RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

ANDRA

2026

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

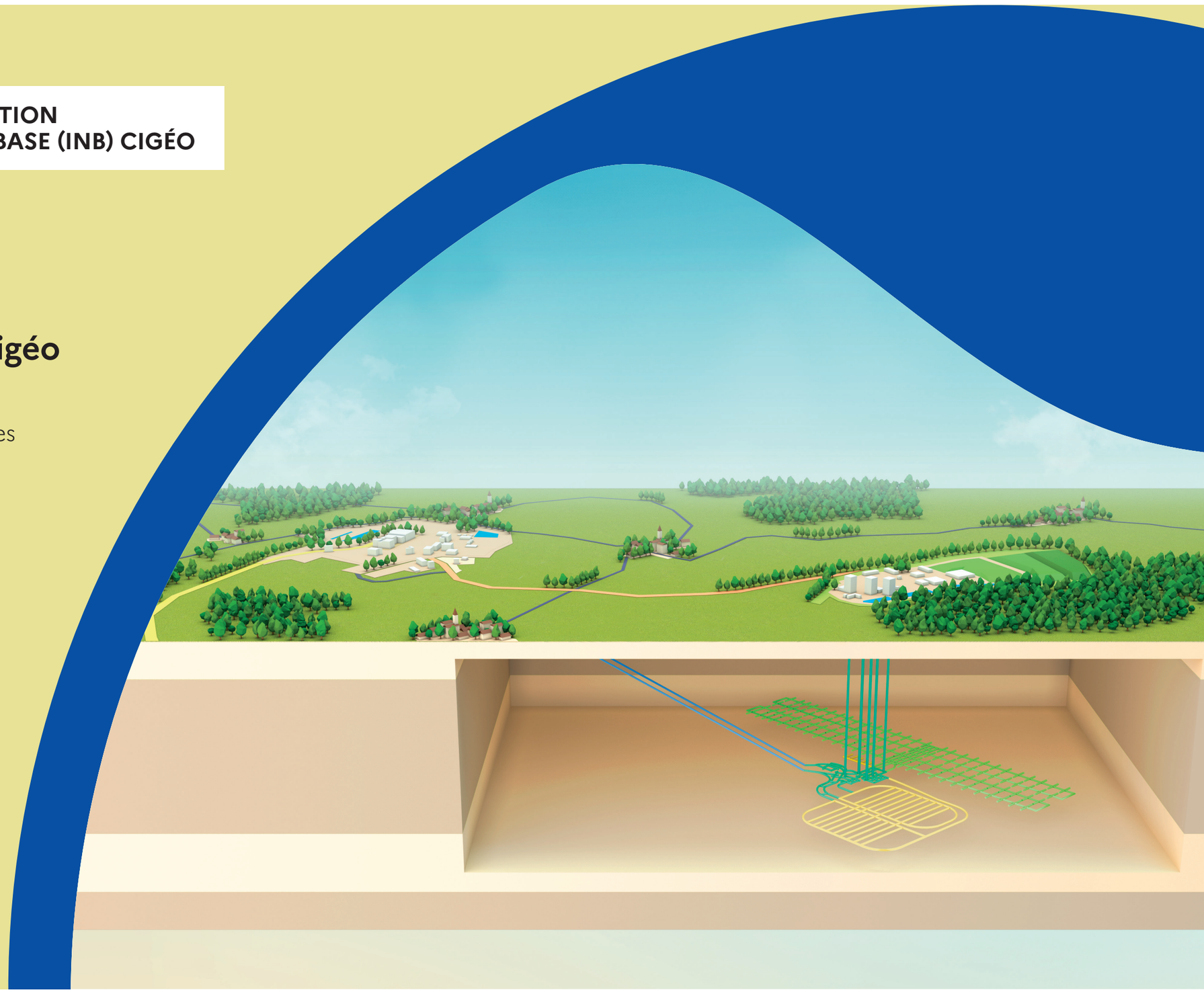
PIÈCE 6

Étude d'impact du projet global Cigéo

Volume 4

Évaluation des incidences
et mesures d'évitement,
de réduction
et de compensation
de ces incidences

Chapitre 5



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

À la suite de l'instruction technique par l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection et des consultations réglementaires, et avant son passage en enquête publique, des mises à jour ont été apportées par l'Andra dans certaines pièces du dossier (déposé initialement le 16 janvier 2023). La mise à jour de l'étude d'impact tient compte également des modifications apportées à l'analyse des incidences du projet global résultant des dossiers de la tranche de travaux DR0 concernant les premières opérations de caractérisation et de surveillance environnementale et leur instruction.

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

- des barres vertes en marge du texte pour tracer les modifications ou ajouts apportés à l'étude d'impact du dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique du centre de stockage Cigéo. Ces évolutions cumulent les modifications apportées à l'étude d'impact dans le cadre de l'EI-DAC (première actualisation déposée le 16 janvier 2023) et d'EI-DR0 portant sur les premières opérations de caractérisation et de surveillance environnementale (dites DR0, deuxième actualisation déposée le 6 mars 2024) ;
- des barres bleues en marge du texte pour tracer les modifications ou ajouts apportés à l'étude d'impact depuis la version EI-DR0 ;
- un surlignage gris pour tracer les modifications ou ajouts depuis les consultations réglementaires ;
- des tableaux de traçabilité des principales évolutions de l'étude d'impact.

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

Sommaire

5. Eaux – Incidences et mesures 7

5.1 Introduction à l'analyse des incidences sur les eaux 8

5.1.1 Qualification des incidences 8
5.1.2 Eaux souterraines et superficielles concernées par le projet global Cigéo 11

5.2 Incidences potentielles 11

5.2.1 Les différents types d'eau générés par le projet global Cigéo et milieux récepteurs 11
5.2.2 Incidences potentielles quantitatives sur les eaux 11
5.2.3 Incidences potentielles sur la qualité des eaux 14
5.2.4 Incidences potentielles sur les usages des eaux 15
5.2.5 Synthèse des incidences potentielles sur les eaux 16

5.3 Mesures d'évitement 20

5.3.1 Mesures d'évitement des incidences quantitatives sur les eaux 21
5.3.2 Mesures d'évitement des incidences sur la qualité des eaux 24
5.3.3 Mesures d'évitement des incidences sur les usages des eaux 24

5.4 Mesures de réduction 27

5.4.1 Mesures de réduction des incidences quantitatives sur les eaux 29
5.4.2 Mesures de réduction des incidences sur la qualité des eaux 46
5.4.3 Mesures de réduction des incidences sur les usages des eaux 65

5.5 Incidences résiduelles 69

5.5.1 Incidences quantitatives résiduelles 69
5.5.2 L'incidence résiduelle sur la qualité des eaux 81
5.5.3 Incidences résiduelles sur les usages des eaux 93
5.5.4 Synthèse des incidences résiduelles du projet global Cigéo 94

5.6 Mesures de compensation 94

5.7 Synthèse des incidences et mesures pour le projet global Cigéo 94

5.8 Incidences liées aux émissions chimiques et effluents non conventionnels sur la santé humaine 115

5.9 Compatibilité du projet global Cigéo avec les outils de planification 115

5.9.1 Compatibilité du projet global Cigéo avec les SDAGE concernés 116
5.9.2 Compatibilité du projet global Cigéo avec le SRADDET Grand Est 124
5.9.3 Compatibilité du projet global Cigéo avec les PGRI concernés 129
5.9.4 Conformité du projet global Cigéo avec les PPRI concernés 129
5.9.5 Synthèse de la compatibilité du projet global Cigéo avec les outils de planification 129

Tableau de traçabilité des principales évolutions de l'étude d'impact 131

Tables des illustrations 137

Références bibliographiques 141

Préambule

L'étude d'impact du projet global Cigéo est constituée de sept volumes pour l'étude elle-même et d'un résumé non technique de ces sept volumes.

	ÉTUDE D'IMPACT	
RNT	Résumé non technique de l'étude d'impact	
VOLUME I	Introduction et contexte réglementaire	
VOLUME II	Justification et description du projet global Cigéo	
VOLUME III	État actuel de l'environnement et facteurs susceptibles d'être affectés par le projet	
	Partie 1 : chapitres 1 à 4	1 - Méthodologie d'analyse de l'état initial/2 - Atmosphère/3 - Sol/4 - Sous-sol
	Partie 2 : chapitre 5	5 - Eaux
	Partie 3 : chapitre 6	6 - Biodiversité et milieu naturel (partie 1)
	Partie 4 : chapitre 6	6 - Biodiversité et milieu naturel (partie 2)
	Partie 5 : chapitres 7 à 13	7 - Population, emploi, activités économiques et habitat/8 - Activités agricoles et sylvicoles / 9 - Réseaux/10 - Déchets radioactifs et conventionnels/11 - Risques/12 - Infrastructures de transport/13 - Cadre de vie
	Partie 6 : chapitres 14 à 17	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 7	Annexes au volume III (en 3 parties)
VOLUME IV	**Évaluation des incidences et mesures d'évitement, de réduction et de compensation de ces incidences**	
	Partie 1 : chapitres 1 à 4	1 - Méthodologie d'analyse des incidences/2 - Atmosphère/3 - Sol/4 - Sous-sol
	Partie 2 : chapitre 5	**5 - Eaux**
	Partie 3 : chapitre 6	6 - Biodiversité et milieu naturel
	Partie 4 : chapitres 7 à 13	7 - Emploi, activités économiques, population et habitat/8 - Activités agricoles et sylvicoles/ 9 - Réseaux/10 - Déchets radioactifs et conventionnels/11 - Risques/12 - Infrastructures de transport/13 - Cadre de vie
	Partie 5 : chapitres 14 à 16	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 territoriale/16 - Interactions et effets cumulés
	Partie 6 : chapitres 17 à 22	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 7	Annexes au volume IV

	ÉTUDE D'IMPACT	
VOLUME V	Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000	
VOLUME VI	Évaluation des incidences sur la santé humaine	
VOLUME VII	Partie 1	Présentation des méthodes de réalisation de l'étude d'impact (chapitres 1 à 6)
	Partie 2	Présentation des méthodes de réalisation de l'étude d'impact (chapitres 7 à 18)

Ce **volume IV** présente la description des incidences ou impacts que le projet global Cigéo est susceptible d'avoir sur l'homme et l'environnement ainsi que les mesures que les maîtres d'ouvrage se proposent de mettre en œuvre pour éviter ces impacts, réduire les impacts ne pouvant être évités et, lorsque c'est nécessaire et possible, compenser les impacts qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits.

Cette analyse des incidences du projet global Cigéo sur l'environnement est organisée selon le même modèle que celui du volume III relatif à l'état initial de l'environnement et présenté dans le tableau ci-contre.

Les chapitres 16 à 22 sont des chapitres transversaux complétant l'analyse par facteurs, effectuée dans les chapitres 2 à 15.

Le présent document constitue la partie 2du volume IV.

ÉTUDE D'IMPACT ET PROJET GLOBAL CIGÉO

La version initiale de l'étude d'impact du projet global Cigéo (EI-DUP) a été jointe au dossier d'enquête publique préalable à la déclaration d'utilité publique du centre de stockage Cigéo, déclaration délivrée par le décret n° 2022-993 du 7 juillet 2022 (1) :

- une première actualisation (EI-DAC1) a été réalisée pour le dossier de demande d'autorisation de création (DAC) de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo, déposé le 16 janvier 2023 et dont la recevabilité a été confirmée le 22 juin 2023 par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), engageant ainsi le démarrage de l'instruction du dossier ;
- une deuxième actualisation (EI-DR0) a été jointe au dossier de demande d'autorisation environnementale et aux dossiers de demande d'autorisation d'urbanisme (permis de construire, déclarations préalables), pour des demandes concernant les premières opérations de caractérisation et de surveillance environnementale - dénommées DR0. Ces demandes ont été déposées le 6 mars 2024 et les autorisations ont été délivrées les 11, 21 et 22 juillet 2025. Cette deuxième actualisation de l'étude d'impact est disponible sur le site de l'Andra[1].

L'étude d'impact (EI-DAC3) jointe à la version du dossier de demande d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo et en vue de l'enquête publique, prend donc en compte, outre les éléments figurant déjà dans l'actualisation réalisée en vue du dépôt du dossier de DAC :

- l'actualisation réalisée dans le cadre des demandes d'autorisation concernant les premières opérations de caractérisation et de surveillance environnementale - dénommées DR0 et intégrant notamment le meilleur état disponible de description des travaux objet de ces demandes. Leurs incidences sont intégrées au projet global Cigéo ;
- la mise à jour de l'EI-DAC2 réalisée en vue des consultations règlementaires, incluant la saisine de l'autorité environnementale (qui a rendu son avis le 18 décembre 2025) dans le cadre de l'instruction du dossier de demande d'autorisation de création (DAC) de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Cette mise à jour comprend les évolutions de connaissances sur certaines composantes du projet ou de l'environnement, les évolutions réglementaires, l'évolution de l'inventaire de réserve en cohérence avec les orientations alors disponibles pour la troisième PPE, ainsi que des éléments apportés en cours d'instruction technique (des précisions et des engagements avec échéance avant la fin de l'instruction technique) ;
- une mise à jour postérieure aux consultations réglementaires pour intégrer des précisions notamment relatives à la troisième Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE3) publiée en février 2026 ainsi qu'à l'édition 2026 des essentiels de l'inventaire national. Cette mise à jour n'a pas nécessité de reprise de

[1] https://www.andra.fr/cigeo/les-documents-de-reference (2).

l'étude d'impact en lien avec l'avis de l'Autorité environnementale. Le mémoire en réponse à cet avis ainsi que le suivi des engagements de l'Andra sont consultables dans la pièce 18 du présent dossier.

Les évolutions entre ces versions sont rendues visibles pour le lecteur et les services instructeurs afin qu'ils puissent avoir connaissance des modifications par rapport aux versions de l'étude d'impact instruites et portées à la connaissance du public. Dans le texte, une bordure verte met en exergue toutes les évolutions depuis l'étude d'impact initiale (EI-DUP) liées aux deux actualisations EI-DAC1 et EI-DR0 évoquées précédemment. Une bordure bleue met en exergue les mises à jour réalisées postérieurement au dépôt des dossiers du jalon DR0 en vue des consultations règlementaires de la procédure d'autorisation de création (EI-DAC2). Un surlignage gris met en exergue les évolutions depuis les consultations réglementaires, constituant la mise à jour EI-DAC3. Le détail de ces évolutions est présenté dans le chapitre 3 du volume I de la présente étude d'impact.

L'étude d'impact identifie et apprécie les incidences sur l'environnement du projet global Cigéo, qui comprend le centre de stockage Cigéo et l'ensemble des opérations (activités, installations, ouvrages, travaux et aménagements) nécessaires à sa réalisation et à son exploitation, dont l'installation nucléaire de base (INB). 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 Cigéo, même si les opérations des autres maîtres d'ouvrage sont également susceptibles d'avoir des incidences sur l'environnement.

À ce stade, les opérations des autres maîtres d'ouvrage liées au fonctionnement du centre de stockage Cigéo ne sont pas aux mêmes stades d'avancement de leur conception et de leurs processus de concertation et de validation. L'analyse de leurs incidences est donc proportionnée à leur stade d'avancement respectif.

La présente étude d'impact sera ultérieurement réactualisée dans l'hypothèse où tout ou partie des incidences du projet sur l'environnement n'auraient pu être complètement identifiées ou appréciées avant l'octroi d'une autre autorisation requise dans le cadre du projet global Cigéo, conformément à l'article L. 122-1-1 du code de l'environnement.

Ce processus de réactualisation prévu par la loi permet de garantir la qualité de l'évaluation des incidences environnementales des projets complexes tels que le projet global Cigéo, en lien avec les précisions apportées à sa conception et sa réalisation.

5

Eaux – Incidences et mesures

5.1	Introduction à l'analyse des incidences sur les eaux	8
5.2	Incidences potentielles	11
5.3	Mesures d'évitement	20
5.4	Mesures de réduction	27
5.5	Incidences résiduelles	69
5.6	Mesures de compensation	94
5.7	Synthèse des incidences et mesures pour le projet global Cigéo	94
5.8	Incidences liées aux émissions chimiques et effluents non conventionnels sur la santé humaine	115
5.9	Compatibilité du projet global Cigéo avec les outils de planification	115

5.1 Introduction à l'analyse des incidences sur les eaux

5.1.1 Qualification des incidences

L'évaluation des incidences sur les eaux souterraines et les eaux superficielles est réalisée sur la base de l'état initial des eaux et des caractéristiques du projet global Cigéo, présentés respectivement au chapitre 5 du volume III et au chapitre 3 du volume II de la présente étude d'impact. La localisation du projet global Cigéo au sein du réseau hydrographique est présentée sur la figure 5-1. Les sous-secteurs hydrographiques et les zones hydrographiques sont rappelés sur la figure 5-2.

Les trois grandes catégories d'incidences identifiées sur les eaux sont les suivantes :

- les incidences quantitatives ;
- les incidences qualitatives ;
- les incidences sur les usages.

L'analyse des incidences est menée pour l'ensemble des opérations du projet global Cigéo : centre de stockage Cigéo (incluant les opérations de caractérisation et de surveillance), mise à niveau de la ligne 027000, déviation de la route départementale D60/960, alimentation électrique, adduction d'eau.

Les incidences sur les habitats et/ou individus d'espèces liées aux milieux aquatiques et notamment aux zones humides sont évaluées dans le chapitre 6 Biodiversité et milieu naturel du présent volume.

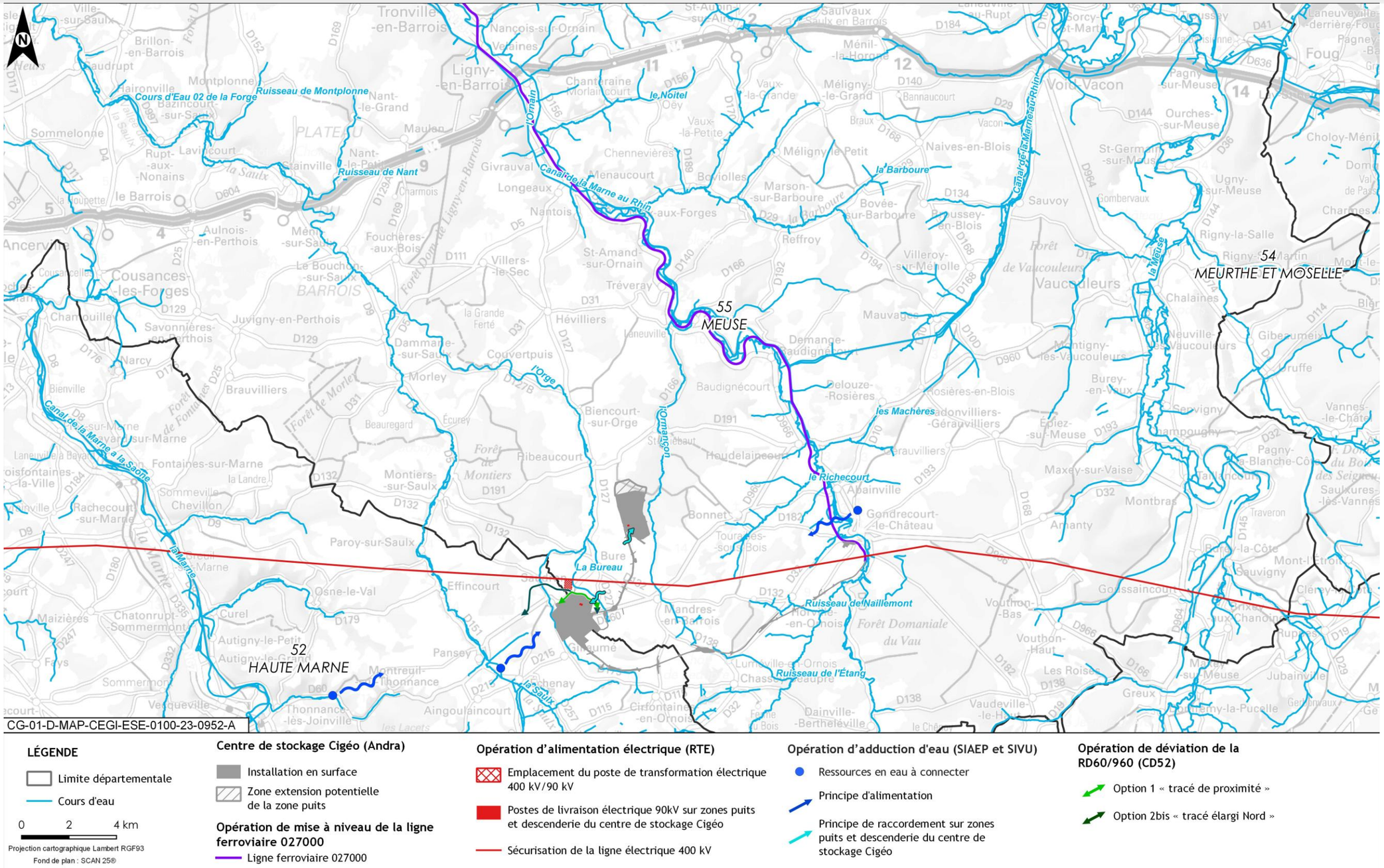
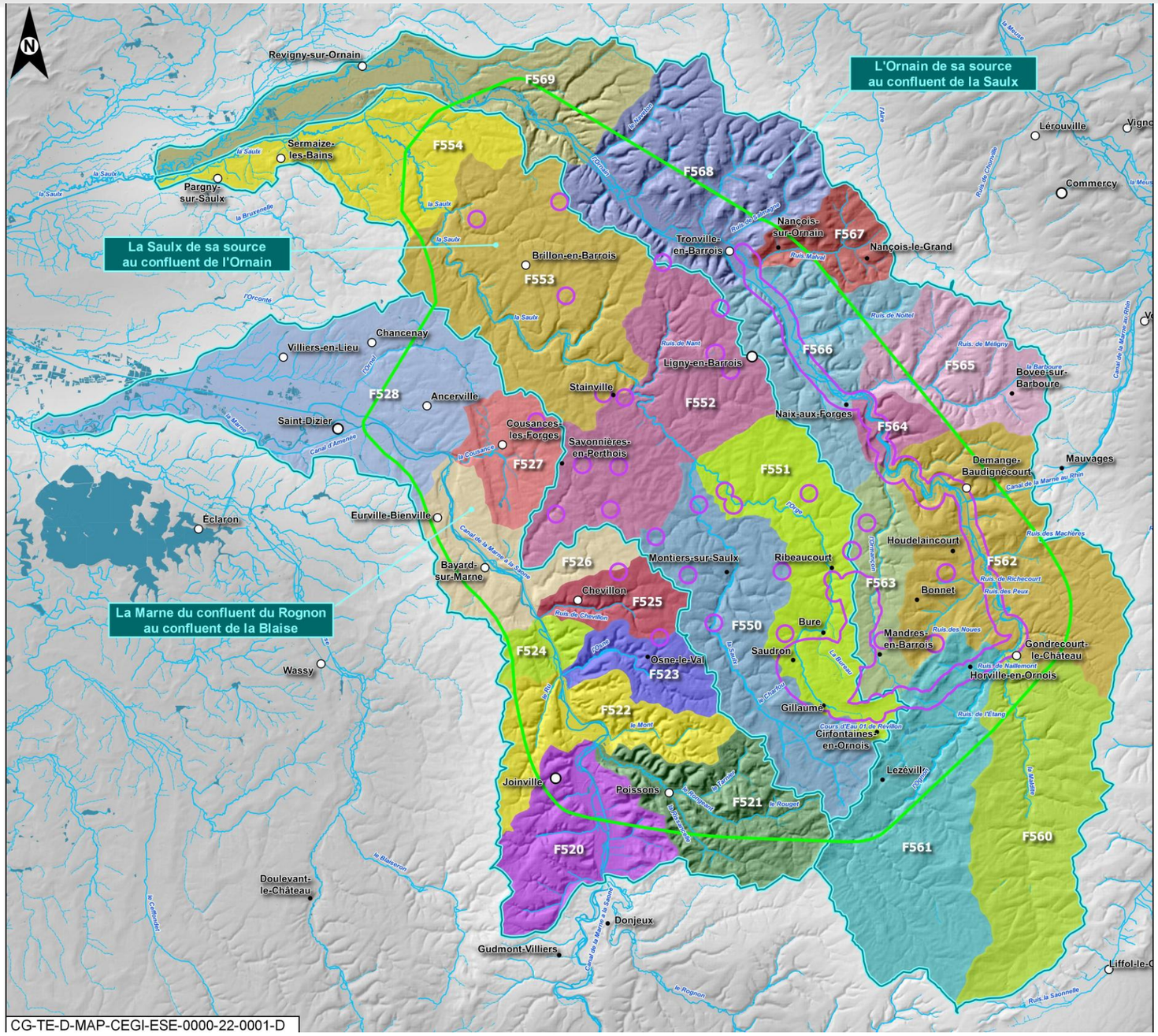


Figure 5-1 *Localisation du projet global Cigéo au sein du réseau hydrographique*



Légende

- Aire d'étude éloignée du milieu physique
- Aire d'étude immédiate
- Cours d'eau
- Plan d'eau

Bassins versants: (source: SANDRE, novembre 2019)

- Sous-secteurs hydrographiques

La Marne du confluent du Rognon au confluent de la Blaise

- La Cousance de sa source au confluent de la Marne (exclu)
- [F527] - La Cousance de sa source au confluent de la Marne
- [F528] - La Marne du confluent de la Cousance au confluent de la Blaise
- [F524] - La Marne du confluent de l'Osne au confluent du ruisseau de Chevillon
- [F520] - La Marne du confluent du Rognon au confluent du Rongeant
- [F522] - La Marne du confluent du Rongeant au confluent de l'Osne
- [F526] - La Marne du confluent du ruisseau de Chevillon au confluent de la Cousance
- [F521] - Le Rongeant de sa source au confluent de la Marne
- [F525] - Le ruisseau de Chevillon de sa source au confluent de la Marne

La Saulx de sa source au confluent de l'Ornain

- La Saulx de sa source au confluent de l'Orge (exclu)
- [F550] - La Saulx de sa source au confluent de l'Orge
- [F552] - La Saulx du confluent de l'Orge au confluent du ruisseau de Nant
- [F553] - La Saulx du confluent du ruisseau de Nant au confluent du ruisseau Saint Sébastien
- [F554] - La Saulx du confluent du ruisseau Saint Sébastien au confluent de l'Ornain

L'Ornain de sa source au confluent de la Saulx

- La Barboure de sa source au confluent de l'Ornain (exclu)
- [F565] - La Barboure de sa source au confluent de l'Ornain
- [F567] - Le ruisseau de Malval de sa source au confluent de l'Ornain
- [F561] - L'Ognon de sa source au confluent de l'Ornain
- [F563] - L'Ormançon de sa source au confluent de l'Ornain
- [F560] - L'Ornain de sa source au confluent de l'Ognon
- [F566] - L'Ornain du confluent de la Barboure au confluent du ruisseau de Malval
- [F562] - L'Ornain du confluent de l'Ognon au confluent de l'Ormanèon
- [F564] - L'Ornain du confluent de l'Ormançon au confluent de la Barboure
- [F569] - L'Ornain du confluent du Naveton au confluent de la Saulx

Échelle :
0 1 2 3 4 5 km

Projection cartographique Lambert RGF93

Figure 5-2 Carte des sous-secteurs hydrographiques et des zones hydrographiques présents dans l'aire d'étude éloignée de la thématique eau (source : Sandre, novembre 2019)

5.1.2 Eaux souterraines et superficielles concernées par le projet global Cigéo

Toutes les nappes d'eau souterraine potentiellement impactées par le projet global Cigéo sont présentées au chapitre 5 du volume III de la présente étude d'impact. Les nappes d'eau souterraines potentiellement impactées par le centre de stockage Cigéo les suivantes :

- aquifères des Calcaires du Barrois ;
- aquifères du Kimméridgien et de l'Oxfordien calcaire ;
- aquifères du Dogger ;
- nappes d'accompagnement de l'Orge et de l'Ornain.

La nappe d'eau souterraine de l'Albien et du Néocomien libre entre la Seine et l'Ornain est affleurante dans l'aire d'étude éloignée, à environ 10 km de l'aire d'étude immédiate.

Tous les cours d'eau concernés par le projet global Cigéo sont présentés au chapitre 5 du volume III de la présente étude d'impact. Les cours d'eau potentiellement impactés par le centre de stockage Cigéo sont :

- dans l'unité hydrographique de la Saulx : l'Orge et la Bureau ;
- dans l'unité hydrographique de l'Ornain : l'Ormançon, le ruisseau de l'Étang, le ruisseau de Naillemont, le ru de l'Ognon, le ruisseau de Richecourt, le ruisseau des Grandes Fontaines et l'Ornain.

Le régime hydrologique des cours d'eau présents sur l'aire d'étude éloignée est très lié au niveau de la nappe (ou niveau piézométrique), créant des zones de pertes lorsque le niveau de la nappe est en dessous du niveau du sol, sous les cours d'eau et des zones de gain et de ruissellement lorsque la nappe est affleurante au niveau des cours d'eau (cf. Chapitre 5.2.2 du volume III de la présente étude d'impact).

