routier) restent localisés ; ils ne sont donc pas susceptibles de présenter d'incidence négative cumulée avec le 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.

Dix-neuf projets sont susceptibles de présenter des incidences cumulées avec le projet global Cigéo : cinq parcs éoliens, une blanchisserie industrielle destinée au secteur nucléaire, deux centrales photovoltaïques, le redémarrage d'un site de stockage souterrain de gaz naturel, quatre projets d'aménagements urbains, cinq projets d'aménagements hydrauliques et un projet de défrichement. Tous ces projets pourront être en fonctionnement lors du début des travaux du projet global Cigéo, c'est pourquoi seules les incidences permanentes en phase de construction et les incidences en phase de fonctionnement sont analysées.

Les parcs éoliens des Limodores, de la Combe Rougeux, du Piroy, du plateau de l'Ajoux et de la Côte des Moulins sont situés à une distance comprise entre 10 et 30 km du projet global Cigéo. Les principales incidences cumulées 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'incidences ai sein de ces facteurs du fait de l'étendue restreinte des incidences 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 incidences cumulées avec le centre de stockage Cigéo sont négligeables du fait des 15 km qui les séparent, distance suffisante pour ne pas cumuler leurs faibles rejets chimiques et radicactifs. 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.

Les projets de centrales photovoltaïques de Biencourt-sur-Orge et Goussaincourt sont situés à une distance d'environ 3 à 10 km du projet global Cigéo. Les principaux impacts cumulés possibles avec ces projets concernent la consommation d'espaces naturels, la biodiversité et le paysage. 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 (pas de covisibilité ni de continuité écologique).

Le redémarrage de l'installation de stockage souterrain de gaz naturel de Trois-Fontaines-l'Abbaye se situe à 17 km du projet global Cigéo. La tierce-expertise du Bureau de recherches géologiques et minières, conduite dans le cadre de l'étude d'impact du site de Trois-Fontaines-l'Abbaye, conclut à l'exclusion de toute incidence du projet sur le centre de stockage Cigéo sur les risques liés au sous-sol. Il n'y aura pas de cumul d'incidence sur les thématiques sous-sol, biodiversité, eaux souterraines et superficielles et dangers.

Les projets d'aménagements urbains et d'aménagements hydrauliques ne présentent pas de cumul d'incidences avec le projet global Cigéo compte tenu de leur nature (construction/démolition de bâtiments, restauration de ponts), de leur temporalité (déjà réalisés ou démarrage des travaux avant 2025) et de leur localisation (proche de l'opération la ligne ferroviaire 027000 et jusqu'à 30 km de la zone descenderie).

Le projet de défrichement au lieu-dit « Les Combes » s'inscrit au sein de la ZNIEFF de type I Gîtes à chiroptères de Chassey-Beaupré, également concerné par l'ITE. Compte tenu des faibles surfaces impactées et des mesures compensatoires écologiques et forestières mises en place, le cumul des incidences est non notable.

Les incidences cumulées du projet global Cigéo avec d'autres projets existants ou approuvés sont très faibles.

3.17 Les meilleures techniques disponibles

» MÉTHODOLOGIE

L'étude d'impact du projet global Cigéo doit présenter une comparaison aux meilleures techniques disponibles, figurant dans les documents de référence adoptés par la Commission européenne, en application de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (104).

À ce stade d'avancement des études et des procédures associées à la réalisation du projet global Cigéo, la comparaison aux meilleures techniques disponible est faite pour l'installation nucléaire de base Cigéo. Pour les autres opérations du projet, les comparaisons seront faites, si requises, dans le cadre des procédures les concernant ; elles seront alors présentées dans une version actualisée de l'étude d'impact.

L'article R. 593-93 du code de l'environnement précise que pour les installations nucléaires de base, cette comparaison aux meilleures techniques disponibles s'applique à « l'installation IED » définie comme regroupant :

- l'INB, dont une au moins des activités est visée en annexe I de la directive IED ;
- les équipements, installations, ouvrages, travaux ou activités implantés ou exercés dans le périmètre de l'INB et placés sous la responsabilité du même exploitant, qui sont nécessaires au fonctionnement de ladite INB ;
- les installations ou équipements s'y rapportant directement, exploités sur le même site, liés techniquement aux deux premières catégories et susceptibles d'avoir des incidences sur les émissions et la pollution de ces dernières.

Une fois « l'installation IED » définie, une comparaison avec les meilleures techniques disponibles figurant documents de référence adoptés par la Commission européenne est faite.

L'étude d'impact doit contenir des éléments relatifs aux mesures prévues pour l'application des meilleures techniques disponibles, en raison de la combinaison des articles R. 122-5, R. 593-17 et R. 593-94 du code de l'environnement :

- le contenu de l'étude d'impact des projets de travaux, d'ouvrages et d'aménagements est fixé par l'article R. 122-5 du code de l'environnement. Il précise que pour une installation nucléaire de base (dite INB et dénommée de cette manière dans la suite de ce chapitre), l'étude d'impact est complétée conformément aux dispositions de l'article R. 593-17 du code de l'environnement, et notamment qu'elle doit justifier de l'utilisation des meilleures techniques disponibles (dites MTD et dénommées de cette manière dans la suite de ce chapitre) ;
- lorsque l'INB comporte une ou plusieurs activités énumérées à l'annexe I de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (dite directive IED et dénommée de cette manière dans la suite de ce chapitre) (104), l'étude d'impact comporte les informations prévues par l'article R. 593-94 du code de l'environnement, notamment une comparaison du fonctionnement de cette ou ces activités avec les MTD décrites dans les documents de références adoptées par la Commission européenne.

La directive IED a pour objectif la prévention et la réduction des émissions dans l'air, l'eau et le sol de certaines activités industrielles qu'elle énumère au sein de son annexe I. Elle précise que les MTD se définissent comme le stade de développement le plus efficace et avancé des activités et de leurs modes d'exploitation, démontrant l'aptitude pratique de techniques particulières à constituer, en principe, la base des valeurs limites d'émission visant à éviter et, lorsque cela s'avère impossible, à réduire de manière générale les émissions et l'impact sur l'environnement dans son ensemble :

- « techniques » concerne aussi bien les techniques employées que la manière dont l'installation est conçue, construite, entretenue, exploitée et mise à l'arrêt ;
- « disponibles » se rapporte aux techniques mises au point sur une échelle permettant de les appliquer dans le contexte du secteur industriel ou agricole concerné, dans des conditions économiquement et techniquement viables, en prenant en considération les coûts et les avantages, que ces techniques soient utilisées ou produites ou non sur le territoire, pour autant que l'exploitant concerné puisse y avoir accès dans des conditions raisonnables ;
- « meilleures » fait référence aux techniques les plus efficaces pour atteindre un niveau général élevé de protection de l'environnement dans son ensemble.

Sur la base de ces éléments de contexte réglementaire, et à ce stade d'avancement des études et des procédures associées à la réalisation du projet global Cigéo, la comparaison aux meilleures techniques disponibles est faite pour :

- l'INB Cigéo et les équipements, installations, ouvrages, travaux ou activités qui sont nécessaires à son fonctionnement, à savoir :
  - ✓ en zone d'implantation des ouvrages souterrains :
    - les zones de stockage de colis de déchets radioactifs dans la couche du Callovo-Oxfordien ;
    - les zones de soutien logistique associées (exploitation et travaux) ;
  - ✓ en zone descenderie :
    - les installations et ouvrages nucléaires de surface de l'INB (terminal ferroviaire nucléaire, bâtiments nucléaires de surface, ouvrage de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal (ETH) et tête de descenderie colis) ;
    - la tête de descenderie de service, installation de soutien au fonctionnement de l'INB ;
  - ✓ en zone puits :
    - les installations de soutien aux activités de creusement des ouvrages souterrains (puits travaux) ;
    - les installations de soutien au dépôt des déblais d'excavation du Callovo-Oxfordien en zone puits travaux et verses (installations de transfert, de stockage et, le cas échéant, de traitement des déblais) ;
    - les installations de soutien au fonctionnement de l'INB (puits exploitation) ;
- les installations ou équipements s'y rapportant directement, exploités sur le même site (à savoir le centre de stockage Cigéo, incluant l'INB), liés techniquement (à l'INB et aux équipements, installations, ouvrages, travaux ou activités qui sont nécessaires à son fonctionnement) et susceptibles d'avoir des incidences sur les émissions et la pollution de ces dernières, à savoir :
  - ✓ les installations de gestion des déchets induits ;
  - ✓ les installations de gestion des effluents aqueux ;
  - ✓ les installations de production et de transfert du fluide « eau chaude » utilisés pour le chauffage de l'air frais introduit dans les zones souterraines ;
  - ✓ les installations de production et de transfert du fluide « eau glacée » utilisés pour le refroidissement de l'air vicié extrait des zones souterraines.

Deux catégories d'activités mentionnées à l'annexe I de la directive IED sont retenues et visées par la présente demande d'autorisation de création de l'INB Cigéo :

- *« 5.6. Stockage souterrain de déchets dangereux, avec une capacité totale supérieure à 50 tonnes »*, correspondant à l'activité exercée dans l'installation de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde (la ZIOS du centre de stockage Cigéo) ⇨ il s'agit de l'activité principale retenue au titre de la directive IED ;
- *« 5.5. Stockage temporaire de déchets dangereux ne relevant pas du point 5.4, dans l'attente d'une des activités énumérées aux points 5.1, 5.2, 5.4 et 5.6 avec une capacité totale supérieure à 50 tonnes, à l'exclusion du stockage temporaire sur le site où les déchets sont produits, dans l'attente de la collecte »*, correspondant à l'activité exercée dans les bâtiments nucléaires EP1 et EP2.

Les documents de référence sur les MTD retenus sont les suivants :

- *« conclusions sur les meilleures techniques disponibles pour le traitement des déchets »* au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil (104), adoptées par décision d'exécution (UE) 2018/1147 de la commission du 10 août 2018 (105) ;
- documents de référence sur les MTD (Best available techniques reference documents – (BREFs) *« EFS - Émissions dues au stockage »*, *« ENE - Efficacité énergétique »*, *« ICS - Systèmes de refroidissement industriel »*

et *« BREF ROM - Principes généraux de surveillance des émissions dans l'air et dans l'eau des installations relevant de la directive sur les émissions industrielles »*.

Les MTD mentionnées dans les documents ci-dessus sont transposables aux activités : de réception des colis de déchets expédiés par les producteurs, de contrôle et de préparation pour le stockage et de transfert vers l'installation souterraine où ils sont positionnés dans des alvéoles de stockage en fonction de leur nature et de leur activité, de stockage de déchets.

Par ailleurs le BREF « MWEI – Gestion des résidus d'industries extractives » adopté au titre de la directive 2006/21/CE du 15 mars 2006 (106) concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive et modifiant la directive 2004/35/CE est également retenu pour l'activité potentielle de valorisation des verses.

3.17.1 L'analyse vis-à-vis des conclusions sur les MTD et des BREFs sectoriels

La comparaison aux MTD est appliquée d'une part, lors des choix de conception et d'autre, lors du choix des mesures d'évitement et de réduction des incidences potentielles. Le présent chapitre de l'étude d'impact vise à justifier de l'utilisation des MTD, sur la base de ces choix, pour l'installation IED telle que définie.

Pour ce faire, une présentation des documents de référence ainsi qu'une comparaison, des choix de conception/mesures retenues, avec les MTD listées dans ces documents sont réalisés. Pour chaque document de référence analysé, les mesures prévues dans le cadre du projet pour répondre aux MTD retenues sont mises en avant. Les principales sont précisées ci-après ; pour plus de détail, le lecteur est invité à se reporter au chapitre 17 du volume IV de la présente étude d'impact.

De manière générale lors des études de conception, il a été fait le choix d'éloigner le centre de stockage Cigéo des zones urbanisées et de l'implanter, au maximum, hors des zones à enjeux, notamment des zones présentant un caractère exceptionnel en termes de ressources souterraines.

Un système de management environnemental intégré dit SMI (ISO 9001 de 2015 (107), ISO 14001 de 2015 (108), ISO 45 001 (109), guide n° 30 de l'ASN (110)) est mis en œuvre et permet une amélioration continue de la prise en compte de la préservation de l'environnement. Dans le cadre de ce SMI :

- sont établis et mis en œuvre des procédures de caractérisation et d'acceptation des déchets reçus et traités au sein de l'INB, un système de suivi et d'inventaire de ces déchets ainsi que des procédures de manutention et de transfert des déchets ;
- sont définies, en accord avec les textes règlementaires applicables, l'administration et les arrêtés obtenus, les fréquences de suivi des consommations d'eau et d'énergie ;
- sont mis en place et régulièrement mis à jour un inventaire des flux d'effluents aqueux et gazeux générés ainsi qu'un plan de surveillance environnemental, en accord avec les textes règlementaires applicables, l'administration et les arrêtés obtenus (pour les installations entrant dans le périmètre INB, ils sont conformes aux attentes de la règlementation applicable aux INB).

Afin de réduire les nuisances et le risque environnemental associé à la réception, la manutention, au transfert et au stockage des déchets radioactifs :

- le transport des colis de déchets radioactifs se fait dans des emballages respectant des critères de protection fixés par la réglementation du transport de matières dangereuses et les colis sont conditionnés selon des spécifications d'acceptation fixées par l'Andra ;
- sur le périmètre du centre de stockage Cigéo, l'organisation de l'INB a été optimisée de manière à limiter la manutention inutile des colis de déchets. Notamment sont regroupés au niveau de la zone d'exploitation de la zone descenderie, les installations permettant d'assurer l'ensemble des opérations nécessaires à la prise en charge des colis, depuis leur réception, jusqu'à leur transfert vers les infrastructures souterraines de stockage ;
- au sein de l'INB, le transit des colis de déchets se fait dans l'installation nucléaire constituée d'un bâtiment fermé et climatisé (donc à l'abris des intempéries et des élévations importantes de températures) pour lequel les sols des zones présentant un risque de contamination sont imperméabilisés. Le temps de séjour des déchets dans la zone tampon de l'installation nucléaire (avant descente dans la zone souterraine) est limité. La descente des colis vers les ouvrages souterrains de stockage et les opérations de manutention en vue du stockage sont automatisées. L'installation nucléaire est par ailleurs équipée de systèmes de ventilation dédiés, avec filtres à très haute efficacité et émissaires de rejets canalisés en hauteur. Un suivi en continu des dispositifs de filtration sur la ventilation nucléaire est réalisé *via* des détections de fuite au niveau des émissaires ;
- Un suivi de l'inventaire stocké est réalisé en continu. La conception de l'installation souterraine garantit le maintien des caractéristiques du sous-sol favorables au confinement de la radioactivité et un périmètre de protection est défini.

En ce qui concerne l'utilisation rationnelle de ressources naturelles :

- la conception du centre de stockage Cigéo vise à préserver les ressources locales utilisées pour l'alimentation en eau potable. Elle privilégie le recyclage et la réutilisation des eaux produites par ses activités. Pour ce faire sur chaque installation de surface (zone puits, zone descenderie) sont implantés une station d'épuration des eaux usées et industrielles et un dispositif de traitement des eaux de fond. Les consommations d'eau font l'objet d'un suivi *via* des compteurs répartis sur le centre de stockage Cigéo. Par ailleurs, l'entretien et la maintenance des réseaux et équipements sont réguliers. Afin de détecter une fuite, la surveillance des réseaux (eaux glacée, eaux chaude, eaux incendie, eau potable) est réalisée par suivi de pression ou débit. Enfin, les réseaux sont conçus pour pouvoir être isolés par partie en cas de besoin, permettant une limitation quantitative d'une fuite, le cas échéant ;
- l'efficacité énergétique est appréciée périodiquement dans les évaluations environnement conduites dans le cadre de la certification ISO et des objectifs d'améliorations pourront être définis dans le plan de management de l'environnement du SMI. Les consommations énergétiques font l'objet d'un suivi *via* des compteurs répartis sur le centre de stockage Cigéo et des actions d'optimisation pourront être conduites durant toute la vie de l'installation en prenant en compte les évolutions technologiques. Un audit énergétique est réalisé périodiquement.

En ce qui concerne la gestion des eaux pluviales et effluents liquides conventionnels et non conventionnels :

- pour la gestion des effluents aqueux, le principe des réseaux séparatifs est appliqué. Aucun rejet d'effluent liquides non conventionnel n'est réalisé dans le milieu naturel local. Des dispositifs de gestion et de traitement sont mis en place afin que les rejets d'eaux pluviales et d'effluents liquides conventionnels respectent les normes en vigueur pour le rejet en milieu naturel local ; ces rejets sont contrôlés ;
- les ouvrages de gestion des eaux pluviales et des effluents liquides conventionnels sont conçus et dimensionnés pour pouvoir collecter une pollution en cas d'écoulement sur le centre de stockage, notamment au niveau des voiries ou les eaux d'extinction incendie en cas de sinistre. En complément, les eaux pluviales du terminal ferroviaire nucléaire sont collectées et dirigées vers deux bassins de confinement pour contrôle radiologique ;
- les effluents liquides non conventionnels sont stockés dans des cuves dédiées (placées sur rétention et équipées de niveaux de sécurité) ou directement dans les zones sinistrées, en cas d'incendie ou de pollution (locaux des zones à production possible de déchets nucléaire en rétention *via* des seuils et un sol imperméabilisé).