5.2 Incidences potentielles

5.2.1 Les différents types d'eau générés par le projet global Cigéo et milieux récepteurs

La définition des incidences sur les eaux superficielles au sein des différentes opérations du projet global Cigéo dépend des différents types d'eau dont le volume, la qualité, le lieu de production et la temporalité diffèrent :

- **les eaux pluviales** sont les eaux 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 ruisselantes sur les verses font l'objet d'une attention particulière et sont donc identifiées comme un « type d'eau » spécifique. Elles sont identifiées dans la suite du document comme les **eaux de ruissellement des verses** ;
- **les eaux usées** regroupent les eaux vannes (WC), les eaux grises (douches, lavabos, cuisine…) et les eaux industrielles de surface ;
- l**es eaux industrielles** (en surface ou en fond) sont les eaux produites par les travaux et activités du projet global Cigéo par exemple au niveau des aires de lavages, des centrales de béton, des ateliers ; elles sont regroupées sous l'appellation « eaux usées » ;
- **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 pompage** dans le cadre d'essais dans les forages.

Ces différents types d'eau sont regroupés en trois catégories :

- **les eaux pluviales** ;
- l**es effluents conventionnels regroupant les eaux usées et les eaux de fond et les eaux de pompage évoquées précédemment** :
  - ✓ 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, eaux de pompage des essais en forage.
- **les effluents non conventionnels**. Pendant le fonctionnement de l'INB, certains effluents collectés dans les zones à production possibles de déchets nucléaires (par exemple, lors d'opérations de décontamination suite à des contrôles radiologiques) 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 conventionnels » ne sont pas rejetés localement et font l'objet d'une gestion distincte. Ils ne sont jamais mélangés aux eaux conventionnelles que ce soit en surface ou au fond.

Les effluents liquides non conventionnels sont collectés, conditionnés temporairement dans des cuves dédiées, contrôlés radiologiquement, puis transférés vers une filière externe. Ils sont acheminés conformément à la réglementation transport pour leur traitement et prise en charge vers une installation adaptée.

5.2.2 Incidences potentielles quantitatives sur les eaux

5.2.2.1 Rabattement potentiel des nappes d'eau souterraine

Les incidences potentielles liées au rabattement des nappes d'eau souterraine peuvent intervenir par :

- **le rabattement des nappes d'eau souterraine au niveau des déblais créés par le projet global Cigéo – y compris dans le cas particulier de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine**

Plusieurs types de travaux peuvent entraîner un rabattement de la nappe des Calcaires du Barrois et de la masse d'eau des calcaires du Kimméridgien-Oxfordien :

- ✓ **la construction des ouvrages avec des fondations profondes** entraîne la réalisation de déblais provoquant un drainage plus ou moins important de la nappe (conséquence indirecte : un rabattement de nappe en amont et en aval du déblai). Cet effet existe lorsque le niveau piézométrique de la nappe se trouve au-dessus de la côte projet la plus basse du déblai. Plus le déblai est important, plus le drainage de la nappe peut être important. L'incidence potentielle concerne toutes les phases du projet global Cigéo ;
- ✓ **la mise en place d'ouvrage de protection des bâtiments contre le risque inondation par remontées de nappe.** La construction en zone descenderie du bâtiment nucléaire de surface de la première phase d'exploitation (EP1), des têtes des deux descenderies et du terminal ferroviaire nucléaire implique des terrassements importants sous le niveau du terrain naturel lors de la construction initiale. Or, la nappe des Calcaires du Barrois peut localement et ponctuellement être peu profonde dans cette zone.

L'incidence potentielle est notable sur la nappe avec un cône de rabattement et une gestion spécifique des eaux pompées, en phase de construction initiale. L'incidence potentielle sur la nappe est permanente et se poursuit en phase de fonctionnement du centre de stockage Cigéo.

Les incidences potentielles du rabattement de la nappe d'eau souterraine sont susceptibles, dans le cône de rabattement, de concerner des forages/puits et des piézomètres existants avec un abaissement de leur niveau d'eau, mais aussi de réduire le débit des sources alimentant les cours d'eau, en particulier l'Orge entre sa source et l'amont de Saudron, et les zones humides.

Plusieurs piézomètres à l'intérieur de la zone descenderie sont impactés potentiellement par les travaux, en particulier les piézomètres de surveillance réglementaire du Laboratoire souterrain.

- ✓ **la mise en œuvre de puits de rabattement**. Lors des travaux de terrassement en phases d'aménagements préalables et de construction initiale, il est nécessaire de pomper les venues d'eaux souterraines *via* un ou une série de puits de rabattement pour éviter une inondation de la zone de travaux ce qui induit un rabattement temporaire du niveau piézométrique (cône de rabattement).

» PUITS DE RABATTEMENT

Un puits de rabattement est un forage permettant par pompage de maintenir le niveau d'une nappe en dessous d'une cote prédéfinie pour assurer la mise hors d'eau d'une zone de travaux et dont l'effet latéral est maîtrisé. Lors de l'arrêt du pompage, la nappe reprend progressivement son niveau initial et le cône de rabattement s'efface. Le schéma de principe d'un cône de rabattement est représenté sur la figure 5-3.

En comparaison des mouvements de terres des zones puits et descenderie, ceux nécessaires aux autres installations et opérations sont de faible ampleur. Actuellement, les volumes de déblais des quatre opérations cumulées sont évalués à environ 500 000 m³. L'incidence potentielle est non notable pour les autres opérations du projet global Cigéo.

L'incidence potentielle est notable pour la nappe d'eau souterraine des Calcaires du Barrois concernée par le phénomène de drainage et temporaire ou permanente selon les phases du projet.

L'incidence potentielle est également notable pour la nappe d'eau souterraine des Calcaires du Barrois en zone descenderie dans le cas de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en phase de construction initiale et de fonctionnement.

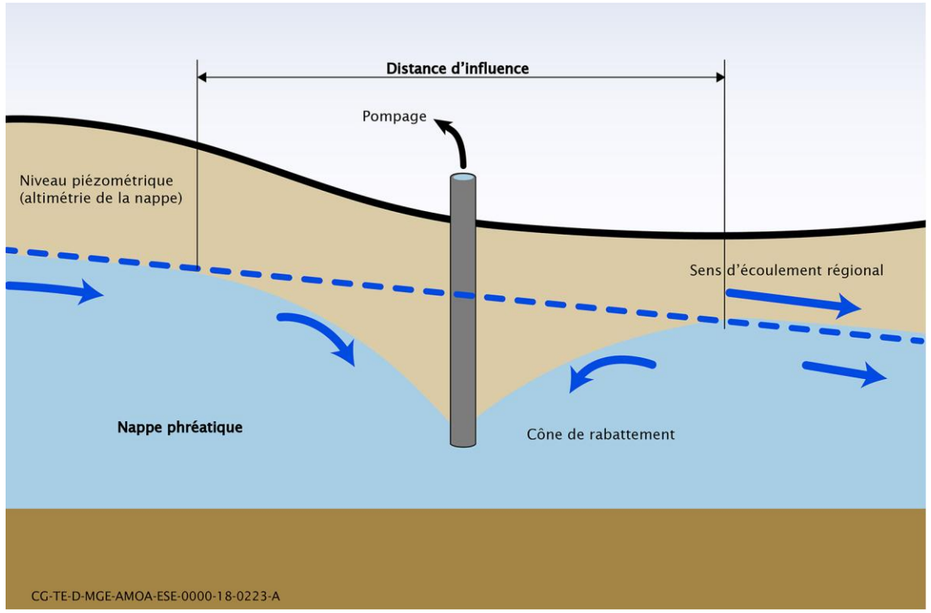


Figure 5-3 Schéma de principe d'un rabattement de nappe par pompage

- **le drainage de la nappe phréatique au droit des tranchées**

  Les travaux des voiries et réseaux divers nécessaires au projet global Cigéo impliquent la réalisation de tranchées rapidement comblées par les matériaux extraits au préalable après la pose de canalisation et de regards de connexion, de chambre à vannes, etc. Les effets de drainage sont souvent peu ou pas perceptibles mais ils peuvent exister localement.

Les liaisons électriques enterrées et les travaux d'adduction d'eau sont susceptibles de générer aussi un effet de drainage de la nappe, en lien avec les matériaux remaniés insérés dans la tranchée. Cet effet de drainage peut modifier très localement les caractéristiques des secteurs traversés en concentrant les eaux dans les parties basses du tracé.

L'incidence quantitative potentielle est considérée comme notable et permanente. Les travaux concernés auront lieu en phase d'aménagements préalables, en phase de construction initiale et de façon moindre lors de la phase de fonctionnement (travaux de jouvence[2] des réseaux) ;

- **le drainage des eaux souterraines au droit des liaisons surface-fond du centre de stockage Cigéo ou de tout forage/fouille nécessaire à l'opération de caractérisation et de surveillance environnementale :**

  ✓ **nappe des Calcaires du Barrois**

  Dès la phase d'aménagements préalables, des forages sont réalisés au sein de l'aire d'étude éloignée du milieu physique pour permettre la caractérisation et la surveillance environnementale du centre de stockage Cigéo. Leur localisation n'est pas encore connue, des échanges étant nécessaires avec les services de l'autorité de sûreté nucléaire pour la définition du plan de surveillance et avec les services de l'État en charge de l'instruction des différents dossiers administratifs pour le suivi des mesures environnementales prescrites.

  De par leur fonctionnalité et leur profondeur, les forages présenteront des diamètres très différents.

  La construction et l'exploitation des forages et la mise en place des liaisons surface-fond peuvent générer différents impacts quantitatifs :

  - au moment de leur création en cas de non-respect des règles de l'art (mise en communication de différents aquifères entre eux ou pompage de nettoyage de l'ouvrage mal dimensionné ; drainage potentiel de la nappe d'eau souterraine recoupée et modification localement du sens d'écoulement de la nappe considérée) ;
  - pendant les campagnes de prélèvement dans les nappes d'eau souterraine avec un pompage de renouvellement de l'eau mal dimensionné (non-respect des normes de prélèvement pour prélever un échantillon représentatif de la nappe) et lors des essais de pompages.

  Cette incidence potentielle quantitative est notable et permanente sur la nappe des Calcaires du Barrois recoupée par les ouvrages. Les ouvrages ainsi créés peuvent aussi être à l'origine d'une incidence potentielle qualitative ;

  ✓ **masse d'eau des calcaires du Kimméridgien-Oxfordien**

  Lors de la réalisation des différents puits et descenderies, des venues d'eau d'exhaure en provenance de la masse d'eau des calcaires du Kimméridgien-Oxfordien sont attendues. La mise en place de piézomètres est prévue pour des opérations de caractérisation et de surveillance environnementale du centre de stockage Cigéo, dès la phase d'aménagements préalables.

  Cette incidence potentielle quantitative est notable et permanente ;

  ✓ **nappe du Dogger**

  La nappe du Dogger, présente sous le Callovo Oxfordien, n'est pas traversée par les descenderies, les puits et les ouvrages souterrains du centre de stockage Cigéo (le déploiement des ouvrages souterrains étant limité à la couche du Callovo-Oxfordien). Seuls quatre forages de caractérisations atteindront cette nappe

  L'incidence potentielle est non notable.

- **modification des écoulements – effets barrage au droit des liaisons surface-fond (descenderies, puits) ou de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine de la zone descenderie**

  Les liaisons surface-fond et l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine de la zone descenderie constituent potentiellement un obstacle à l'écoulement des eaux et peuvent générer localement un effet barrage sur la nappe considérée.

  Cette incidence potentielle quantitative est notable et permanente sur les nappes d'eau souterraine recoupées. Elle concerne l'ouvrage de protection contre les remontées de nappe phréatique en phase d'aménagements préalables et les liaisons surface-fond à partir de la phase de construction initiale.

  Le déploiement progressif des ouvrages souterrains entrepris dans la couche du Callovo-Oxfordien durant la phase de fonctionnement ne génère pas d'incidence supplémentaire sur les nappes d'eau souterraine traversées lors de la construction des liaisons surface-fond ;

[2] Jouvence : phase de travaux permettant de remplacer un système ou un bâtiment dans son ensemble, parce que sa maintenance en est devenue extrêmement difficile.

- **diminution de l'infiltration et de la recharge des nappes au niveau des installations de surface du projet global Cigéo**

  Une imperméabilisation en surface et/ou une modification des écosystèmes, et donc des services rendus par ces derniers, provoque une diminution de l'infiltration et de la recharge des nappes d'eau souterraine engendrant ainsi **une incidence quantitative potentielle notable.** Cette dernière peut être temporaire ou permanente pour l'ensemble des nappes d'eau souterraine et concerne toutes les opérations et phases du projet global Cigéo ;

- **inondation de la zone d'intervention potentielle par remontée de nappe**

  Comme présenté au chapitre 5.2.2.1 du présent volume, les travaux impliquent des terrassements sous le niveau du terrain naturel.

  L'incidence potentielle quantitative est notable dans toutes les zones identifiées à risque de remontée de nappe (cf. Chapitre 5.3.5 du volume III de la présente étude d'impact).

  Elle concerne toutes les opérations et phases du projet global Cigéo ;

- **prélèvements dans les nappes d'eau souterraine pour la consommation en eau potable et non potable**

  Il existe différentes nappes d'eau souterraine dans l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo servant à l'alimentation en eau potable. Les captages d'alimentation en eau potable pourraient être sollicités dans la limite de leur autorisation d'exploitation de la ressource.

  Pour le centre de stockage Cigéo : l'estimation des pics de consommation maximale est de 500 m³/j en phases d'aménagements préalables et de construction initiale et de 200 m³/j en phase de fonctionnement pour l'eau potable.

  Pour les autres opérations du projet global Cigéo, les consommations en eau potable sont marginales par rapport au besoin estimé du centre de stockage Cigéo en phase d'aménagements préalables, puis nulles lors de l'exploitation des infrastructures (phases de construction initiale et de fonctionnement du projet global Cigéo).

  Pour des usages non alimentaires, différents forages/puits privés (usage industriel ou agricole) existent dans l'aire d'étude éloignée et pourraient être sollicités pour les besoins du projet global Cigéo dans la limite de leur autorisation d'exploitation et de l'accord de leur propriétaire/gestionnaire.

  Pour les autres opérations du projet global Cigéo, les besoins en eau non potable sont marginaux par rapport au besoin estimé du centre de stockage Cigéo.

  Dans les deux cas, l'incidence potentielle quantitative est donc permanente et son niveau dépend du débit prélevé au regard de la capacité de recharge du captage concerné, de la période de prélèvement et de sa durée.

  Le niveau d'incidence quantitative potentielle est notable sur la ressource en eau disponible et pourrait accentuer le risque d'une possible pénurie pour l'usage d'eau potable des populations actuellement desservies (cf. Chapitre 5.2.4 du présent volume).

5.2.2.2 Modification potentielle du régime hydraulique des cours d'eau

Les incidences potentielles liées à la modification du régime hydraulique des cours d'eau sont les suivantes :

- **effet barrière sur les écoulements lié aux différentes opérations du projet global Cigéo**

  Sont principalement concernées les opérations d'infrastructures linéaires (liaison intersites, installation terminale embranchée, mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000, déviation de la route départementale D60/960).

  L'effet barrière sur les écoulements peut entraîner :

  - ✓ au droit des cours d'eau, un exhaussement de la ligne d'eau en amont des ouvrages de franchissement et une modification du lit mineur du cours d'eau ;
  - ✓ au droit des rétablissements de voirie des remblais pouvant provoquer une augmentation de la fréquence des débordements des cours d'eau et une extension des zones inondables associées par un exhaussement du niveau d'eau en amont ;
  - ✓ un resserrement et une accélération des écoulements au droit de l'ouvrage de franchissement provoquant un phénomène d'érosion ;
  - ✓ une augmentation des débits en aval des franchissements si des remblais sont réalisés dans le champ d'expansion des crues.

  Toutes les opérations du projet global Cigéo, sur l'ensemble des phases (aménagements préalables construction initiale, fonctionnement), sont potentiellement à l'origine d'un effet barrière plus ou moins important pouvant aggraver les conditions d'écoulement et de ruissellement des eaux superficielles.

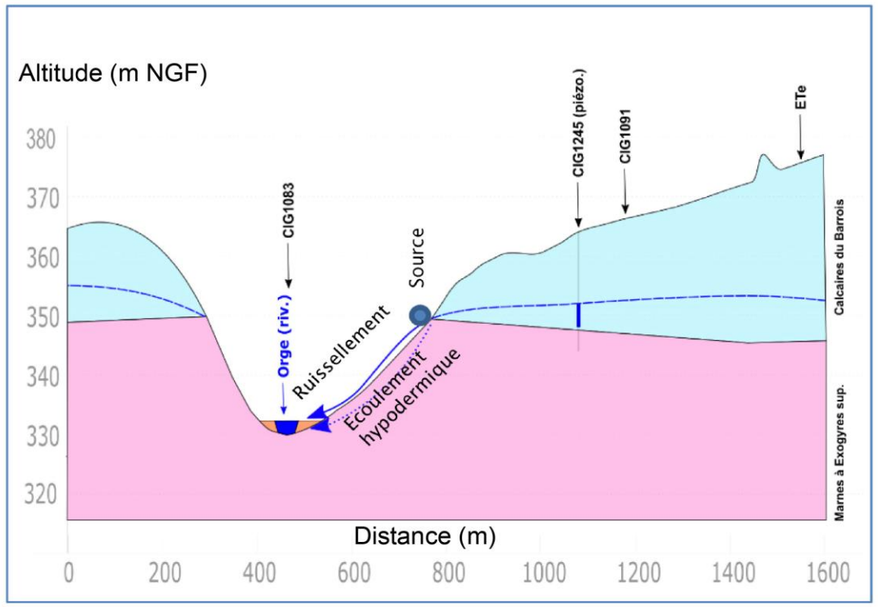
  L'incidence potentielle est notable et permanente sur les écoulements.

- **perturbation du régime hydraulique des cours d'eau par la présence de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie ou par prélèvement dans la nappe d'accompagnement d'un cours d'eau lors d'essais de pompage.**

  Les cours d'eau ayant un comportement hydraulique étroitement lié à la piézométrie de la nappe des Calcaires du Barrois et/ou à une alimentation par des sources de débordement de cette nappe, sont susceptibles d'être affectés par des baisses de débit en lien avec le cône de rabattement induit par l'ouvrage de protection contre les remontées de nappe phréatique de la zone descenderie, dès la phase de construction initiale.

  Cette incidence quantitative potentielle concerne l'Orge et plus particulièrement la section du cours d'eau entre Gillaumé et Saudron dont une partie de l'alimentation pourrait également avoir pour origine le débordement de la nappe des Calcaires du Barrois au niveau de sources ou d'écoulements hypodermiques localisés dans la frange d'altération du substratum calcaire et/ou marneux plus ou moins remaniée sur les flancs des vallées sous forme de colluvions (cf. Figure 5-4).

  L'incidence potentielle est notable et permanente.



CG-TE-D-MGE-AMOA-ESE-0000-20-0280-B

Figure 5-4 *Coupe géologique - hydrologique schématique au niveau de la vallée de l'Orge en amont de Saudron*

- **modification du profil en long des cours d'eau lié au franchissement de cours d'eau**

  La construction d'ouvrage hydraulique de type buse, dalot, pont cadre, peut entraîner une modification potentielle du profil en long et de la section d'écoulement du cours d'eau.

  Le type de travaux et le niveau d'incidence potentielle diffèrent selon les caractéristiques du cours d'eau avec :

  - ✓ des franchissements provisoires pour la création des pistes de chantier, si nécessaire : tous les cours d'eau localisés dans l'aire d'étude immédiate du milieu physique sont potentiellement concernés ;
  - ✓ des franchissements définitifs, rénovés ou construits : selon le type d'ouvrage de génie civil mis en place (buse, dalot, pont cadre), les travaux peuvent impliquer une dérivation temporaire ou définitive du cours d'eau, la mise en place de batardeaux pour la réalisation des fondations de l'ouvrage de franchissement, une modification potentielle du profil en long et de la section du cours d'eau.

  L'incidence potentielle est notable sur le profil en long des cours d'eau.

  Cette incidence potentielle concerne toutes les opérations du projet global Cigéo, sur l'ensemble des phases du projet global Cigéo (aménagements préalables construction initiale, fonctionnement).

- **modification de la ligne de partage des eaux (bassins versants topographiques) due au terrassement des zones d'intervention potentielle**

  Toutes les opérations du projet global Cigéo, en phase de d'aménagements préalables, en phase de construction initiale et en phase de fonctionnement, peuvent être à l'origine de cette incidence potentielle.

  Le centre de stockage présente un avancement des études suffisant pour estimer l'incidence potentielle de cette perturbation. Pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage, elles sont réalisées sur des emprises linéaires et sont donc potentiellement à l'origine d'une incidence potentielle très faible. Concernant le poste de transformation 400/90 kV, sa surface est très limitée (6 ha).

  Le nivellement de la plateforme de la zone descenderie implique une modification de la ligne de partage des eaux entre les bassins versants topographiques de l'Orge et de La Bureau, avec une augmentation de surface de 2,3 ha en faveur de La Bureau.

  Le nivellement de la plateforme de la zone puits et de la liaison intersites implique une modification de la ligne de partage des eaux entre les bassins versants topographiques de l'Orge et de l'Ormançon, avec une augmentation de surface de l'ordre de 29 ha en faveur de l'Ormançon.

  Au regard de la superficie totale de ces bassins versants, **l'incidence est non-notable et permanente** sur la modification de la ligne de partage des eaux ;

- **prélèvements dans les cours d'eau locaux pour les besoins en eau potable**

  Aucun captage d'alimentation en eau potable depuis un cours d'eau n'existe dans l'aire d'étude éloignée. L'incidence potentielle est non notable sur la ressource en eau superficielle pour l'ensemble des phases du projet global Cigéo (aménagements préalables construction initiale, fonctionnement). Pour rappel, les besoins en eau du centre de stockage sont pourvus par un raccordement sur le réseau d'adduction local avec trois forages mis à contribution (cf. Chapitre 4.3.2 du volume II de la présente étude d'impact).

  L'incidence potentielle sur l'usage d'alimentation en eau potable est présentée au chapitre 5.2.4 du présent volume ;

- **prélèvements dans les cours d'eau locaux pour les besoins en eau non potable**

  Pour des usages non alimentaires, les cours d'eau permanents présents dans l'aire d'étude immédiate (La Blaise, la Marne, La Saulx, l'Ornain, le canal de la Marne au Rhin, la Meuse) peuvent être sollicités pour le projet global Cigéo dans la limite de l'autorisation du gestionnaire du cours d'eau et du respect des arrêtés préfectoraux limitant les prélèvements en période de sécheresse.

  L'incidence potentielle peut être notable et permanente sur la ressource selon la quantité d'eau et la durée du prélèvement.

  L'incidence potentielle sur les usages non alimentaires est présentée au chapitre 5.2.4 du présent volume ;

- **perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau par les rejets d'eau dans le milieu**

  Le rejet des eaux pluviales ruisselant sur les surfaces artificialisées/imperméabilisées et le rejet des eaux produites, puis traitées au sein des installations du projet global Cigéo, pendant l'ensemble des phases (aménagements préalables construction initiale, fonctionnement) dans le milieu naturel peuvent avoir une **incidence potentielle notable et permanente sur le fonctionnement hydraulique des cours d'eau** (inondation, perturbation de la biodiversité, modification des conditions hydromorphologiques des cours d'eau, etc.) ;

- **imperméabilisation de certaines surfaces et modification des écoulements**

  La création du projet global Cigéo induit un changement d'occupation du sol (cf. Chapitre 3 du présent volume) entraînant la création de zones artificialisées qui peuvent être ensuite imperméabilisées de manière temporaire ou définitive.

  Cette imperméabilisation induit une modification du coefficient de ruissellement des eaux (coefficient plus élevé) entraînant une hausse du volume d'eau à l'aval.

  Toutes les opérations du projet global Cigéo sont à l'origine d'une imperméabilisation plus ou moins importante augmentant théoriquement les quantités et les vitesses d'eaux ruisselées.

  L'incidence potentielle est notable et temporaire pendant la phase d'aménagements préalables et permanente en phase de construction initiale et fonctionnement sur les surfaces imperméabilisées ;

- **diminution de capacité de stockage de l'eau dans les zones inondables et risque inondation en aval**

  La réalisation de travaux dans une zone inondable et notamment la réalisation de remblais (plateforme ferroviaire, plateforme routière, remblais des rampes des ouvrages d'art) implique une diminution de la capacité de stockage du volume d'expansion de crue. Ceci peut entraîner une extension de la zone inondable et des risques nouveaux pour les personnes et les biens dès la phase d'aménagements préalables.

  L'incidence potentielle est notable et permanente sur la capacité de stockage en eau des zones inondables.

5.2.3 Incidences potentielles sur la qualité des eaux

5.2.3.1 Incidences des rejets dans les cours d'eau

- **altération de la qualité des eaux superficielles et/ou souterraines**

  Le rejet des eaux pluviales ruisselant sur les surfaces artificialisées/imperméabilisées et le rejet des eaux usées traitées, pendant l'ensemble des phases (aménagements préalables construction initiale, fonctionnement), peuvent être à l'origine d'un rejet à forte charge polluante (matières en suspension, hydrocarbures, métaux, et autres substances organiques, biologiques et chimiques).

  Ces rejets peuvent ainsi dégrader la qualité des eaux superficielles des cours d'eau localisés dans l'aire d'étude immédiate, et interdire de manière indirecte la continuité de certains usages (cf. Chapitre 5.2.4 du présent volume).

  L'ensemble des rejets aux différentes phases du projet global Cigéo peut perturber les conditions écologiques et chimiques des cours d'eau.

  L'incidence potentielle sur les milieux est notable et peut être permanente selon la nature de la pollution et son occurrence (rejet chronique ou rejet accidentel).

5.2.3.2 Incidences potentielles sur les eaux souterraines

Compte tenu des interrelations étroites entre les eaux superficielles et les eaux souterraines, les eaux superficielles peuvent être un vecteur de pollution vers les nappes d'eau souterraine. Cette incidence potentielle concerne l'ensemble des opérations lors de la phase d'aménagements préalables.

Le risque de pollution potentielle des eaux de la nappe du Barrois et de la nappe des Calcaires du Kimméridgien et de l'Oxfordien présente une origine dépendante de la nature et de l'ampleur des travaux entrepris en phase d'aménagements préalables ainsi qu'en phase de construction initiale et en phase de fonctionnement pour le centre de stockage Cigéo. La typologie des travaux est la suivante :

- l'archéologie préventive avec le dessouchage préalable des zones boisées, le décapage de la terre végétale et les terrassements, dont la profondeur des fouilles dépend de l'épaisseur de la zone meuble du sol avant l'atteinte de la roche mère. Ainsi, les fouilles ont une profondeur moyenne de 0,40 mètre pouvant, de manière temporaire et très localisée, atteindre une profondeur d'environ deux mètres ;
- avant le démarrage des terrassements, le décapage des sols sur les zones d'intervention potentielle et en dehors de la zone d'intervention potentielle pour certaines des opérations de caractérisation et surveillance environnementale qui modifie la consistance du sol sur quelques mètres et enlève une partie de la protection naturelle des nappes phréatiques ;
- la réalisation de déblais plus ou moins importants qui drainent la nappe d'eau souterraine ;

- la réalisation de fondations en profondeur comme pour le bâtiment nucléaire de surface de la première phase de fonctionnement (EP1) ;
- l'emploi de tunneliers ou de dispositifs similaires pour réaliser les liaisons surface-fond (descenderies et puits) ;
- les forages plus ou moins profonds mis en place dans le cadre de l'opération de caractérisation et de surveillance environnementale.

Le niveau d'incidence potentielle qualitative est notable et peut-être permanent.

5.2.3.3 Incidences potentielles liées à une situation accidentelle

- **modification de la qualité des eaux à la suite d'un incident ayant un impact sur l'environnement**

» INCIDENT AYANT UN IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Un incident ayant un impact sur l'environnement peut être un acte de malveillance ou le constat d'une anomalie lors des différentes phases du projet global Cigéo.

Lors des différentes phases du projet global Cigéo, les rejets accidentels peuvent être provoqués :

- ✓ par un incident ayant un impact sur l'environnement au sein des zones d'intervention potentielle ou des installations de surface ou lors des opérations de caractérisation et surveillance environnementale, par exemple :
  - rupture d'un flexible sur un engin ;
  - déversement lors d'une phase d'approvisionnement en carburant d'un engin sur site ou au droit d'un atelier ou d'une station de distribution de carburant fixe ;
  - accident sur le chantier entre plusieurs engins-véhicules ;
  - déversement d'un fût de produits dangereux.
- ✓ par des rejets anormaux de matières en suspension provoquant une altération, voire une destruction de l'habitat, de la faune et flore associées :
  - colmatage du lit des cours d'eau ;
  - asphyxie de poissons ;
  - destruction des herbiers, de la faune d'invertébrés indispensable à la vie piscicole et de frayères…
- ✓ par des substances chimiques et/ou toxiques présentes sur les zones d'intervention potentielle ou dans des déchets conventionnels[3] stockés et se retrouvant dans le cours d'eau (acte de malveillance, envol de déchets, transport lors de crue…) ;
- ✓ par des émissions atmosphériques (envols poussières lors des activités de terrassement et de circulation des engins sur des pistes non revêtues au démarrage des travaux). La nature géochimique de ces poussières est essentiellement liée à celle des matériaux terrassés ou excavés, c'est-à-dire aux formations superficielles (sols) et aux formations rocheuses (calcaires, marnes…). Les poussières tombant en dehors des surfaces de chantier raccordées aux dispositifs temporaires, puis définitifs, de traitement des eaux pluviales échappent aux dispositifs d'abattement par décantation des eaux de ruissellement. Les surfaces raccordées aux bassins qualitatifs et quantitatifs sont essentiellement des surfaces présentant un taux d'imperméabilisation (et donc une capacité de ruissellement) supérieur à celles non raccordées et à celles situées hors zone d'intervention potentielle. Pour les surfaces non raccordées interviennent d'autres facteurs d'abattement tels que la végétation.