En ce qui concerne les émissions dans l'air :

- des mesures visant à limiter les émissions de poussières sont prévues :
  - ✓ dépôt des verses dans une zone dédiée éloignée des zones urbanisées (en zone puits) ;
  - ✓ autant que faire ce peu, adaptation des équipements et engins pour limiter les émissions ;
  - ✓ selon les conditions météorologiques, brumisation des verses en attente de couverture ;
  - ✓ transit interne des déblais du Callovo-Oxfordien par bande transporteuse semi-enterrée et capotée ;
  - ✓ opérations de traitement des déblais du Callovo-Oxfordien, lors de la reprise des verses en vue de la fermeture des installations, à l'intérieur d'un bâtiment fermé ;
- des mesures visant à limiter les émissions sonores et vibratoires sont prévues :
  - ✓ pour les chantiers :
    - période de travaux diurne exclusivement ;
    - choix d'engins et équipements les moins bruyants ;

- livraison de matériaux par trains puis transit interne par bande transporteuse semi-enterrée ;

✓ pour le fonctionnement proprement dit du centre de stockage Cigéo :

- manutention des déchets réceptionnés à l'intérieur d'un bâtiment fermé ou en zone souterraine ;
- choix d'équipements les moins bruyants et silencieux sur les extractions des usines de ventilation ;
- transit interne des déblais du Callovo-Oxfordien par bande transporteuse semi-enterrée et capotée ;
- opérations de traitement des déblais du Callovo-Oxfordien, lors de la reprise des verses en vue de la fermeture des installations, à l'intérieur d'un bâtiment fermé ;
- merlons et murs anti-bruit mis en place ou construits afin d'atténuer les émissions vers les zones sensibles.

Enfin, un plan d'urgence interne, précisant l'organisation, ainsi que les moyens matériels et humains pour la gestion de situations accidentelles est établi avant la mise en fonctionnement des installations. Des procédures sont mises en œuvre pour détecter les incidents et accidents, réagir et en tirer les enseignements ; elles sont incluses dans le SMI. Des procédures sont mises en œuvre pour détecter les incidents et accidents, réagir et en tirer les enseignements

3.17.2 Les propositions de MTD spécifiques à l'activité de stockage souterrain de déchets radioactifs dans le centre de stockage Cigéo

Conformément à l'article R. 593-94 du code de l'environnement, l'analyse est complétée par une proposition de meilleures techniques disponibles pour l'activité de stockage souterrain de déchets radioactifs.

Les MTD proposées visent à concevoir le centre de stockage Cigéo pour que l'homme et l'environnement soient protégés, à long terme, des radionucléides et des substances toxiques chimiques contenus dans les déchets radioactifs, sans qu'il soit nécessaire d'intervenir (sûreté passive).

Les propositions de MTD pour l'activité de stockage souterrain de déchets radioactifs du centre de stockage Cigéo sont :

- la protection de l'homme et de l'environnement à long terme repose sur le choix de la couche du Callovo-Oxfordien, qui joue un rôle central de cette protection. Elle présente en effet des caractéristiques favorables (faible perméabilité, rétention élevée, épaisseur...) à la limitation du transfert des radionucléides et substances toxiques chimiques depuis le stockage vers les formations géologiques su ou sous-jacentes de la couche du Callovo-Oxfordien, puis la biosphère ;
- la conception du stockage repose sur l'acquisition et la consolidation des connaissances relatives notamment au milieu géologique et à l'évaluation du comportement des composants ouvragés et de leurs interactions avec la couche du Callovo-Oxfordien ; elle intègre également des dispositions (architectures, composants ouvragés...) qui contribuent également à limiter la migration des radionucléides et des substances toxiques chimiques vers la biosphère ;
- les ouvrages de stockage sont implantés en profondeur (environ 500 m) dans la couche du Callovo-Oxfordien, dans une zone ne présentant pas de ressources souterraines exceptionnelles ou particulières, à l'écart des phénomènes de surface (en particulier l'érosion) et des actions humaines involontaires (chantier routiers, constructions d'immeubles dont la profondeur est de quelques dizaines de mètres) ;
- dès la construction du centre de stockage Cigéo, un processus de préservation de la mémoire le plus longtemps possible (*a minima* 500 ans) est mis en place ;
- les procédés et techniques utilisés sont éprouvés ou mis en œuvre après des tests soit en laboratoire souterrain (en particulier le Laboratoire de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne), soit en espace technologique en surface ;
- la performance, la robustesse et l'acceptabilité de l'impact sur la santé à long terme font l'objet d'une la démarche itérative d'évaluation d'impact à long terme reconnue par les autorités nationales et les instances internationales (AIEA). Cette démarche permet de vérifier que les incidences sur la santé humaine à long terme liées aux quelques radionucléides qui parviendraient jusqu'aux points de prélèvements d'eau par l'homme (exutoires), évaluées de façon à représenter le fonctionnement attendu du stockage, restent inférieures à la valeur de référence fournie par le guide de sûreté de de 0,25 mSv/an et inférieure à la valeur réglementaire de 1 mSv/an fournie dans le code de la santé publique. La robustesse du système de stockage est vérifiée par la quantification de scénarios de déviation de l'évolution normale, liés par exemple au dysfonctionnement supposé d'un composant important (vérification des lignes de défense mises en place) ;
- l'Andra participe à des échanges, des programmes de R&D et d'innovation scientifiques et technologiques sur les connaissances scientifiques et technologiques, et sur la sûreté en particulier à l'international ;
- afin de permettre aux 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, les différentes composantes de la « réversibilité » sont mises en œuvre.

Conclusion

L'ensemble des mesures prises répond aux attentes des documents de référence sur les MTD adoptés par la Commission européenne et retenus pour l'analyse.

L'analyse est par ailleurs complétée par une proposition de meilleures techniques disponibles pour l'activité de stockage souterrain de déchets radioactifs dans le centre de stockage Cigéo.

3.18 Les incidences des opérations de démantèlement, fermeture et après fermeture

La protection des personnes et de l'environnement est l'objectif fondamental de sûreté du stockage en formation géologique profonde. Ainsi, l'INB Cigéo est conçue 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).

3.18.1 Les incidences des opérations de démantèlement et de fermeture

Au terme de la phase de fonctionnement, l'ensemble des installations de surface 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, les mesures actuellement prévues seront affinées afin de réduire les incidences sur l'homme et l'environnement.

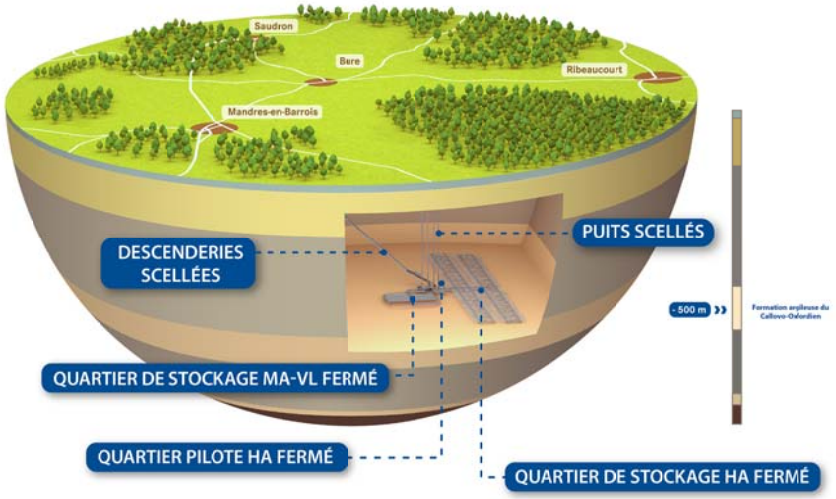
Les verses dites « vives », correspondant à environ 40 % du volume total de Callovo-Oxfordien excavé, servent, après leur traitement, de matériau de remblai pour l'obturation et la fermeture définitive des alvéoles de stockage, des galeries de l'installation souterraine, des zones de soutien logistique, des quartiers de stockage puis des liaisons surface-fond, à l'issue du fonctionnement du centre de stockage Cigéo. La topographie au niveau de la zone des verses sera modifiée à la suite de 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.

Les incidences résiduelles lors des opérations de démantèlement et de fermeture sont du même niveau que lors des opérations de construction, hormis la production notable de déchets durant cette phase.

3.18.2 Les incidences après fermeture définitive du stockage

Le centre de stockage Cigéo est conçu pour être fermé à la fin de sa phase de fonctionnement afin de protéger durablement l'homme et l'environnement sans nécessiter d'interventions humaines ultérieures. La sûreté est assurée de façon passive, c'est-à-dire que l'homme et l'environnement sont protégés des éléments radioactifs et des substances chimiques toxiques contenus dans les déchets radioactifs, sans qu'il soit nécessaire d'intervenir. La protection de l'homme et de l'environnement à long terme repose sur la couche du Callovo-Oxfordien, qui joue un rôle central de cette protection, complétée par notamment des dispositifs ouvragés tels que des scellements, des liaisons surface-fond qui permettent de fermer l'accès aux ouvrages souterrains.

L'installation souterraine et de la roche hôte le Callovo-Oxfordien constituent le système de stockage en phase après-fermeture.



CG-TE-D-MGE-AMOA-SR0-0000-22-0031-A

Figure 3-61 Illustration du centre de stockage Cigéo après fermeture

Après la décision d'autorisation de fermeture, l'INB Cigéo passe en phase de surveillance. La surveillance de l'environnement au cours de la phase de surveillance consiste à vérifier l'absence de contamination en s'appuyant notamment sur la surveillance de la qualité des eaux superficielles et de la qualité de l'air. Sa durée n'est pas fixée à ce jour mais pourrait couvrir plusieurs siècles, à l'instar de ce qui est prévu pour les centres de stockage de surface.

Après la décision de déclassement de l'INB Cigéo commence la phase de « post surveillance » marquant la fin des activités de surveillance. Seuls des dispositifs de maintien de la mémoire du stockage perdureront le plus longtemps possible. 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. Cette notion 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.

Une fois l'installation souterraine fermée définitivement, c'est-à-dire les ouvrages souterrains ainsi que les puits et descenderies remblayés et scellés, les colis de déchets HA et MA-VL vont se dégrader lentement dans le temps. Les radionucléides contenus dans ces colis de déchets vont peu à peu être relâchés dans les alvéoles de stockage. L'eau est le principal facteur d'altération des colis de déchets et le principal vecteur de la migration des radionucléides et substances toxiques chimiques contenus dans les déchets vers la biosphère. L'évaluation des incidences résiduelles sur la santé humaine consiste à évaluer quantitativement le niveau de protection offert par le système de stockage vis-à-vis des quelques radionucléides et substances toxiques chimiques qui parviendraient éventuellement jusqu' à un exutoire (point d'extraction d'eau) accessible à l'homme et qui en ferait usage pour ses activités (eau de boisson, irrigation, abreuvement des animaux...).

L'évaluation de la sûreté après fermeture vise à s'assurer de manière robuste que le système de stockage (milieu naturel, en particulier la couche argileuse hôte du Callovo-Oxfordien, les composants ouvragés du stockage, en particulier les colis de déchets et les scellements, et l'architecture du stockage) garantit la protection de l'homme et de l'environnement dans le temps.

Les résultats de l'évaluation de sûreté après fermeture confirment la capacité du stockage et du milieu géologique, plus particulièrement la roche argileuse hôte du Callovo-Oxfordien, à garantir la sûreté sur le long terme. Ils soulignent :

- le rôle central de la roche argileuse hôte de par ses caractéristiques (faible perméabilité, capacité de rétention élevée des radionucléides, faible migration des radionucléides très solubles et non retenus du fait d'une faible diffusion, épaisseur élevée...) ;
- la complémentarité apportée par le stockage et sa conception. Cette dernière vise à garantir le maintien des caractéristiques favorables de la roche hôte (par exemple en limitant la température maximale dans la roche hôte en deçà de 100 °C autour des quartiers de déchets exothermiques, comme les déchets vitrifiés de haute activités) et à tirer parti de ces caractéristiques favorables.

Il ressort de l'ensemble de études de l'évaluation de sûreté après fermeture que sur le long terme :

- la grande majorité des radionucléides restent dans le stockage ou dans la couche du Callovo-Oxfordien en son champ proche ;
- seuls quelques radionucléides, ceux à vie longue et mobiles, parviennent aux extrémités de la roche hôte puis aux exutoires, mais en quantité faible et diluée dans le temps et l'espace.

En termes d'indicateur de dose à l'homme, pour le scénario d'évolution normal de référence, représentatif du comportement attendu du stockage, la dose maximale est de l'ordre de 0,0015 mSv/an, donc très inférieure à la valeur de référence de 0,25 mSv/an.

La situation d'évolution normale enveloppe, qui constitue une estimation conservative des impacts en situation d'évolution normale du stockage confirme la robustesse du système de stockage face aux incertitudes résiduelles de connaissances. Les incidences sur la santé des personnes restent très inférieures à la valeur de référence (0,25 mSv/an) dans la majorité des exutoires et biosphères étudiés, même en cumulant les hypothèses conservatives afin de majorer les transferts des solutés vers la biosphère. Elles sont de l'ordre de grandeur de cette valeur pour un des exutoires « Pompage dans l'Oxfordien » (pour une classe d'âge dans le cas d'une biosphère chaude).

La démonstration de la robustesse du système de stockage est renforcée par les résultats des scénarios de déviation de l'évolution normale du système de stockage et de son environnement, ce d'autant que ces scénarios ont traité les deux situations notamment la situation enveloppe du scénario d'évolution normale qui est fondée sur les caractéristiques « enveloppes » de la couche du Callovo-Oxfordien.

Les résultats des évaluations de ces scénarios soulignent encore le rôle central de la couche du Callovo Oxfordien, même avec des caractéristiques enveloppes, renforcé par la conception du stockage précitée (en particulier la modularité du stockage ou les longueurs de galeries depuis les alvéoles jusqu'aux ouvrages de liaison surface-fond). Ces résultats sont pour l'essentiel similaires à ceux du scénario d'évolution normale, en termes de performances de confinement. L'impact de la santé humaine maximale en termes de dose annuelle reste du même ordre de grandeur que celle du scénario d'évolution normale.

Dans tous les cas pour les scénarios SEA, *What-if*, SIHI, les niveaux de dose maximale restent inférieurs aux niveaux susceptibles d'induire des effets déterministes et dans la plupart des cas inférieurs à la valeur de référence retenue pour le SEN (0,25 mSv/an).

L'ensemble des résultats confirment ainsi la robustesse du système de stockage face aux incertitudes résiduelles de connaissance.

L'ensemble des résultats confirment ainsi la robustesse du système de stockage face aux incertitudes résiduelles de connaissance. La surveillance de l'environnement au cours de la phase de surveillance consiste alors à vérifier l'absence de contamination en s'appuyant notamment sur la surveillance de la qualité des eaux superficielles et de la qualité de l'air.

L'ensemble des mesures d'évitement et de réduction qui assurent la protection de la santé humaine, contribuent également à protéger la faune et la flore.

L'Andra conduit des travaux de recherche pour compléter cette démarche par une approche plus spécifique sur la faune et la flore sur le long terme après-fermeture. Des réflexions sur la méthodologie sont en cours, sur la base de la méthode ERICA (cf. Chapitre 6.4.1.5.2 du présent volume). Ces travaux sont réalisés dans le cadre d'un plan d'actions qui a été partagé avec l'ASN et l'IRSN.

3.19 Les incidences sur la santé humaine

3.19.1 Les incidences liées aux émissions physiques sur la santé humaine

Le projet global Cigéo est à l'origine d'émissions physiques, à savoir sonores, vibratoires, lumineuses, olfactives et champs électromagnétiques.

Les émissions physiques ont des incidences potentielles significatives et font l'objet de mesures d'évitement et de réduction. Toutefois ces émissions se propageant dans l'air et/ou le sol, elles diminuent significativement avec la distance d'éloignement.

L'évaluation de ces émissions sur la santé a fait l'objet d'études scientifiques menées au niveau national, voire international. Les résultats et analyses ont conduit à la formalisation de recommandations d'experts nationaux et internationaux et à la détermination de seuils de nuisance et/ou de seuils réglementaires ayant pour objectif la protection de la santé des populations. Ces données servent de référence pour évaluer les nuisances potentielles du projet global Cigéo sur la santé des riverains.

3.19.1.1 Les émissions sonores

Les principales sources de bruit sont associées aux chantiers, ainsi qu'au trafic routier engendré par le projet global Cigéo.

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. Les incidences potentielles sur la santé humaine sont significatives.