  En termes d'incidence potentielle, la contribution des retombées de poussières minérales à la turbidité des eaux superficielles est considérée comme négligeable.

Compte tenu des interrelations étroites entre les eaux superficielles et les eaux souterraines, les eaux superficielles peuvent être un vecteur de pollution vers les nappes d'eau souterraine.

[3] Déchets conventionnels incluant les déchets ménagers, les déchets inertes, les déchets non dangereux et les déchets dangereux.

Le niveau d'incidence potentielle qualitative est notable et peut-être permanent selon l'ampleur de la pollution générée par l'incident, la nature du produit déversé dans le milieu et le milieu concerné par la pollution (eau souterraine et/ou eau superficielle). Ce risque existe pour toutes les opérations et les phases du projet global Cigéo.

- **pollution accidentelle avec un rejet contenant des éléments radioactifs (rejets non conventionnels)**

  En phase de fonctionnement, la réception de colis de déchets radioactifs sur le centre de stockage Cigéo peut conduire à des émissions radioactives à des niveaux de radioactivité extrêmement faibles en exploitation (dans l'air (gaz, aérosols) et dans l'eau (condensats de ventilation, eaux de ruissellement collectées au niveau des alvéoles HA), cf. Chapitre 3 du présent volume). **L'incidence potentielle est notable et peut être permanente** selon l'ampleur de la pollution.

5.2.4 Incidences potentielles sur les usages des eaux

L'état initial présenté au chapitre 5.3.4 du volume III de la présente étude d'impact liste les différents usages des eaux souterraines et superficielles dans l'aire d'étude éloignée, en faisant la distinction entre les usages pour l'alimentation en eau potable et les autres usages (agricole, industriel…).

5.2.4.1 Incidences potentielles sur les captages d'alimentation en eau potable

Les incidences quantitatives et qualitatives sur les eaux souterraines générées par le projet global Cigéo peuvent provoquer une diminution ou/et une dégradation de la ressource en eau captée pour les populations desservies.

Certaines opérations du projet global Cigéo sont implantées dans le périmètre de protection rapprochée et/ou éloignée de captages d'alimentation en eau potable. L'incidence potentielle qualitative la plus importante est un transfert rapide de pollution dans une nappe d'eau située à l'aval du projet global Cigéo vers un ou plusieurs captages d'eau potable destinée à la consommation humaine.

Toute dégradation de la qualité des eaux superficielles peut aussi influencer la qualité de la ressource en eau souterraine en raison de l'existence d'interrelations étroites.

De plus, la réalisation d'ouvrage en profondeur, notamment pour le centre de stockage Cigéo, des liaisons surface-fond, de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine) peut générer des modifications du sens d'écoulement des eaux souterraines mais aussi une baisse du niveau piézométrique et entraîner une diminution de la ressource au droit des captages d'alimentation en eau potable.

Par sa fonction même, l'opération d'adduction en eau potable du projet global Cigéo a une incidence potentielle notable et permanente sur la ressource en eau potable (incidence quantitative) puisque trois captages sont mis à contribution pour pourvoir au besoin en eau potable du centre de stockage Cigéo à partir de la phase de construction initiale.

Globalement, les incidences potentielles sur les eaux souterraines, limitant ou interdisant leur usage initial pour l'alimentation en eau potable, **sont notables pour toutes les phases du projet global Cigéo.**

Il n'y a pas d'enjeu associé à l'alimentation en eau potable depuis un prélèvement dans les eaux superficielles au droit de l'aire d'étude immédiate du projet global Cigéo, ni dans l'aire d'étude spécifique de la ligne 400 kV (cf. Chapitre 5.4.5.6 du volume III de la présente étude d'impact**). L'incidence potentielle sur l'alimentation en eau potable depuis les eaux de surface est donc non notable**.

5.2.4.2 Incidences potentielles sur les forages/puits à usage agricole et industriel

Une altération de la qualité des eaux superficielles peut impacter l'usage des cours d'eau pour l'abreuvement des bovins (cf. Chapitre 5.4.5.2 du volume III de la présente étude d'impact) et de manière indirecte les captages à usage agricole présents notamment dans la nappe d'accompagnement des cours d'eau en raison des interrelations étroites entre les eaux superficielles et les eaux souterraines. Une variation de la qualité des eaux peut également engendrer une incidence pour les captages à usage industriel.

Il n'y a pas d'utilisation industrielle notable des eaux superficielles présentes dans l'aire d'étude immédiate du projet global Cigéo, ni dans l'aire d'étude spécifique de la ligne 400 kV (cf. Chapitre 5.4.5.3 du volume III de la présente étude d'impact).

Dans l'aire d'étude éloignée, deux pisciculture (Gondrecourt-Le-Château, Thonnance-Lès-Joinville) et une salmoniculture (Rupt-aux-Nonains) se localisent en aval des opérations du projet global Cigéo. La qualité des eaux doit être préservée pour ne pas nuire à leur activité.

Vis-à-vis des prises d'eau du canal de la Marne au Rhin dans l'Ornain (cf. Chapitre 5.4.5 du volume III de la présente étude d'impact), un impact quantitatif sur le cours d'eau peut avoir une incidence sur l'usage. Les prises d'eau du canal entre Champagne et Bourgogne, qui longe la Marne, ne sont pas impactées.

5.2.4.3 Incidences potentielles sur les usages de l'eau pour les loisirs

La qualité physico-chimique des rejets en l'absence de traitement et une diminution du débit des cours d'eau peuvent perturber les activités de pêche de loisir (cf. Chapitre 5.4.5.4 du volume III de la présente étude d'impact). Aucune zone de baignade réglementairement autorisée n'est recensée dans l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo et le long de la ligne 400 kV.

L'incidence potentielle est notable sur les activités de pêche de loisir. Elle concerne toutes les opérations et les phases du projet global Cigéo.

5.2.5 Synthèse des incidences potentielles sur les eaux

Le tableau 5-1 synthétise les incidences potentielles du projet global Cigéo sur les eaux souterraines et superficielles.

L'ensemble des incidences potentielles quantitatives et qualitatives sur les eaux souterraines ainsi que sur les usages sont notables pour le centre de stockage Cigéo. Certaines incidences peuvent également être notables pour certaines autres opérations du projet global Cigéo.

Les incidences potentielles qualitatives et quantitatives sur les eaux superficielles sont globalement notables pour le projet global Cigéo.

L'opération d'expédition et de transport des colis de déchets radioactifs ne présente aucune incidence sur les eaux souterraines et superficielles.

Tableau 5-1 Tableau de synthèse des incidences potentielles sur les eaux par opération et phase du projet global Cigéo

Incidences potentielles sur les eaux	Nature de l'incidence	Centre de stockage Cigéo	Alimentation électrique	Adduction d'eau	Mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000	Déviation de la route départementale D60/960	Expédition et transport des colis de déchets radioactifs
Incidence quantitative : Rabattement des nappes d'eau souterraine au niveau des déblais créés par le projet global Cigéo - y compris dans le cas particulier de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine)	Incidence sur les eaux souterraines	APR, CI, F					
Incidence quantitative : Drainage de la nappe d'eau au droit des tranchées	Incidence sur les eaux souterraines	APR, CI, F	APR, F	APR, F			
Incidence quantitative : Drainage des eaux souterraines au droit des liaisons surface-fond du centre de stockage Cigéo ou de tout forage nécessaire à l'opération de caractérisation et de surveillance environnementale	Incidence sur les eaux souterraines	APR, CI, F					
Incidence quantitative : Modification des écoulements – effet barrage des liaisons surface-fond (descenderies, puits) ou de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine) en zone descenderie	Incidence sur les eaux souterraines	APR, CI, F					
Incidence quantitative : Diminution de l'infiltration et de la recharge des nappes d'eau souterraine	Incidence sur les eaux souterraines	APR, CI, F	APR, F	APR, F	APR, F	APR, F	
Incidence quantitative : Inondation de la zone d'intervention potentielle par remontée de nappe	Incidence sur les eaux souterraines	APR, CI, F	APR, F	APR, F	APR, F	APR, F	
Incidence quantitative : Prélèvements dans les nappes d'eau souterraine pour la consommation en eau potable et non potable	Incidence sur les eaux souterraines	APR, CI, F					
Incidence quantitative : Effet barrière sur les écoulements liés aux différentes opérations du projet global Cigéo	Incidence sur les eaux superficielles	APR, CI, F	APR, F	APR, F	APR, F	APR, F	

Incidences potentielles sur les eaux	Nature de l'incidence	Centre de stockage Cigéo	Alimentation électrique	Adduction d'eau	Mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000	Déviation de la route départementale D60/960	Expédition et transport des colis de déchets radioactifs
Incidence quantitative : Perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau par la présence de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine) en zone descenderie ou par prélèvement dans la nappe d'accompagnement d'un cours d'eau lors des essais de pompage lié aux investigations géotechniques de la ligne SNCF 027000 ou des rabattements de nappe potentiels liés aux fouilles archéologiques dans le cadre des opérations de caractérisation et surveillance environnementale	Incidence sur les eaux superficielles	CI, F					
Incidence quantitative : Modification du profil en long des cours d'eau lié au franchissement de cours d'eau	Incidence sur les eaux superficielles	APR, CI, F	APR, F	APR, F	APR, F	APR, F	
Incidence quantitative : Modification de la ligne de partage des eaux (bassin versant topographique) due au terrassement des zones d'intervention potentielle	Incidence sur les eaux superficielles						
Incidence quantitative : Prélèvement dans les cours d'eau locaux pour les besoins en eau potable	Incidence sur les eaux superficielles						
Incidence quantitative : Prélèvement dans les cours d'eau locaux pour les besoins en eau non potable	Incidence sur les eaux superficielles	APR, CI, F	APR, F	APR, F	APR, F	APR, F	
Incidence quantitative : Perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau par les rejets d'eau dans le milieu	Incidence sur les eaux superficielles	APR, CI, F	APR, F	APR, F	APR, F	APR, F	
Incidence quantitative : Imperméabilisation de certaines surfaces et modification des écoulements	Incidence sur les eaux superficielles	APR, CI, F	APR, F	APR, F	APR, F	APR, F	
Incidence quantitative : Diminution de la capacité de stockage de l'eau dans les zones inondables et risque inondation en aval	Incidence sur les eaux superficielles	APR, CI, F	APR, F	APR, F	APR, F	APR, F	
Incidence qualitative : Altération de la qualité des eaux superficielles et/ou souterraines	Incidence sur les eaux souterraines et superficielles	APR, CI, F	APR, F	APR, F	APR, F	APR, F	
Incidence qualitative : Modification de la qualité des eaux souterraines lors des travaux	Incidence sur les eaux souterraines	APR, CI, F	APR	APR	APR	APR	

Incidences potentielles sur les eaux	Nature de l'incidence	Centre de stockage Cigéo	Alimentation électrique	Adduction d'eau	Mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000	Déviation de la route départementale D60/960	Expédition et transport des colis de déchets radioactifs
Incidence qualitative : Modification de la qualité des eaux à la suite d'un incident ayant un impact sur l'environnement	Incidence sur les eaux souterraines et superficielles	APR, CI, F	APR, F	APR, F	APR, F	APR, F	
Incidence sur les usages : Pollution accidentelle avec un rejet contenant des éléments radioactifs (rejets non conventionnels)	Incidence sur les eaux superficielles	F (INB)					
Incidence sur les usages : Incidences potentielles sur les captages d'alimentation en eau potable	Incidence sur les eaux souterraines	APR, CI, F	APR, F	APR, F	APR, F	APR, F	
Incidence sur les usages : Incidences potentielles sur les forages/puits à usage agricole et industriel	Incidence sur les eaux souterraines et superficielles	APR, CI, F			APR, F		
Incidence sur les usages : Incidences potentielles sur les usages de l'eau pour les loisirs	Incidence sur les eaux superficielles	APR, CI, F	APR, F	APR, F	APR, F	APR, F	

5.3 Mesures d'évitement

Afin de limiter les impacts du projet global Cigéo sur les eaux souterraines et les eaux superficielles, et en cohérence avec la démarche éviter, réduire, compenser, différentes mesures d'évitement sont proposées et décrites dans les chapitres suivants. Certaines mesures d'évitement limitent les effets pour une ou plusieurs incidences potentielles.

Pour une meilleure lisibilité des mesures d'évitement du projet global Cigéo, la présentation suivante par grand type d'incidence est retenue avec l'organisation suivante :

- le chapitre 5.3.1 du présent volume, présente les mesures pour les incidences quantitatives sur les eaux ;
- le chapitre 5.3.2 du présent volume, précise les mesures pour les incidences qualitatives sur les eaux ;
- le chapitre 5.3.3 du présent volume, présente les mesures pour les incidences sur les usages des eaux.

Tableau 5-2 Synthèse des mesures d'évitement sur les eaux par phase et par opération

Type d'incidence	Intitulé de la mesure	Facteur(s) environnemental(aux)	Phase(s) concernée(s)	Opération(s) concernée(s)
Incidence quantitative	E2.2b - Choix de l'emplacement des descenderies en dehors des zones de fracturation géologiques pour préserver les nappes d'eau souterraine	Eaux souterraines	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo – Périmètre INB
	E3.1z - Conception des liaisons surface-fond - ouvrages espacés et de faibles diamètres au regard des formations géologiques traversées	Eaux souterraines	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo
	E4.1a - Travaux suspendus en période de plus hautes eaux de la nappe d'eau souterraine avec des mesures de mise en sécurité du chantier	Eaux souterraines	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960 Alimentation électrique Adduction d'eau
	E1.1z - Interdiction de réalisation des prélèvements dans les cours d'eau	Eaux superficielles	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo
	E2.2f - Pas d'emprise des installations temporaires et définitives dans les zones inondables identifiées	Eaux superficielles	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo Alimentation électrique Adduction d'eau Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
	E4.1a - Réalisation en période d'assec des travaux au droit des cours d'eau temporaires	Eaux superficielles	APR	Centre de stockage Cigéo Alimentation électrique Adduction d'eau Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
Incidence sur la qualité	E2.1b - Utilisation des routes et chemins existants à proximité des cours d'eau	Eaux superficielles	APR, CI	Centre de stockage Cigéo Alimentation électrique Adduction d'eau Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
	E3.1a - Limitation du nombre de bases vie	Eaux superficielles	APR, CI	Centre de stockage Cigéo Alimentation électrique Adduction d'eau Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
	E2.1z - Absence de travaux dans le lit mineur d'un cours d'eau	Eaux superficielles	APR	Alimentation électrique Adduction d'eau Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
Incidence sur les usages	E3.2b - Raccordement du centre de stockage Cigéo au réseau local d'adduction	Eaux souterraines	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo Adduction d'eau

5.3.1 Mesures d'évitement des incidences quantitatives sur les eaux

5.3.1.1 Choix de l'emplacement des descenderies en dehors des zones de fracturation géologiques pour préserver les nappes d'eau souterraine

Mesure d'évitement – E2.2b : choix de l'emplacement des descenderies en dehors des zones de fracturation géologiques pour préserver les nappes d'eau souterraine			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux souterraines	Andra	Centre de stockage Cigéo – Périmètre INB (ZD, ZIOS)	APR, CI, F

Lors des études de conception, le choix de l'emplacement des descenderies s'est arrêté sur une zone située au sud et à l'ouest de la zone d'implantation des ouvrages souterrains. Cette localisation évite que les descenderies traversent le fossé de Gondrecourt-le-Château et une zone de fracturation diffuse au sud-est plus favorables à la circulation des eaux souterraines (cf. Chapitre 4.4.1 du présent volume).

Cette mesure d'évitement participe à la préservation de la ressource en eau souterraine.

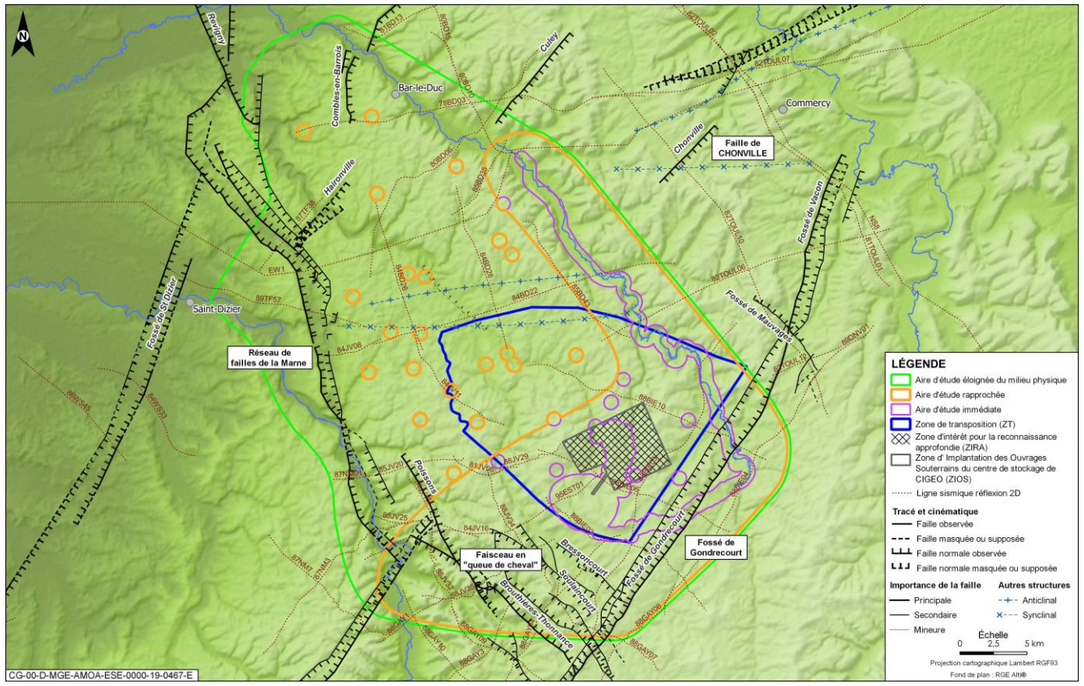


Figure 5-5 Localisation des zones de fracturation

Modalité de suivi

Un géomètre expert interviendra avant le début des travaux pour veiller au respect du plan d'implantation des ouvrages et matérialiser l'implantation des descenderies (piquetage).

5.3.1.2 Conception des liaisons surface-fond - ouvrages espacés et de faibles diamètres au regard des formations géologiques traversées

Mesure d'évitement – E3.1z : conception des liaisons surface-fond - ouvrages espacés et de faibles diamètres au regard des formations géologiques traversées			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux souterraines	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZD et ZIOS)	APR, CI, F

Afin d'éviter l'apparition d'un effet barrière lié à la mise en place des descenderies et des différents puits indispensables aux travaux et à l'exploitation du centre de stockage Cigéo, les caractéristiques techniques et notamment le diamètre et l'espacement de ces ouvrages de liaison ont été optimisés.

RAPPEL DES FONCTIONS DES LIAISONS SURFACE-FOND

Les caractéristiques détaillées des liaisons surface-fond sont détaillées dans le volume II de la présente étude d'impact.

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

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

- deux puits pour l'exploitation, qui émergent en zone exploitation de la zone puits et qui desservent la zone de soutien logistique (ZSL) exploitation :
  - ✓ le puits ventilation air frais exploitation (VFE) ;
  - ✓ le puits ventilation air vicié exploitation (VVE).
- trois puits pour les travaux, qui émergent en zone puits travaux/verses et qui desservent la zone de soutien logistique travaux :
  - ✓ le puits matériels matériaux travaux (MMT) ;
  - ✓ le puits ventilation air vicié travaux (VVT) ;
  - ✓ le puits ventilation air frais travaux (VFT).

Le diamètre utile des différents puits varie entre 6 m et 8,5 m et leur longueur entre 500 m et 560 m.

Ces puits sont représentés sur la figure 5-7.

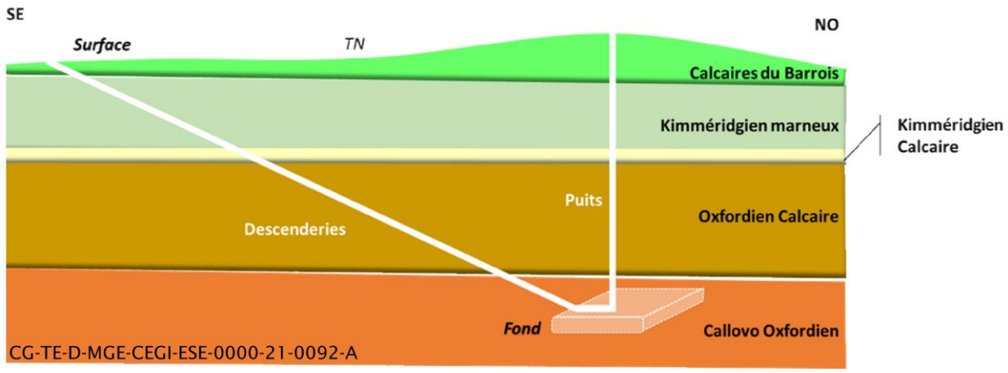


Figure 5-6 Coupe schématique des grandes formations géologiques traversées

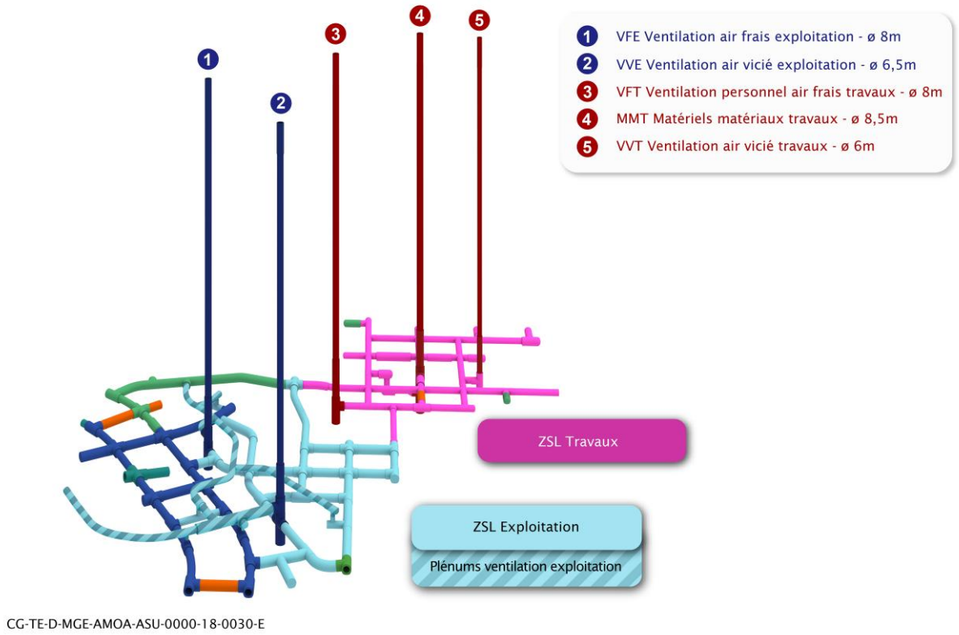


Figure 5-7 *Principe d'organisation de la zone de soutien logistique travaux et de la zone de soutien logistique exploitation en zone puits*

5.3.1.2.1 Nappes des Calcaires du Barrois

Au niveau de la zone descenderie, les bâtiments constituant les têtes des descenderies sont inclus dans l'enceinte de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe phréatique. Aucune mesure supplémentaire et spécifique de réduction d'incidence au creusement des descenderies dans la nappe des Calcaires du Barrois n'est nécessaire pour leur creusement.

En zone puits, il est actuellement prévu que :

- les trois puits desservant la zone de soutien logistique travaux présentent un espacement entre eux compris entre 75 m et 210 m, soit 10 à 30 fois le diamètre des ouvrages ;
- les deux puits pour l'exploitation soient distants entre eux d'environ 165 mètres, soit 20 fois le diamètre des ouvrages ;
- les puits travaux soient espacés des puits exploitation d'au moins 190 mètres.

Les quatre puits (VFE, VFT, VVT, MMT) et les descenderies sont de conception semi-étanche (soutènement et revêtement en béton armé ou béton fibré). Seul le puits VVE assurant l'extraction de la ventilation des zones nucléaires au droit de la zone puits est étanche avec mise en œuvre un tubage métallique sur toute sa hauteur pour éviter tout risque de contamination des aquifères traversés et des terrains pendant la phase de fonctionnement.

5.3.1.2.2 Masse d'eau du Kimméridgien-Oxfordien

Au sein des calcaires du Kimméridgien et de l'Oxfordien, comme les quatre puits (VFE, VFT, VVT, MMT), les deux descenderies sont en conception semi-étanche avec mise en œuvre de produits de bourrage et de voussoirs (en béton armé ou béton fibré munis de joints d'étanchéité entre voussoirs) lors du creusement par tunnelier. Cette conception des descenderies est aussi retenue lors de la traversée de la nappe des Calcaires du Barrois.

5.3.1.2.3 Synthèse

Ainsi, bien que les écoulements pourraient être localement impactés par le creusement des liaisons surface-fond en phase de construction initiale, ces ouvrages ne sont pas de nature à induire un effet barrage puisque la réduction des sections d'écoulement est très faible au regard des dimensions de la formation géologique traversée. De plus, l'espacement entre les différents ouvrages et leur faible taille vis-à-vis des formations géologiques induit un potentiel effet barrage très limité.

Cependant, la conception de certaines liaisons surface-fond avec des voussoirs et des revêtements béton entraîne un phénomène de drainage des nappes d'eau souterraine, en particulier la masse d'eau du Kimméridgien-Oxfordien qui n'est pas concernée par la mesure d'évitement de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine.

5.3.1.2.4 Modalité de suivi

Un géomètre expert interviendra avant le début des travaux pour veiller au respect du plan d'implantation des ouvrages et matérialiser l'implantation des puits.

5.3.1.3 Travaux suspendus en période de plus hautes eaux de la nappe d'eau souterraine avec des mesures de mise en sécurité du chantier

Mesure d'évitement – E4.1a : travaux suspendus en période de plus hautes eaux de la nappe d'eau souterraine avec des mesures de mise en sécurité du chantier			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux souterraines	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZP, ZD, LIS, ITE)	APR, CI, F
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	
	CD 52	Déviation de la route départementale D60/960	
	RTE	Alimentation électrique	
	SIAEP d'Échenay /SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau	

Pour les zones de travaux non protégées par l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine de la zone descenderie (cf. Chapitre 5.4.1.1 du présent volume), la zone puits, la liaison intersites et l'installation terminale embranchée, les travaux de terrassement en déblais sont suspendus en période de plus hautes eaux de la nappe phréatique, si besoin. Une mise en sécurité du chantier est aussi entreprise avec l'évacuation des engins, du matériel et des produits polluants pour éviter une pollution des eaux que ce phénomène de remontée de nappe est susceptible de causer.

Cette mesure permet d'éviter un drainage de la nappe phréatique au droit des tranchées (profondeur entre 1 m à 3 m) ou de fouilles lors des différentes opérations du projet global Cigéo, notamment pendant les travaux de type création des voiries et des réseaux enterrés ou terrassement.

Avec la mise en place de cette mesure d'évitement, aucun drainage de la nappe ou rabattement ponctuel n'est attendu.

Modalité de suivi

Les niveaux piézométriques enregistrés par le réseau de surveillance feront l'objet d'un suivi.

5.3.1.4 Interdiction de réalisation des prélèvements dans les cours d'eau

Mesure d'évitement – E1.1z : interdiction de réalisation des prélèvements dans les cours d'eau			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZP, ZD, ZIOS, LIS, ITE)	APR, CI, F
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

La conception du centre de stockage Cigéo, la mise à niveau de la ligne 027000 et la déviation de la route départementale D60/960, ne prévoient aucun prélèvement pour un usage d'eau (potable et non potable) dans les eaux superficielles dans les cours d'eau locaux (Orge, Bureau, Ormançon…) quelle que soit la phase.

Modalité de suivi

Le cahier des charges environnemental rappellera l'interdiction de réalisation des prélèvements dans les cours d'eau. Un affichage sur site par mise en place de panneaux spécifiques rappellera cette interdiction, un constat d'évitement sera effectué.

5.3.1.5 Pas d'emprise des installations temporaires et définitives dans les zones inondables identifiées

Mesure d'évitement : E2.2f - pas d'emprise des installations temporaires et définitives dans les zones inondables identifiées			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZD, ZP, LIS, ITE)	APR, CI, F
	RTE	Alimentation électrique	
	SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau	
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

La zone descenderie et la zone puits sont implantées en dehors des zones inondables, comme la liaison intersites. Il en est de même pour les bases vie de travaux (installations de chantiers pour le personnel).

Notons un éloignement de la zone descenderie de la vallée de l'Orge pour éviter la zone inondable et les zones humides associées au cours d'eau ; il s'agit d'une mesure d'évitement pour la biodiversité et le milieu naturel et favorable pour les eaux superficielles avec la préservation de milieu ouvert favorisant l'infiltration naturelle des eaux pluviales (cf. Chapitre 6 du présent volume : ME0 Mesures de conception du centre de stockage Cigéo qui évitent les zones à enjeux environnementaux (choix des sites, choix de tracé ou d'emprises, optimisation des emprises…).

Pour l'installation terminale embranchée, la plateforme ferroviaire existante se situe en dehors des zones inondables car elle est surélevée par rapport au terrain naturel. Il en est de même pour la plateforme logistique de Gondrecourt-le-Château (cf. Chapitre 5.4.6 du volume III de la présente étude d'impact).

Les différentes options de déviation de la route départementale D60/960 sont également situées en dehors des zones inondables.

Pour l'opération d'adduction d'eau, comme pour les autres opérations il sera recherché l'évitement des zones inondables.

Concernant l'opération d'alimentation électrique, 26 pylônes existent déjà en zone inondable. Si des travaux sont nécessaires au droit de ces pylônes, une analyse sera menée pour éviter ou réduire autant que possible l'incidence en zones inondables.

Certaines opérations de caractérisation et de surveillance environnementale de la thématique eau (forages, sondages…) peuvent ponctuellement être présentes au droit de zones inondables, sans pour autant accentuer le risque. Elles ne remettent donc pas en cause la volonté d'évitement du projet global Cigéo.

De manière globale, pour l'ensemble du projet global Cigéo, il est recherché l'évitement des zones inondables pour les nouvelles installations.

Modalité de suivi

Un géomètre expert interviendra avant le début des travaux pour veiller au respect du plan d'implantation des ouvrages et matérialiser l'implantation des installations (piquetage). Un constat d'évitement sera mené.

5.3.1.6 Réalisation des travaux en période d'assec des travaux au droit des cours d'eau temporaires

Mesure d'évitement : E4.1a - réalisation des travaux en période d'assec des travaux au droit des cours d'eau temporaires			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZP, ZD, LIS, ITE)	APR
	RTE	Alimentation électrique	
	SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau	
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

La réalisation en période d'assec des travaux au droit des cours d'eau temporaires permet d'éviter la mise en place d'une dérivation provisoire du cours d'eau pendant la phase d'aménagements préalables.

Cependant, il existe un risque de venue d'eau intempestive (orage par exemple). Au moment des travaux, pour éviter l'entraînement de matières en suspension (matières minérales) vers l'aval, il pourra être mis en place des batardeaux en amont et en aval de la zone de chantier, reliés par une canalisation, pour assurer le transit des eaux, si nécessaire.

Cette mesure valant pour éviter les incidences quantitatives des travaux l'est aussi pour les aspects qualitatifs en limitant ainsi les rejets polluants dans les cours d'eau et une pollution en aval.

Cette mesure s'applique aux cours d'eau nécessitant la réalisation d'un franchissement comme La Bureau au niveau de la liaison intersites et aux cours d'eau faisant déjà l'objet d'un franchissement de la plateforme ferroviaire existante de l'installation terminale embranchée (ruisseau de l'Étang, ruisseau de Naillemont, ru de l'Ognon et l'Ornain).

Compte tenu du niveau de définition des opérations des autres maîtres d'ouvrage (alimentation électrique, adduction d'eau, remise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 et déviation de la route départementale D60/960), les franchissements de cours d'eau seront précisés une fois les projets retenus, à l'issue des études de conception et de la participation du public à l'élaboration des projets. Le même principe d'évitement est appliqué.

Modalité de suivi

Le cahier des charges environnemental rappellera que les travaux doivent être réalisés en période d'assec au droit des cours d'eau temporaires.

5.3.2 Mesures d'évitement des incidences sur la qualité des eaux

5.3.2.1 Utilisation des routes et chemins existants à proximité des cours d'eau.

Mesure d'évitement – E2.1b : utilisation des routes et chemins existants à proximité des cours d'eau

Facteur(s) environnemental(aux)	MOA(s)	Opération(s)	Phase(s)
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZP, ZD, LIS, ITE)	CI, APR
	RTE	Alimentation électrique	
	SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau	
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

Pour l'ensemble du projet global Cigéo, les routes et chemins existants sont utilisés préférentiellement pour éviter des traversées de cours d'eau, même provisoires par les différentes activités de travaux.

Plus spécifiquement, dans le cadre de l'opération d'alimentation électrique, les voiries existantes ainsi que les layons déboisés (couloir de servitudes) sous la ligne seront privilégiées pour accéder aux supports et ainsi éviter les franchissements provisoires. Les longueurs de pistes à créer seront limitées, avec définition des cheminements de moindre impact et d'une longueur inférieure à 500 mètres. Il est prévu le passage préalable d'un écologue dans la définition des accès et emprises.

Cette mesure permet d'éviter des franchissements de cours d'eau non nécessaires.

Modalité de suivi

Un balisage des chemins sera réalisé avant le début des travaux afin de garantir leur usage préférentiel.

5.3.2.2 Limitation du nombre de bases vie

Mesure d'évitement – E3.1a : limitation du nombre de bases vie

Facteur(s) environnemental(aux)	MOA(s)	Opération(s)	Phase(s)
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZP, ZD, LIS, ITE)	APR, CI
	RTE	Alimentation électrique	
	SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau	
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

Le nombre de bases vie sera limité afin d'éviter des incidences supplémentaires sur les eaux superficielles.

Modalité de suivi

Le nombre de bases vie sera inscrit dans le cahier des charges.

5.3.2.3 Absence de travaux dans le lit mineur d'un cours d'eau

Mesure d'évitement – E2.1z : absence de travaux dans le lit mineur d'un cours d'eau

Facteur(s) environnemental(aux)	MOA(s)	Opération(s)	Phase(s)
Eaux superficielles	RTE	Alimentation électrique	APR
	SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau	
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

Cette mesure est spécifique aux opérations des autres maîtres d'ouvrage, des travaux ayant lieu dans le lit mineur de cours d'eau pour le centre de stockage Cigéo. Afin d'éviter l'altération de la qualité des eaux superficielles, aucun travail n'est réalisé dans le lit mineur des cours d'eau situés dans l'emprise des travaux (cf. Chapitre 5.3 du volume III de la présente étude d'impact). Concernant l'opération de déviation de la route départementale D60/960, les principes de cette mesure seront étudiés en fonction de l'option retenue.

Modalité de suivi

Le cahier des charges environnemental rappellera l'interdiction de réaliser des travaux dans le lit mineur des cours d'eau. Les travaux seront opérés en conformité avec les plans d'évitement. Un constat d'évitement sera mené, ainsi que celui de la mise en œuvre des balisages nécessaires.

5.3.3 Mesures d'évitement des incidences sur les usages des eaux

5.3.3.1 Raccordement du centre de stockage Cigéo au réseau local d'adduction

Mesure d'évitement – E3.2b : raccordement du centre de stockage au réseau local d'adduction

Facteur(s) environnemental(aux)	MOA(s)	Opération(s)	Phase(s)
Eaux souterraines	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZD, ZP, LIS, ITE)	APR, CI, F
	SIAEP d'Échenay /SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau	

Le volume II de la présente étude d'impact (cf. Chapitre 3.3.2 du volume II de la présente étude d'impact) précise les choix de conception retenus pour l'alimentation d'eau du centre de stockage Cigéo.

L'opération d'adduction d'eau (AEP) est définie par ses fonctionnalités qui consistent, sous réserve de la restructuration (remise en état ou optimisation) d'une partie des réseaux de distribution des syndicats des eaux, à alimenter en eau potable le centre de stockage Cigéo en sollicitant :

- deux ressources pérennes en Meuse avec les captages de Gondrecourt-le-Château (forage du Muleau) et les captages d'Échenay (captage de Massonfosse, forage F2 de 1977) ;
- une ressource complémentaire en Haute-Marne avec le captage de Thonnance-lès-Joinville (source de Claire Fontaine, source du Mont).

Les captages cités ci-dessus sont présentés sur la figure 5-8. Le raccordement au réseau local d'adduction permet d'éviter la création de nouveaux captages pour les besoins du centre de stockage Cigéo.

L'étude de faisabilité quantitative pour le raccordement du centre de stockage Cigéo au réseau local d'adduction s'appuie sur l'estimation des besoins en eau potable du centre de stockage Cigéo et des collectivités.

5.3.3.1.1 Besoins du centre de stockage Cigéo

La réalisation du centre de stockage Cigéo, puis son fonctionnement requièrent un approvisionnement en eau potable. Les besoins estimés et détaillés dans le tableau suivant prennent en compte la mesure de réduction consistant à utiliser des eaux recyclées pour limiter la consommation en eau potable.

Tableau 5-3 Volume considéré ($m^3.j^{-1}$) pour les études d'incidence du projet sur les futurs besoins du centre de stockage Cigéo vis-à-vis de la ressource en eau

Besoins en eau potable	Structure de raccordement	Situation future (phases d'aménagement préalables/phase de construction initiale)	Situation future (phase de fonctionnement)
Besoin du centre de stockage Cigéo ($m^3.j^{-1}$)	SIAEP Échenay SIAEP Thonnance-lès-Joinville/Suzannecourt	250	50
	SIVU Gondrecourt-le-Château	500	200

5.3.3.1.2 Besoins des collectivités

Les besoins actuels en eau et les besoins futurs du SIAEP de la région d'Échenay sont présentés dans le tableau 5-4. Le débit maximum autorisé des captages d'Échenay est de 540 m^3/j.

Tableau 5-4 Besoins en eau actuels et futurs du SIAEP de la région d'Échenay

Besoins en eau	Situation actuelle	Situation future (phases d'aménagement préalables/phase de construction initiale)	Situation future (phase de fonctionnement)
Jour moyen ($m^3.j^{-1}$)	300	350	350
Jour de pointe ($m^3.j^{-1}$)	550	600	600

Les besoins en eau actuels et futurs du SIAEP de Thonnance/Suzannecourt sont présentés dans le tableau 5-5 besoins en eau actuels et futurs du siaep de thonnance/suzannecourt. Il n'existe pas de débit maximum autorisé pour les captages de Thonnance/Suzannecourt. Le débit maximum actuellement prélevé est de 200 m^3/j.

Tableau 5-5 Besoins en eau actuels et futurs du SIAEP de Thonnance/Suzannecourt

Besoins en eau	Situation actuelle	Situation future (phases d'aménagement préalables/phase de construction initiale)	Situation future (phase de fonctionnement)
Jour moyen ($m^3.j^{-1}$)	160	310	310
Jour de pointe ($m^3.j^{-1}$)	227	377	377

Aucun projet n'a été identifié au droit du SIVU de Gondrecourt-le-Château au moment de l'étude de disponibilité de la ressource. Le débit maximum autorisé du captage de Gondrecourt-le-Château est de 1 500 m^3/j.

5.3.3.1.3 Synthèse

En synthèse, les captages de Thonnance-lès-Joinville, d'Échenay et de Gondrecourt-Le-Château, utilisés par les syndicats des eaux et qui font l'objet d'arrêtés d'utilité publique de protection, présentent de bonnes caractéristiques en termes de productivité.

Les différents tests de productivité des forages et la localisation des réseaux existants ont permis de confirmer la faisabilité, compte tenu de leur capacité, de l'utilisation de ces forages pour alimenter le centre de stockage Cigéo. La disponibilité de la ressource en eau potable pour alimenter le centre de stockage Cigéo est compatible avec les caractéristiques des différents captages retenus : la somme des débits autorisés des trois captages autorisés d'Échenay, Gondrecourt-le-Château et de Thonnance-lès-Joinville (>2 000 m^3) excède largement les besoins cumulés des syndicats et du centre de stockage Cigéo (cf. Chapitre 5.1.2.1 du volume VII de la présente étude d'impact). Les prélèvements pour le centre de stockage n'ont pas d'incidence sur l'utilisation actuelle pour l'approvisionnement en eau des populations locales. La prise en compte du changement climatique est traitée au chapitre 2.2 du présent volume.

Les différentes études de faisabilité montrent aussi le besoin de sécurisation de l'alimentation en eau potable de certaines communes justifiant l'interconnexion des différents réseaux pour assurer des ressources fiables et complémentaires en termes de quantité et de qualité. Elles ont également fait émerger des opportunités d'amélioration de l'alimentation en eau pour des communes comme Poissons, Houdelaincourt ou Bonnet et l'intérêt de privilégier plutôt une alimentation directe depuis les sources du Syndicat intercommunal d'adduction en eau potable (SIAEP) de Thonnance-lès-Joinville ou du SIVU du Haut-Ornain vers le SIAEP d'Échenay. La description de ces captages est présentée au chapitre 5.3.4.1 du volume III de la présente étude d'impact.

Les études des différentes solutions de raccordement sont engagées par les syndicats d'eau de la Meuse et de la Haute-Marne, elles seront détaillées dans une prochaine actualisation.

Ainsi, la définition de l'opération d'adduction d'eau du projet global Cigéo (mesure d'évitement pour le centre de stockage Cigéo) permet d'assurer la continuité dans l'approvisionnement en eau des populations locales avec des débits prélevés adaptés à la capacité de recharge des captages sollicités pour le besoin.

5.3.3.1.4 Modalité de suivi

En ce qui concerne l'utilisation rationnelle et la surveillance des consommations d'eau, les fréquences de suivi des consommations sont définies. Une surveillance continue des consommations d'eau potable, des volumes d'eau recyclée et des volumes d'eau d'exhaure est réalisée.

En ce qui concerne la fabrication de produits en béton par procédé mécanique sur les emprises du centre de stockage Cigéo, un suivi spécifique des consommations d'eau prélevée dans le réseau public est réalisé pour vérifier le respect des ratios de consommation par tonne de produits fabriqués. Cette modalité de suivi perdure pendant le fonctionnement des installations de fabrication des bétons.

Les ouvrages de prélèvement, les dispositifs de déconnexion, les dispositifs de limitation des débits d'eau prélevée et les réseaux de distribution font l'objet d'un entretien préventif et d'un contrôle régulier de leur état et de leur bon fonctionnement. L'ensemble des opérations d'entretien et de contrôle effectuées est consigné sur un registre éventuellement informatisé et tenu à la disposition de l'administration.

Une vérification initiale puis un suivi régulier de la compatibilité des prélèvements avec les exigences du SDAGE, l'évolution des seuils de la nomenclature IOTA et la ressource disponible sont mis en œuvre.

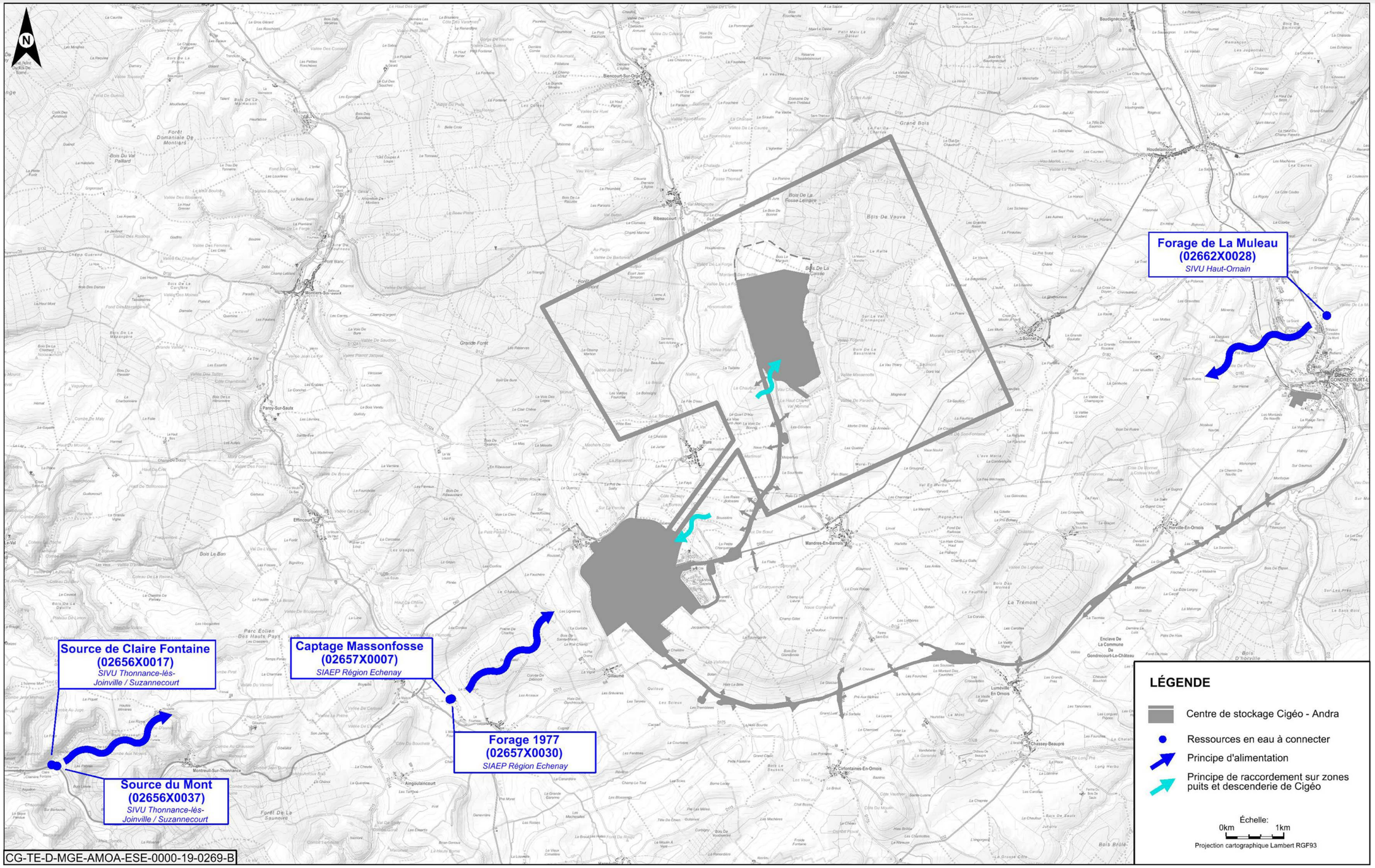


Figure 5-8 Localisation des ressources sollicitées dans le cadre de l'opération d'adduction d'eau

5.4 Mesures de réduction

Afin de limiter les impacts du projet global Cigéo sur les eaux souterraines et les eaux superficielles, et en cohérence avec la démarche éviter, réduire, compenser, après les mesures d'évitement, les mesures de réduction suivantes sont proposées.

Pour une meilleure lisibilité des mesures de réduction du projet global Cigéo, la présentation suivante par grand type d'incidence est retenue avec :

- le chapitre 5.4.1 du présent volume, présente les mesures de réduction des incidences quantitatives sur les eaux ;
- le chapitre 5.4.2 du présent volume, précise les mesures de réduction des incidences sur la qualité des eaux ;
- le chapitre 5.4.3 du présent volume, présente les mesures de réduction des incidences sur les usages des eaux.

Tableau 5-6 Synthèse des mesures de réduction sur les eaux par phase et par opération

** Ces mesures traitent également de l'incidence sur la qualité des eaux mais sont présentées une seule fois au chapitre sur l'incidence quantitative (cf. Chapitre 5.4.1 du présent volume)*

Type d'incidence	Intitulé de la mesure	Facteur(s) environnemental(aux)	Phase(s) concernée(s)	Opération(s) concernée(s)
Incidence quantitative	R2.2.m - Conception adaptée de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie	Eaux souterraines et superficielles	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo
	R2.2.m - Dispositions constructives adaptées pour les liaisons surface-fond*	Eaux souterraines	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo
	R2.1d - Dispositions constructives adaptées pour le creusement des forages/piézomètres *	Eaux souterraines	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo
	R2.1d - Mise en place d'un système de gestion des eaux souterraines lors des travaux de terrassement	Eaux souterraines	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo Alimentation électrique Adduction d'eau Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
	R2.1z - Limitation des surfaces imperméabilisées et du ruissellement	Eaux superficielles	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo Alimentation électrique Adduction d'eau Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
	R2.2m - Mise en place d'une gestion quantitative des eaux pour une non-aggravation du risque d'inondation en aval des points de rejet	Eaux superficielles	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo Alimentation électrique Adduction d'eau Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
	R2.2z - Optimisation des dispositifs d'assainissement et des ouvrages hydrauliques en privilégiant la réhabilitation des ouvrages existants	Eaux superficielles	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo – hors INB Mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 Déviation de la route départementale D60/960
	R2.2h - Ouvrage de franchissement hydraulique défini par rapport aux caractéristiques écologiques et hydrauliques des cours d'eau	Eaux superficielles	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo Alimentation électrique Adduction d'eau Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
	R2.2m- Dispositifs assurant la transparence hydraulique des aménagements	Eaux superficielles	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo – hors INB Alimentation électrique Adduction d'eau Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
	R2.2z - Utilisation de dispositifs visant à réduire le tassement des sols	Eaux superficielles	APR	Alimentation électrique
	R2.1s - Respect des prescriptions techniques et protection du chantier en zone inondable	Eaux superficielles	APR	Alimentation électrique

Type d'incidence	Intitulé de la mesure	Facteur(s) environnemental(aux)	Phase(s) concernée(s)	Opération(s) concernée(s)
Incidence sur la qualité	R2.1d -Mise en place de dispositifs de traitement des rejets des eaux pluviales pour ne pas altérer la qualité des eaux superficielles et des eaux souterraines par transfert	Eaux souterraines et superficielles	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo Alimentation électrique Adduction d'eau Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
	R2.2q - Mise en place d'un dispositif de traitement complémentaire des eaux de ruissellement des verses	Eaux superficielles	CI, F	Centre de stockage Cigéo
	R2.2z - Mise en place d'une gestion des eaux industrielles et des eaux usées selon les principes de l'assainissement collectif (et non collectif pour les eaux usées durant la phase d'aménagements préalables)	Eaux superficielles	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo Alimentation électrique Adduction d'eau Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
	R2.1z - Mise en place d'un dispositif de traitement des eaux de fond par zone	Eaux superficielles	CI, F	Centre de stockage Cigéo - INB
	R2.2z - Gestion des effluents non conventionnels	Eaux superficielles	CI, F	Centre de stockage Cigéo - INB
	R2.1a - Aucun rejet d'eau non traitée dans les cours d'eau	Eaux souterraines et superficielles	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960 Alimentation électrique Adduction d'eau
	R2.2o – Respect de la politique Zéro phyto pour limiter l'apport de produits chimiques dans les eaux superficielles lors de l'entretien des accotements et espaces verts	Eaux superficielles	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo Alimentation électrique Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
	R2.2z - Utilisation de sels en solution sous forme de saumure pour limiter l'apport de sel dans les eaux superficielles en saison hivernale	Eaux superficielles	CI, F	Centre de stockage Cigéo Déviation de la route départementale D60/960
	R2.1r - Remise en état des zones d'intervention	Eaux superficielles	APR, CI	Centre de stockage Cigéo Alimentation électrique Adduction d'eau Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
	R2.1z - Organisation globale du chantier	Eaux superficielles	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo Alimentation électrique Adduction d'eau Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
	R2.1d - Mise en place de dispositifs de stockage adaptés pour les produits dangereux	Eaux superficielles	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo Alimentation électrique Adduction d'eau Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
Incidence sur les usages	R2.1z - Conception et travaux limitant les incidences sur les usages des eaux souterraines	Eaux souterraines	APR, CI, F	Centre de stockage Cigéo Alimentation électrique Mise à niveau de la ligne 027000
	R2.2z - Réutilisation prioritaire des eaux traitées pour les besoins en eau non potable du centre de stockage Cigéo	Eaux souterraines	CI, F	Centre de stockage - INB

Certaines mesures de réduction des incidences sur la qualité de l'air, la vulnérabilité au changement climatique et la pollution des sols permettent également de limiter les incidences sur les eaux superficielles et souterraines. Ces mesures sont les suivantes :

- R2.1g - entretien des véhicules (cf. Chapitre 3.5.2.1 du présent volume) ;
- R2.1z -maitrise des consommations d'eau (cf. Chapitre 2.2.2.2 du présent volume) ;
- R2.1d - mise en place de dispositifs de stockage adaptés pour les produits dangereux (cf. Chapitre 3.5.2.1 du présent volume) ;
- R2.1z - organisation globale du chantier (cf. Chapitre 3.5.2.2 du présent volume).

5.4.1 Mesures de réduction des incidences quantitatives sur les eaux

5.4.1.1 Conception adaptée de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie

Mesure de réduction – R2.2.m : conception adaptée de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux souterraines et superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZD et ZIOS)	APR, CI, F

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 d'obstacle aux écoulements de la nappe des Calcaires du Barrois et limiter les incidences sur les eaux superficielles. Les incidences sur les eaux superficielles liées aux échanges nappe-rivière sont également présentées ci-après.

5.4.1.1.1 Conception adaptée pour répondre aux incidences d'obstacle aux écoulements de la nappe des Calcaires du Barrois

La mesure d'évitement « Travaux suspendus en période de plus hautes eaux de la nappe d'eau souterraine avec des mesures de mise en sécurité du chantier » (cf. Chapitre 5.3.1.3 du présent volume) ne peut pas s'appliquer à la construction du terminal ferroviaire nucléaire, du bâtiment nucléaire de surface de la phase 1 d'exploitation et des têtes de descenderie, du fait de leur ampleur et durée.

Comme indiqué au chapitre 5.2.2 du présent volume, les liaisons surface-fond constituent un obstacle à l'écoulement des eaux souterraines très limité et peuvent générer localement un très faible effet barrage sur la nappe des Calcaires du Barrois. L'effet barrage se manifeste par un basculement piézométrique avec une remontée du niveau à l'amont de l'obstacle et une baisse à l'aval. Le principe est illustré sur la figure 5-9.

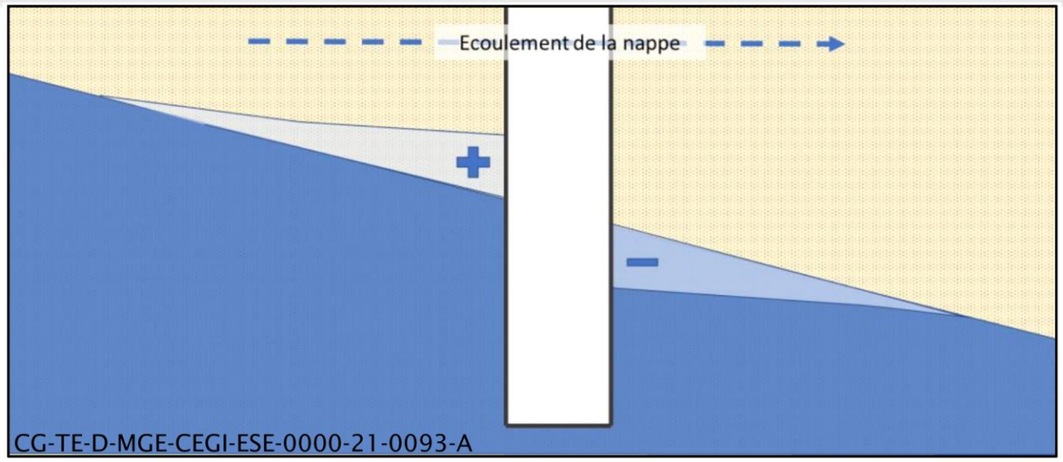


Figure 5-9 Conséquences de l'effet barrage généré par un obstacle souterrain

Sans la mise en œuvre de mesure de réduction, lors des différentes phases du centre de stockage Cigéo (en zone descenderie en particulier), un rabattement permanent de la nappe des Calcaires du Barrois serait indispensable afin d'éviter une inondation, lors de ces phases, des ouvrages cités précédemment. Le rabattement induirait une incidence très forte sur la nappe avec un cône de rabattement et une gestion spécifique des eaux pompées nécessitant une ré-infiltration dans le sous-sol. Ainsi, pour réduire cette incidence, un ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine et de drainage au niveau de la nappe des Calcaires du Barrois sur la zone descenderie est prévu.

Cet ouvrage de protection a pour objectifs :

- en phase de construction initiale, de limiter des débits d'eaux d'exhaure lors des creusements du chantier du bâtiment nucléaire de surface EP1, des têtes de descenderies et du terminal ferroviaire nucléaire ;
- en phase d'exploitation, de protéger le bâtiment nucléaire de surface EP1, et le terminal ferroviaire nucléaire vis-à-vis du risque d'inondation externe par remontée de la nappe.

Afin de réduire le rabattement de la nappe occasionné en aval hydraulique de cet ouvrage, des drains de gestion des eaux souterraines y sont associés pour permettre leur ré-infiltration dans le milieu naturel. Ils sont composés des éléments suivants :

- des drains de rabattement extérieurs. Ils permettent :
  - ✓ de canaliser et de réorienter les eaux pour une ré-infiltration en aval des ouvrages à protéger ;
  - ✓ de limiter l'effet barrage engendré par l'ouvrage de protection.
- des drains intérieurs permettant de gérer les eaux météoriques qui s'infiltrent dans l'emprise de l'ouvrage ainsi que les eaux issues de la porosité de ses parements ;
- des tranchées drainantes de diffusion permettant la ré infiltration de l'intégralité des eaux drainées vers l'extérieur de l'ouvrage dans l'aquifère tout en respectant les bassins versants de l'Orge et de La Bureau.