Les mesures d'évitement et de réduction ainsi que leurs effets attendus et modalités de suivi sont restitués au chapitre 13.1 du volume IV de la présente étude d'impact. La zone puits et la liaison intersites sont implantées à plus de 500 mètres des habitations., les trains ne circulent qu'en journée (sauf de manière exceptionnelle) 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 ne sont réalisés de nuit (entre 22 h et 6 h), des merlons et des écrans acoustiques sont implantés en limite de la zone descenderie et les autres opérations du projet global Cigéo sont implantées autant que possible à distance des habitations.

La mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction permet d'atteindre des niveaux sonores inférieurs aux seuils réglementaires au niveau de toutes les habitations les plus proches.

Les niveaux de bruit futur engendré par le projet global Cigéo sont inférieurs à 60 dBA de jour et 55 dbA de nuit correspondant à une ambiance de bruits courants. L'augmentation du niveau sonore sur quelques habitations à proximité du projet global Cigéo (Saudron, sud de la commune de Bure et Ribeaucourt) peut néanmoins constituer une gêne pour les résidents.

Incidence résiduelle faible des émissions sonores du projet global Cigéo sur la santé humaine en phase de fonctionnement

3.19.1.2 Les émissions vibratoires

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 zones d'intervention potentielles. Elles sont très peu perceptibles en dehors des zones d'intervention potentielles. De plus, des tirs d'explosifs sont également réalisés pour les terrassements et le creusement des puits sur le centre de stockage Cigéo en phase de construction initiale. Les incidences potentielles sur la santé humaine sont significatives.

Les mesures d'évitement et de réduction ainsi que leurs effets attendus et modalités de suivi sont restitués au chapitre 13.2 du volume IV de la présente étude d'impact. Parmi ces mesures, sont notamment prévus la circulation des trains en journée sur l'installation terminale embranchée et sur la ligne ferroviaire 027000, l'interruption pendant la nuit (entre 22 h et 6 h) des travaux de surface (dont les tirs d'explosifs) et l'éloignement, autant que faire se peut, des zones habitées.

Les vibrations associées aux tirs d'explosif pour les terrassements et le creusement des puits peuvent être ressenties très ponctuellement au niveau des bâtiments d'activité les plus proches de la zone descenderie (habitations de Saudron, Hôtel du Bindeuil, archives EDF, Ferme du Cité, bâtiments de Andra). Toutefois, aucune habitation n'est présente à moins de 1 km et il n'y aura pas de perception des vibrations à leur niveau.

Les activités sources de vibration étant réalisées en journée, elles ne sont pas susceptibles de perturber le sommeil de nuit des résidents.

Incidence résiduelle faible des émissions vibratoires du projet global Cigéo sur la santé humaine

3.19.1.3 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, des bâtiments industriels et les éclairages de sécurité (des postes de garde du centre de stockage Cigéo) pendant la phase de fonctionnement pour assurer la sécurité des personnes et des installations. Les incidences potentielles sur la santé humaine sont significatives.

Les mesures d'évitement et de réduction ainsi que leurs effets attendus et modalités de suivi sont présentées au chapitre 13.3 du volume IV de la présente étude d'impact. En particulier le nombre de points d'éclairage est très limité (principalement associés à la sécurité du centre de stockage) et la nature de l'éclairage est optimisée.

La gêne engendrée par cette pollution lumineuse est faible au niveau des habitations compte tenu des mesures de réduction mises en œuvre et de l'éloignement des zones puits et descenderie du centre de stockage Cigéo.

Incidence résiduelle faible des émissions lumineuses du projet global Cigéo sur la santé humaine

3.19.1.4 Les émissions olfactives

Les odeurs émises par le projet global Cigéo sont liées majoritairement aux émissions atmosphériques des engins de chantier, à des opérations de travaux ponctuels, à la présence potentielle de déchets des zones de restauration et à la gestion des eaux. Les incidences potentielles sur la santé humaine sont significatives.

Les mesures d'évitement et de réduction des odeurs ainsi que leurs effets attendus et modalités de suivi sont présentées au chapitre 13.4 du volume IV de la présente étude d'impact. Il s'agit notamment du stockage des produits dangereux, de l'évacuation des déchets conventionnels et de la ventilation des locaux.

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 dispersion dans l'atmosphère est rapide. Elles sont peu perceptibles par les riverains.

Incidence résiduelle très faible des émissions olfactives du projet global Cigéo sur la santé humaine

3.19.1.5 Les champs électriques et magnétiques

Les sources d'émissions de champs électriques et magnétiques sont associées aux ouvrages d'alimentation électrique du projet global Cigéo, à savoir, deux très courtes 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. Le champ électromagnétique de la ligne aérienne 400 kv n'est pas modifié. Les incidences potentielles sur la santé humaine sont significatives.

Les mesures d'évitement et de réduction ainsi que leurs effets attendus et modalités de suivi sont présentées au chapitre 13.5 du volume IV de la présente étude d'impact, 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 électriques et magnétiques.

Les champs électriques et magnétiques générés par les équipements électriques du projet global Cigéo sont très inférieurs aux limites réglementaires.

Incidence résiduelle très faible des champs électriques et magnétiques du projet global Cigéo sur la santé humaine

3.19.2 Les incidences liées aux émissions chimiques sur la santé humaine

Le projet global Cigéo est à l'origine d'émissions chimiques atmosphériques (poussières, composés organiques volatils...) et liquides (eaux de ruissellement, eaux industrielles, eaux usées...) 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 exposition et 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 (Inéris (111)).

Les émissions chimiques ont des incidences potentielles significatives sur la santé humaine et elles font l'objet de mesures d'évitement et de réduction.

3.19.2.1 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).

Compte tenu des mesures d'évitement et de réduction mises en place, la bonne qualité chimique, écologique et bactériologique des eaux rejetées (avec des paramètres contrôlés inférieurs aux valeurs de référence fixées entre autre par la directive cadre sur l'eau) et les mécanismes de transfert vers le milieu récepteur (dilution, filtration) assurent l'absence d'une dégradation potentielle de la qualité actuelle des eaux nécessaire à son usage et à ses capacités d'accueil dans l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo. Ainsi, les émissions liquides (eaux rejetées) ne sont pas considérées comme une source d'émissions dangereuses pour la santé humaine, quelle que soit la phase de vie considérée (APR, CI et F).

Incidence résiduelle très faible des émissions chimiques liquides du projet global Cigéo sur la santé humaine

3.19.2.2 Les émissions chimiques atmosphériques

Les principales émissions chimiques atmosphériques du projet global Cigéo en phase d'aménagements préalables 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 phases de construction initiale et de fonctionnement, les émissions chimiques sont principalement liées à la circulation des engins et des véhicules associés aux travaux du centre de stockage Cigéo, puis au fonctionnement des installations, comme les chaudières, les centrales à béton et la ventilation des installations ; et aux envols de particules en lien avec le dépôt de verses et les zones de stockage de matériaux. Les composés chimiques émis sont 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). L'ensemble de ces mesures ainsi que leurs effets attendus et modalités de suivi sont exposés au chapitre 2.4 du volume IV de la présente étude d'impact. 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 (Inéris) (111), 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 est évaluée 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 personnes fréquentant l'hôtel du Bindeuil et l'école d'Échenay.

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 Aria 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 pendant 70 années).

Les résultats de ces évaluations confirment qu'aucune habitation, ni aucun établissement accueillant du public ou populations sensibles recensé dans l'aire d'étude rapprochée du milieu physique du projet global Cigéo 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 autres substances dites d'intérêts possédant des valeurs toxicologiques de référence (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. 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 résiduelle très faible des émissions chimiques atmosphériques du projet global Cigéo sur la santé humaine

3.19.3 Les 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 au centre de stockage Cigéo puis transférés au sein des installations jusqu'aux alvéoles de stockage dans la couche 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, à distance, pour être stockés en souterrain.

Les sources d'émissions radioactives du projet global identifiées sont liées aux relâchements gazeux de quelques radionucléides (tritium, carbone 14 et krypton 85) par certains colis de déchets MA-VL, à la présence potentielle de radionucléides sur les surfaces externes des colis de déchets qui sont réceptionnés et à la récupération possible d'effluents liquides non conventionnels issus des zones à production possible de déchets nucléaires du centre de stockage Cigéo, relevant de la réglementation Installation nucléaire de base (INB) (112).

Les radionucléides 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), ou en millisievert (mSv, soit 0,001 Sv), en prenant en compte des habitudes de vie observées localement.

Les différentes émissions radioactives du projet global Cigéo ont des incidences potentielles significatives, elles font l'objet de mesures d'évitement et de réduction dans le cadre de la conception du projet global Cigéo.

3.19.3.1 Les émissions liées au transport des colis de déchets

Pour pouvoir être transportés sur la voie publique, les déchets radioactifs sont conditionnés (déchets solidifiés et éventuellement immobilisés sous une forme non dispersable) et placés dans un conteneur, puis disposés dans un emballage de transport, adapté à leur dangerosité et à leurs conditions de transport.

Le blindage des emballages de transport assure la protection contre les rayonnements ionisants d'une part et la résistance aux conséquences d'un accident (tels qu'une chute ou un incendie) d'autre part. À titre d'illustration, les déchets radioactifs de haute activité (HA) sont transportés dans des emballages en acier forgé dont la masse est de l'ordre d'une centaine de tonne.

Les limites réglementaires relatives au débit d'équivalent de dose permettent, pour un individu situé pendant une dizaine de minutes à une distance de deux mètres d'un wagon immobile chargé d'un emballage de transport de déchets radioactifs, de limiter la dose équivalente qu'il reçoit à environ 0,02 mSv.

Lorsqu'un individu est situé à une distance de deux mètres du passage d'un train de 10 wagons chargés d'emballages de transport de déchets radioactifs à des vitesses de 30 ou 40 km/h, la dose efficace corps entier de l'individu est de l'ordre de quelques de microsieverts en tenant compte d'hypothèses pénalisantes. Celle-ci s'avère plus faible encore pour une vitesse de 80 km/h.

Un même individu qui serait situé à une distance de deux mètres du passage de tous les trains intègrerait annuellement une dose efficace engagée de l'ordre de quelques dizaines de microsieverts.

Compte tenu de ces éléments, l'exposition aux convois de transport est extrêmement faible et limitée dans le temps.

3.19.3.2 Les effluents liquides non conventionnels issus des zones à production possible de déchets nucléaires

Le process nucléaire pour le stockage des colis de déchets radioactifs du centre de stockage Cigéo (opérations de manutention et de transferts principalement) ne génère pas d'effluents radioactifs liquides. Pendant le fonctionnement de l'INB, certains effluents collectés dans les zones à production possibles de déchets nucléaires (par exemple, liés aux condensats des unités intérieures de récupération d'énergie du bâtiment nucléaire de surface EP1) ou dans le système de collecte des eaux d'exhaure des alvéoles HA (eaux ayant été au contact des colis de déchets) peuvent contenir des substances radioactives. Ces effluents liquides dits « non conventionnel » ne sont pas rejetés localement et font l'objet d'une gestion distincte à savoir leur collecte et leur envoi vers une filière externe dédiée au traitement des déchets liquides radioactifs.

Des mesures sont mises en place. Les effluents liquides « non conventionnels » sont isolés et conditionnés. À l'issue du remplissage des cuves de collecte présentes dans le bâtiment nucléaire de surface, les effluents font l'objet d'une caractérisation radiologique afin de permettre leur transport. Ces effluents sont ensuite transférés vers une filière externe. Ils sont acheminés conformément à la réglementation transport pour leur traitement et prise en charge vers une installation adaptée. L'ensemble de ces mesures ainsi que leurs effets attendus et modalités de suivi sont exposés au chapitre 10 du volume IV de la présente étude d'impact.

Le volume annuel maximum d'effluents liquides non conventionnels, produits au cours des premières décennies de fonctionnement de l'INB jusqu'à l'horizon 2080, est estimé de façon très conservative de l'ordre de 90 m^3/an.

L'activité maximale de ces effluents liquides non conventionnels, calculée de façon enveloppe, est de l'ordre de 10 Bq/L en alpha global et 100 Bq/L en bêta global.

Ces quantités et niveaux de radioactivité ont été évalués sur des hypothèses très conservatives, très au-dessus des effluents réellement attendus.

Le centre de stockage Cigéo ne rejette donc pas, dans l'environnement local, d'effluents liquides non conventionnels.

Les incidences des émissions radioactives liquides sur la santé humaine sont donc extrêmement faibles.

3.19.3.3 Les émissions radioactives atmosphériques

Les radionucléides gazeux qui proviennent de certains colis de déchets MA-VL sont le tritium (^3H), le carbone 14 (^{14}C) et le krypton 85 (^{85}Kr). Ces trois radionucléides sont très volatils et restent à l'état gazeux ou sous forme de vapeur d'eau, sans former d'aérosols. Ils sont également faiblement radiotoxiques. Les particules radioactives (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 par la ventilation des ouvrages.

Les mesures d'évitement et de réduction 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 radionucléides et donc l'exposition des populations.

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...) ;
- 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 radionucléides pénalisants, en considérant plusieurs classes d'âges de population...).

Les populations susceptibles d'être 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 Cigéo, sous les vents dominants, 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 du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives. Ces outils 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 au niveau du village de Bure, de l'ordre du microsievert par an (µSv/an), soit plus de mille fois inférieure au millisievert (mSv). L'exposition humaine pour les autres villages environnants dans un rayon d'environ 8 km est encore plus faible : entre 20 % et 40 % en dessous de l'exposition potentielle de la commune de Bure. 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.

3.19.3.4 Le risque sanitaire lié aux émissions radioactives

En phase de fonctionnement, 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 et à celle de 0,25 mSv/an retenue par l'Andra. 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, correspondant à la zone de Meuse/Haute-Marne à 1,6 mSv/an). 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.

Les incidences résiduelles des émissions radioactives liquides et atmosphériques du projet global Cigéo sur la santé humaine en phase de fonctionnement sont très faibles.

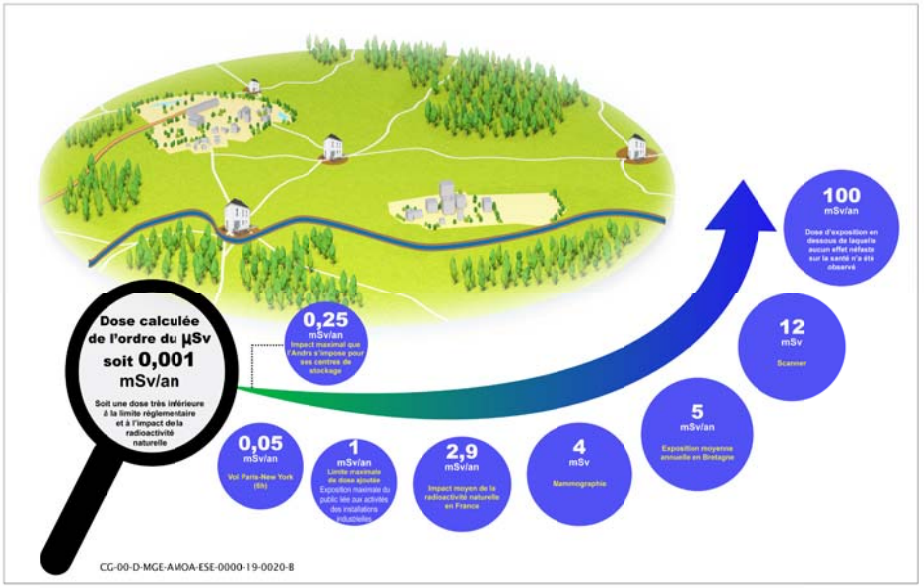


Figure 3-62 Valeurs repères d'exposition humaine aux émissions radioactives

3.19.4 L'après fermeture sur la santé humaine

Une fois l'installation souterraine fermée définitivement, c'est-à-dire les ouvrages souterrains ainsi que les puits et descenderies remblayés et scellés, les colis de déchets HA et MA-VL vont se dégrader lentement dans le temps. Les radionucléides contenus dans ces colis de déchets vont peu à peu être relâchés dans les alvéoles de stockage. L'eau est le principal facteur d'altération des colis de déchets et le principal vecteur de la migration des radionucléides et substances toxiques chimiques contenus dans les déchets vers la biosphère.

La sûreté est alors assurée de façon totalement passive, c'est-à-dire que l'homme et l'environnement sont protégés des éléments radioactifs et des substances chimiques toxiques contenus dans les déchets radioactifs, sans qu'il soit nécessaire d'intervenir. En effet, la protection de l'homme et de l'environnement à long terme repose sur la couche du Callovo-Oxfordien, qui joue un rôle central de cette protection, complétée notamment par des dispositifs ouvragés comme les ouvrages de fermeture des liaisons surface-fond (puits et descenderies).

L'évaluation des incidences résiduelles sur la santé humaine consiste à évaluer quantitativement le niveau de protection offert par le système de stockage vis-à-vis des quelques radionucléides et substances toxiques chimiques qui parviendraient éventuellement jusqu' à un exutoire (point d'extraction d'eau) accessible à l'homme et qui en ferait usage pour ses activités (eau de boisson, irrigation, abreuvement des animaux...).