Ce dispositif est mis en place au plus tôt pour éviter des venues d'eau latérales et ainsi se protéger des variations du niveau de la nappe.

L'approfondissement de la conception de ce dispositif fait l'objet d'une démarche itérative, dans le cadre des actualisations ultérieures de l'étude d'impact, afin d'identifier des pistes d'optimisation permettant de réduire ses incidences sur l'environnement, notamment pour renforcer la transparence hydraulique.

Une fois construit, cet ouvrage de protection contre les remontées de nappe phréatique en zone descenderie impactera localement les écoulements de la nappe du Barrois. Les eaux souterraines collectées seront réinfiltrées dans la même nappe. Les modélisations ont montré que l'effet barrage se limite à quelques centaines de mètres à l'aval de la tranchée.

Les résultats considérés ici découlent d'une approche enveloppe issue de la modélisation initiale des Calcaires du Barrois. Ils seront consolidés ultérieurement à partir de la nouvelle modélisation région-secteur (cf. Chapitre 5.5.1 du présent volume).

5.4.1.1.2 Conception adaptée pour limiter les incidences sur les eaux superficielles

Une modification de l'hydrodynamisme de la nappe peut impacter les échanges nappe-rivière.

D'après les résultats de la modélisation initiale sur l'analyse des incidences du centre de stockage Cigéo sur les flux d'alimentation des rivières par l'aquifère :

- les principaux écarts de transfert nappe/rivière sont constatés sur le tronçon amont de l'Orge en contrebas de la zone descenderie et *a minima* jusqu'à Saudron ;
- dans ce secteur, la dépression piézométrique créée par la paroi perturbe les écoulements souterrains et diminue l'apport souterrain vers l'Orge ;
- sur la Bureau, l'Ormançon et la partie aval de l'Orge, les écarts de flux sont négligeables quel que soit le contexte hydroclimatique considéré.

L'effet du centre de stockage Cigéo est notable sur l'alimentation du tronçon amont de l'Orge par les calcaires sublithographiques, mais négligeable au niveau de la relation nappe/rivière de la Bureau, l'Ormançon et la partie avale de l'Orge.

Comme explicité dans la présentation de l'état initial (chapitre 5 du volume III de la présente étude d'impact), de par sa position topographique plus élevée, l'aquifère des Calcaires du Barrois peut se déverser dans celui des alluvions de l'Orge (section entre Gillaumé et Saudron) moyennant uniquement des écoulements de surfaces ou hypodermiques au niveau des marnes du Kimméridgien.

Dans cette configuration, un rabattement induit par des drains autour de l'ouvrage de protection contre la remontée de la nappe d'eau souterraine de la zone descenderie aussi important soit-il ne pourra pas conduire à un prélèvement d'eau dans la nappe d'accompagnement de l'Orge car les deux entités hydrogéologiques sont séparées. En revanche, le rabattement de la nappe peut limiter les volumes d'eau de la nappe se « déversant » vers la vallée de l'Orge.

Une modification des débits des sources ou des écoulements de débordement de la nappe des Calcaires du Barrois vers la vallée de l'Orge induite par le rabattement de la nappe ou l'imperméabilisation des sols, pourrait être de nature à modifier le bilan en eau de l'Orge et de sa nappe d'accompagnement sur le tronçon compris entre Gillaumé et Saudron.

En effet, sur le tronçon amont de l'Orge, les simulations montrent une baisse significative des flux transférés en direction de l'Orge ainsi qu'un déficit important de volumes cumulés transférés (représentant 40 % des volumes cumulés pour la simulation de référence au cours de l'année « humide » et 55 % au cours de l'année « sèche »).

Afin de réduire ces incidences, la conception de la zone descenderie prévoit :

- une ré-infiltration de l'intégralité des eaux collectées par les drains périphériques de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine ;
- une gestion des eaux pluviales à l'intérieur de leur bassin versant d'origine (les eaux pluviales infiltrées récupérées par les drains intérieurs de la paroi ou les eaux pluviales collectées en surface).

Par ailleurs, plusieurs pistes d'optimisation sont à l'étude et permettront de réduire significativement l'incidence des ouvrages et aménagements situés dans la nappe du Barrois. Ces pistes d'optimisation seront présentées ultérieurement.

5.4.1.1.3 Modalité de suivi

Un suivi des modalités de travaux sera réalisé.

Un réseau de suivi quantitatif et qualitatif adapté aux enjeux de la nappe des Calcaires du Barrois et aux incidences potentielles de l'opération du projet global Cigéo considérées sera mis en place.

La définition précise du protocole de suivi (point de suivi, fréquence de suivi, paramètres analysés) est menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demandes d'autorisation environnementale préalablement au lancement des travaux. Ce suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement.

5.4.1.2 Dispositions constructives adaptées pour les liaisons surface-fond

Mesure de réduction – R2.2m : dispositions constructives adaptées pour les liaisons surface-fond			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux souterraines	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZD, ZP, ZIOS)	APR, CI, F

Toutes les dispositions constructives décrites ci-après participent à la réduction de l'incidence quantitative (drainage de la nappe, mise en communication des nappes) et de l'incidence qualitative sur les eaux souterraines.

Grâce aux travaux du creusement du Laboratoire de recherche souterrain et aux nombreuses expériences qui y sont conduites, l'Andra dispose de connaissances très précises sur les opérations de construction des ouvrages de cette nature et sur les quantités d'eaux drainées par les puits (équipés avec un certain type de revêtement) au niveau des Calcaires du Barrois et de l'Oxfordien Carbonaté.

5.4.1.2.1 Méthode constructive des liaisons surface-fond

Le terrassement des descenderies au moyen de tunnelier permet de réaliser à l'avancement la pose des voussoirs (avec mise en œuvre de produits de bourrage et de joints d'étanchéité) pour isoler le tunnel des arrivées d'eau souterraine et réduire l'effet de drainage des nappes traversées. Pour les puits, des investigations supplémentaires incluses dans l'opération de caractérisation et de surveillance environnementale ont pour objectif de statuer sur la méthode de construction retenue au regard d'une analyse technico-environnementale.

Le puits d'extraction d'air vicié (VVE) des ouvrages souterrains est étanche sur toute sa hauteur et n'est donc pas sujet aux infiltrations d'eaux d'exhaure. L'étanchéité est réalisée au moyen d'une virole (tubage) métallique implantée dans le revêtement béton. Cette disposition permet d'éviter tout risque de contamination des aquifères traversés et des terrains pendant la phase de fonctionnement.

Pour l'ensemble des quatre autres puits (VFE, VFT, VVT, MMT), les parois ne sont étanches que sur la partie la plus proche de la surface, jusqu'à la limite de la couche des Calcaires du Barrois. Ensuite ils sont de conception semi-étanche (soutènement et revêtement en béton armé ou béton fibré). Par conséquent, il est nécessaire de collecter et de gérer les eaux d'exhaure en fond des puits. Les deux descenderies, dont le creusement est effectué à l'aide de tunneliers, sont également de conception semi-étanche. Les têtes de descenderie, s'ancrant dans le Kimméridgien et faisant l'objet d'injections, sont, quant à elles, étanches. Leur revêtement, hors Callovo-Oxfordien, est constitué par des anneaux de voussoirs en béton armé préfabriqués, de 40 cm d'épaisseur (conception rigide). Ces voussoirs, munis de joints d'étanchéité et complétés par des injections périphériques au coulis, sont assemblés et boulonnés entre eux.

5.4.1.2.2 Réalisation d'un bouchon d'étanchéité

Toutes les liaisons surface-fond du centre de stockage Cigéo sont susceptibles de mettre en communication différents aquifères.

Pour y remédier, un « bouchon d'étanchéité » (ou bulbe d'étanchéité) composé d'un matériau gonflant en présence d'eau (matériau bentonitique) est mis en place à l'interface entre les différentes couches géologiques traversées par les liaisons surface-fond. En gonflant, il assure l'étanchéité entre le massif en béton des liaisons et le terrain (cf. Figure 5-11).

Pour les puits, un premier bulbe d'étanchéité est mis en place au toit du Kimméridgien. Pour limiter les arrivées d'eau dans le Callovo-Oxfordien et pour l'ensemble des liaisons surface-fond, un second bulbe d'étanchéité est mis en place au toit de celui-ci. Ces bulbes d'étanchéité se composent d'injections de collage et d'un matériau hydrogonflant (composé de bentonite, un matériau argileux caractérisé par sa capacité de gonflement en présence d'eau et une très faible perméabilité, d'où sa capacité d'étanchéité) placé à l'extrados d'un revêtement épais coulé en place. L'injection de collage permet de combler les vides de la zone endommagée par le creusement. Le composé à base de bentonite, de par sa capacité de gonflement en présence d'eau (hydrogonflant) permet de recomprimer le terrain sous la pression de bentonite pour en améliorer l'étanchéité.

La figure 5-11 et la figure 5-12 présentent, à titre illustratif, la localisation et le détail correspondant aux deux bulbes d'étanchéité mis en œuvre pour chaque puits.

5.4.1.2.3 Mise en place d'un système de gestion des eaux collectées dans les liaisons surface-fond

Au fur et à mesure de la réalisation des liaisons surface-fond en phase de construction initiale et en phase de fonctionnement du centre de stockage Cigéo, des caniveaux et des gouttières récupèrent et acheminent de manière gravitaire les eaux collectées dans les liaisons surface-fond vers des rétentions. Ces rétentions sont situées à l'écart des zones de stockage des colis de déchets radioactifs pour éviter tout risque de contamination.

Deux collecteurs récupèrent les eaux d'exhaure auprès d'une rigole annulaire située en zone basse du puits (cf. Figure 5-10).

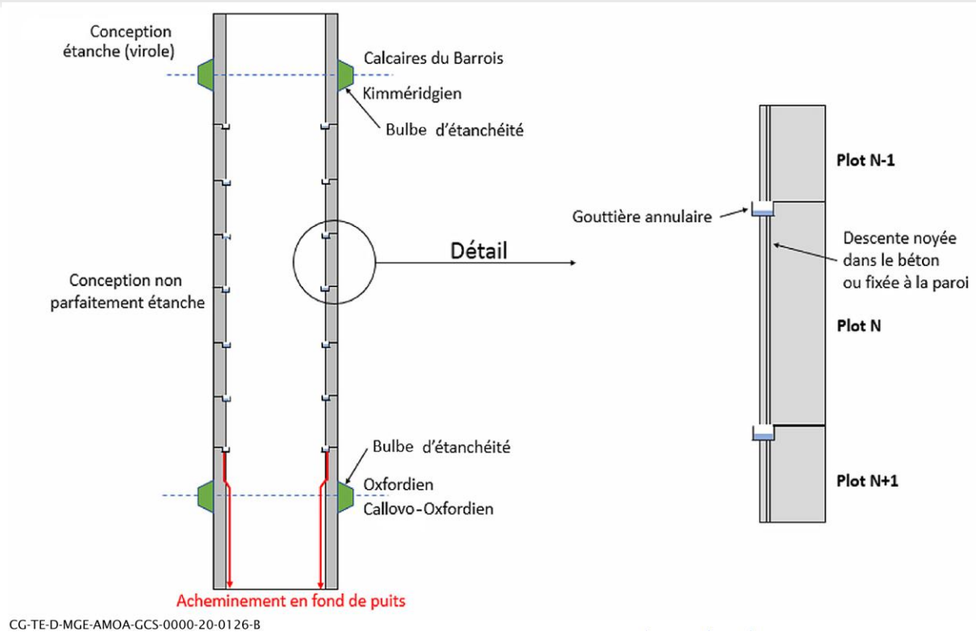


Figure 5-10 Schéma de principe de la collecte des eaux d'infiltration pour les puits semi-étanches)

Les eaux de fond regroupent les eaux d'exhaure conventionnelles et les eaux industrielles, générées en zone souterraine :

- les eaux d'exhaures conventionnelles sont issues :
  - ✓ des drains des descenderies colis et service ;
  - ✓ de la zone travaux en fond (collecte des puits VVT, VFT et MMT) ;
  - ✓ du collecteur d'égouttures du puits VFE (au niveau de l'accès à la partie Cox, en zone exploitation).
- les eaux industrielles produites en fond sont issues :
  - ✓ des eaux de lavage des engins ;
  - ✓ des eaux de la centrale à béton de secours ;
  - ✓ des tests de prises d'eau d'incendie ;
  - ✓ les eaux de lavage des équipements du tunnelier (nettoyage de conduites de mortier de bourrage et brumisation en tête de coupe pour le fonçage hors Cox).

La quantité d'eaux de fond maximale générée est estimée à 361 m^3/jour en phase de construction initiale (zone puits et zone descenderie) et à 251 m^3/jour en phase de fonctionnement (zone puits et zone descenderie).

La conception des liaisons surface-fond et la gestion des eaux de fond a deux incidences principales sur les eaux souterraines :

- une incidence quantitative : les liaisons surface-fond en conception semi-perméable (descenderies et puits, excepté le puits de ventilation d'air vicié) drainent les eaux souterraines de l'Oxfordien entraînant un cône de rabattement important au droit des ouvrages ;
- une incidence qualitative : le risque de pollution et modification de la qualité des eaux souterraines, directement des eaux de fond vers la nappe ou bien *via* le rejet des eaux de fond dans les eaux superficielles puis par transfert vers les eaux souterraines (cf. Chapitre 5.4.2.4 du présent volume).

L'ensemble des eaux générées au sein des ouvrages souterrains de stockage fait l'objet d'une gestion mutualisée sur chaque installation de surface du centre de stockage Cigéo. Les eaux sont collectées et remontées par canalisations avant leur traitement en surface pour une réutilisation au sein des installations du centre de stockage Cigéo ou un rejet au milieu naturel. Le principe de collecte sépare les effluents dits conventionnels (vers le réseau) des effluents dits non conventionnels (vers un système de cuves) (cf. Chapitre 5.4.2.4 du présent volume).

La remontée et le traitement des eaux de fond en surface permettent de limiter le risque de pollution direct des eaux souterraines ou bien par transfert des eaux superficielles vers les eaux souterraines.

5.4.1.2.4 Modalité de suivi

Un suivi des modalités de travaux sera réalisé.

Un réseau de suivi quantitatif et qualitatif adapté aux enjeux de la nappe des Calcaires du Barrois et aux incidences potentielles de l'opération du projet global Cigéo considérées sera mis en place.

En plus du suivi quantitatif et qualitatif des eaux souterraines, le suivi du débit des eaux d'exhaure est entrepris.

La définition précise du protocole de suivi (fréquence de suivi du débit) sera menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demandes d'autorisation environnementale pour le lancement des travaux.

Ce suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement.

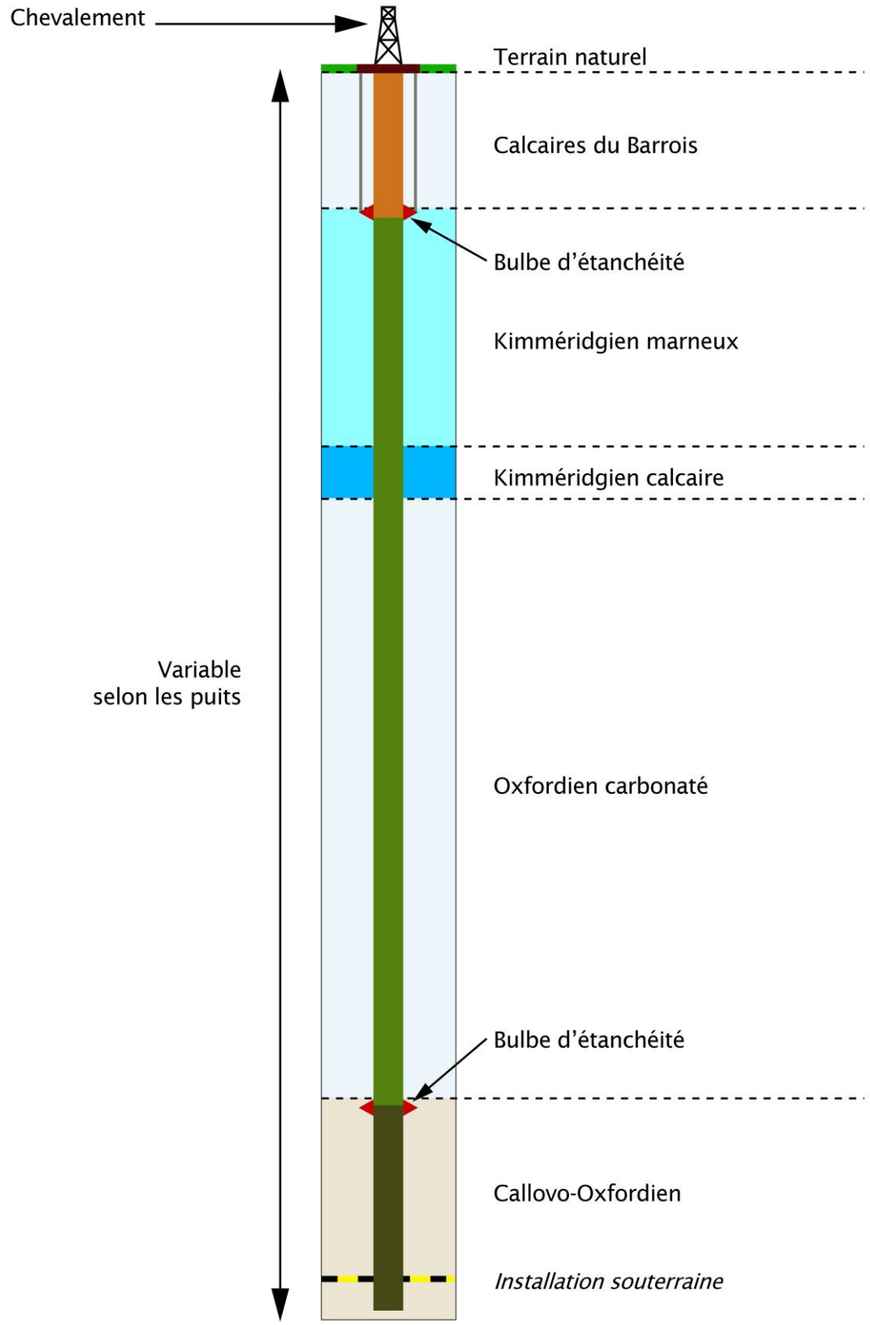


Figure 5-11 *Principe de construction des puits pour éviter la mise en communication des aquifères traversés*

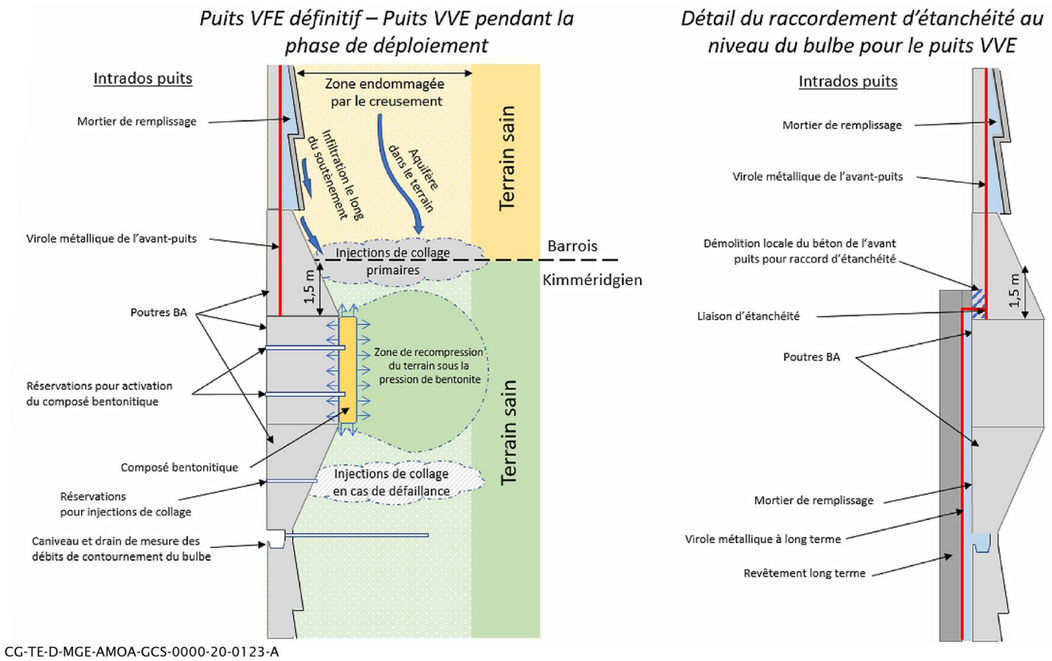


Figure 5-12 Vue en coupe d'un bulbe d'étanchéité

5.4.1.3 Dispositions constructives adaptées pour le creusement des forages/piézomètres

Mesure de réduction – R2.1d : dispositions constructives adaptées pour le creusement des forages/piézomètres			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux souterraines	Andra	Centre de stockage Cigéo – INB (ZD, ZP et ZIOS)	APR, CI, F
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	APR
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

Lors du creusement des forages/piézomètres, il existe un risque de pollution potentielle de la nappe d'eau souterraine. Le dispositif de creusement est conçu pour limiter ce risque de pollution. Par ailleurs, pendant les travaux, les sources de pollution devront être éloignées de la tête de forage. Les accès et stationnements des véhicules, les stockages d'hydrocarbures et autres produits susceptibles d'altérer la qualité des eaux seront choisis en vue de limiter tout risque de pollution pendant le chantier.

L'ouvrage retenu (forage/piézomètre) est adapté à la profondeur de la nappe captée. Il est conçu, construit et exploité dans les règles de l'art et comprend notamment :

- de l'argile à l'extrados du tubage plein et un massif cimenté en tête incluant le scellement de la tête métallique de protection pour limiter les possibilités d'introduction de l'eau de mauvaise qualité ou une substance dangereuse et de polluer la nappe d'eau souterraine (ruissellement, inondation, vandalisme) ;
- une protection de la tête de l'ouvrage adaptée à sa taille (capot cadenassé, protection par un plot scellé ou tout autre dispositif) pour limiter la destruction des têtes d'ouvrages par accident (engin, véhicule, chute d'arbre…) ;
- un bouchon cimentation de l'espace annulaire, ou bouchon d'étanchéité, (comme pour les liaisons surface-fond) pour les forages profonds participant au plan de surveillance du centre de stockage Cigéo. La cimentation de l'espace annuaire en dehors de l'horizon capté permettra d'isoler la nappe captée des eaux de nappes moins profondes qui peuvent présenter des risques de pollution.

Modalité de suivi

Un suivi des modalités de travaux sera réalisé.

Un réseau de suivi quantitatif et qualitatif adapté aux enjeux des nappes d'eau concernées et aux incidences potentielles de l'opération du projet global Cigéo considérées sera mis en place.

Le creusement et le contrôle de l'avancement sont entrepris pour veiller à la non mise en relation hydraulique de différentes masses d'eau (par exemple, conception de l'ouvrage avec une colonne isolant la masse d'eau visée des masses d'eau sus-jacentes). Des diagraphies de contrôle cimentation à la réception des ouvrages pourront permettre de s'assurer de la mise en place correcte de la cimentation annulaire assurant l'étanchéité depuis la surface ainsi que la séparation des différents aquifères traversés.

Concernant les opérations de caractérisation et de surveillance environnementale réalisées en dehors du centre de stockage Cigéo, les forages respectent les dispositifs liés au creusement des forages/piézomètres.

5.4.1.4 Mise en place d'un système de gestion des eaux souterraines lors des travaux de terrassements

Mesure de réduction – R2.1d : mise en place d'un système de gestion des eaux souterraines lors des travaux de terrassements			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux souterraines	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZP, ZD, LIS, ITE)	APR, CI, F
	RTE	Alimentation électrique	APR
	SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau	
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

Différentes modalités de travaux lors des terrassements sont prévues pour capter la nappe d'eau souterraine, puis rejeter les eaux vers le milieu naturel, permettant de limiter l'incidence sur la ressource par une restitution des eaux au milieu :

- réalisation de fossés de pied de déblais captant les éventuelles arrivées d'eau des talus ; cette mesure est mise en œuvre dès le démarrage des travaux de la phase d'aménagements préalables ;
- réalisation d'éperons ou masques drainant lorsque des circulations d'eau sont recoupées dans des déblais ;
- mise en place d'un système de couche drainante ou de drains transversaux au niveau des infrastructures linéaires (liaison intersites, installation terminale embranchée, ligne ferroviaire 027000, déviation de la route départementale D60/960) pour intercepter ces remontées d'eau, notamment à la base de la chaussée.

Ces eaux reprises dans le dispositif de collecte, stockage et traitement des eaux pluviales sont dirigées vers le milieu naturel (cours d'eau, fossé ou thalweg) le plus proche. Aucune ré-injection dans la nappe n'est prévue dans ce cas.

Pour le cas spécifique des tranchées, certaines modalités de travaux sont mises en œuvre comme :

- le comblement des tranchées avec des matériaux appropriés et correctement tassés afin de ne pas créer de drainage de la nappe surtout au niveau des tranchées des liaisons électriques enterrées ;
- la mise en place de bouchons étanches, dans les pentes de la tranchée des liaisons électriques souterraines, permettant d'éviter les circulations d'eau en lien avec l'effet drainant de la tranchée.

Pour les zones de travaux nécessitant une mise hors d'eau des fouilles pour permettre le terrassement et la construction de l'ouvrage, le rabattement temporaire de la nappe sera assuré par un dispositif de pompage (puits de rabattement) ou un batardeau. Toutes les eaux provenant de la phase d'excavation de la fouille protégée par le batardeau ou des puits de rabattement de nappe et potentiellement chargées en matières en suspension sont évacuées vers le dispositif d'assainissement provisoire des eaux pluviales, le plus proche, avant rejet dans le milieu.

Toutes les mesures de réduction en lien avec les modalités de travaux lors des terrassements permettent de réduire l'ensemble des incidences sur les eaux souterraines.

Modalité de suivi

Un suivi des modalités de travaux sera réalisé.

Un réseau de suivi quantitatif et qualitatif adapté aux enjeux de la nappe des Calcaires du Barrois et aux incidences potentielles de l'opération du projet global Cigéo considérées sera mis en place.

En plus du suivi quantitatif et qualitatif des eaux souterraines, le suivi du débit des eaux d'exhaure est entrepris, la période du pompage est également notée.

La définition précise du protocole de suivi (fréquence de suivi du débit) sera menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demandes d'autorisation environnementale pour le lancement des travaux.

Ce suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement.

5.4.1.5 Limitation des surfaces imperméabilisées et du ruissellement

Mesure de réduction – R2.1z : limitation des surfaces imperméabilisées et du ruissellement			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZP, ZD, LIS, ITE)	APR, CI, F
	RTE	Alimentation électrique	APR
	SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau	
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

L'imperméabilisation des sols induit une augmentation du coefficient de ruissellement des eaux entraînant une hausse du volume d'eau à l'aval. Afin de réduire cet effet, la limitation des surfaces imperméabilisées a été recherchée au maximum pour l'ensemble des opérations et phases du projet global Cigéo. De nombreuses mesures permettent de diminuer les surfaces imperméabilisées et donc l'incidence sur le volume d'eau collecté :

- **décapage progressif pour éviter une mise à nu de la totalité des zones d'intervention potentielle**

  Lors des terrassements et pour éviter une mise à nu de la totalité de la zone d'intervention potentielle, le décapage des surfaces est progressif au fur et à mesure de l'avancement du chantier ; **création d'espaces verts au sein des zones artificialisées** (cf. Chapitres 3 et 14 du présent volume).

  Dès la fin des aménagements préalables, une stratégie de végétalisation de l'ensemble des zones d'intervention potentielle des installations de surface du centre de stockage Cigéo ne faisant plus l'objet de travaux en phase de construction initiale est entreprise.

  Les espaces verts non raccordés aux dispositifs de stockage et de rejet régulé des eaux pluviales sont conçus pour limiter ou retarder les ruissellements (gestion alternative des eaux pluviales à la parcelle) par infiltration directe des eaux dans le sol ;

- **végétalisation des verses après remblais** (cf. Chapitres 6.3 et 14.1.4 du présent volume)

  Au droit des verses en zone puits, le sol est reconstitué par la mise en œuvre de couches successives dont la nature et l'épaisseur dépendent des aménagements paysagers prévus. La végétation en surface va ralentir l'écoulement et favoriser le dépôt des particules sur lesquelles les polluants sont fixés. Elle permet également de lutter contre l'érosion des verses et d'éviter que les eaux de ruissellement soient chargées en matières en suspension.

  La végétalisation est progressive, les verses encore non végétalisées bénéficient d'un réseau de collecte des eaux de ruissellement avant traitement spécifique ;

- **création de toitures végétalisées** (cf. Chapitre 2.1.2 du présent volume)

  La conception architecturale des ouvrages du centre de stockage Cigéo se base sur la démarche développement durable retenue pour le centre de stockage Cigéo et prévoit notamment la mise en place de toitures végétalisées sur certains bâtiments. Ces dernières participent au parti pris en termes de paysage et d'intégration de ces ouvrages, en améliorant les performances thermiques et jouent un rôle très intéressant en matière de régulation des eaux de pluie. Elles retiennent une partie des eaux de pluie (rôle de stockage) favorisent le phénomène d'évapotranspiration et réduisent de fait les rejets liquides ;

- **optimisation de la zone d'intervention potentielle du centre de stockage et réduction des emprises de travaux le long de la ligne électrique 400 kV** (cf. Chapitre 3.4.2 du présent volume)

  Les emprises de chantier sont limitées au strict nécessaire (pistes, plateformes, zones de travaux aux pieds des supports), en particulier dans le cadre de l'opération d'alimentation électrique.

Dans le respect des contraintes de sécurité et de fonctionnement du centre de stockage Cigéo (cf. Chapitre 2.6 du volume II de la présente étude d'impact), plusieurs optimisations limitant les surfaces imperméabilisées ont été mises en place :

- ✓ création d'un parking silo sur plusieurs étages en zone puits à la place d'un parking extérieur ;
- ✓ mutualisation de certaines installations entre zone puits et zone descenderie. Ainsi, l'accueil du public, la délivrance des autorisations d'accès et l'essentiel des services administratifs de l'ensemble du centre de stockage sont regroupés dans la zone descenderie. Ce choix a permis de limiter l'emprise de la zone puits ;
- ✓ création d'une liaison intersites groupant côte à côte les voies pour les véhicules légers, les poids lourds et le convoyeur ;
- ✓ localisation des installations de chantiers des zones puits et descenderie au sein des zones d'intervention potentielle à la phase de fonctionnement ;
- ✓ utilisation du tracé actuel de la route départementale D960 comme axe principal de desserte à l'intérieur de la zone descenderie.

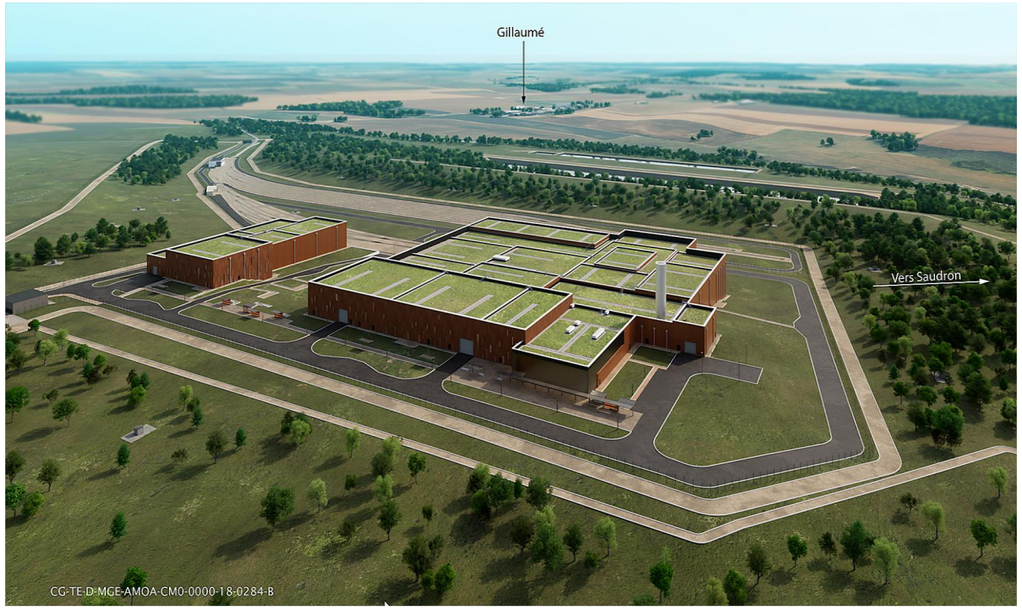


Figure 5-13 Exemple de configuration possible du bâtiment EP1 et de la tête de descenderie

La surface utilisée pour les zones d'intervention potentielle est ainsi optimisée. Elle se limite au strict nécessaire, en particulier lors des différentes activités de la phase d'aménagements préalables.

CARACTERISATION DES DIFFERENTS TYPES DE SURFACES

Il existe trois types de surfaces entrant en ligne de compte dans le dimensionnement des dispositifs d'assainissement :

- **surface remaniée** : il s'agit de l'emprise maximale faisant l'objet des différents travaux, cette surface est au maximum égale à la superficie de la zone d'intervention potentielle, zone qui identifie les emprises provisoires ou définitives sur lesquelles les travaux ou installations sont susceptibles de s'étendre en surface ou en souterrain (périmètre prévisionnel des travaux, installations de chantier…). Aucun travaux n'est entrepris en dehors de la zone d'intervention potentielle. Cette surface est prise en considération pour le dimensionnement des dispositifs d'assainissement provisoire ;
- **surface artificialisée** : selon la définition de l'Insee, les sols artificialisés recouvrent les sols bâtis, les sols revêtus et stabilisés (routes, voies ferrées, parkings, chemins, etc.), ainsi que les mines, carrières, décharges, chantiers, terrains vagues et espaces verts artificiels). Dans cette surface sont incluses la surface imperméabilisée d'une part et les autres surfaces remaniées potentiellement perméables (espaces verts notamment) ;
- **surface imperméabilisée** : il s'agit de la surface sur laquelle le ruissellement des eaux pluviales est prépondérant avec une infiltration nulle ou très limitée. Cette surface correspond aux zones bétonnées, aux routes, parkings, toits des bâtiments… Cette surface est utilisée pour le dimensionnement des dispositifs définitifs d'assainissement.

Ainsi selon la phase du projet global Cigéo, la répartition des trois surfaces au sein de la zone d'intervention potentielle du centre de stockage Cigéo évolue. La situation en fin de construction initiale sur l'emprise du périmètre INB est présentée dans le tableau 5-7. Les différentes surfaces figurent au tableau 5-8. Le même type de répartition concernant les opérations des autres maîtres d'ouvrage et l'opération de caractérisation et de surveillance environnementale sous la maîtrise d'ouvrage de l'Andra constitue le tableau 5-9.

Tableau 5-7 Tableau de l'occupation des sols et situation en fin de construction initiale sur l'emprise des périmètres INB

Périmètre INB (Occupation des sols et situation en fin de construction initiale)	Occupation actuelle du sol					Opérations à réaliser	Situation en fin de construction initiale		
	Agricole	Bois et Bosquets	Milieux naturels (rudérale, fourrés, pelouse, hydro…)	Milieux artificiels (routes, chemins, bâti, parking…)	Total	Surface à déboiser	Surface artificialisée	Surface à remanier	Surface imperméabilisée
Zones	Surface (ha)	Surface (ha)	Surface (ha)	Surface (ha)	Surface (ha)	Surface (ha)	Surface (ha)	Surface (ha)	Surface (ha)
ZD-INB-Surface	102,4	0,7	0,2	4,6	107,9	0,8	107,9	107,9	28,5
ZP-INB-Surface	0,0	95,6	0,0	1,7	97,3	94,2	95,9	95,9	23,8
ZIOS-INB-Surface	1 509,2	1298,3	3,3	60,6	2 871,4	178,5	230,1	243,4	41,4

Tableau 5-8 Tableau des différents types de surfaces au sein de la zone d'intervention potentielle du centre de stockage Cigéo

Installation du centre de stockage Cigéo	Surface de la zone d'intervention potentielle (en ha)	Surface remaniée (en ha)	Surface artificialisée (en ha)	Surface imperméabilisée (en ha)	Surface imperméabilisée en fin de construction initiale par rapport à la surface de la zone d'intervention potentielle (%)	Surface imperméabilisée en fin de construction initiale par rapport à la surface des bassins versants		
		Valeur maximale en phase d'aménagements préalables	Valeur maximale atteinte en fin de construction initiale	Valeur maximale atteinte en fin de construction initiale		L'Orge de sa source au confluent de la Saulx (exclu)	L'Ormançon de sa source au confluent de l'Ornain (exclu)	L'Ornain du confluent de l'Ognon (exclu) au confluent de l'Ormanèon (exclu)
Zone descenderie	296	269 Préservation d'une partie de l'emprise en limite sud de la zone (proximité de l'Orge)	231 Comprend des zones pour la compensation écologique	50 dont 2,5 ha de voiries 1,9 ha de parking	17 %	0,5 %	0 %	0 %
Zone puits	258	136 Préservation de la bande boisée en limite de la zone	210 ha	33 dont 1,6 ha de voiries	13 %	0,04 %	0,7 %	0 %
Liaison intersites	46	23 Travaux sur toute la surface de la zone d'intervention	25	14 Correspond à la bande de roulement de la voie privée, de la voie publique et du convoyeur semi-enterré	30 %	0,07 %	0,2 %	0 %
Installation terminale embranchée	121	53 Travaux sur toute la surface de la zone d'intervention	60	19 Correspond à des zones spécifiques, la voie en ballaste perméable favorisant l'infiltration des eaux pluviales n'est pas comprise dans la surface imperméabilisée	16 %	0,1 %	0,2 %	0 %

Pour le centre de stockage Cigéo, les zones d'interventions potentielles représentent 721 ha. En termes d'occupation du sol, il résulte à l'issue de la phase d'aménagements préalables et de celle de construction initiale :

- l'artificialisation d'environ 526 ha dont 116 hectares de surface imperméabilisée ;
- la conservation d'environ 52 ha de milieux naturels ;
- la préservation d'environ 91 ha de surface agricole dont environ 24 ha se trouvent en zone descenderie et le reste aux abords de l'installation terminale embranchée et de la liaison intersites.

Tableau 5-9 *Tableau des différents types de surfaces au sein de la zone d'intervention potentielle des opérations des autres maîtres d'ouvrage et de l'opération de caractérisation et de surveillance environnementale sous maîtrise d'ouvrage Andra*

Opérations des autres maîtres d'ouvrage	Surface de la zone d'intervention potentielle (en ha)	Surface remaniée (en ha)	Surface artificialisée (en ha)	Surface imperméabilisée (en ha)	Surface imperméabilisée en fin de construction initiale par rapport à la surface de la zone d'intervention potentielle (%)
		Valeur maximale en phase d'aménagements préalables	Valeur maximale atteinte au démarrage de l'exploitation de l'infrastructure	Valeur maximale atteinte au démarrage de l'exploitation de l'infrastructure	
Alimentation électrique (poste de transformation 400/90 kV)	6	6	6	4	66 %
Mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000	43	26	42,6	26	60 %
Adduction d'eau	1	1	1	1	100 %
Déviation de la route départementale D60/960	10	9,5	9,5	9,5	95 %

L'infiltration de l'eau au niveau des zones de surface du centre de stockage Cigéo reste possible : en effet, le centre de stockage Cigéo ne présente qu'une imperméabilisation moyenne d'environ 17 % des installations de surface (surface imperméabilisée en fin de construction initiale par rapport à la surface de la zone d'intervention potentielle).

Pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage, l'imperméabilisation du sol est limitée au poste de transformation 400/90 KV, aux futurs rétablissements au droit de la ligne ferroviaire 027000, à la création de postes de relevage pour l'opération d'adduction d'eau (hypothèse prise d'un cumul d'un hectare) et à la déviation de la route départementale D60/960 sur son option la plus longue impliquant un franchissement de l'Orge. Concernant l'opération de caractérisation et de surveillance environnementale sous la maîtrise d'ouvrage de l'Andra, il est considéré quatre plateformes d'un demi-hectare en dehors des emprises du centre de stockage Cigéo pour la mise en place de forage.

La réduction de l'imperméabilisation et de l'artificialisation liée au projet global Cigéo est complémentaire de la mesure « Mise en place d'une gestion quantitative des eaux pour une non-aggravation du risque d'inondation en aval des points de rejet » (cf. Chapitre 5.4.1.6 du présent volume). L'incidence résiduelle sur l'imperméabilisation est présentée au chapitre 5.5.1 du présent volume.

Ces mesures permettent de réduire l'incidence lié à l'imperméabilisation des sols et donc la diminution de l'infiltration d'eau dans les nappes.

Modalité de suivi

Un suivi sera réalisé de la conception jusqu'à la fermeture :

- suivi régulier des superficies imperméabilisées et végétalisées ;
- suivi régulier de la superficie des verses ;
- suivi de la répartition de l'occupation du sol et notamment des emprises imperméabilisées et végétalisées ;
- suivi de l'intégration de toitures végétalisées au centre de stockage Cigéo.

5.4.1.6 Mise en place d'une gestion quantitative des eaux pluviales pour une non-aggravation du risque d'inondation en aval des points de rejet

Mesure de réduction – R2.2m : mise en place d'une gestion quantitative des eaux pluviales pour une non-aggravation du risque d'inondation en aval des points de rejet

Facteur(s) environnemental(aux)	MOA(s)	Opération(s)	Phase(s)
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZD, ZP, ITE)	APR, CI, F
	RTE	Alimentation électrique	
	SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau	APR, F
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

Afin d'éviter toute aggravation du risque d'inondation en aval des points de rejet, des dispositifs de gestion des effluents liquides adaptés sont mis en œuvre.

Le rejet vers le milieu naturel est régulé par les bassins quantitatifs, mis en place au droit des secteurs imperméabilisés de la zone descenderie et de la zone puits, conçus pour ne pas augmenter le débit des cours d'eau récepteurs. La méthodologie de dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales est présentée au chapitre 5.2.2.4 du volume VII de la présente étude d'impact. Les bassins quantitatifs sont dimensionnés par la méthode des pluies. Les calculs d'écrêtement permettent de dimensionner des bassins capables de maîtriser l'incidence de l'imperméabilisation et de limiter ainsi le risque d'inondation à l'aval.

Le débit spécifique d'un cours d'eau en un point est son débit par unité de superficie du bassin versant situé en amont de ce point (L/s/ha). Il permet de comparer des cours d'eau situés sur des bassins versants différents et les capacités d'infiltration des eaux de ces bassins versants.

L'imperméabilisation des sols entraîne une diminution de la quantité d'eau pluviale infiltrée et donc une augmentation du débit spécifique.

Sur le centre de stockage Cigéo, l'eau pluviale sur les surfaces imperméabilisées est collectée et transférée vers des bassins qualitatifs pour traitement, puis vers des bassins quantitatifs qui régulent le débit de rejet. Pour les surfaces non imperméabilisées, soit les eaux ruissellent et s'infiltrent naturellement (gestion alternative à la parcelle), soit elles sont collectées et rejoignent le réseau de collecte des eaux pluviales.

En phase de fonctionnement avec le déploiement de toutes les verses, les points de rejets liquides dans le milieu naturel concernés associé à un bassin quantitatif de type « étanche » dimensionné pour une pluie centennale (cf. Figure 5-17) se font :

- par des ouvrages de diffusion (fossés) :
  - ✓ trois rejets de la zone puits vers l'Ormançon, l'un pour les eaux pluviales, les eaux usées traitées et les eaux de fond traitées et deux autres pour les eaux de ruissellement des verses ;
  - ✓ un rejet de la zone descenderie sud vers l'Orge pour les eaux pluviales du bassin versant correspondant.
- par une canalisation :
  - ✓ un rejet de la zone descenderie nord vers La Bureau pour les eaux pluviales du bassin versant correspondant, les eaux usées traitées et les eaux de fond traitées.

Ces bassins quantitatifs ont une capacité globale de l'ordre de 100 000 m³ en zone descenderie et 64 000 m³ en zone puits avec Z1 et Z2 des verses.

Les ouvrages de rejet permettent de réguler de manière passive le débit des eaux rejetées dans le milieu naturel.

Pour la liaison intersites, le même principe de non-aggravation des risques d'inondation est appliqué avec la mise en place de bassins quantitatifs régulant le débit rejeté pour une pluie décennale avec :

- un bassin quantitatif avec un rejet sud par canalisation vers La Bureau ;
- un bassin quantitatif avec un rejet nord par un ouvrage de diffusion vers l'Ormançon.

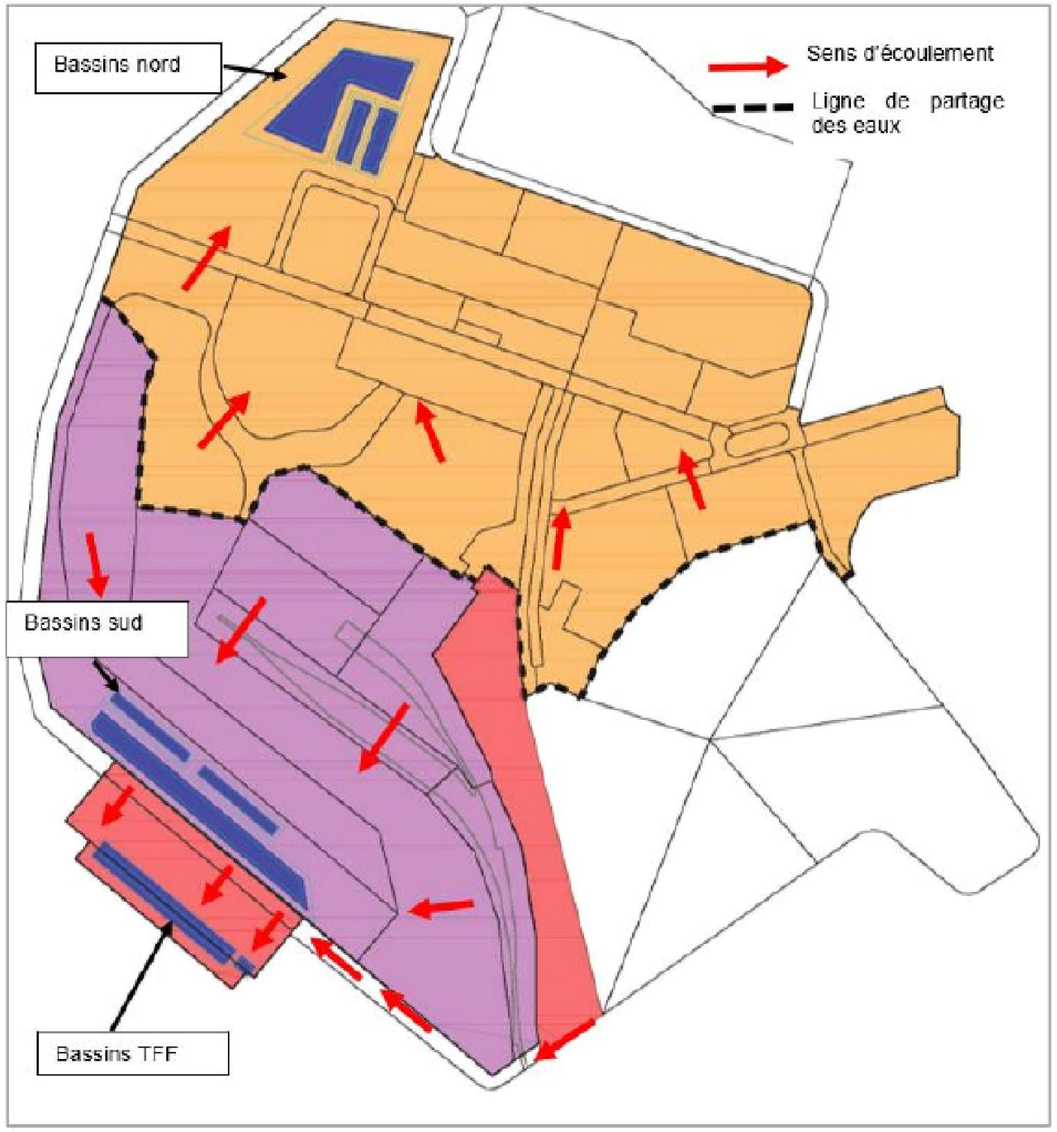
Pour l'installation terminale embranchée, le même principe de non-aggravation des risques d'inondation est appliqué avec la mise en place de bassins quantitatifs régulant le débit rejeté par canalisation pour une pluie décennale avec deux bassins quantitatifs implantés dans le bassin versant amont de l'Orge et en dehors du périmètre de protection rapprochée du captage d'eau potable d'Échenay (département Haute-Marne).

Les surfaces imperméabilisées et non imperméabilisées collectées par les ouvrages de gestion des eaux pluviales sont présentées dans le tableau 5-10. L'écoulement des eaux est découpé, en phase de construction initiale et de fonctionnement :

- en zone puits en deux zones : nord et sud ;
- en zone descenderie en trois zones : nord, sud et sud terminal ferroviaire fret (TFF).

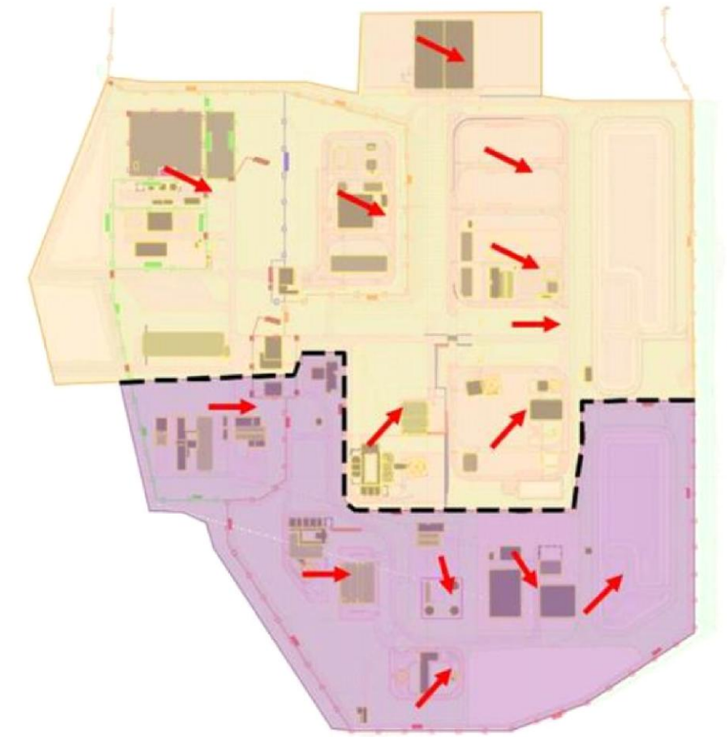
Tableau 5-10 *Tableau des surfaces collectées par les différents bassins de gestion des eaux pluviales du centre de stockage Cigéo*

	ZD nord – rejet vers La Bureau	ZD sud - rejet vers l'Orge	ZD sud TFF - rejet vers l'Orge	ZP nord – rejet vers l'Ormançon	ZP sud – rejet vers l'Ormançon	LIS	ITE
Surfaces imperméabilisées (en ha), raccordées aux ouvrages de gestion des eaux pluviales	17	10	5	20	6	14	19
Surfaces non imperméabilisées (en ha), raccordées aux ouvrages de gestion des eaux pluviales	64	51	1	21	17	-	-
Surfaces totales (en ha), raccordées aux ouvrages de gestion des eaux pluviales	**81**	**61**	**6**	**41**	**23**	**14**	**19**



CG-TE-D-MGE-CEGI-ESE-0000-21-0437-A

Figure 5-14 *Schéma d'écoulement des eaux en zone descenderie*



CG-TE-D-MGE-CEGI-ESE-0000-21-0438-A

Figure 5-15 Schéma d'écoulement des eaux en zone puits

Contrairement aux eaux pluviales des surfaces imperméabilisées et non imperméabilisées présentées dans le tableau 5-10, celles collectées sur les zones blanches (localisées sur les figures ci-avant) ne transiteront pas par la filière de gestion des eaux pluviales. En zone descenderie, ces zones blanches ne seront pas imperméabilisées et correspondront à des espaces verts permettant l'infiltration des eaux pluviales. En zone puits, les zones blanches correspondent uniquement à certains fossés.

La filière de gestion des eaux pluviales actuellement à l'étude est schématisée dans la figure 5-16.

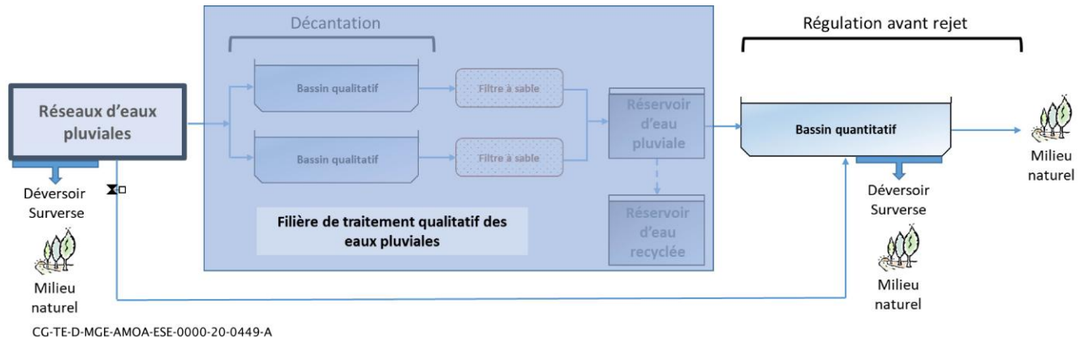


Figure 5-16 Schéma illustratif de la filière de gestion quantitative des eaux pluviales (à partir de la phase de construction initiale)

Le débit de fuite maximum retenu, dont la valeur est fonction de la pluie considérée (principe de régulation), est le suivant :

- pour une pluie décennale, le débit de fuite maximum retenu est de 3 L/s/ha, cette valeur est retenue pour le dimensionnement :
  - ✓ des bassins réalisés en phase d'aménagements préalables des zones descenderie et puits. Le bassin est associé à un réseau de collecte provisoire des eaux constitué de fossés longitudinaux le long des pistes et de fossés au niveau des entrées en terre. Les bassins provisoires sont réalisés au démarrage de la phase d'aménagements préalables et sont remplacés progressivement par les bassins définitifs des installations de surface du centre de stockage Cigéo ;
  - ✓ des bassins quantitatifs de la liaison intersites et de l'installation terminale embranchée.
- pour une pluie centennale, le débit de fuite maximum retenu est de 6 L/s/ha ; cette valeur est retenue pour le dimensionnement des bassins quantitatifs définitifs des zones descenderie et puits.

Le débit régulé des eaux pluviales rejetées par le centre de stockage Cigéo est inférieur au débit spécifique naturel du bassin versant correspondant, c'est-à-dire au débit spécifique sans le centre de stockage (sans imperméabilisation de la zone). Ce principe permet de ne pas aggraver le risque d'inondation à l'aval du point de rejet.

Tableau 5-11 Comparaison des débits régulés (L/s/ha) des eaux pluviales rejetées par le centre de stockage Cigéo et les débits spécifiques (L/s/ha) des bassins versants

	Débit régulé	Débit spécifique naturel des bassins versants		
		Bureau	Ormançon	Orge
Pluie décennale	3 L/s/ha	8,589 L/s/ha	3,917 L/s/ha	4,231 L/s/ha
Pluie centennale	6 L/s/ha	15,037 L/s/ha	7,052 L/s/ha	6,856 L/s/ha

Les limites des bassins versants naturels considérés sont représentées sur la figure 5-17 et les limites des bassins versants collectés aux différents points de rejets de la zone puits et de la zone descenderie sont reportées sur la figure 5-14 et la figure 5-15.

Tous ces dispositifs de gestion des eaux pluviales du centre de stockage Cigéo sont conçus pour participer à la non-aggravation des risques d'inondation pour les personnes et les biens. Conformément au SDAGE Seine-Normandie 2022-2027 (3), la conception du dispositif de rejet des bassins quantitatifs du centre de stockage Cigéo est réalisée à partir des données du milieu naturel.