L'évaluation de la sûreté après fermeture vise à s'assurer de manière robuste que le système de stockage (milieu naturel, en particulier la couche argileuse hôte du Callovo-Oxfordien, les composants ouvragés du stockage, en particulier les colis de déchets et les scellements, et l'architecture du stockage) garantit la protection de l'homme et de l'environnement dans le temps.

Pour mener l'évaluation de sûreté après fermeture, l'Andra met en œuvre une démarche rigoureuse et prudente, en cohérence avec les exigences de l'autorité de sûreté nucléaire (ASN) et les pratiques internationales. Cette démarche a été éprouvée et enrichie depuis plus de 30 ans au travers des nombreux dossiers remis par l'Andra et évalués par l'ASN, des revues d'experts internationales et des revues d'experts mandatées par des parties prenantes. Les grandes lignes de cette démarche sont les suivantes :

- d'une part elle est à la fois qualitative et quantitative. Elle repose ainsi sur des arguments croisés et la quantification d'indicateurs relatifs :
  - ✓ au fondement du stockage géologique profond, comme par exemple la quantité de radionucléides qui est restée confinée dans le stockage, ou dans son champ proche dans la couche argileuse hôte, à un million d'année ou la concentration en radionucléide dans l'eau à un exutoire (pompage dans une nappe, rivière) ;
  - ✓ à l'impact sur la santé humaine, comme la dose radiologique annuelle totale à laquelle pourrait être exposée un être humain. Cette dose s'apprécie au regard de la valeur repère de 0,25 mSv retenue par l'Autorité de sûreté nucléaire comme indicateur pour le stockage de déchets radioactifs en après fermeture, elle-même inférieure à la limite de dose annuelle pour la population de 1 mSv ;
- d'autre part, elle considère différentes situations et scénarios qui permettent à la fois :
  - ✓ d'évaluer la performance du stockage pour les scénarios d'évolution les plus probables, conformément aux objectifs fixés par l'ASN pour ces situations ;
  - ✓ de couvrir de manière prudente (*i.e.* Enveloppe) les incertitudes résiduelles de connaissances sur le comportement du stockage et du milieu naturel dans le temps (par exemple en retenant des valeurs conservatives de paramètre sur le relâchement et la migration des radionucléides) ;
  - ✓ de démontrer la robustesse du stockage même en cas d'occurrence d'évènements « postulés » de manière conventionnel (« arbitraire ») et pénalisantes, relatifs aux composants du stockage ou du milieu géologique (par exemple la défaillance de tous les scellements ou l'existence d'une fracture dans la roche hôte qui n'aurait pas été vue).

Les scénarios de sûreté après fermeture sont définis pour représenter la manière dont les radionucléides et les substances toxiques chimiques contenus dans les déchets sont susceptibles d'arriver jusqu'à l'homme.

La démarche repose sur des scénarios contrastés permettant d'évaluer le fonctionnement prévu du stockage ainsi que la robustesse de celui-ci face aux incertitudes.

Le scénario d'évolution normale « de référence » permet d'évaluer la performance de sûreté attendue du stockage en se fondant sur l'état des connaissances scientifiques et technologiques disponibles, admises et issues en particulier des recherches menées par le monde académique dans le domaine de stockage mais aussi dans d'autres domaines et sur les exigences garanties par conception de l'installation. De manière prudente, ce scénario intègre également un certain nombre de représentations conservatives du stockage et de son environnement (par exemple le fait de considérer le stockage saturé d'eau dès sa fermeture alors que cette saturation ne sera atteinte que bien au-delà de plusieurs dizaines de milliers d'années, du fait notamment de la faible perméabilité de la roche hôte d'où de très faibles flux d'eau qui y circulent, ou le fait de représenter des exutoires par pompage captant la totalité des radionucléides arrivant dans une zone et non la quantité et la concentration locales autour du pompage).

Afin de démontrer la robustesse de la démonstration de sûreté après fermeture vis-à-vis de la conception du stockage et des incertitudes de connaissances résiduelles, d'autres scénarios sont étudiés :

- une situation d'évolution normale « enveloppe » qui cumule des valeurs et hypothèses conservatives. Cette représentation majore le transfert des radionucléides et des substances toxiques chimiques depuis les colis stockés jusqu'à la biosphère puis à l'homme. Elle constitue une borne supérieure de l'impact cumulé des incertitudes résiduelles de connaissance. Elle constitue par ce choix d'hypothèses et de données conservatives, la limite du domaine d'évolution normale du système de stockage et de son environnement ;
- des scénarios de déviation de l'évolution normale, que l'on qualifie de scénarios d'évolution altérée, de scénarios *What-if*, ou de scénarios d'intrusion humaine involontaire.

Ces scénarios visent à tester la robustesse du système de stockage à une perte ou une dégradation d'une fonction de sûreté fondamentale de ce dernier, même si cette perte ou dégradation est considérée comme peu ou très peu vraisemblable. Il s'agit par exemple de la défaillance de tous les scellements ou d'une intrusion humaine involontaire dans le stockage par un forage en cas d'oubli de l'existence de ce dernier sur le long terme.

L'évaluation de sûreté présentée dans le dossier de demande d'autorisation de création de l'INB Cigéo traite l'ensemble des scénarios indiqués ci-dessus, en incluant des demandes de l'ASN et de son appui technique l'institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) faites lors de l'instruction du dossier d'option de sûreté. Elle permet de tester plus encore la robustesse de la sûreté après fermeture, en particulier au travers de la combinatoire de conservatismes, par exemple sur les valeurs de paramètre de migration des radionucléides, ou le choix postulé de situation/scénario, comme un effondrement dans un alvéole de déchets MA-VL qui conduirait à limiter la garde de roche hôte au droit de cet alvéole.

L'évaluation quantitative est menée à l'aide d'outils numériques capables de simuler et de quantifier le relâchement des radionucléides et substances toxiques chimiques par les colis, leur migration dans les ouvrages souterrains, dans la couche du Callovo-Oxfordien puis les formations encaissantes de la couche du Callovo-Oxfordien jusqu'aux exutoires. Ces outils font l'objet d'une démarche de qualification permettant de s'assurer de leur utilisation pertinente, notamment en termes d'analyse des résultats, en particulier sur le plan numérique, par exemple au travers d'exercices d'inter-comparaisons de codes de calcul.

Les résultats de l'évaluation de sûreté après fermeture confirment la capacité du stockage et du milieu géologique, plus particulièrement la roche argileuse hôte du Callovo-Oxfordien, à garantir la sûreté sur le long terme. Ils soulignent :

- le rôle central de la roche hôte de par ses caractéristiques (faible perméabilité, capacité de rétention élevée des radionucléides, faible migration des radionucléides très solubles et non retenus du fait d'une faible diffusion, épaisseur élevée...) ;
- la complémentarité apportée par le stockage et sa conception. Cette dernière vise à garantir le maintien des caractéristiques favorables de la roche hôte (par exemple en limitant la température maximale dans la roche hôte en deçà de 100 °C autour des quartiers de déchets exothermiques, comme les déchets vitrifiés de haute activités) et à tirer parti de ces caractéristiques.

Il ressort de l'ensemble de études de l'évaluation de sûreté après fermeture que

- la grande majorité des radionucléides restent dans le stockage ou en son champ proche ;
- seuls quelques radionucléides, ceux à vie longue et mobiles, parviennent aux extrémités de la roche hôte puis aux exutoires, mais en quantité faible et diluée dans le temps et l'espace.

Cela est le cas pour le scénario d'évolution normale, mais aussi pour les autres scénarios, qui mobilisent peu de radionucléides du fait des caractéristiques de la roche hôte du Callovo-Oxfordien, même en prenant en compte des propriétés dégradées, et de la conception du stockage. Par exemple un forage ou une fracture de la roche hôte qui intercepte un alvéole de stockage ne mobilise qu'une fraction de la quantité de radionucléides contenu dans cet alvéole.

En termes d'indicateur de dose à l'homme, pour le scénario d'évolution normal de référence, représentatif du comportement attendu du stockage, la dose maximale est de l'ordre de 0,0015 mSv/an, donc très inférieure à la valeur de référence de 0,25 mSv/an. Le scénario d'évolution normale « enveloppe » conduit à des impacts qui sont au maximum de l'ordre de grandeur de cette valeur de référence.

La démonstration de la robustesse du système de stockage est renforcée par les résultats des scénarios de déviation de l'évolution normale du système de stockage et de son environnement, ce d'autant que ces scénarios ont traité les deux situations notamment la situation enveloppe du scénario d'évolution normale qui est fondée sur les caractéristiques « enveloppes » de la couche du Callovo-Oxfordien.

Les résultats des évaluations de ces scénarios soulignent encore le rôle central de la couche du Callovo Oxfordien, même avec des caractéristiques enveloppes, renforcé par la conception du stockage précitée (en particulier la modularité du stockage ou les longueurs de galeries depuis les alvéoles jusqu'aux ouvrages de liaison surface-fond). Ces résultats sont pour l'essentiel similaires à ceux du scénario d'évolution normale, en termes de performances de confinement. L'impact de la santé humaine maximale en termes de dose annuelle reste du même ordre de grandeur que celle du scénario d'évolution normale.

Dans tous les cas pour les scénarios SEA, *What-if*, SIHI, les niveaux de dose maximale restent inférieurs aux niveaux susceptibles d'induire des effets déterministes et dans la plupart des cas inférieurs à la valeur de référence retenue pour le SEN (0,25 mSv/an).

L'ensemble des résultats confirment ainsi la robustesse du système de stockage face aux incertitudes résiduelles de connaissance.

3.19.5 Les situations accidentelles de l'INB Cigéo

La maîtrise des risques dans les installations nucléaires de base 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.

Ainsi, la création de l'INB impose la réalisation d'une étude de maîtrise des risques qui est jointe à la demande d'autorisation de création.

Cette étude expose l'inventaire des risques que présente l'installation projetée ainsi que l'analyse des dispositions prises pour prévenir ces risques et des mesures propres à limiter la probabilité des accidents et leurs effets. Son contenu est en relation avec l'importance des dangers présentés par l'installation et de leurs effets prévisibles, en cas de sinistre, sur la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de la nature et de l'environnement.

La méthodologie et les règles d'études s'appuient principalement sur la réglementation applicable à toute INB, sur les règles fondamentales de sûreté (RFS) et les guides relatifs aux INB.

L'analyse de sûreté repose sur une analyse de risques et une analyse par situations de fonctionnement, permettant d'identifier les différentes situations auxquelles l'installation peut être confrontée, de les regrouper selon leur vraisemblance, et de vérifier que les moyens techniques et organisationnels qui en garantissent la maîtrise permettent la protection des intérêts, c'est-à-dire la protection de la sécurité, la santé et la salubrité publique ainsi que la protection de la nature et de l'environnement.

Ces situations couvrent le fonctionnement normal et le fonctionnement dégradé, les situations incidentelles et accidentelles de dimensionnement ainsi que des situations accidentelles plus complexes (situations d'extension du dimensionnement) pouvant être la résultante de plusieurs événements cumulés ou d'évènements climatiques extrêmes (notamment issus du retour d'expérience de l'accident de Fukushima).

Elles concernent principalement des situations de chute de colis de déchets radioactifs en cours de manutention, d'incendie à proximité de colis de déchets ou encore des situations liées à des aléas externes (ex : séisme).

Une synthèse des résultats de plusieurs situations accidentelles est développée dans l'étude de maitrise des risques :

- des situations accidentelles jugées plausibles mais qui ne présentent pas d'impacts radiologiques significatifs sur l'homme et l'environnement ;
  - ✓ chute d'un colis primaire à la suite de la défaillance d'un pont ;
  - ✓ incendie d'un chariot de transfert des colis dans le bâtiment nucléaire de surface ;
- des situations accidentelles dont la plausibilité est moindre mais qui seraient les plus sévères en termes de dose maximale sur l'homme et l'environnement (situations accidentelles sévères) :
  - ✓ chute d'un emballage ouvert de transport MA-VL lors de son déchargement dans le bâtiment nucléaire de surface ;
  - ✓ inflammation d'un colis de déchets bitumés dans un colis de stockage.

Une estimation des doses reçues par l'homme et l'environnement est réalisée, à différentes distances des zones descenderie et puits de l'INB, dans les conditions météorologiques les plus défavorables et en prenant en compte des hypothèses majorantes. En vue de démontrer le caractère robuste de la démarche de sûreté, l'estimation des doses reçues par les populations et l'environnement en 24 heures est comparée aux objectifs de protection.

Dans l'éventualité d'un accident sur l'INB Cigéo, l'analyse des scénarios accidentels, même les plus sévères, montre que les objectifs de protection ne sont pas dépassés et qu'ils ne conduisent pas à considérer le besoin de mesures de protection du public dans le temps et dans l'espace de type mise à l'abri.

3.19.5.1 Les situations accidentelles des autres risques du projet global Cigéo

3.19.5.2 Les risques liés au transport des colis

Les colis de déchets radioactifs acheminés vers le centre de stockage Cigéo sont transportés dans des emballages de transport dont la robustesse et les conditions opérationnelles de leur transport (étiquetage, marquage, nombre d'emballages par wagon/camion...) sont adaptés aux risques associés aux substances radioactives qu'ils contiennent, ce conformément aux règlements en vigueur concernant les transports de matières dangereuses.

Au cas où un accident de transport aurait lieu, quel que soit le type d'accident (routier ou ferroviaire), les emballages de transport de colis de déchets radioactifs sont conçus et testés pour résister à des conditions accidentelles sévères (telles qu'une chute d'une hauteur de neuf mètres sur une surface indéformable).

Un plan de transport des colis de déchets radioactifs est établi par l'expéditeur (les producteurs) et prévoit l'itinéraire emprunté et les particularités du voyage (stationnement, hébergement, conditions particulières). Les préfectures et les groupements de gendarmerie sont informés des passages des convois. Les convois sont suivis en temps réel par géolocalisation, et tout écart entre le plan de transport et la situation réelle entraine le déclenchement d'une alerte.

Les transporteurs disposent d'un plan d'urgence et d'intervention Transports leur permettant de réagir face à un incident ou un accident de transport. Pour cela, une organisation de crise est mise en place 24 h/24 h, 7 j/7 j, prévoyant entre autres l'alerte des pouvoirs publics (pompiers, Samu, Autorité de sûreté nucléaire, Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire...), et la mise à disposition des informations nécessaires à leur intervention. Ce dispositif de gestion de crise vise à limiter les conséquences et à mettre en place les mesures éventuellement nécessaires pour la protection du public.

Par ailleurs, les pouvoirs publics définissent des plans de réponse en cas d'accident aux niveaux national et local. L'ASN appuyée par l'IRSN assiste les autorités chargées des opérations de secours.

3.19.5.3 Les risques liés au transport, à la réception et à la distribution de carburants

La construction et l'exploitation du centre de stockage Cigéo nécessitent l'utilisation de carburants pour les véhicules, les engins et les installations de combustion.

L'accident redouté pour le transport de matières dangereuses est une fuite sur le camion de livraison de carburant, d'une contenance d'une quinzaine de m^3, qui conduirait à l'épandage au sol de carburants et à la dispersion de vapeurs de carburants dans l'air. En présence d'une source d'ignition, cette fuite pourrait être à l'origine d'un incendie (effets thermiques) ou d'une explosion (effets de surpression).

En cas d'épandage, les pollutions accidentelles seraient collectées dans le réseau d'eaux pluviales et dirigées vers un bassin de confinement. Ainsi, une pollution accidentelle sur le site n'atteindrait pas l'environnement et les cours d'eau.

En cas d'incendie de carburant, les effets thermiques liés au rayonnement des flammes seraient limités et ne pourraient pas être ressentis au niveau des bâtis à l'extérieur du site. Le panache de fumées toxiques s'élèverait vite en raison de la température et se disperserait rapidement en altitude.

L'explosion de vapeurs de carburant générerait un souffle qui se propagerait sous la forme d'une onde de pression aérienne. Celle-ci pourrait générer des projections (par exemple : bris de verre). Cette surpression s'atténue avec l'éloignement, ainsi l'effet de surpression resterait limité aux abords des voiries.

3.19.5.4 Les risques liés aux chaufferies

La fonction principale des chaufferies est le traitement de l'air (température et hygrométrie) des installations du centre de stockage Cigéo. Elles assurent également la production d'eau chaude sanitaire.

Deux chaufferies sont présentes sur le centre de stockage Cigéo, l'une est implantée sur la zone descenderie et l'autre sur la zone puits. Chacune de ces chaufferies comprend une chaudière principale biomasse alimentée par des plaquettes bois et trois chaudières d'appoint alimentées par du gaz (GPL) lors des périodes les plus froides.

La situation accidentelle redoutée lors du transport et la réception de GPL est une fuite sur la citerne de livraison ou une rupture de flexible de dépotage. En présence d'une source d'ignition, cette fuite peut être à l'origine d'un jet enflammé ou d'une inflammation à l'air libre d'un « nuage » de gaz produisant des effets thermiques et des effets de surpression. Par ailleurs, en cas de rupture brutale de la citerne, une vaporisation violente à caractère explosif du GPL contenu dans la citerne peut avoir lieu produisant également des effets thermiques, des effets de surpression et des projectiles. À l'intérieur de la chaufferie, une fuite sur une tuyauterie de GPL ou une défaillance sur le dispositif d'alimentation en GPL d'une chaudière peut conduire à la dispersion de gaz inflammable dans le local. En présence d'une source d'ignition, cette fuite peut être à l'origine d'un incendie ou d'une explosion dans le local.