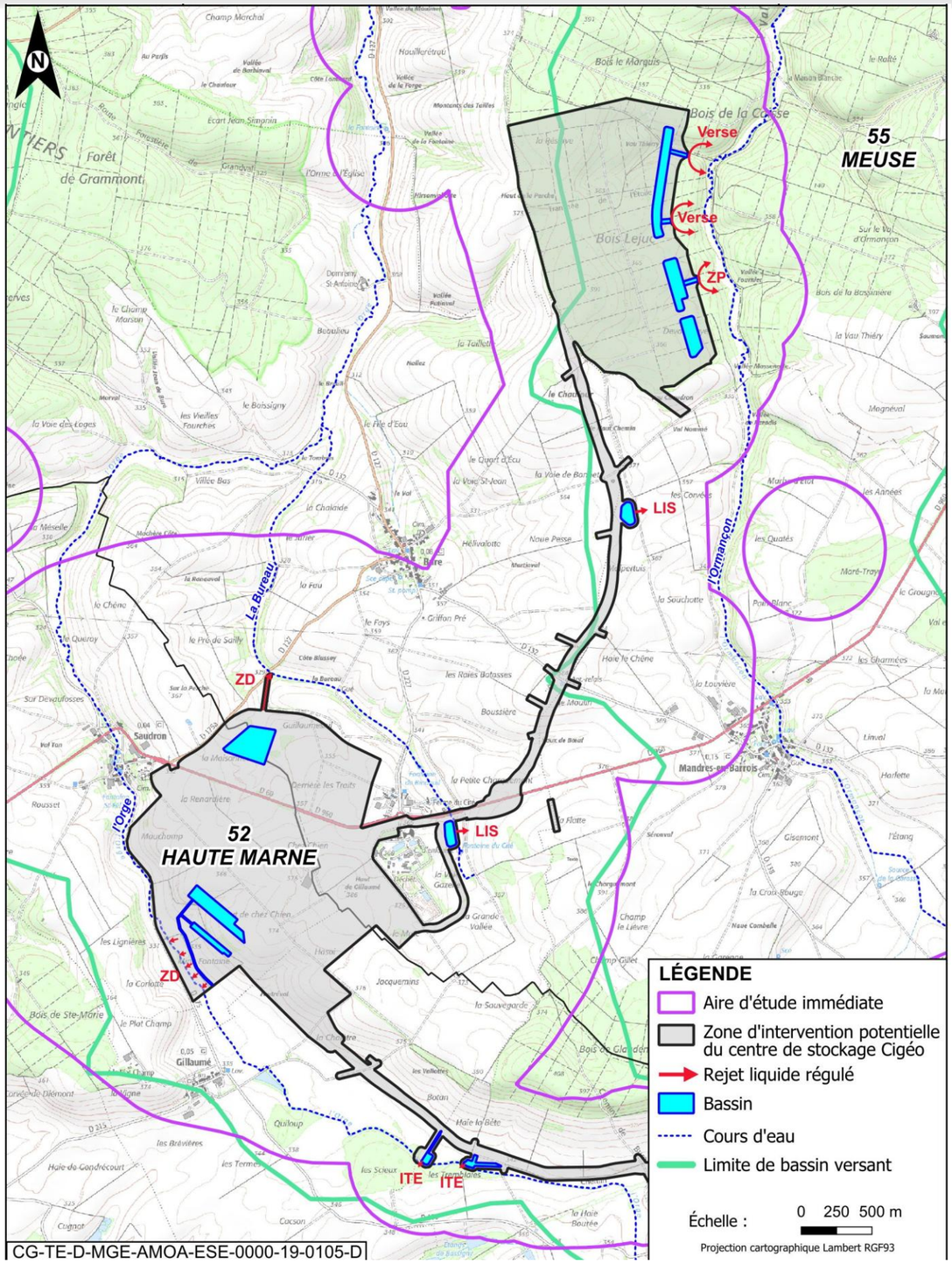


Figure 5-17 Carte de localisation des points de rejets liquides du centre de stockage Cigéo

Les méthodologies de dimensionnement des bassins quantitatifs et des débits de rejet figurent dans le chapitre 5.2.5 du volume VII « Méthode de réalisation de l'étude d'impact » de la présente étude d'impact ».

Les incidences résiduelles sur la capacité de stockage de l'eau dans les zones inondables et le risque d'inondation en aval (modélisation hydraulique de l'incidence résiduelle) sont présentés au chapitre 5.5.1.2 du présent volume.

Compte tenu du niveau de définition des opérations des autres maîtres d'ouvrage (alimentation électrique, adduction d'eau, remise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 et déviation de la route départementale D60/960), cette mesure ne peut pas être décrite finement à ce stade. Le principe de non-aggravation des risques d'inondation sera précisé une fois les projets retenus, à l'issue des études de conception et de la participation du public à l'élaboration des projets.

Modalité de suivi

Un suivi des zones d'expansion des crues est mis en place en aval et en amont des points de rejet dans les eaux superficielles pendant la phase d'aménagements préalables de façon à surveiller et à contrôler l'absence d'incidence quantitative sur les personnes et les biens.

Lors de l'occurrence d'une crue de fréquence supérieure à la crue de fréquence décennale, une analyse fine est entreprise sur le fonctionnement des équipements mis en place et la vérification de l'absence d'incidence provoquée par les rejets du centre de stockage Cigéo.

Cette mesure de suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement.

5.4.1.7 Optimisation des dispositifs d'assainissement et des ouvrages hydrauliques en privilégiant la réhabilitation des ouvrages existants

Mesure de réduction – R2.2z : optimisation des dispositifs d'assainissement et des ouvrages hydrauliques en privilégiant la réhabilitation des ouvrages existants			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ITE)	
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000	APR, CI, F
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

Cette mesure d'optimisation des dispositifs d'assainissement et des ouvrages hydrauliques en privilégiant la réhabilitation des ouvrages existants concerne l'installation terminale embranchée, la mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 et la déviation de la route départementale D60/960.

Les travaux de mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 n'impliquent aucune modification de tracé de la ligne existante. Le diagnostic réalisé par SNCF réseau révèle qu'actuellement les dispositifs d'assainissement et les ouvrages hydrauliques sont en mauvais état (état médiocre de la plateforme, traverses souvent très anciennes, ballast décompacté et présence de végétation). La mesure permet donc d'améliorer l'actuelle puisque le système de drainage est largement déficient et un quart des ouvrages hydrauliques doit être rénové pour limiter les incidences sur les eaux superficielles.

Concernant les travaux de déviation de la route départementale D60/960, cette mesure d'optimisation des ouvrages d'assainissement des eaux pluviales est prévue et sera précisée dans une version ultérieure de la présente étude d'impact. Cette dernière fera en effet l'objet, conformément à ce qui est explicité au chapitre 3.2.1 du volume I de la présente étude d'impact, d'actualisations au fur et à mesure de l'évolution des connaissances de l'ensemble des opérations du projet global, de l'intégration des conclusions des participations du public en cours ou à venir et de l'approfondissement de la conception du projet global Cigéo.

L'installation terminale embranchée n'est pas conçue en tracé neuf sur les 14 km de son linéaire mais comprend la réutilisation d'une plateforme ferroviaire sur 10 km. La réhabilitation du dispositif d'assainissement de l'ancienne infrastructure et des ouvrages de franchissement hydraulique évite des incidences nouvelles sur les eaux superficielles. Les ouvrages hydrauliques de rétablissement d'écoulement sont dimensionnés pour une pluie centennale. Le drainage longitudinal de la plateforme ferroviaire existante est dimensionné pour une pluie d'occurrence décennale.

Sur les 15 ouvrages hydrauliques de traversée existants, cinq nécessitent de légers travaux de maçonnerie sur les têtes, six nécessitent la réalisation d'opérations d'entretien, et quatre ne requièrent aucune action.

Concernant le drainage longitudinal, la conservation des assainissements existants (fossés terre) en fond de déblai est privilégiée. La conception est réalisée de manière à ne pas modifier les talus de déblais existants qui ont des profondeurs importantes. En remblai et crête de déblai, la gestion existante des eaux est conservée.

Il n'est pas prévu de modifier la gestion existante des eaux de ruissellement. La mise en remblai du profil en long de la voie ferrée permet d'éviter la réalisation de dispositifs de rétention.

Modalité de suivi

Un suivi des modalités de travaux sera réalisé.

5.4.1.8 Ouvrage de franchissement hydraulique défini par rapport aux caractéristiques écologiques et hydrauliques des cours d'eau

Mesure de réduction – R2.2h : ouvrage de franchissement hydraulique défini par rapport aux caractéristiques écologiques et hydrauliques des cours d'eau			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (LIS, ITE)	APR, CI, F
	RTE	Alimentation électrique	
	SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau	
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

» DEUX AVANTAGES ENVIRONNEMENTAUX D'UN OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT

Cette mesure de conception permet de ne pas aggraver les risques d'inondation en aval et de préserver les corridors de déplacement de la faune aquatique et terrestre.

Le dimensionnement des ouvrages de franchissement hydraulique est déterminé en fonction des caractéristiques du cours d'eau concerné (débit spécifique, présence ou non d'un corridor écologique dans le cours d'eau et/ou sur les berges).

De plus, il ne doit pas :

- entraîner une modification du profil en long et de la section du lit mineur du cours d'eau concerné ;
- augmenter le risque de submersion des voiries et routes créées ;
- rendre inondables des zones qui ne le sont pas actuellement ;
- créer des zones d'érosion en aval des cours d'eau et des *talwegs* recoupés.

Centre de stockage Cigéo

Il n'existe pas de création d'ouvrage de franchissement hydraulique au sein de la zone descenderie et de la zone puits.

Il est actuellement retenu le principe d'un dimensionnement de l'ensemble des ouvrages de franchissement hydraulique pour une crue de fréquence centennale pour la liaison intersites et l'installation terminale embranchée dans sa partie en tracé neuf. Le détail des principes de dimensionnement figure dans le tableau 5-12.

En complément, des travaux de réhabilitation des ouvrages hydrauliques sur la plateforme ferroviaire existante reprise pour l'installation terminale embranchée sont prévus en cohérence avec la mesure d'évitement « Optimisation des dispositifs d'assainissement et des ouvrages hydrauliques en privilégiant la réhabilitation des ouvrages existants » (décrite au chapitre 5.4.1.7 du présent volume).

Dans le cadre des procédures administratives liées à ces ouvrages, les diagnostics pertinents seront réalisés et la nature des travaux à entreprendre sera adaptée aux résultats de ces diagnostics.

Tableau 5-12 Principe de dimensionnement des ouvrages hydrauliques pour les infrastructures linéaires du centre de stockage Cigéo

Bassin versant	Cours d'eau	Principe de dimensionnement des ouvrages de franchissement hydraulique par cours d'eau
La Saulx	**Orge**	Aucun franchissement hydraulique
	La Bureau	Franchissement hydraulique de la liaison intersites L'ouvrage existant au droit de la route départementale est composé de deux buses qui ne permettent pas le passage d'un débit Q100 et il existe un risque de submersion de la route existante. Le projet prévoit de mettre en œuvre une arche de dimensions 2,2 m x 3,5 m pour assurer la transparence hydraulique. L'ouvrage est dimensionné à Q100, ce qui permet de supprimer le risque de submersion pour un Q100. Ainsi, le projet reste transparent et ne modifie pas les conditions actuelles d'écoulements. De plus, l'ouvrage sera aménagé en fond de telle sorte qu'il conserve un radier enterré naturel, permettant la continuité sédimentaire du ruisseau. La réalisation de l'ouvrage hydraulique sur la Bureau risque d'avoir des incidences qualitatives significatives sur les milieux en aval. Cet ouvrage, en contact direct avec l'écoulement peut générer lors de sa mise en place, un entraînement très important de matières en suspension. Durant les travaux mais également en pendant l'exploitation, l'ouvrage hydraulique sur le cours d'eau entraîne une modification définitive du profil en long et en travers du lit mineur du cours d'eau (topographie, pente, profil…). Cela peut entraîner des modifications sur les écoulements du cours d'eau. Pour limiter ces incidences, les travaux seront réalisés à sec pour faciliter le chantier. Dans le cas où le cours d'eau n'est pas à sec (lors de venue d'eau intempestive comme après le passage d'un orage par exemple), pour éviter l'entraînement de fines vers l'aval au moment des travaux, il y aura la mise en place de batardeaux en amont et en aval de la zone de chantier, reliés par une canalisation. Les travaux seront réalisés de préférence en période d'étiage.
	L'Ormançon	Aucun franchissement hydraulique
L'Ornain	**Ruisseau de l'Étang**	Travaux de réhabilitation de l'ouvrage actuel de franchissement hydraulique (occurrence de dimensionnement : 100 ans).
	Ruisseau de Naillemont	Les ouvrages hydrauliques risquent de concentrer les écoulements et de créer des phénomènes d'érosion vers l'aval. Ils seront donc équipés de fosses de diffusion côté aval des ouvrages hydrauliques, afin de répartir les écoulements sur toute la largeur du talweg naturel existant. De cette manière, en aval de la fosse de diffusion, l'écoulement retrouvera son fonctionnement d'origine, en nappe.
	Ru de l'Ognon	Aucun franchissement hydraulique

Opérations des autres maîtres d'ouvrage

Concernant l'opération d'alimentation électrique, il est important de rappeler que les cours d'eau recensés dont l'Aroffe, affluent de la Meuse, sont déjà franchis par la ligne aérienne. Ils ont fait l'objet d'une description proportionnée à l'état d'avancement des travaux de sécurisation de la ligne. Des précautions sont prises lors des travaux du possible franchissement de La Bureau par le faisceau des liaisons électriques enterrées. Afin de réduire significativement les risques sur les sols par la création de pistes provisoires et de plateformes, il est procédé à un passage préalable d'un écologue sur les zones de travaux afin de définir le cheminement de moindre impact pour la piste d'accès provisoire ou l'emplacement de moindre impact pour la mise en place de plateformes. Si l'accès à un support ou une zone de travaux, malgré la recherche de tracé alternatif, ne peut éviter le franchissement d'un cours d'eau, celui-ci sera réalisé par la mise en place d'un passage provisoire adapté aux caractéristiques hydrauliques et écologiques du cours d'eau traversé. Cette mesure de réduction se décline aussi de manière opérationnelle pour la réduction des incidences sur le milieu naturel.

Les travaux d'adduction d'eau sont principalement réalisés le long des infrastructures existantes. Plusieurs techniques de pose de canalisations peuvent être mises en œuvre et sont présentées en détail dans le chapitre 3.3.2 du volume II de la présente étude d'impact :

- en tranchée le long des routes (cf. Figure 5-18) ;
- en encorbellement le long de ponts existants ;
- en souterrain par fonçage ;
- en souterrain par forage dirigé.

Le choix de la technique est adapté aux enjeux en cas de franchissement du cours d'eau.



Figure 5-18 Trancheuse pour pose de canalisation

La ligne ferroviaire n° 027000 longe et traverse différents cours d'eau. Les ouvrages d'art enjambant les cours d'eau doivent faire l'objet de travaux de réfection. La liste est donnée dans le tableau 5-13 avec le point kilométrique de franchissement. Les travaux sont de différentes natures : réfection de l'étanchéité, travaux de peinture, réfection des maçonneries et bétons de certains ouvrages d'art, réparation des structures métalliques ou le remplacement de tabliers. Un renforcement ou remplacement de l'ensemble des ouvrages hydrauliques de type buse au droit du remblai ferroviaire est aussi prévu.

Tableau 5-13 Ouvrages de franchissement hydraulique existant le long de la ligne ferroviaire 027000

Bassin versant	Cours d'eau	Point de franchissement (pk)	Dimension des ouvrages
L'Ornain	L'Ornain	pk 0 + 970, 13 + 555, 14 + 076, 18 + 230,18 + 694, 19+373, 23+ 937, 27 + 934, 29 + 496, 32 + 560, 33 + 086	Sous réserve des études de conception après participation du public, pas de modification de la dimension des ouvrages hydrauliques
	Ru des Grandes Fontaines	pk 9 + 07	
	Canal de la Marne au Rhin	pk 9 + 45	
	Ormançon	pk 17 + 953	
	Un affluent sans nom de l'Ornain	pk 26 + 089	
	Ruisseau de Richecourt	pk 30 + 902	
	Ruisseau des Peux	pk 31 + 750	

Concernant l'opération de déviation de la route départementale D60/690, des précautions sont prises lors des travaux du possible franchissement de la Bureau et de l'Orge selon l'option retenue pour la déviation.

Modalité de suivi

Un suivi hydromorphologique des cours d'eau concerné par des rejets ou la mise en place d'un ouvrage de franchissement hydraulique (temporaire ou définitif) du centre de stockage est mis en place.

La définition du protocole de suivi (type de méthode utilisée, fréquence de suivi, cours d'eau concerné) sera menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demande d'autorisation environnementale préalablement au lancement des travaux.

Cette mesure de suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement.

5.4.1.9 Dispositifs assurant la transparence hydraulique des aménagements

Mesure de réduction - R2.2m : dispositifs assurant la transparence hydraulique des aménagements

Facteur(s) environnemental(aux)	MOA(s)	Opération(s)	Phase(s)
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ITE, LIS)	APR, CI, F
	RTE	Alimentation électrique	
	SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau	
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

La mise en œuvre de dispositifs de type buse hydraulique au droit des remblais permet d'éviter l'accumulation d'eaux pluviales en fond de vallon amont et donc potentiellement une inondation des terrains en amont.

Cette mesure permet d'éviter l'effet barrière sur les écoulements. Elle est applicable à l'ensemble des zones d'intervention potentielle en particulier au droit du tracé neuf en remblai de l'installation terminale embranchée dans la vallée de l'Orge. Les dispositifs de transparence hydraulique sont dimensionnés pour une crue centennale.

Une analyse a été réalisée pour vérifier la capacité, la structure et la résistance des ouvrages hydrauliques de traversée sous la plateforme ferroviaire existante de l'ITE (cf. Tableau 5-14). Trois ouvrages de type buse et un passage par fossé pour le rétablissement du bassin versant naturel sous les parties nouvelles sont mis en place.

Tableau 5-14 Travaux et actions préconisés sur les ouvrages existants de l'ITE

Nature de l'ouvrage	Travaux
Aqueduc de 1,00 m	A boucher
Aqueduc de 0,60 m	Remplacement
Aqueduc vouté de 0,60 m	Travaux mineurs de maçonnerie + curage
Aqueduc vouté de 0,60 m	Travaux mineurs de maçonnerie + curage
Ponceau de 2,00 m x 1,40 m	Curage
Aqueduc vouté de 0,60 m x 1,10 m	Remplacement
Aqueduc maçonné environ 0,70 m x 0,85 m	Remplacement
Aqueduc arche 0,70 m x 0,90 m	Curage
Aqueduc de 0,70 m x 1,05 m	Curage
Aqueduc de 1,00 m x 0,90 m	Travaux mineurs de maçonnerie + curage
Aqueduc de 1,00 m x 1,10 m	Curage
Aqueduc maçonné environs 0,70 m x 1,00 m	Travaux mineurs de maçonnerie + curage
Aqueduc maçonné environ 0,70 m x 1,00 m	Réfection

Au niveau de la liaison intersites, les ouvrages hydrauliques de rétablissement proposés pour limiter l'interception des bassins versants naturels par le projet sont présentés en figure 5-19. Les caractéristiques de ces ouvrages sont détaillées dans le tableau 5-15.

Tableau 5-15 Synthèse des ouvrages hydrauliques au droit de la liaison intersites

Nom	Longueur ouvrage (m)	Type ouvrage	Dimension (hauteur/largeur en mm)
OH1	21	Dalot	1 000 × 1 200
OH2	31	Arche	2 200 × 3 500
OH3	14	Dalot	300 × 1 000
OH4	21	Dalot	1 000 × 2 000
OH5	16,5	Dalot	400 × 600
OH6	40,4	Buse	1 200
OH7	43,2	Buse	1 500
OH8	39	Buse	800
OH9	39	Buse	800
OH10	46,5	Arche	2 110 × 1 450
OH11	42	Arche	1 955 × 1 320

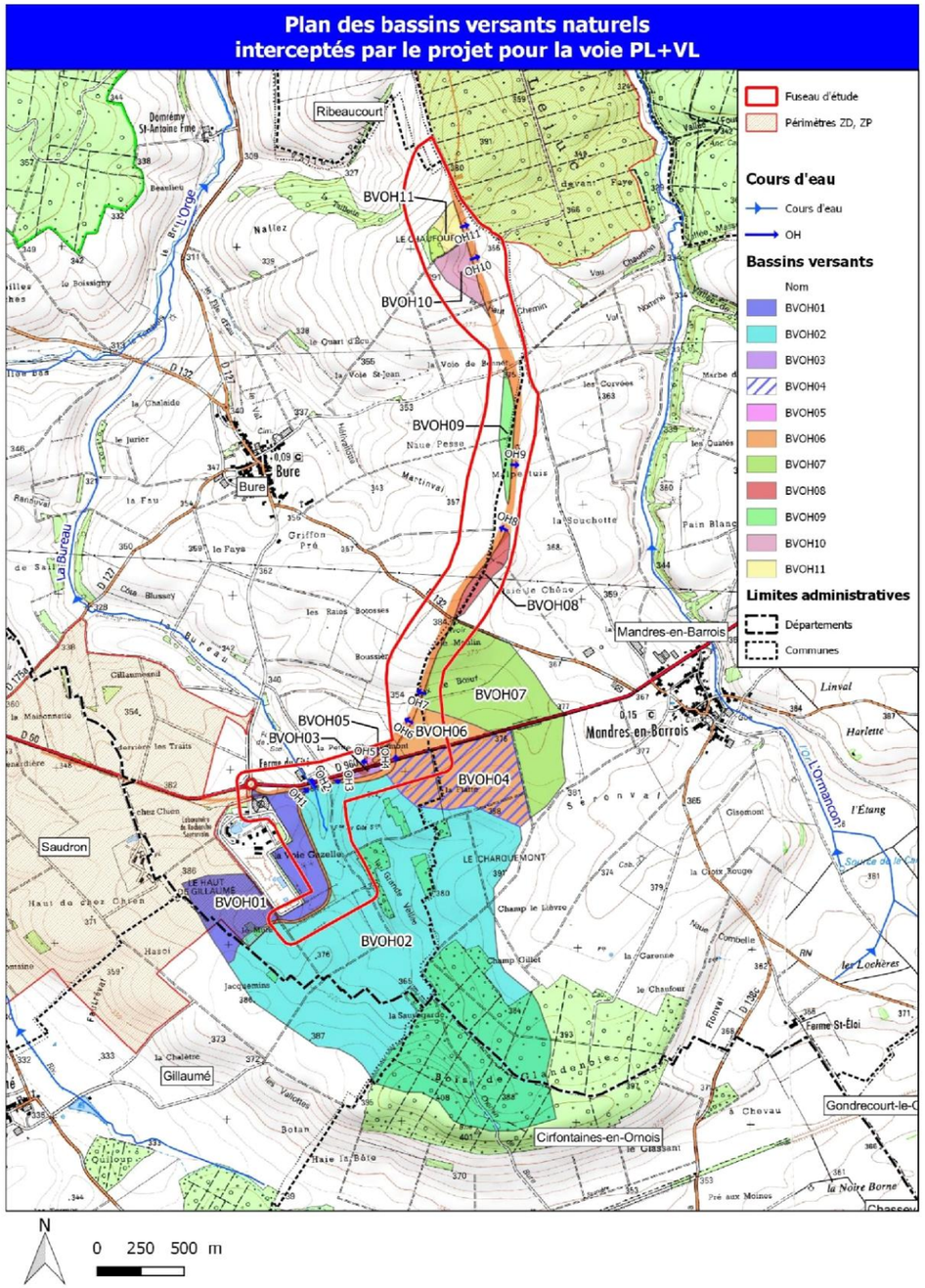
Compte tenu du niveau de définition des opérations des autres maîtres d'ouvrage (alimentation électrique, adduction d'eau, remise à niveau de la ligne ferroviaire 027000 et déviation de la route départementale D60/960), cette mesure ne peut pas être décrite finement à ce stade. Les dispositifs assurant la transparence hydraulique seront précisés une fois les projets retenus, à l'issue des études de conception et de la participation du public à l'élaboration des projets.

Modalité de suivi

Un suivi hydromorphologique des cours d'eau concernés par des rejets ou la mise en place d'un ouvrage de franchissement hydraulique (temporaire ou définitif) du centre de stockage est mis en place.

La définition du protocole de suivi (type de méthode utilisée, fréquence de suivi, cours d'eau concerné) sera menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demande d'autorisation environnementale préalablement au lancement des travaux.

Cette mesure de suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement.



CG-TE-D-MGE-CEGI-ESE-0000-21-0444-A

Figure 5-19 Ouvrages hydrauliques de rétablissement au niveau de la liaison intersites

5.4.1.10 Utilisation de dispositifs visant à réduire le tassement des sols

Mesure de réduction – R2.2z : utilisation de dispositifs visant à réduire le tassement des sols			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux superficielles	RTE	Alimentation électrique	APR

Afin de limiter les tassements de sols liés à la création de plateforme et de pistes provisoires pour l'opération d'alimentation électrique, des plaques de roulement sont mises en place pour protéger le sol si le site le nécessite, en particulier si la zone est définie à protéger suite au passage préalable de l'écologue (zones humides). Cette mesure permet d'éviter la création d'ornière et de réduire le tassement des sols. Cette mesure de réduction de l'incidence sur la biodiversité et le milieu naturel a un effet bénéfique pour les eaux superficielles (cf. Chapitre 6 du présent volume de l'étude d'impact : MR21 – Adaptation des travaux en zones humides en cas d'emprise sur celles-ci).

Modalité de suivi

La définition précise du protocole de suivi (point de suivi, fréquence de suivi, paramètres analysés) des eaux superficielles, pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage, sera menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demandes d'autorisation environnementale préalablement au lancement des travaux.

Le suivi quantitatif des eaux superficielles, le contrôle de la performance des dispositifs de gestion des eaux superficielles, l'entretien et la maintenance des dispositifs de gestion des eaux sont actuellement prévus.

5.4.1.11 Respect des prescriptions techniques et protection du chantier en zone inondable

Mesure de réduction – R2.1s : respect des prescriptions techniques et protection du chantier en zone inondable			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux superficielles	RTE	Alimentation électrique	APR

Sur l'opération d'alimentation électrique, des travaux sont réalisés sur des pylônes existants localisés en zone inondable. La réalisation des travaux respectera les prescriptions émises dans les Plans de prévention des risques inondation. Les engins de chantier et le matériel sont stockés hors zone inondable.

Afin de se préserver du risque inondation et d'anticiper la crue d'un cours d'eau, un abonnement à Vigicrue ou à un dispositif similaire sera pris par l'entreprise en charge des travaux ce qui lui permettra en cas de risque annoncé de procéder au repli du matériel et du personnel présent dans la zone concernée.

D'une manière générale, aucun équipement, stock... ne devra être emportable par les eaux lors d'une crue.

Modalité de suivi

La définition précise du protocole de suivi (point de suivi, fréquence de suivi, paramètres analysés) des eaux superficielles, pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage, sera menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demandes d'autorisation environnementale préalablement au lancement des travaux.

Les principes de suivi quantitatif des eaux superficielles, le contrôle de la performance des dispositifs de gestion des eaux superficielles, l'entretien et la maintenance des dispositifs de gestion des eaux sont actuellement prévus.

5.4.2 Mesures de réduction des incidences sur la qualité des eaux

Le rejet des eaux pluviales ruisselant sur les surfaces artificialisées et/ou imperméabilisées et le rejet des eaux d'origines diverses produites au sein du projet global Cigéo aux différentes phases de sa vie peuvent être à l'origine d'un rejet à forte charge polluante (matières en suspension, hydrocarbures, substances organiques et chimiques diverses) et dégrader la qualité des eaux superficielles et souterraines et perturber ou interdire de manière indirecte la continuité de certains usages.

Les eaux pluviales et les eaux conventionnelles du centre de stockage Cigéo font l'objet de différents traitements selon leur nature et leur période de production parmi les grandes phases du projet global Cigéo, ainsi :

- en phase d'aménagements préalables, des dispositifs provisoires et évolutifs d'assainissement des eaux pluviales des plates-formes et de toutes les zones de chantier, dimensionnés pour la pluie décennale, sont mis en place (capacité de stockage). Adaptés à un chantier, ils comprennent des systèmes de traitement de la qualité des eaux de type filtres à fines, séparateurs à hydrocarbures ou dispositifs similaires. L'objectif de ces dispositifs est l'absence de rejet polluant (hydrocarbures, matières en suspension...) vers le milieu local tout en assurant une régulation des débits rejetés dans ce milieu. Ils sont dimensionnés selon les exigences des règlements sanitaires départementaux ou les prescriptions techniques précisées dans les documents d'urbanismes concernés ;
- en phase de construction initiale, dès la fin de la phase d'aménagements préalables, les dispositifs qualitatifs et quantitatifs définitifs de traitement des eaux pluviales et des effluents conventionnels sont fonctionnels et dimensionnés pour la pluie de référence du projet. L'Andra a pour objectif de traiter l'ensemble des eaux pluviales et des effluents conventionnels selon les meilleures techniques possibles ;
- en phase de fonctionnement, les dispositifs de collecte, de stockage, de traitement et de rejet développés en phase de construction initiale pour les eaux pluviales et les effluents conventionnels sont maintenus et utilisés. Sur la durée de fonctionnement d'ordre séculaire du centre de stockage Cigéo, ils pourront naturellement être adaptés suite à la prise en compte des retours d'expérience, de développements technologiques ou à d'éventuelles modifications des installations.

Les rejets se font dans les cours d'eau de La Bureau, l'Orge et l'Ormançon qui peuvent se retrouver dans des épisodes d'assec. Ainsi, dans une volonté de démarche environnementale pour le respect du bon état écologique et chimique des cours d'eau tout au long de l'année, les niveaux de rejet ont été adaptés pour correspondre aux Normes de Qualité Environnementale. Le respect de ces valeurs, bien que normalement appliquées sur les eaux superficielles naturelles et non sur les rejets, nécessite la mise en place de filière de traitement permettant une épuration très poussée des eaux. De même, la réutilisation d'une partie des eaux nécessite une adaptation de la filière proposée pour le respect des paramètres microbiologiques et physico-chimiques.

L'arrêté ministériel du 25 janvier 2010 (4) fixe des valeurs limites de classes d'état pour les paramètres physico-chimiques généraux pour les cours d'eau. L'article D. 211-10 du code de l'environnement énonce les objectifs définis en fonction des différents usages de l'eau (eaux conchylicoles, alimentation, baignade). Les normes de rejets sont précisées au chapitre 5.5.2 du présent volume.