Les effets thermiques et de surpression s'atténuent avec la distance. L'ensemble des dispositions de maîtrise des risques envisagées permet de maitriser les conséquences potentielles de ces situations accidentelles. Aucune incidence ne serait ressentie à l'extérieur du centre de stockage Cigéo.

Les plaquettes de bois qui vont alimenter les chaudières biomasse sont des combustibles qui, en cas d'incendie, sont susceptibles de s'enflammer et ainsi apporter une masse combustible. Elles sont stockées dans un silo en fosse situé à l'intérieur des bâtiments chaufferies et équipé de murs coupe-feu. Si malgré ces mesures de prévention un incendie survenait, les effets thermiques seraient très limités. Aucune incidence ne serait ressentie à l'extérieur du centre de stockage Cigéo.

3.19.5.5 Les risques liés aux substances dangereuses non radioactives

Des substances dangereuses non radioactives pourront être mises en œuvre sur le centre de stockage Cigéo. Elles seront livrées et stockées en petits ou très petits conditionnements.

Une situation accidentelle redoutée est une fuite sur un contenant qui conduit à un épandage au sol de ces dernières. Dans les zones de stockage ou de mise en œuvre des substances inflammables, en présence d'une source d'ignition, cet épandage peut être à l'origine d'un incendie, voire d'une explosion. Par ailleurs, dans le cas

d'épandages simultanés de substances incompatibles, des réactions chimiques dangereuses peuvent avoir lieu (dégagements de chaleur et/ou de substances nocives, voire toxiques).

Un ensemble de mesures de maitrise des risques est mis en place, notamment le stockage des substances dangereuses sur des capacités de rétention, en tenant compte des règles d'incompatibilité et dans des locaux adaptés. Aucune incidence ne serait ressentie à l'extérieur du centre de stockage Cigéo.

3.19.5.6 Les risques liés aux installations/locaux électriques

Les situations accidentelles redoutées relatives à la présence de ces installations électriques sont des fuites potentielles d'huile au niveau des postes de transformation électrique, des départs de feu/incendies et l'explosion d'hydrogène dégagé lors de la charge des batteries des moyens de manutention et des véhicules électriques.

Le respect des règles de l'art dans la conception et l'exploitation de ces installations permet de maitriser les risques et de limiter conséquences potentielles de ces situations accidentelles. Aucune incidence ne serait ressentie à l'extérieur du centre de stockage Cigéo.

3.19.5.7 Les risques liés aux explosifs éventuellement mis en œuvre pour les terrassements

Des explosifs pourraient être utilisés lors de la phase d'aménagement préalable pour la réalisation des terrassements. Les impacts en termes de surpression sont conditionnés par les quantités d'explosifs mises en jeu dans les situations accidentelles. Le respect de la réglementation applicable à l'utilisation d'explosifs permet de maitriser les risques et de limiter les conséquences potentielles d'une situation accidentelle. Aucune incidence ne serait ressentie à l'extérieur du centre de stockage Cigéo.

3.19.6 Conclusion

À toutes les phases du projet global Cigéo (aménagements préalables, construction initiale, fonctionnement, après fermeture, ainsi que lors d'une situation accidentelle), les incidences des émissions physiques, chimiques ou radioactives, sur la santé humaine sont faibles à très faibles.

Les émissions du projet global Cigéo ont une incidence faible sur la santé humaine.

3.20 La nature et les 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 autorisations 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, qui sera validé notamment par l'Agence de sûreté nucléaire, permet de contrôler :

- les consommations et émissions 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, par les services de l'État, 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'Autorité de sûreté nucléaire (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 (113) ;
- la réalisation de contrôles programmés et inopinés par l'Autorité de sûreté nucléaire.

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 les maîtrises d'ouvrage tierces.

3.21 L'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 à 353 millions d'euros (M€), réparti comme suit :

- 117 M€ à 134 M€ correspondent aux options de conception stratégiques prises en faveur de l'environnement ;
- 176 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 suivi et 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 du projet global 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 de 2018). Le coût supplémentaire pour la poursuite du fonctionnement du centre de stockage Cigéo est estimé à environ 5,7 Md€ (conditions économiques de 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 de 2018).

3.22 L'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 associés au changement climatique sont 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. Il est envisagé que les tendances actuelles concernant la population et l'emploi se confirment et demeurent à la baisse. 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 783 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.

Le projet global Cigéo aura une incidence indirecte positive sur l'organisation du territoire local, mais également à l'échelle de la région Grand Est (densification, extension et/ou création de zones d'activités et de zones résidentielles, développement de commerces, équipements et services, et adaptation du réseau de transport).

À 2100, le changement climatique lié aux activités humaines s'amplifie et ses conséquences sur l'évolution des différents milieux de l'environnement également.

Sur le long terme, les scientifiques estiment qu'il n'y aura aucune modification des caractéristiques tectoniques de la région pendant encore plusieurs millions années.

3.23 La synthèse des incidences du projet global Cigéo sur l'environnement

Le tableau 3-9 reprend l'ensemble des thématiques susceptibles d'être affectées par le projet global Cigéo et la hiérarchisation des incidences. À noter que sont présentés dans ce tableau les niveaux d'enjeux et d'incidences les plus élevés à l'échelle du projet global Cigéo.

Tableau 3-9 Hiérarchisation des incidences des principaux facteurs environnementaux

Milieu	Facteur	Sous-Facteurs	Hiérarchisation de l'enjeu	Mesures d'évitement	Mesures de réduction	Mesure de compensation	Niveau d'incidence après mesures E, R, C
Milieu physique	Atmosphère	Conditions météorologiques locales	Faible		X		Très faible
		Risques météorologiques			X		Très faible
		Énergie et gaz à effet de serre	Modéré	X	X		Faible
		Qualité de l'air : substances conventionnelles	Fort	X	X		Faible
		Qualité de l'air : substances radioactives		X	X		Très faible
	Sols	Occupation des sols	Modéré	X	X	X	Modéré Le projet global Cigéo modifie l'occupation de près de 783 ha de sols parmi lesquels environ 586,9 ha de terrains forestiers et agricoles sont artificialisés dont 158,7 ha imperméabilisés
		Relief			X		Faible
		Pollution des sols			X		Très faible
	Sous-sol	Pollution physico-chimique	Faible		X		Très faible
		Contamination radiologique			X		Très faible
		Risques naturels		X	X		Très faible
		Ressources du sous-sol		X	X		Faible
	Eaux	Eaux souterraines et superficielles : Quantitatif	Fort	X	X		Faible
		Eaux souterraines et superficielles : Qualitatif	Fort	X	X		Faible
		Eaux souterraines et superficielles : Usages	Fort	X	X	Au besoin	Faible
Milieu naturel	Biodiversité	Zonages environnementaux	Modéré	X	X	X	Zéro perte nette de biodiversité
		Zones humides	Fort	X	X	Au besoin	Zéro perte nette de biodiversité
		Continuités écologiques	Modéré	X	X		Zéro perte nette de biodiversité
		Habitats, faune, flore	Fort	X	X	X	Zéro perte nette de biodiversité
Milieu humain	Population et activités économiques	Population, emploi et activités économiques	Fort	X			Positif
	Activités agricoles et sylvicoles	Activités agricoles	Fort	X	X	X	Faible à très faible
		Activités sylvicoles	Modéré	X	X	X	Faible à très faible
	Réseaux	Réseaux	Modéré	X	X		Très faible à Positif
	Déchets radioactifs	Déchets radioactifs	Fort	X	X		Faible à positif

Milieu	Facteur	Sous-Facteurs	Hiérarchisation de l'enjeu	Mesures d'évitement	Mesures de réduction	Mesure de compensation	Niveau d'incidence après mesures E, R, C
	fs et conventionnels	Déchets conventionnels	Modéré	X	X		Faible
	Infrastructures de transport	Infrastructures de transport	Modéré	X	X		Faible à très faible
	Cadre de vie	Environnement sonore	Modéré	X	X		• modéré en phases d'aménagement préalable et de construction initiale ; • faible en phase de fonctionnement
		Environnement vibratoire		X	X		Faible

Milieu	Facteur	Sous-Facteurs	Hiérarchisation de l'enjeu	Mesures d'évitement	Mesures de réduction	Mesure de compensation	Niveau d'incidence après mesures E, R, C
		Environnement lumineux		X	X		• faible en phase d'aménagements préalables ; • modérée en phases de construction initiale et de fonctionnement : le projet nécessite des éclairages nocturnes dans un environnement qui comporte peu d'éclairage à l'exception de l'éclairage public des villages et de l'éclairage du centre de Meuse/ Haute-Marne.
		Environnement olfactif		X	X		Très faible
		Champs électriques et magnétiques		X	X		Très faible

Milieu	Facteur	Sous-Facteurs	Hiérarchisation de l'enjeu	Mesures d'évitement	Mesures de réduction	Mesure de compensation	Niveau d'incidence après mesures E, R, C
	Paysage, patrimoine culturel, tourisme et activités de loisirs	Paysage	Fort	X	X		Faible à forte en phase d'aménagements préalables et de construction initiale, puis faible en phase de fonctionnement quand les plantations paysagères seront arrivées à maturité
		Patrimoine archéologique	Fort (partie ouest)		X		Modérée
		Patrimoine historique et architectural et sites inscrits, sites classés	Modéré (ligne ferroviaire 027000)	X	X		Faible
		Activités de tourisme et de loisirs	Faible	X	X		Très faible à positif

Milieu	Facteur	Sous-Facteurs	Hiérarchisation de l'enjeu	Mesures d'évitement	Mesures de réduction	Mesure de compensation	Niveau d'incidence après mesures E, R, C
	Santé humaine	/	/	X	X		À toutes les phases du projet global Cigéo (aménagements préalables, construction initiale, fonctionnement, après fermeture, ainsi que lors d'accident ou de catastrophe majeur), les incidences, des émissions physiques, chimiques ou radioactives, sur la santé humaine sont faibles à très faibles.

TABLEAU DE TRAÇABILITE DES PRINCIPALES EVOLUTIONS DE FOND DE L'ETUDE D'IMPACT

Chapitre EI DAC		Prec-Car	Ev-Initial	Ev-Reg	Prec-RepSI	Précisions sur les évolutions apportées au contenu du résumé non technique de l'EI-DAC
	Préambule	x				Actualisation du tableau des volumes de l'étude d'impact Précisions apportées dans la rédaction du bloc « Étude d'impact et projet global Cigéo »
1.1	Le projet global Cigéo, objet de l'étude d'impact	x				Précisions apportées sur le périmètre du projet global Cigéo
1.3.1	Le processus d'évaluation environnementale	x				Précisions apportées pour une meilleure compréhension du processus d'évaluation environnementale
1.4.1	L'étude d'impact dans les procédures administratives du projet global Cigéo				x	Précisions apportées sur les actualisations successives de l'étude d'impact du projet global Cigéo
1.4.2	Les raisons des actualisations de l'étude d'impact dans le cadre de ses dépôts successifs				x	
1.4.3	La traçabilité de l'actualisation de l'étude d'impact dans le cadre des processus successifs d'évaluation environnementale				x	Précisions apportées sur la gestion des évolutions de l'étude d'impact : ce qui va évoluer et comment cela va être tracé
1.5	Les experts qui ont préparé l'étude d'impact et les études ayant contribué à sa réalisation	x				Actualisation des informations : • nouveaux contributeurs ; • suppression de références à des bureaux d'études dont les études ont été modifiées ; • mise à jour de l'expérience des experts.
2.1.1	Justification du besoin de gestion durable des déchets radioactifs de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL)	x				Précisions et justification apportées relatives au besoin de gestion des déchets radioactifs
2.1.2	Choix du stockage géologique profond dans la formation argileuse du Callovo-Oxfordien	x				Précisions et justifications apportées sur les solutions non retenues
2.1.3	Choix d'implantation du centre de stockage Cigéo et des autres opérations associées	x				Précisions apportées sur les choix d'implantation du centre de stockage Cigéo et les autres opérations associées
2.1.4	Choix techniques et environnementaux effectués pour la conception du centre de stockage Cigéo	x			x	Ajout d'une synthèse sur les choix techniques de conception, en lien avec les actualisations apportées au Volume II et la recommandation de l'Autorité environnementale sur l'EI-DUP du projet global Cigéo
2.1.6	Pourquoi engager la réalisation du centre de stockage Cigéo maintenant ?	x				Précisions et justifications apportées sur la réalisation du centre de stockage Cigéo et la phase industrielle pilote
2.3.1	Centre de stockage Cigéo sous maitrise d'ouvrage Andra	x				Ajout d'une introduction afin d'améliorer l'organisation et la compréhension du chapitre présentant le centre de stockage Cigéo
2.3.1.1.4	Installation nucléaire de base (INB)	x				Ajout d'un chapitre présentant l'installation nucléaire de base et son périmètre
2.3.1.2	Zone descenderie	x				Précisions apportées dans la description et les illustrations des opérations du centre de stockage Cigéo, en lien avec les actualisations apportées au Volume II
2.3.1.3	Zone puits	x				

Chapitre EI DAC		Prec-Car	Ev-Initial	Ev-Reg	Prec-RepSI	Précisions sur les évolutions apportées au contenu du résumé non technique de l'EI-DAC
2.3.1.4	Zone d'implantation des ouvrages souterrains	x				
2.3.2	Autres opérations du projet global Cigéo liées à sa construction et à son fonctionnement	x				Précisions apportées relatives à la concertation préalable réalisée pour l'opérations de mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000, en lien avec les actualisations apportées au Volume II
2.4	Phases temporelles successives de déploiement du projet global Cigéo	x				Précisions apportées à la description des phases temporelles du déploiement du projet global Cigéo Précisions apportées sur les opérations de caractérisation et de surveillance environnementale Précisions apportées sur la temporalité des travaux des opérations des autres maîtres d'ouvrage
2.5	Principaux travaux et leurs modalités d'exécution	x				Ajout d'une synthèse de la description des principaux travaux et leurs modalités d'exécution aux différentes phases du projets global Cigéo, en lien avec les actualisations apportées au Volume II
2.6	Estimation des consommations de ressources et des émissions et résidus attendus	x				Ajout d'une synthèse de l'estimation des consommations de ressources et des émissions et résidus attendus par le projet global Cigéo, en lien avec les actualisations apportées au Volume II
3.1.1.2	Incidences et mesures	x				Précisions apportées sur les éléments d'appréciation du niveau d'incidence
3.1.2	Définition des aires d'étude				x	Actualisation de l'aire d'étude éloignée de la thématique "Eaux" pour prendre en compte la recommandation de l'Autorité environnementale sur l'EI-DUP du projet global Cigéo Ajout d'une aire d'étude élargie pour la biodiversité Ajout d'une cartographie pour les aires d'étude concernant le paysage Ajout d'une cartographie pour les aires d'étude concernant les interactions
3.2.1.1	Etat initial		x			Actualisation avec les données météorologiques de 2018 et 2019
3.2.2.1.4	Séquestration carbone		x			Précisions apportées concernant les enjeux relatifs aux énergies et gaz à effet de serre
3.2.3.1.2	Paramètres radiologiques		x			Actualisation avec les données 2018 - 2020 de la station de Houdelaincourt
3.2.1.2.2	Risques météorologiques et vulnérabilité au changement climatique	x				Précisions et justifications apportées sur les incidences potentielles relatives aux risques météorologiques Précisions apportées sur les mesures et leurs modalités de suivi
3.2.3.2.1	Émissions conventionnelles	x				Précisions apportées concernant les concentrations d'émissions conventionnelles issues de la modélisation atmosphérique
3.3.1	État initial		x			Précisions apportées sur les sources et la méthode utilisée pour caractériser l'état initial des sites pollués ou potentiellement pollués et ajout d'un encart sur les enjeux liés aux sols
3.3.1.1	Géomorphologie		x			Précisions apportées sur le contexte géologique du Bassin parisien
3.3.2.1	Changement d'occupation du sol	x				Mise en cohérence des incidences du projet global Cigéo sur le changement d'occupation du sol, en lien avec les actualisations apportées au chapitre 3 du volume IV
3.4.1	État initial		x			Précisions apportées sur la méthode de caractérisation de l'état initial radiologique du sous-sol
3.4.1.5	Risques naturels liés à la géologie		x			Précisions apportées sur le contexte géodynamique et sismotectonique
3.4.2.2	Risque sismique d'origine naturelle et anthropique	x				Précisions apportées sur les risques sismiques d'origine naturelle et anthropique
3.4.2.4	Ressources du sous-sol	x				Précisions apportées sur l'absence de ressource géologique exceptionnelle ou particulière sur le site d'implantation du centre de stockage Cigéo Précisions apportées à la démonstration de la compatibilité du projet avec les schémas départementaux des carrières de la Haute-Marne et de la Meuse
3.5.1.1	Eaux souterraines		x			Actualisation de l'encart de méthode avec l'enquête complémentaire sur les usages réalisée par l'Andra en 2020 Précisions apportées dans la synthèse sur les niveaux d'enjeux pour les aspects quantitatif, qualitatif et les usages
3.5.1.1.1	Les « masses d'eaux » souterraines		x			Actualisation du code de la masse d'eau des Calcaires du Dogger

Chapitre EI DAC		Prec-Car	Ev-Initial	Ev-Reg	Prec-RepSI	Précisions sur les évolutions apportées au contenu du résumé non technique de l'EI-DAC
3.5.1.1.3	État des masses d'eaux souterraines		x			Actualisation suite à l'adoption du SDAGE Seine-Normandie 2022-2027
3.5.1.1.4	Utilisation des eaux souterraines		x			Actualisation avec l'enquête complémentaire sur les usages réalisée par l'Andra en 2020
3.5.1.2	Eaux superficielles		x			Précisions apportées dans l'encart de méthode relatif aux eaux superficielles Actualisation suite à l'adoption du SDAGE Seine-Normandie 2022-2027 Précisions apportées dans la synthèse sur les niveaux d'enjeux pour les aspects quantitatif, qualitatif, les usages et le risque inondation
3.5.1.2.3	Caractéristiques des plans d'eau concernés par le projet global Cigéo		x			Précisions apportées sur les plans d'eau situés à proximité de l'ITE
3.5.1.2.4	Qualité des eaux superficielles		x			Actualisation des données relatives à la qualité des eaux superficielles sur la période 2018-2019
3.5.1.2.5	Utilisation des eaux superficielles		x			Actualisation des données relatives à l'utilisation des eaux superficielles
3.5.1.2.6	Risques d'inondation		x			Précisions apportées sur le risque inondation
3.5.2.2	Démarche ERC pour limiter les incidences quantitatives	x				Réorganisation et précisions apportées afin de clarifier la présentation de la séquence ERC sur les aspects quantitatifs, qualitatifs et les usages
3.5.2.3	Démarche ERC pour limiter les incidences qualitatives	x				
3.5.2.4	Démarche ERC pour limiter les incidences sur les usages	x				
3.5.3	Outil de planification de la gestion des eaux		x			Actualisation suite à l'adoption des SDAGE Seine-Normandie et Rhin-Meuse 2022-2027 Précisions apportées sur les objectifs liés au volet "eau" du SRADDET Grand Est, les zones de répartition des eaux ainsi que les réservoirs et corridors de biodiversité
3.6.1	État initial		x			Ajout d'un encart de définition sur les appellations des différentes espèces
3.6.1.1	Politique de protection de la biodiversité		x			Actualisation suite à l'adoption des SDAGE Seine-Normandie et Rhin-Meuse 2022-2027
3.6.1.2	Caractérisation générale de la biodiversité de l'aire d'étude éloignée et immédiate		x			Ajout des résultats de l'analyse bibliographique réalisée à l'échelle de l'aire d'étude immédiate du centre de stockage Cigéo sur la période 2010-2021
3.6.1.4.2	Corridors et réservoirs de biodiversité identifiés dans le SRADDET		x			Précisions apportées sur les éléments principaux constituant la trame verte et bleue au niveau de l'aire d'étude de la ligne 400 kV
3.6.1.4.3	Sous-trames représentatives de l'aire d'étude immédiate		x			Actualisation relative aux continuités écologiques à l'échelle nationale et régionale, aux corridors identifiés dans le SRADDET et aux sous-trames représentatives de l'aire d'étude immédiate, en lien avec les actualisations apportées au Volume IV Précisions apportées sur les sous-trames modélisées des milieux boisés et des milieux ouverts
3.6.1.5	Enjeux biodiversité à l'échelle du projet global Cigéo		x			Ajout d'encarts de définition Réorganisation et actualisation des données avec les derniers inventaires réalisés, des niveaux d'enjeux, de la carte de synthèse des enjeux et du tableau de synthèse des enjeux, en lien avec les actualisations apportées au Volume III
3.6.2	Incidences et mesures associées	x				Précisions apportées sur les éléments de méthode de compensation par écart de milieux
3.6.2.2	Incidences résiduelles sur les espaces naturels protégés ou remarquables	x				Précisions apportées sur la compensation des impacts sur les espèces déterminantes de ZNIEFF
3.6.2.5.1	Incidences résiduelles par groupe et cortège d'espèces	x				Actualisation des incidences résiduelles par groupe et cortèges d'espèces Précisions sur les mesures de compensation permettant d'atteindre l'objectif de zéro perte nette de biodiversité
3.6.2.7	Dette écologique du projet de centre de stockage Cigéo	x				Actualisation avec le nouveau calcul de la dette écologique présentée au Volume IV
3.6.2.8	Compensation écologique	x				Actualisation des informations concernant les sites de compensation écologique

Chapitre EI DAC		Prec-Car	Ev-Initial	Ev-Reg	Prec-RepSI	Précisions sur les évolutions apportées au contenu du résumé non technique de l'EI-DAC
3.7.1	État initial		x			Actualisation des données relatives à la caractérisation de l'état initial de la population, des emplois et activités économiques Précisions apportées sur la structure par âge de la population, la répartition socio-professionnelle de la population, et les déplacements domicile-travail
3.8.1.2	Incidences et mesures associées	x				Actualisation des surfaces de parcelles agricoles, pour le centre de stockage Cigéo, suite aux échanges de parcelles effectuées ces dernières années Précisions apportées sur les éléments de méthode d'estimation du besoin de compensation pour les activités agricoles
3.9.2.1	Réseaux existants	x				Précisions apportées sur les mesures d'évitement et de réduction Mise en cohérence du niveau d'incidence résiduelle avec le texte de l'EI-DUP
3.10.1	Déchets radioactifs et conventionnels		x			Ajout d'un encart de définition pour les déchets radioactifs
3.10.1.1	État initial		x			Actualisation avec le PNGMDR 2022-2026
3.10.1.2.2	Gestion des déchets radioactifs induits	x				Précisions apportées sur la gestion des déchets radioactifs induits par le fonctionnement de l'INB
3.10.2.1	État initial		x			Ajout d'un encart de définition pour les déchets conventionnels
3.10.2.2	Incidences et mesures associées	x				Précisions apportées sur la gestion des déchets conventionnels induits par le projet global Cigéo
3.11.1	État initial		x			Actualisation avec les éléments issus des dernières éditions des DDRM de Haute-Marne et Meuse Actualisation des données de recensement des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) Précisions apportées avec les données disponibles sur les barrages de classe C identifiés sur les communes de l'aire d'étude rapprochée
3.11.2	Risques et vulnérabilité à des risques d'accidents ou de catastrophe majeurs					**Chapitre découpé en 3 sous-chapitres principaux : Vulnérabilité à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs, risques induits par l'INB Cigéo et autres risques du projet global Cigéo** **Risques induits par l'INB Cigéo développé en cohérence avec l'étude de maitrise des risques, pièce 8 du dossier de demande d'autorisation de création (DAC)**
3.12.1	État initial		x			Précisions et justifications apportées sur la définition du niveau d'enjeu (sans modification du niveau d'enjeu par rapport à l'EI-DUP)
3.13.2.1	Incidences acoustiques et mesures	x				Précisions apportées sur les mesures d'évitement et de réduction des émissions sonores Justifications apportées sur les incidences résiduelles
3.13.2.3	Incidences lumineuses et mesures	x				Précisions apportées sur les mesures d'évitement et de réduction des émissions lumineuses
3.13.2.5	Incidences liées aux champs électriques et magnétiques et mesures	x				Précisions et justifications apportées sur les mesures d'évitement et de réduction ces émissions de champs électriques et magnétique
3.14.1.1	État initial		x			Redéfinition des unités et sous-unités de l'analyse paysagère pour renforcer le lien avec les études paysagères existantes
3.14.1.2	Incidences et mesures associées	x				Actualisation de l'analyse par : • une approche lointaine puis proche • phases de vie du projet
3.14.2.1.1	Patrimoine archéologique		x			Extension de la qualification des niveaux d'enjeux à l'ensemble des aires d'études
3.14.2.1.2	Patrimoine historique et architectural et sites inscrits, sites classés					
3.14.2.2.2	Patrimoine historique et architectural et sites inscrits, sites classés	x				Précisions apportées sur le patrimoine remarquable non protégé

Chapitre EI DAC		Prec-Car	Ev-Initial	Ev-Reg	Prec-RepSI	Précisions sur les évolutions apportées au contenu du résumé non technique de l'EI-DAC
3.15.1	État initial de la planification territoriale et de l'aménagement du territoire (y compris urbanisme)		x			Actualisation avec le CPER Grand Est 2021-2027
3.15.2.1	Incidences et mesures sur la planification territoriale et l'aménagement du territoire (y compris urbanisme)	x				Actualisation de ces chapitres en cohérence avec la mise en compatibilité des documents d'urbanisme demandée actée par la déclaration d'utilité publique du centre de stockage Cigéo
3.15.3	État initial de la planification territoriale et de l'aménagement du territoire (y compris urbanisme)	x				
3.16.1	Interactions entre les différents milieux de l'environnement - Etat initial		x			Ajout d'un encart de définition sur les services écosystémiques Précisions apportées sur les services écosystémiques
3.16.2	Interactions du projet global Cigéo et services écosystémiques	x				Précisions apportées sur les mesures de compensation et leur impact sur les services écosystémiques
3.16.3	Cumul des incidences du projet avec d'autres projets existants ou approuvés	x		x		Ajout d'un encart de définition sur la notion d'incidences cumulées Actualisation de la méthodologie appliquée Ajouts de projets en lien avec l'actualisation de la méthode Suppression du projet de parc éolien "Eole de la Joux" dont l'autorisation d'exploitation a été rejetée
3.17	Meilleures techniques disponibles	x				Création d'un nouveau chapitre 17 dans l'EI-DAC pour introduire la justification de l'utilisation des meilleures techniques disponibles pour l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo conformément aux dispositions de l'article R. 593-17 du code de l'environnement
3.18.1	Incidences des opérations de démantèlement et de fermeture					Actualisation du chapitre en cohérence avec le plan de démantèlement, de fermeture et de surveillance (PDFS), pièce 13 du dossier de demande d'autorisation de création (DAC)
3.18.2	Incidences après fermeture définitive du stockage					Actualisation du chapitre en cohérence avec l'étude de maitrise des risques, pièce 8 du dossier de demande d'autorisation de création (DAC)
3.19	Incidences sur la santé humaine	x				Mise en cohérence des incidences sur la santé humaine du projet global Cigéo, en lien avec les actualisations apportées au Volume VI
3.20	Nature et modalités de suivi des mesures environnementales et de surveillance					Pas d'évolutions importantes de fond
3.21	Estimation des dépenses liées aux mesures prises pour l'environnement					Pas d'évolutions importantes de fond
3.22	Évolution de l'environnement en cas de mise en œuvre du projet et en son absence					Pas d'évolutions importantes de fond
3.23	Synthèse des incidences du projet global Cigéo sur l'environnement	x				Actualisation du tableau de synthèse des incidences en cohérence avec le Volume IV

Prec-Car : les précisions que les maîtres d'ouvrage apportent aux caractéristiques détaillées des opérations composant le projet global liées à des précisions ou aux évolutions de la conception

Ev-Initial : l'évolution de l'état initial de l'environnement en lien avec la date de dépôt de l'étude d'impact

Ev-Reg : les évolutions réglementaires

Prec-RepSI : précisions que les maîtres d'ouvrage apportent aux caractéristiques détaillées des opérations composant le projet global liées aux réponses apportées aux remarques émises par les services instructeurs lors de l'instruction de la précédente étude d'impact

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1-1 Localisation du projet global Cigéo 8
Figure 1-2 Projet global Cigéo et périmètre de son étude d'impact 8
Figure 1-3 Implantation des différentes opérations du projet global Cigéo – Vue rapprochée 9
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 2020 (9) 18
Figure 2-2 Filières de gestion développées ou projetées pour les différentes catégories de déchets radioactifs (9) 19
Figure 2-3 Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) dans l'Aube - en exploitation 19
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 20
Figure 2-7 Gros plan sur une paroi d'une galerie du Laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne montrant l'argilite du Callovo-Oxfordien 22
Figure 2-8 La ZIRA au sein de la zone de transposition 23
Figure 2-9 Localisation des 24 emplacements proposés par RTE pour l'implantation du poste 400/90 kV 25
Figure 2-10 Débat contradictoire sur internet dans le cadre du débat public de 2013 29
Figure 2-11 Volumes des colis de déchets HA et MA-VL pris en compte dans les études de conception de l'INB Cigéo 31
Figure 2-12 Illustration de l'organisation des installations du centre de stockage Cigéo 32
Figure 2-13 Cheminement des colis de déchets jusqu'à leur emplacement de stockage 34
Figure 2-14 Représentation illustrative du périmètre de l'INB Cigéo 36
Figure 2-15 Présentation du périmètre de l'INB Cigéo – Zones de surface 37
Figure 2-16 Organisation générale de la zone descenderie 39
Figure 2-17 Organisation générale de la zone puits 41
Figure 2-18 Localisation de la zone d'implantation des ouvrages souterrains (ZIOS) 42
Figure 2-19 Organisation générale des ouvrages souterrains à terminaison 43
Figure 2-20 Illustration de principe de séparation des zones souterraines en exploitation et en travaux et liaisons surface-fond associées (dimensions et proportions non représentatives) 43
Figure 2-21 Vue d'ensemble des descenderies service et colis 44
Figure 2-22 Vue d'ensemble d'un puits (principe) 44
Figure 2-23 Illustration d'un alvéole MA-VL (à gauche) et d'un alvéole HA (à droite) 45
Figure 2-24 Illustration des différentes parties de l'alvéole MA-VL 46
Figure 2-25 Vue en coupe d'un alvéole du quartier pilote HA 46
Figure 2-26 Vue en coupe d'un alvéole du quartier de stockage HA après mise en place du bouchon de fermeture 47
Figure 2-27 Plan des propositions de localisation des installations d'alimentation électrique du centre de stockage Cigéo (S3 implantation proposée par RTE et privilégiée par les participants à la concertation) 49
Figure 2-28 Localisation de l'opération d'adduction d'eau 50
Figure 2-29 Localisation de la ligne ferroviaire 027000 51
Figure 2-30 Opération de déviation de la route départementale D60/960 – options étudiées en vue de la concertation 51
Figure 2-31 Illustration de l'acheminement des colis de déchets radioactifs vers Cigéo 52
Figure 2-32 Phases temporelles successives de déploiement du projet global Cigéo 55
Figure 2-33 Illustration du développement progressif des ouvrages souterrains du centre de stockage Cigéo 57
Figure 3-1 Démarche éviter-réduire-compenser 67
Figure 3-2 Aires d'étude du milieu physique (hors facteur eaux) 68
Figure 3-3 Aires d'étude du facteur eaux 69
Figure 3-4 Aires d'étude du milieu naturel 69
Figure 3-5 Aires d'étude du milieu humain 71
Figure 3-6 Aires d'étude des activités agricoles et sylvicoles 72
Figure 3-7 Aires d'étude du paysage 73
Figure 3-8 Aires d'étude pour les interactions 73
Figure 3-9 Localisation des stations météorologiques d'Houdelaincourt, de Saint-Dizier et de Cirfontaines-en-Ornois 74
Figure 3-10 Carte de la capacité de séquestration carbone dans l'aire d'étude éloignée du milieu physique 76
Figure 3-11 Localisation des points de mesures de la qualité de l'air 77
Figure 3-12 Démarche mise en œuvre par le logiciel ARIA Impact™ 78
Figure 3-13 Occupation du sol (Corine Land Cover, 2018 (60)) 80
Figure 3-14 Relief de côte ou de cuesta 82
Figure 3-15 Contexte tectonique local 85
Figure 3-16 Succession schématique des formations géologiques de l'aire d'étude éloignée 86
Figure 3-17 Cycle de l'eau 90
Figure 3-18 Les schéma directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) en France 90
Figure 3-19 Contexte général du réseau hydrographique au niveau régional 93
Figure 3-20 Unités hydrographiques interceptées par la ligne 400 KV 94
Figure 3-21 État des masses d'eau superficielles du sous-secteur hydrographique de la Marne Blaise (état des lieux AESN 2019 (76)) 96
Figure 3-22 État des masses d'eau superficielles du sous-secteur hydrographique de la Saulx à sa confluence avec l'Ornain (état des lieux AESN 2019 (76)) 97
Figure 3-23 État des masses d'eau superficielles du sous-secteur hydrographique de l'Ornain (état des lieux AESN 2019 (76)) 99
Figure 3-24 État des masses d'eau superficielles des unités hydrographiques traversées par la ligne RTE 100
Figure 3-25 Superposition des masses d'eau souterraines à l'aplomb de l'aire d'étude éloignée (correspondance entre le référentiel des masses d'eau souterraine BRGM et la BDLISA) 101
Figure 3-26 Superposition des masses d'eau souterraines à l'aplomb de l'aire d'étude éloignée (correspondance entre le référentiel des masses d'eau souterraine BRGM et la BDLISA) – focus sur les aquifères des calcaires du Barrois (Bleu : aquifère ; gris : imperméable 102
Figure 3-27 Superposition des masses d'eau souterraines à l'aplomb de l'aire d'étude éloignée (correspondance entre le référentiel des masses d'eau souterraine BRGM et la BDLISA) - focus sur les Aquifères du Kimméridgien et de l'Oxfordien Calcaire et Aquifères des C 103
Figure 3-28 Superposition des masses d'eau souterraines à l'aplomb de l'aire d'étude éloignée (correspondance entre le référentiel des masses d'eau souterraine BRGM et la BDLISA) – focus Aquifères du Dogger (Bleu : aquifère ; gris : imperméable ; jaune : semi-permé 104
Figure 3-29 Masses d'eau souterraine rencontrées à l'affleurement sur l'aire d'étude éloignée 105

Figure 3-30 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 octobre 2021) 107
Figure 3-31 Schéma de gestion des eaux pluviales et des eaux conventionnelles générées par le projet global Cigéo 109
Figure 3-32 Carte de localisation des points de rejets liquides du centre de stockage Cigéo 110
Figure 3-33 Zonages environnementaux sur l'aire d'étude éloignée 114
Figure 3-34 Localisation des zones humides avérées sur la zone d'intervention potentielle du centre de stockage Cigéo 116
Figure 3-35 Carte des corridors écologiques au niveau de l'aire d'étude immédiate 118
Figure 3-36 Synthèse des niveaux d'intérêt des habitats d'espèces tous groupes sur l'aire d'étude immédiate associée à la zone descenderie et opérations attenantes 121
Figure 3-37 Carte de synthèse des niveaux d'intérêt des habitats d'espèces tous groupes dans la zone d'intervention potentielle de la zone puits 123
Figure 3-38 Carte de synthèse des niveaux d'intérêt des habitats d'espèces tous groupes dans la zone d'intervention potentielle de l'ITE - 1/2 126
Figure 3-39 Carte de synthèse des niveaux d'intérêt des habitats d'espèces tous groupes dans la zone d'intervention potentielle de l'ITE - 2/2 127
Figure 3-40 Carte de synthèse des enjeux biodiversité - projet global Cigéo - 1/2 132
Figure 3-41 Carte de synthèse des enjeux biodiversité - projet global Cigéo - 2/2 133
Figure 3-42 Schéma de la méthode de compensation par écart de milieux 137
Figure 3-43 Localisation des sites de compensation écologique 137
Figure 3-44 Comparaison de la dette écologique du projet de centre de stockage Cigéo au regard des gains générés par le programme de compensation écologique par cortège d'espèce impacté (en UC) 140
Figure 3-45 Ligny-en-Barrois traversée par la route départementale D 966 en son centre 147
Figure 3-46 Répartition moyenne des différentes cultures sur les terres labourables dans l'aire rapprochée (moyenne 2011-2015) 148
Figure 3-47 Taux de peuplement de la région Grand Est 149
Figure 3-48 Localisation des réseaux dans l'aire d'étude rapprochée 151
Figure 3-49 Infrastructures de transport structurantes dans l'aire d'étude rapprochée des infrastructures de transport et l'aire d'étude spécifique de la ligne 400 kV 159
Figure 3-50 Cartographie sonore - Aménagements préalables - Toutes sources (Diurne) 164
Figure 3-51 Cartographie sonore après mesures d'évitement et de réduction - Construction initiale - Toutes sources du projet global Cigéo (Diurne) 165
Figure 3-52 Cartographie sonore après mesures d'évitement et de réduction - Construction initiale - Toutes sources du projet global Cigéo (nocturne) 166
Figure 3-53 Cartographie sonore après mesures d'évitement et de réduction - Fonctionnement - Toutes sources (Diurne) 166
Figure 3-54 Cartographie sonore après mesures d'évitement et de réduction - Fonctionnement - Toutes sources (Nocturne) 167
Figure 3-55 Synthèse des sous-unités paysagères au sein de l'aire d'étude rapprochée 170
Figure 3-56 Exemple de photomontage au point de vue n° 30 170
Figure 3-57 Exemple de photomontage au point de vue 20b 170
Figure 3-58 Carte de visibilité 171
Figure 3-59 Localisation du patrimoine historique sur l'aire d'étude rapprochée 173
Figure 3-60 Interactions et services écosystémiques entre les différents milieux 178
Figure 3-61 Illustration du centre de stockage Cigéo après fermeture 184
Figure 3-62 Valeurs repères d'exposition humaine aux émissions radioactives 189

Tableaux

Tableau 1-1 Répartition du contenu réglementaire de l'étude d'impact lié aux articles L. 122-1 et R. 122-5 a du code de l'environnement 11
Tableau 1-2 Répartition du contenu réglementaire de l'étude d'impact relatif à l'article R. 593-17 du code de l'environnement 14
Tableau 2-1 Centres de stockage de déchets radioactifs existants en France 19
Tableau 2-2 Communes d'implantation de la zone descenderie 38
Tableau 2-3 Communes d'implantation de la zone puits 40
Tableau 2-4 Communes à l'aplomb de la zone possible de déploiement des ouvrages souterrains de stockage 42
Tableau 3-1 Éléments d'appréciation du niveau d'incidence (grille indicative d'aide) 66
Tableau 3-2 Entités hydrogéologiques incluses dans les masses d'eau FRHG302 et 303 au droit de l'aire d'étude éloigne du projet global Cigéo 102
Tableau 3-3 Synthèse des principaux enjeux identifiés sur les différentes zones et opérations du projet global Cigéo 130
Tableau 3-4 Incidences résiduelles moyennes à fortes du centre de stockage Cigéo liées à la destruction/dégradation des habitats des cortèges d'espèces (jaune : moyen ; orange : forte) 135
Tableau 3-5 Liste des mesures de compensation au sein des sites de compensations des milieux boisés 138
Tableau 3-6 Sites sélectionnés pour les mesures en faveur des espèces de milieux ouverts 138
Tableau 3-7 Liste des mesures de compensation au sein des sites de compensations des milieux ouverts 138
Tableau 3-8 Sites Natura 2000 présents au sein de la zone d'influence du projet global Cigéo en bleu, les sites ayant fait l'objet d'une évaluation détaillée 143
Tableau 3-9 Hiérarchisation des incidences des principaux facteurs environnementaux 194

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1 Décret n°2022-993 du 7 juillet 2022 déclarant d'utilité publique le centre de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue Cigéo et portant mise en compatibilité du schéma de cohérence territoriale du Pays Barrois (Meuse), du plan local d'urbanisme intercommunal de la Haute-Saulx (Meuse) et du plan local d'urbanisme de Gondrecourt-le-Château (Meuse). Ministère de la Transition énergétique (2022). Journal officiel de la République française. Vol. 13, N°0157.

2 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 8 - Étude de maîtrise des risques. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-ERQ-AMOA-SR0-0000-19-0037.

3 Loi n°91-1381 du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs. Assemblée nationale; Sénat (1991). Journal officiel de la République française, N°1.

4 Loi n°2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs. Assemblée nationale; Sénat; Président de la République (2006). Journal officiel de la République française. Vol. 1, N°0149.

5 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.

6 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. Conseil des communautés européennes (1992). Journal officiel des Communautés européennes. Vol. L206, pp.7-50.

7 Directive 2009/147/CE du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages. Parlement européen; Conseil de l'Union européenne (2010). Journal officiel de l'Union européenne, N°L20, pp.7-25.

8 Le dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique. Andra (2021). Consulté le 07/12/2021. Disponible à l'adresse : https://www.andra.fr/cigeo/les-documents-de-reference#section-8057.

9 Inventaire national des matières et déchets radioactifs - Les essentiels 2022. Andra (2022). Document N°CGAMOAPRE220003. Disponible à l'adresse : https://inventaire.andra.fr/sites/default/files/pdf/Andra-MAJ_Essentiels_2022-22_01_25-BDweb_0.pdf.

10 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). N°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.

11 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.

12 Bataille, C., Longuet, G., Barnier, M. Rapport du médiateur. Mission de médiation sur l'implantation de laboratoires de recherches souterrain; Ministère de l'Industrie; Ministère de l'Environnement (1993). 35 p. Disponible à l'adresse : http://christian.bataille.pagesperso-orange.fr/html/act_parl/dossiers/nucleaire/mediation.htm.

13 Réunion interministérielle de l'Industrie, santé, recherche, éducation, environnement - Questions nucléaires : relevé de conclusions (1998).

14 Décret du 3 août 1999 autorisant l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs à installer et exploiter sur le territoire de la commune de Bure (Meuse) un laboratoire souterrain destiné à étudier les formations géologiques profondes où pourraient être stockés des déchets radioactifs (1999). Journal officiel de la République française, N°180, pp.11925.

15 Le dossier 2005. Andra (2005). Consulté le 29/07/2021. Disponible à l'adresse : https://www.andra.fr/cigeo/les-documents-de-reference#section-967.

16 Sûreté du stockage géologique de déchets radioactifs HAVL en France : examen international par des pairs du "Dossier 2005 Argile" concernant le stockage dans la formation du Callovo-Oxfordien. OCDE; Nuclear Energy Agency (NEA) (2006). N°NEA 6179. 81 p. Disponible à l'adresse : https://www.oecd-nea.org/rwm/reports/2006/nea6179-havl.pdf.

17 Stievenard, J.-M. Bilan du garant - Raccordement au réseau de transport d'électricité du projet Cigéo : Concertation préalable - 13 janvier au 12 février 2020. Commission nationale du débat public (CNDP) (2020). Disponible à l'adresse : https://www.raccordement-cigeo-rte.fr/documents/20.pdf.

18 Raccordement au réseau de transport d'électricité à 400 000 volts du projet Cigéo - Rapport de RTE sur les enseignements tirés de la phase de concertation préalable du public menée du 13 janvier au 12 février 2020. Réseau de transport électrique (RTE) (2020). Disponible à l'adresse : https://www.raccordement-cigeo-rte.fr/documents/21.pdf.

19 Modernisation de la ligne de fret Nançois-Tronville – Gondrecourt-le-Château : Concertation du 3 mai au 8 juin 2021. Andra (2021). Consulté le 28/06/2021. Disponible à l'adresse : https://concertation.andra.fr/blog/modernisation-de-la-ligne-de-fret-nancois-tronville-gondrecourt-le-chateau.

20 Modernisation de la ligne de Fret Nançois-Tronville - Gondrecourt-Le-Château : Bilan de la concertation. SNCF Réseau (2021). 86 p. Disponible à l'adresse : https://www.sncf-reseau.com/sites/default/files/2021-09/Cigeo_Bilan%20de%20concertation_VDEF_2.pdf.

21 Décision n°2021-44 - Déviation de la RD 60/960 CIGEO - 1 du 7 avril 2021 relative à la déviation de la route départementale 60/960 liée au projet de centre industriel de stockage géologique (CIGEO) à Saudron (52). Commission nationale du débat public (CNDP) (2021). Journal officiel de la République française, N°92.

22 Routes départementales 60 et 960 : projet de contournement de la future zone descenderie de Cigéo - Bilan de la concertation préalable. Département de la Haute-Marne (2022). 14 p. Disponible à l'adresse : https://haute-marne.fr/wp-content/uploads/2022/05/CD52_RD60-960_Bilan-concertation.pdf.

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

24 Dossier d'options de sûreté - Partie exploitation (DOS-Expl). Andra (2016). Document N°CGTEDNTEAMOASR20000150060. Disponible à l'adresse : https://www.andra.fr/sites/default/files/2018-04/dossier-options-surete-exploitation.pdf.

25 Avis n°2018-AV-0300 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 11 janvier 2018 relatif au dossier d'options de sûreté présenté par l'Andra pour le projet Cigéo de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde. Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2018). Disponible à l'adresse : http://www.asn.fr/Reglementer/Bulletin-officiel-de-l-ASN/Installations-nucleaires/Avis/Avis-n-2018-AV-0300-de-l-ASN-du-11-janvier-2018.

26 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 fondamentales de sûreté relatives aux installations nucléaires de base autres que réacteurs.

27 Guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde. Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2008). 32 p. Disponible à l'adresse : https://www.asn.fr/Media/Files/guide_RFSIII_2_fV1_2_.

28 Revue internationale par les pairs sur le "Dossier d'options de sûreté" du projet de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde : CIGEO - Rapport de la revue par les pairs. Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) (2016). 38 p. Disponible à l'adresse : https://www.asn.fr/Media/Files/00-Publications/Rapport-de-la-revue-par-les-pairs-CIGEO-dec-2016?

29 Lettre CODEP-DRC-2018-001635 du 12 janvier 2018 relative au Dossier d'options de sûreté pour le projet de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde. Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2018). N°CODEP-DRC-2018-001635. 45 p.

30 Dossier 2005 Argile. Les recherches de l'Andra sur le stockage géologique des déchets radioactifs à haute activité et à vie longue : résultats et perspectives. Andra (2005). Document N°DCOM/13-0225. Disponible à l'adresse : https://www.andra.fr/sites/default/files/2018-02/265.pdf.

31 Avis délibéré de l'Autorité environnementale sur le centre de stockage Cigéo (52-55). Autorité environnementale (2021). N°Ae 2020-79. 56 p. Disponible à l'adresse : http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/210113_cigeo_52_55_delibere_cle26329f.pdf.

32 Dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique du centre de stockage Cigéo. Pièce 8 - Avis émis sur le projet de centre de stockage Cigéo. Andra (2020). Document N°CG-TE-D-RAP-AMOA-TR0-0000-19-0005.

33 Stockage réversible profond - Étape 2009. Proposition de zone d'intérêt pour la reconnaissance approfondie et de scénarios d'implantation de surface. Andra (2010). Document N°DCOM/DIR/10-0106. Disponible à l'adresse : https://www.andra.fr/sites/default/files/2018-02/391.pdf.

34 Courrier du Ministre au Président de l'Andra sur le choix de la ZIRA. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer (2010).

35 Communiqué de presse : Réunion du Comité de Haut Niveau. Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (2013). 1 p. Disponible à l'adresse : https://www.ecologie.gouv.fr/archives-presse-2012-2017/IMG/pdf/2013-02-04_-_Reunion_du_Comite_de_Haut_Niveau.pdf.

36 Résumé du compte-rendu du débat public sur les options générales en matière de gestion des déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue - septembre 2005 - janvier 2006. Commission nationale du débat public (CNDP) (2006). Disponible à l'adresse : https://www.uarga.org/downloads/Documentation/resum-compte-rendu.pdf.

37 Suites données par l'Andra au projet CIGEO à l'issue du débat public : Centre industriel de stockage géologique de déchets radioactifs. Andra (2014). Document N°DCOM/14-0107. Disponible à l'adresse : https://www.andra.fr/sites/default/files/2017-12/dcom-14-0107.pdf.

38 Loi n°2006-686 du 13 juin 2006 modifiée relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire - Version consolidée au 12 juillet 2014. Assemblée nationale; Sénat (2006). Journal officiel de la République française.

39 Feuille de route de la concertation post-débat public sur le projet Cigéo : deuxième rendez-vous de partage. Andra (2018). Document N°PUBLI/21-2400. Disponible à l'adresse : https://concertation.andra.fr/media/default/0001/01/fac1ab8a165174b08cdbb685a6405194902417f7.pdf.

40 Concertation post-débat public sur Cigéo - Thème : Cycle de l'eau - Bilan Andra de la concertation sur les rejets d'effluents liquides (mars 2018 à juin 201. Andra (2019). Document N°PUBLI/19-2408. Disponible à l'adresse : https://meusehautemarne.andra.fr/sites/meuse/files/2019-12/concertation%20post%20debat%20public%20cigeo_eau%20VF.pdf.

41 Concertation post-débat public sur Cigéo - Thème : Transports - Bilan Andra de la concertation sur la liaison intersites (LIS) (mars 2018 à novembre 2018). Andra (2019). Document N°PUBLI/19-2409. Disponible à l'adresse : https://meusehautemarne.andra.fr/sites/meuse/files/2019-12/concertation%20post%20debat%20public%20cigeo_liaison%20intersites.pdf.

42 Concertation post-débat public sur Cigéo - Thème : Transports - Bilan Andra de la concertation sur l'installation terminale embranchée (mars 2018 à juin 2018). Andra (2019). Document N°PUBLI/19-2411. Disponible à l'adresse : https://meusehautemarne.andra.fr/sites/meuse/files/2019-12/concertation%20post%20debat%20public%20cigeo_terminale%20embranchee.pdf.

43 Concertation post-débat public sur Cigéo - Thème : Énergie - Bilan Andra de la concertation sur les besoins énergétiques de Cigéo et du territoire -février 2019 à juin 2019). Andra (2019). Document N°PUBLI/19-2410. Disponible à l'adresse : https://meusehautemarne.andra.fr/sites/meuse/files/2019-12/concertation%20post%20debat%20public%20cigeo_energie%20VF.pdf.

44 Bilan des concertations sur la phase industrielle pilote et la gouvernance du projet Cigéo. Andra (2022). Document N°DDP\DICOM\22-0045. Disponible à l'adresse : https://concertation.andra.fr/media/default/0001/01/503b5d7999391f0987eb068549b3939a5aecc816.pdf.

45 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 16 - Plan directeur de l'exploitation. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-SDR-0000-19-0001.

46 Rapport d'évaluation n°16. Commission nationale d'évaluation des recherches et études relatives à la gestion des matières et des déchets radioactifs (CNE2) (2022). 94 p. Disponible à l'adresse : https://cne2.fr/telechargements/RAPPORT_CNE2_16_2022.pdf.

47 Arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique (2001). Journal officiel de la République française, N°134.

48 Étude de restructuration du SIAEP de la région d'Échenay pour une alimentation depuis les sources de Thonnance (rapport d'étude, version définitive). Andra (2018). Document N°CMHM/IT-CA-20-0036.

49 L'archéologie préventive en France : les étapes de la fouille. INRAP (2020). Consulté le 26/05/2020. Disponible à l'adresse : https://www.inrap.fr/les-etapes-de-la-fouille-9722.

50 L'archéologie préventive en France : les étapes du diagnostic. INRAP (2020). Consulté le 26/05/2020. Disponible à l'adresse : https://www.inrap.fr/les-etapes-du-diagnostic-9721%20.

51 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 13 - Plan de démantèlement, de fermeture et de surveillance. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-PDG-AMOA-OBS-0000-19-0001.

52 Décision du 21 février 2020 consécutive au débat public dans le cadre de la préparation de la cinquième édition du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs. Ministère de la Transition écologique et Solidaire; Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2020). Journal officiel de la République française.

53 Chiffres clés 2018 : Consommations et productions d'énergie, émissions de GES et de polluants, vulnérabilité (Région Grand Est). ATMO Grand Est (2020). N°ACC-EN-251. 72 p. Disponible à l'adresse : http://www.atmo-grandest.eu/sites/prod/files/2020-10/Observatoire%20chiffres%20cl%C3%A9s%202018%20%C3%A9dition%202020.pdf.

54 Chiffres clés 2017 Consommations et productions d'énergie, émissions 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.

55 EFESE, Commissariat général au développement durable. La séquestration de carbone par les écosystèmes en France. La Documentation Française (2019). Théma Analyse. ISBN : 978-2-11-145968-7.

56 L'état des sols de France. Groupement d'intérêt scientifique pour les sols (2011). 188 p. Disponible à l'adresse : http://147.100.179.105/gissol/rapports/Rapport_HD.pdf.

57 Référentiel régional pédologique pour le Grand Est. Chambre d'agriculture Grand-Est (2016). Consulté le 14/09/2022. Disponible à l'adresse : https://grandest.nosterritoires.fr/adws/app/f5dbb9ff-4e09-11e8-b0c4-312c65e710a1/.

58 Référentiel régional pédologique du département de Haute-Marne. INRAE (2013). Consulté le 14/09/2022. Disponible à l'adresse : https://agroenvgeo.data.inra.fr/geonetwork/srv/fre/catalog.search#/metadata/9901980c-dfcf-5471-b335-20b2fcee1b30.

59 Référentiel régional pédologique du département de la Marne. INRAE (2017). Consulté le 14/09/2022. Disponible à l'adresse : https://agroenvgeo.data.inra.fr/geonetwork/srv/fre/catalog.search#/metadata/37a3d287-ec4f-5416-9c04-4df6ae5def40.

60 Corine Land Cover. Ministère de la Transition écologique et Solidaire; Ministère de la Cohésion des territoires (2018). Consulté le 25/06/2020. Disponible à l'adresse : https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/corine-land-cover-0.

61 Dossier de validation du logiciel ARIA Impact. ARIA Technologies (2009). N°ARIA/2007/105. 29 p.

62 ARIA Impact : Note de principe et notice d'utilisation (version 1.8). ARIA Technologies (2013). 224 p.

63 Origines de la radioactivité - Les principaux radionucléides artificiels présents dans l'environnement en France. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) (2020). Consulté le 18/03/2022. Disponible à l'adresse : https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/radioactivite-environnement/sources-radioactivite/Pages/5-radionucleides-artificiels-environnement-France.aspx.

64 Monfort, M., Duchenne, C. Description des modèles du code GASCON de la plate-forme CERES destiné à l'évaluation de la dispersion atmosphérique et des conséquences sur l'homme et l'environnement de radionucléides émis en fonctionnement normal. Commissariat à l'énergie atomique (CEA) (2011). N°SIM SCGCI RBC NT 11000608 A. 48 p.

65 Les schémas départementaux des carrières. DREAL Grand Est (2019). Consulté le 18/12/2019. Disponible à l'adresse : http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/les-schemas-departementaux-des-carrieres-r143.html.

66 Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (2000). Journal officiel des Communautés européennes, N°L327.

67 Loi n°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau. Assemblée nationale; Sénat (1992). Journal officiel de la République française. Vol. 3, pp.187-95.

68 Schéma directeur d'aménagement de gestion des eaux (SDAGE) 2022-2027 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands. Eau Seine Normandie; Préfecture de la région d'Ile-de-France (2022). 180 p. Disponible à l'adresse : https://fr.calameo.com/agence-de-l-eau-seine-normandie/read/004001913e70f7f2c707c.

69 SDAGE 2022-2027 - Schéma directeur d'aménagement de gestion des eaux du bassin Rhin-Meuse : objet et portée du SDAGE, Tome 1. Comité de bassin Rhin et Meuse; Préfecture de la région Grand Est (2020). 62 p. Disponible à l'adresse : https://cdi.eau-rhin-meuse.fr/GEIDEFile/Tome_1_Objet_et_portee_VF.pdf?Archive=250848007802&File=Tome%5F1%5Fobjet%5Fet%5Fportee%5FVF%5Fpdf.

70 SDAGE 2022-2027 - Schéma directeur d'aménagement de gestion des eaux du bassin Rhin-Meuse : annexe cartographique des districts du Rhin et de la Meuse, Tome 4. Comité de bassin Rhin et Meuse; Préfecture de la région Grand Est (2022). 116 p. Disponible à l'adresse : https://cdi.eau-rhin-meuse.fr/GEIDEFile/Tome_4_Annexe_carto_VF.pdf?Archive=250851307803&File=Tome%5F4%5Fannexe%5Fcarto%5FVF%5Fpdf.

71 SDAGE 2022-2027 - Schéma directeur d'aménagement de gestion des eaux du bassin Rhin-Meuse : objectif de qualité et de quantité des eaux, Tome 2. Comité de bassin Rhin et Meuse; Préfecture de la région Grand Est (2022). 456 p. Disponible à l'adresse : https://cdi.eau-rhin-meuse.fr/GEIDEFile/Tome_2_Objectifs_VF.pdf?Archive=250859107803&File=Tome%5F2%5Fobjectifs%5FVF%5Fpdf.

72 SDAGE 2022-2027 - Schéma directeur d'aménagement de gestion des eaux du bassin Rhin-Meuse : orientations fondamentales et dispositions, Tome 3. Comité de bassin Rhin et Meuse; Préfecture de la région Grand Est (2022). 368 p. Disponible à l'adresse : https://cdi.eau-rhin-meuse.fr/GEIDEFile/Tome_3_Of_et_dispositions_VF.pdf?Archive=250850207803&File=Tome%5F3%5Fof%5Fet%5Fdispositions%5FVF%5Fpdf.

73 Arrêté du 18 mars 2022 portant approbation des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) 2022-2027 des parties françaises des districts hydrographiques du Rhin et de la Meuse et arrêtant les programmes pluriannuels de mesures correspondants. Ministère de la Transition écologique (2022). Journal officiel de la République française, N°15.

74 Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) - Rapport - Parties 1 Diagnostic territorial, 2 Stratégie, 3 Cartes et fascicule. Grand Est Territoires (2019). Disponible à l'adresse : https://www.grandest.fr/grandestterritoires/.

75 Directive n°91/676/CEE du Conseil du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles. Conseil des communautés européennes (1991). Journal officiel des Communautés européennes, N°L375, pp.1-8.

76 État des lieux 2019 du Bassin de la Seine et des cours d'eaux côtiers normands. Eau Seine Normandie (2020). 200 p. Disponible à l'adresse : https://www.eau-seine-normandie.fr/sites/public_file/inline-files/AESN_Classeur.pdf.

77 Atlas des zones inondables de Champagne-Ardenne. Géocataloque (2007). Consulté le 17/06/2020. Disponible à l'adresse : http://www.geocatalogue.fr/Detail.do?id=2310.

78 Plan de prévention du risque inondation (PPRI) Marne Moyenne. Préfecture de la Haute-Marne (2014).

79 Plan de prévention du risque inondation (PPRI) - Vallées de la Saulx et de l'Orge. Direction départementale des territoires de la Meuse (2018).

80 Arrêté du 3 mars 2022 portant approbation du Plan de gestion des risques d'inondation du bassin Seine-Normandie. Ministère de la Transition écologique (2022). Journal officiel de la République française. Vol. 10, N°0082.

81 Plan de gestion des risques d'inondation 2016-2021 du bassin Seine-Normandie. DRIEE Île-de-France (2015). 156 p. Disponible à l'adresse : http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/le-pgri-du-bassin-seine-normandie-2016-2021-a4576.html.

82 PLUi Secteur Haute Saulx. Communauté de communes des Portes de Meuse (2019). Consulté le 28/07/2020. Disponible à l'adresse : https://www.portesdemeuse.fr/p-l-u-i/.

83 Beresford, N., Brown, J., Copplestone, D., Garnier-Laplace, J., Howard, B., Larsson, C.M., Oughton, D., Pröhl, G., Zinger, I. D-ERICA: an integrated approach to the assessment and management of environmental risks from ionising radiation - Description of purpose, methodology and application - ERICA (Contract Number : FI6R-CT-2004-508847). Commission Européenne (2007). N°FI6R-CT-2004-508847. 82 p. Disponible à l'adresse : https://wiki.ceh.ac.uk/download/attachments/115017395/D-Erica.pdf.

84 Beaugelin-Seiller, K., Garnier-Laplace, J. Actualités internationales sur la radioprotection de l'environnement : état de l'art des connaissances, des méthodes et des pratiques. Radioprotection (2016). Vol. 51, N°4, pp.231-5.

85 Andreadakis, A., Bigard, C., Delille, N., Sarrazin, F., Schwab, T. Approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique - Guide de mise en œuvre. Office français de la biodiversité (OFB); Cerema; Conseil général de l'environnement et du développement durable; Ministère de la Transition écologique (2021). 149 p. Disponible à l'adresse : https://www.documentation.eauetbiodiversite.fr/notice/approche-standardisee-du-dimensionnement-de-la-compensation-ecologique-guide-de-mise-en-oeuvre0.

86 Schéma de cohérence territoriale du Pays Barrois : dossier SCoT approuvé. Pays Barrois (2014). 541 p. Disponible à l'adresse : http://www.paysbarrois.com/les-missions-du-pays-barrois/schema-de-coherence-territoriale-scot/les-documents-du-scot.

87 Évaluation des coûts afférents à la mise en œuvre des solutions de gestion à long terme des déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue - Proposition de l'Andra : Tome 1 Chiffrage de Cigéo en phase esquisse : synthèse. Andra (2014). Document N°PUBLI/20-1093. Disponible à l'adresse : https://www.andra.fr/sites/default/files/2018-02/cout-cigeo-t1.pdf.

88 Évaluation des coûts afférents à la mise en œuvre des solutions de gestion à long terme des déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue - Proposition de l'Andra : Tome 2 Chiffrage de Cigéo en phase esquisse : estimation du coût de base de l'exploitation. Andra (2014). Document N°PUBLI/20-1094. Disponible à l'adresse : https://www.andra.fr/sites/default/files/2018-02/cout-cigeo-t2.pdf.

89 Décret n° 2022-1547 du 9 décembre 2022 prévu par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs. Ministère de la Transition énergétique (2022). Journal officiel de la République française, N°286.

90 Arrêté du 9 décembre 2022 pris en application du décret n° 2022-1547 du 9 décembre 2022 prévu par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs. Ministère de la Transition énergétique (2022). Journal officiel de la République française, N°286.

91 Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires : Annexe 7 - Plan régional de prévention et de gestion des déchets (PRPGD). Grand Est Territoires (2019). 836 p. Disponible à l'adresse : https://www.grandest.fr/wp-content/uploads/2019/11/sraddet-ge-annexe7-prpgd-vdef.pdf.

92 Dossier départemental des risques majeurs (DDRM). Direction départementale des territoires Haute-Marne (2017). 108 p. Disponible à l'adresse : https://www.lozere.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-Risques-naturels-et-technologiques/Risques-naturels/L-information-preventive-Le-role-du-prefet-DDRM-du-maire-DICRIM-du-citoyen/Le-role-du-Prefet-DDRM/le-Dossier-Departemental-des-Risques-Majeurs-2017.

93 Dossier départemental des risques majeurs (DDRM). Département de la Meuse (2019). 136 p. Disponible à l'adresse : http://webissimo-ide.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/1_ddrm_signe_cle721125.pdf.

94 Document cadre du Contrat Plan État-Région (CPER) Grand Est 2021-2027. Préfecture de la région Grand Est (2021). 23 p. Disponible à l'adresse : http://far.regions-et-formation.fr/far/documents/far/grand_est___document_cadre_du_cper_grand_est_2021_2027_2021-03-31.pdf.

95 Loi n°2016-925 du 7 juillet 2016 relative à la liberté de la création, à l'architecture et au patrimoine. Assemblée nationale; Sénat (2018). Journal officiel de la République française. Vol. 1, N°0158.

96 Gondrecourt-le-Château PLU - Élaboration du plan local d'urbanisme. Département de la Meuse; Espace et territoires (2013). 268 p.

97 Commune de Tréveray - Plan local d'urbanisme. Département de la Meuse (2006). 185 p.

98 Commune de Givrauval - Plan local d'urbanisme. Mairie de Givrauval; Environnement conseil (2010). 246 p.

99 Commune de Ligny-en-Barrois - Plan local d'urbanisme approuvé (2004), notices de modification (2013) et de révision (2016). Mairie de Ligny-en-Barrois; Arim Lorraine; Mangin urbanistes (2017). 275 p.

100 Commune de Tronville-en-Barrois - Plan local d'urbanisme (2014) et arrêtés de mise à jour de servitudes. Commune de Tronville-en-Barrois; Espace et territoires (2019). 189 p.

101 Plan local d'urbanisme (PLU). Ville de Saint-Dizier; Saint-Dizier Der & Blaise Agglomération (2020). Consulté le 26/06/2020. Disponible à l'adresse : https://www.saint-dizier.fr/demarches-services/urbanisme-et-architecture/planification/plan-local-d-urbanisme-plu.html.

102 Schéma de cohérence territoriale (SCoT) Nord Haute-Marne. Syndicat Mixte Nord Haute-Marne (2020). Consulté le 29/06/2020. Disponible à l'adresse : http://scot-nordhautemarne.fr/telechargement/.

103 Décret n° 2022-992 du 7 juillet 2022 inscrivant le centre de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue (Cigéo) parmi les opérations d'intérêt national mentionnées à l'article R. 102-3 du code de l'urbanisme. Ministère de la Transition énergétique (2022). Journal officiel de la République française, N°0157.

104 Directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution) (refonte). Parlement européen; Conseil de l'Union européenne (2010). Journal officiel de l'Union européenne, N°L334.

105 Décision d'exécution (UE) 2018/1147 de la commission du 10 août 2018 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) pour le traitement des déchets, au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil. Commission Européenne (2018). Journal officiel de l'Union européenne.

106 Directive n°2006/21/CE du 15/03/06 concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive et modifiant la directive 2004/35/CE (2006). Journal officiel de l'Union européenne, N°L 102.

107 Systèmes de management de la qualité. ISO (2015), ISO 9001.

108 Systèmes de management environnemental - Exigences et lignes directrices pour son utilisation. ISO (2015), ISO 14001.

109 Systèmes de management de la santé et de la sécurité au travail. ISO (2018), ISO 45001.

110 Politique en matière de maîtrise des risques et inconvénients des INB et système de gestion intégrée des exploitants (guide ASN n°30). Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2020). N°30. 40 p.

111 Méthodes pour l'évaluation et la prévention des risques accidentels (DRA 006) - Omega 12 - Dispersion atmosphérique (Mécanismes et outils de calcul). Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) (2002). N°INERIS DRA 2002 25427. 64 p. Disponible à l'adresse : https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/46web.pdf.

112 Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base. Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement (2012). Journal officiel de la République française.

113 Historique 2012. Comité local d'information et de suivi (CLIS) du laboratoire de Bure (2019). Consulté le 09/06/2020. Disponible à l'adresse : http://clis-bure.fr/activites-historique/historique/historique-2012/.

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

© Andra • Décembre 2022 • Création graphique : Agence Les Récréateurs • Crédit photo : Andra