5.4.2.1 Mise en place de dispositifs de traitement des eaux pluviales pour ne pas altérer la qualité des eaux superficielles et des eaux souterraines par transfert

Mesure de réduction - R2.1d : mise en place de dispositifs de traitement des eaux pluviales pour ne pas altérer la qualité des eaux superficielles et des eaux souterraines par transfert			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux souterraines et superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZP, ZD, ZIOS, LIS, ITE)	APR, CI, F
	RTE	Alimentation électrique	
	SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau	
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

5.4.2.1.1 Origines des eaux pluviales

Les eaux pluviales sont collectées et traitées selon le bassin versant sur lequel elles ruissellent. Les eaux pluviales peuvent être séparées en quatre catégories en fonction des secteurs sur lesquels elles ruissellent :

- **les eaux pluviales (hors cas spécifique)** : les eaux pluviales (EP) concernées, sont des eaux météoriques ruisselant sur des secteurs imperméabilisés, susceptibles d'être pollués (infrastructures routières, terminaux ferroviaires, parkings, toitures, etc.). Ces secteurs imperméabilisés susceptibles d'être pollués le sont majoritairement par des matières en suspension, des métaux lourds et des hydrocarbures ;
- **les eaux de ruissellement des verses** : les eaux de ruissellement de verses de la zone puits sont des eaux météoriques ruisselant sur les verses (argilites excavées, extraites du Callovo-Oxfordien pour la réalisation de l'installation souterraine et mises en verses en surface au fur et à mesure de leur extraction). La charge polluante des eaux pluviales de verses est différente des eaux pluviales définies ci-avant. C'est pourquoi leur mode de gestion avant rejet au milieu naturel est spécifique. La gestion des eaux pluviales de verses est traitée au chapitre 5.4.2.2 du présent volume ;
- **les eaux pluviales du Terminal ferroviaire fret (TFF)** : Les eaux pluviales de ruissellement sur le terminal ferroviaire fret sont collectées et traitées de manière indépendante. Elles sont dirigées vers un bassin qualitatif avant de rejoindre un bassin quantitatif dédié à cette zone fret pour finalement être rejetées à débit régulé dans l'Orge.

  Les bassins du terminal ferroviaire fret sont dimensionnés pour accueillir les eaux pendant les opérations de terrassement (phase d'aménagements préalables). Leur capacité lors de cette phase, bien que surévaluée par rapport aux besoins de la phase exploitation, est conservée. Les démanteler aurait un coût important, leur surdimensionnement est une protection supplémentaire pour les phases suivantes ;
- **les eaux pluviales du Terminal ferroviaire nucléaire (TFN)** : les eaux pluviales au niveau du TFN sont collectées sur trois impluviums, dépendants des différences d'altimétrie entre les plateformes dans la zone descenderie, et dirigées vers deux bassins de confinement pour contrôle radiologique.

  Les eaux pluviales ruisselées sur le terminal ferroviaire nucléaire sont collectées de manière indépendante. Sur chaque impluvium, les eaux pluviales sont collectées dans des caniveaux à grille positionnés entre les voies. Ces caniveaux se rejettent gravitairement dans des collecteurs enterrés et positionnés parallèlement aux voies.

  En cas de contrôle négatif lors du contrôle radiologique, les eaux pluviales du terminal ferroviaire nucléaire sont envoyées vers les bassins qualitatifs du bassin versant de la zone descenderie sud. En cas de contrôle positif, elles sont évacuées et traitées hors site.

5.4.2.1.2 Collecte des eaux pluviales du centre de stockage Cigéo

La localisation des infrastructures de gestion des eaux pluviales est présentée sur la figure 5-20 en zone descenderie et sur la figure 5-21 en zone puits.

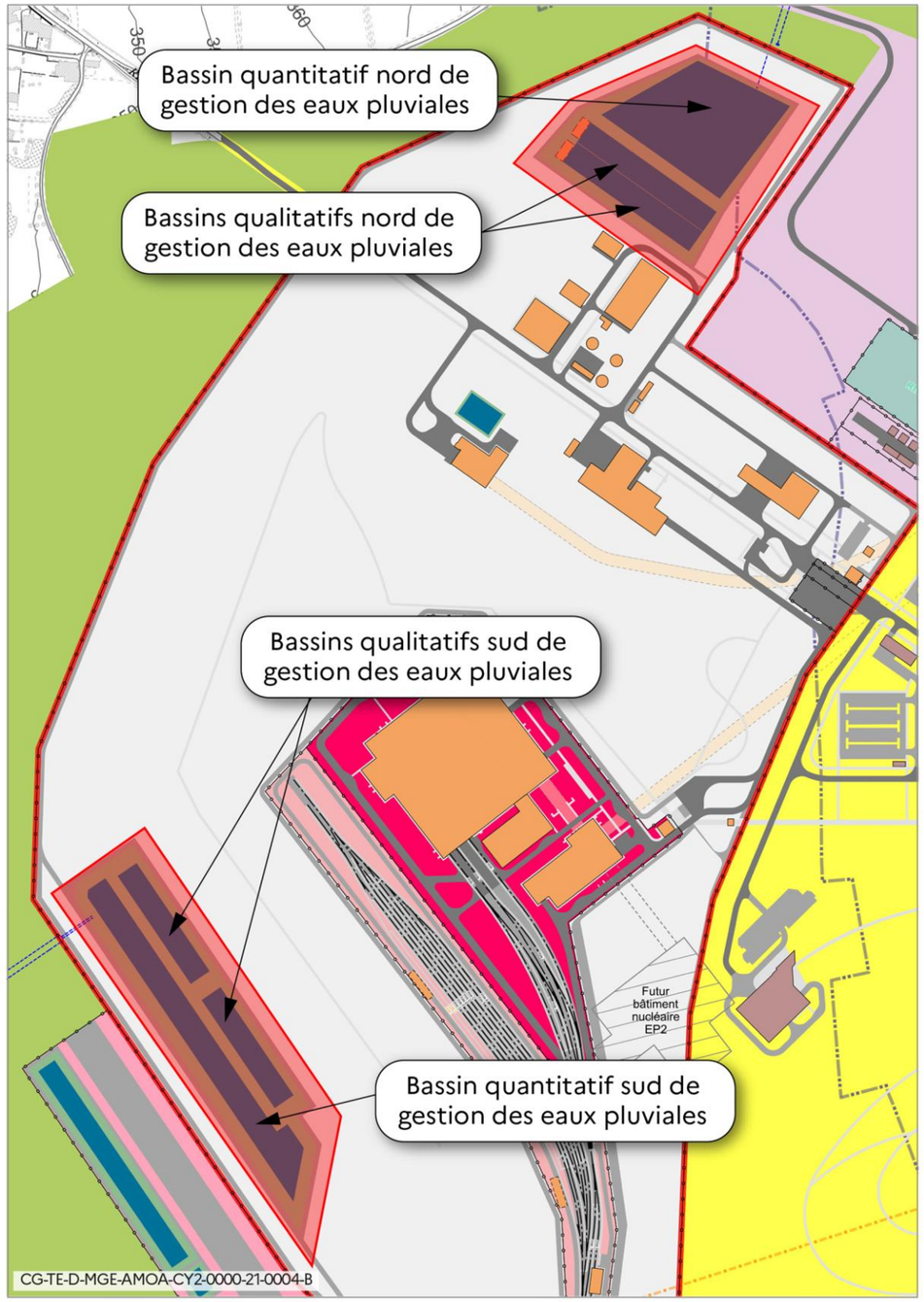


Figure 5-20 Localisation des ouvrages liés à la gestion des eaux pluviales en zone descenderie

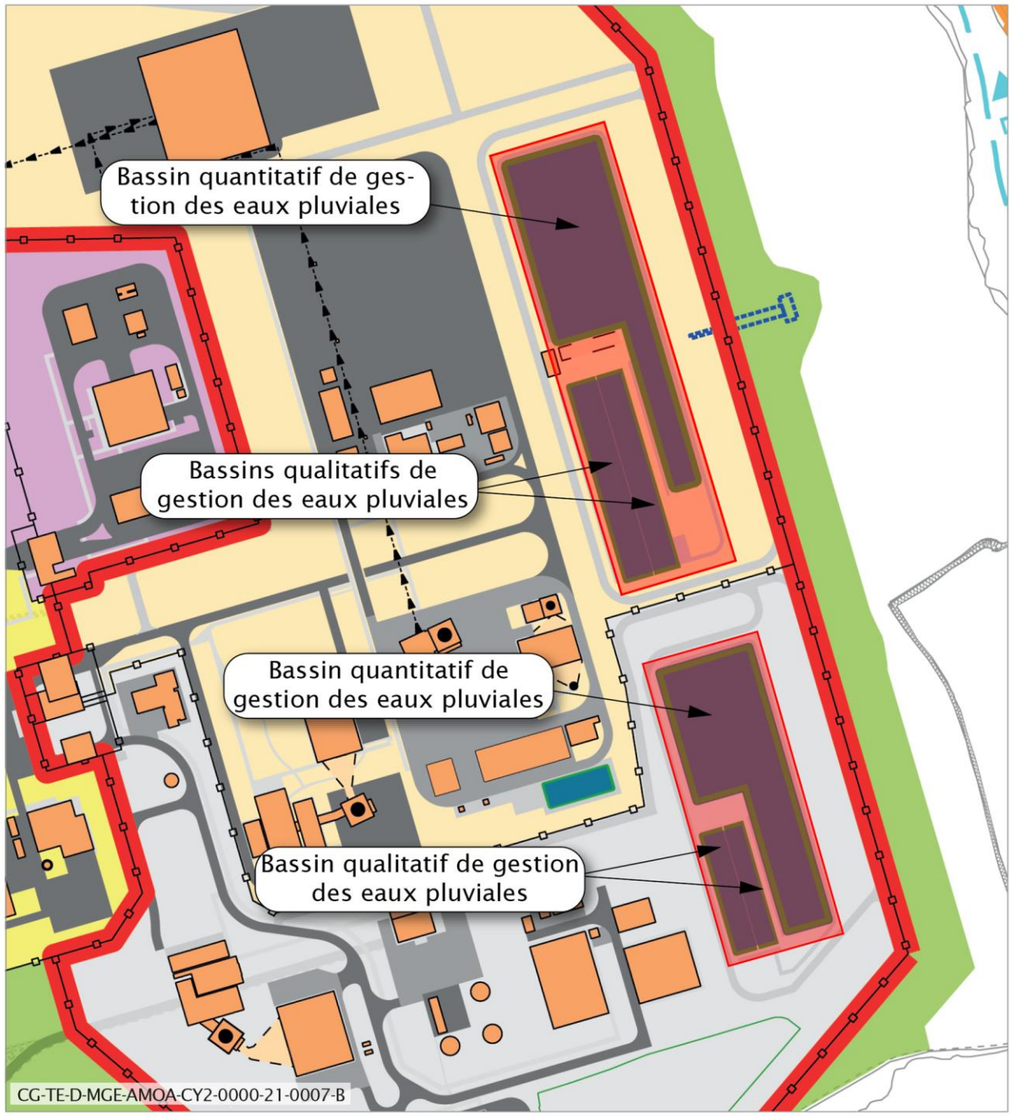
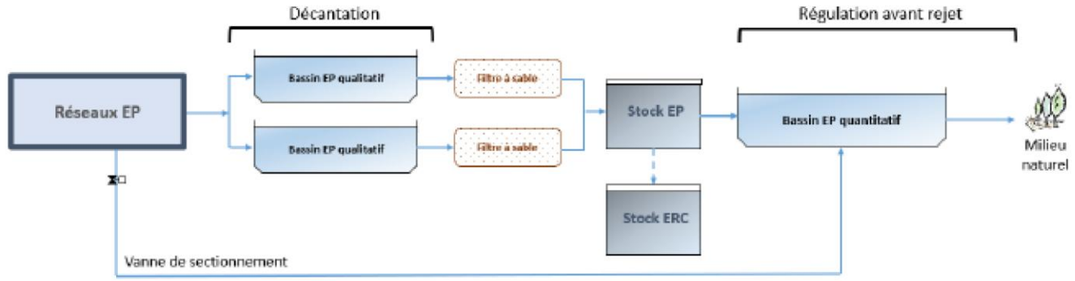


Figure 5-21 Localisation des ouvrages liés à la gestion des eaux pluviales en zone puits

En zones descenderie et puits, des dispositifs de traitement et d'abattement de la pollution des eaux pluviales sont mis en place (cf. Figure 5-22). Ils sont dimensionnés pour traiter la charge polluante issue du lessivage des voiries par un évènement pluvieux de 11 mm, correspondant au premier flot des eaux pluviales pour lequel la pollution est la plus forte, dans des bassins dénommés « qualitatifs ».

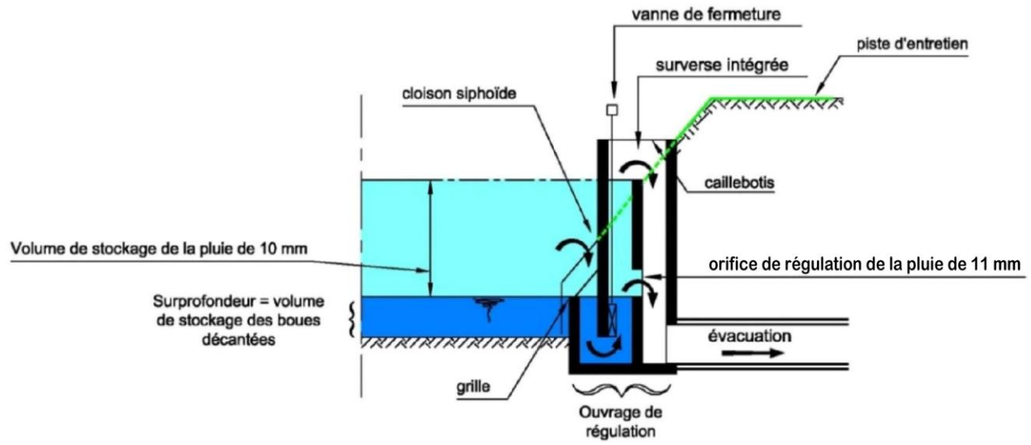
Les eaux pluviales de la liaison intersites et du terminal ferroviaire fret sont récupérées et traitées de la même manière que les eaux pluviales des zones descenderie et puits (traitements qualitatifs et quantitatifs). Les eaux de la liaison intersites sont réparties dans deux bassins différents du fait de la longueur importante de la voirie (cf. Figure 5-17).



CG-TE-D-MGE-CEGI-ESE-0000-21-0439-B

Figure 5-22 Schéma d'ensemble de la filière de traitement des eaux pluviales

En sortie des bassins qualitatifs, un ouvrage de régulation permet de gérer le trop-plein du bassin, les pollutions ainsi que le débit de sortie (le principe de l'ouvrage étant présenté en figure 5-23). Les eaux transitent ensuite dans une filière de traitement dédiée avant de rejoindre des bassins quantitatifs dimensionnés pour une pluie centennale. Le débit de fuite de ces bassins respecte le principe de non-aggravation des risques d'inondation décrit au chapitre 5.4.1.6 du présent volume. Les bassins qualitatifs comprennent aussi un dispositif pour assurer le confinement d'une éventuelle pollution accidentelle avant son traitement, mais également pour permettre les opérations de maintenance. Les eaux pluviales sont rejetées vers l'Orge, la Bureau et l'Ormançon.



CG-TE-D-MGE-CEGI-ESE-0000-21-0440-A

Figure 5-23 Ouvrage de régulation en sortie des bassins qualitatifs

Le dispositif de traitement des eaux pluviales évolue entre la phase d'aménagements préalables et les phases suivantes :

- **en phase d'aménagements préalables**

  La phase d'APR inclut les opérations de caractérisation géotechnique, hydrogéologique et d'archéologie qui peuvent être à l'origine de terrassements qui nécessiteraient la mise en œuvre d'un système de gestion des eaux pluviales (système décrit au chapitre 5.4.1 du présent volume). La première phase de terrassement sur les zones descenderie et puits débute par la réalisation de bassins temporaires positionnés en point bas au droit des exutoires naturels, avec un exutoire régulé réalisé au plus tôt, permettant de limiter l'incidence de cette activité de chantier. Si nécessaire, il est prévu un réseau de fossés provisoires déployé au cours de ces phases afin de garantir une collecte des eaux de chantier.

Les bassins de traitement provisoire mis en place sont dimensionnés pour une pluie décennale et concentrent les trois fonctions de traitement en un seul et unique bassin (pollution chronique, accidentelle, écrêtement hydraulique) (cf. Figure 5-24). Pour augmenter l'efficacité des bassins de décantation, un filtre leur est adjoint en aval ce qui permet d'une part de ralentir l'écoulement et d'autre part de retenir une partie des particules qui n'auraient pas pu décanter dans le bassin (filtre à paille, géogrille + cailloux, géogrille + géotextile, filtre coco, etc.).

Des fossés temporaires sont créés en pourtour des zones en travaux pour assurer l'écoulement des eaux des bassins versants naturels (zones non terrassées encore) vers les exutoires naturels, sans se mélanger aux eaux de chantier (cf. Figure 5-25).

Deux types de dispositifs de collecte sont prévus :

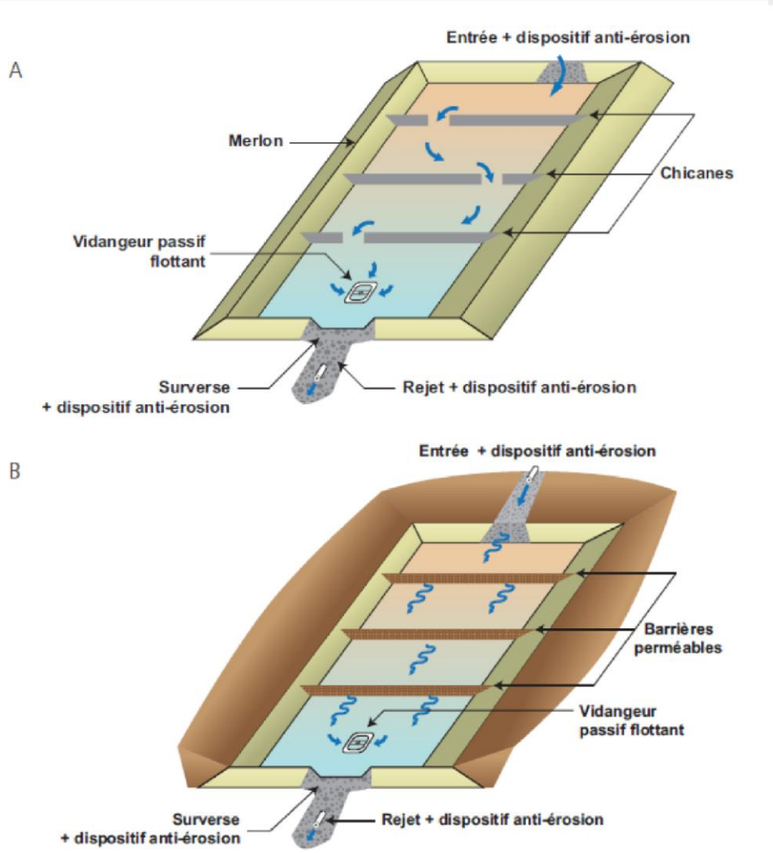
- ✓ les fossés dont le but est de collecter les eaux de chantier et uniquement celles-ci. Dans certains cas, des merlons peuvent être mis en place à la place de fossés pour orienter le ruissellement ;
- ✓ les fossés périphériques dont le but est de collecter les eaux des bassins versants naturels interceptés avant qu'elles ne rejoignent les zones de chantier. Dans certains cas, des merlons peuvent également être mis en œuvre à la place du fossé.

Selon le contexte, ces dispositifs de collecte font l'objet de quelques adaptations :

- ✓ en cas de forte pente ou de sols et sous-sols sensibles à l'érosion, ces fossés sont équipés de dispositifs de ralentissement des vitesses de ruissellement. Il s'agit, le plus souvent de zone de mouilles ou de blocs de pierre ;
- ✓ pour les merlons, une bonne pratique consiste à leur adjoindre des blocs pour éviter qu'ils ne soient abîmés par les engins de chantier.

Pour les petites surfaces (par exemple, les eaux d'une piste temporaire qui ne pourraient être dirigées vers un bassin provisoire), les ouvrages de collecte seront munis en extrémité de filtre à sable avant rejet au milieu naturel.

Les dispositifs définitifs d'assainissement des eaux collectées sur les zones d'intervention potentielle seront mis en fonctionnement avant la fin de la phase d'aménagements préalables.



CG-TE-D-MGE-CEGI-ESE-0000-21-0442-A

Figure 5-24 Schéma de principe d'un bassin de décantation hors sol (A) ou enterré (B)



CG-TE-D-MGE-CEGI-ESE-0000-21-0443-A

Figure 5-25 Exemples de fossé de collecte des eaux de chantier

- **En phase de construction initiale et par la suite**

Le dispositif de traitement définitif recueille les eaux pluviales collectées dans un bassin dit « qualitatif » *via* un réseau de canalisations enterrées. La totalité de ces réseaux fonctionnera de manière gravitaire. Ces bassins qualitatifs sont étanches et ont trois fonctions :

- ✓ traitement de la pollution chronique (eaux de lessivage des sols, matières en suspension) ;
- ✓ confinement de la pollution accidentelle (par exemple, déversement d'hydrocarbures) ;
- ✓ confinement des eaux d'extinction incendie.

a) Gestion de la pollution chronique

Le principe de la gestion de la **pollution chronique** des eaux de ruissellement est de traiter le premier flot d'eaux pluviales susceptible de collecter la majorité des polluants accumulés sur les surfaces imperméabilisées (eaux de lessivage des sols). Ces bassins qualitatifs sont dimensionnés pour accueillir les 11 premiers millimètres de pluie. À Cirfontaines-en-Ornois, cet abattement de la pollution est atteint pour une pluie de cumul de hauteur 11 mm, soit très proche de la pluie de période de retour Tr = 2 ans et de durée 15 minutes.

Ces bassins qualitatifs intègrent un « volume mort » situé entre le fond du bassin et le fil d'eau de l'orifice de fuite. Ce volume restera toujours en eau. Il permet la décantation des effluents entrants dans le bassin en augmentant leur temps de séjour et en réduisant la vitesse de l'eau. Il assure ainsi le traitement de la pollution chronique avant passage par des filtres à sable permettant la filtration des matières en suspension.

Ces bassins assurent un traitement des premières pluies, les plus chargées en pollution puisqu'elles lessivent les sols et emportent la majorité des polluants présents (hydrocarbures, matières en suspension, etc.).

La pollution accidentelle est traitée au chapitre 5.4.2.1.5 du présent volume.

b) Dimensionnement des bassins

Les eaux pluviales des zones puits et descenderie sont recueillies dans des bassins qualitatifs doublés, et dimensionnés à l'identique. Ce principe permet de **maintenir l'exploitation**, à savoir d'assurer notamment le traitement de la pollution chronique avant transfert des eaux vers le bassin quantitatif et cela malgré un confinement d'une pollution accidentelle ou des eaux d'extinction incendie par l'un des deux bassins.

Les marges de conception retenues actuellement permettent pour chaque bassin de reprendre soit deux épisodes de pollution chronique (2*11 mm) soit une pollution accidentelle ou la récupération des eaux incendie avec concomitance à une pluie de durée deux heures et de période de retour de deux ans. Ils ont une capacité globale de stockage de l'ordre de 20 000 m³ en zone descenderie et 10 000 m³ en zone puits.

Le bypass est également utilisé pour assurer les opérations d'entretien sur chaque bassin, de manière non concomitante et en période favorable (en dehors d'épisodes pluvieux importants).

Ces bassins qualitatifs sont en fonctionnement continu et sont, de fait, équipés de bypass, en amont et en aval, permettant d'isoler le bassin ayant piégé une pollution accidentelle ou des eaux d'extinction incendie.

Après passage dans les filtres à sable, les eaux collectées sont dirigées vers le bassin quantitatif pour un rejet régulé vers le milieu naturel.

Les bassins quantitatifs, permettent quant à eux, d'écrêter les pluies majeures (temps de retour 10 ans et 100 ans) comme des événements pluviométriques plus fréquents (temps de retour 2 ans et 5 ans) et ainsi assurer la non-aggravation des risques d'inondation.

Les principes de conception évoqués permettent bien de confiner une pollution accidentelle ou des eaux d'extinction incendie tout en permettant le traitement de la pollution chronique des eaux de ruissellement. Ces eaux traitées sont ensuite stockées vers des bassins quantitatifs dimensionnés de manière conséquente (pluie centennale) avant un rejet régulé vers le milieu naturel. De fait les pollutions chronique ou accidentelle des eaux de ruissellement ne seront pas, même ponctuellement, rejetées sans traitement directement dans le milieu naturel sans transiter préalablement par ces bassins.

Il est à noter que la lutte contre l'incendie est assurée par des ouvrages amont (réseaux, bornes incendies, réservoirs et pompes de distribution) et cela indépendamment des bassins de gestion des eaux pluviales.

5.4.2.1.3 Traitement de dépollution des eaux pluviales du centre de stockage Cigéo

La filière est composée de séparateurs hydrocarbures sur les emplacements les plus à risque (parkings, etc.) avant de rejoindre les bassins qualitatifs où une première décantation aura lieu pour retirer les matières en suspension (elles-mêmes composées de matière organique, de métaux et d'autres polluants). Enfin, le traitement sera complété par une filtration sur sable pour retirer la fraction particulaire résiduelle.

La filière de gestion des eaux pluviales sur l'aspect qualitatif est schématisée dans la figure 5-26.

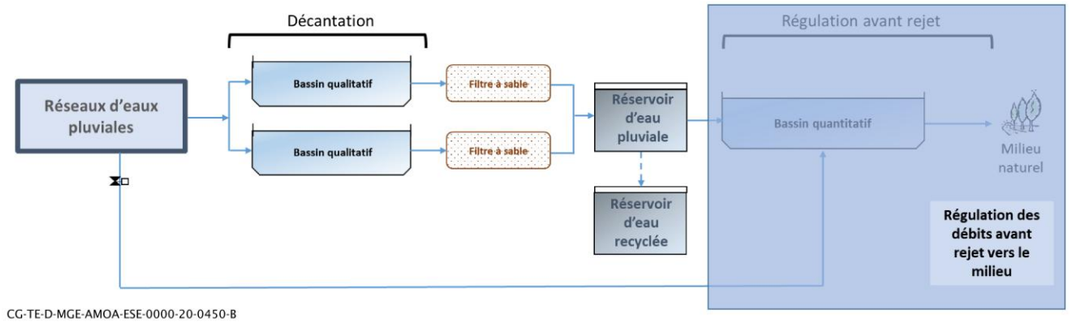


Figure 5-26 *Schéma illustratif de la filière de traitement qualitatif des eaux pluviales (à partir de la phase de construction initiale)*

Les eaux pluviales ruisselant sur la liaison intersites sont gérées qualitativement et quantitativement au moyen de deux bassins de collecte multifonctions dimensionnés pour la pluie décennale. Le rejet vers le milieu naturel se fait à débit régulé selon le même principe que ceux des zones descenderie et puits.

Les eaux pluviales ruisselant sur la plateforme ferroviaire de l'installation terminale embranchée sont gérées grâce à deux bassins de collecte multifonctions dimensionnés pour la pluie décennale au niveau du tracé neuf, conformément aux règles de l'art. Le rejet vers le milieu naturel se fait à débit régulé selon le même principe que ceux des zones descenderie et puits. Une réhabilitation du dispositif actuel de gestion des eaux pluviales est prévue pour la partie du tracé de l'installation terminale embranché reprenant la plateforme ferroviaire existante comme pour la plateforme logistique de Gondrecourt-le-Château (en attente de la définition technique des futures installations/activités implantées sur la plateforme logistique).

La séparation physique des boues (composées essentiellement de sable et de terre) interviendra dans les bassins qualitatifs. Ces derniers seront hydrocurés et les boues obtenues traitées dans une filière dédiée. La quantité produite est difficilement estimable puisque cela dépend fortement de la pluviométrie : plus une précipitation est intense, plus le lessivage sera important et donc la concentration en MES également. La filière de traitement et l'exutoire de ces boues sont également en cours d'étude, avec un approfondissement des filières de valorisation comme un traitement *in situ* du sable pour une réutilisation sur place en construction (remblai…). Autrement, elles pourront trouver un exutoire dans un centre de stockage de déchet (inerte ou non dangereux en fonction de leur qualité). Les hydrocarbures quant à eux seront récupérés en surface des bassins par hydrocurage et trouveront un exutoire dans un centre agréé comme pour un cas de pollution accidentelle (en centre d'incinération par exemple).

5.4.2.1.4 Rendement épuratoire « cible » de la filière de traitement du centre de stockage Cigéo

Les concentrations des eaux pluviales en entrée et cible en sortie de filière de traitement, au droit la zone descenderie et au droit de la zone puits sont présentées dans le tableau 5-16.

Tableau 5-16 *Tableau des concentrations (mg/l) des eaux pluviales (hors eaux de ruissellement des verses) en entrée et en sortie de filière de traitement*

Paramètres étudiés	Entrée de filière		Concentration « cible » en sortie de filière
	Zone descenderie	Zone puits	
DCO	160 mg/l	125 mg/l	30 mg/l
MES	235 mg/l	190 mg/l	35 mg/l
HCT	20 µg/l	40 µg/l	5 mg/l

Les rejets d'eaux pluviales font l'objet d'une régulation du débit en sortie de bassin.

Les concentrations en entrée de filière ont été estimées en fonction du trafic routier présent sur le site (différent entre les deux zones). Les concentrations en sortie des filières sont les valeurs cibles pour garantir le bon état chimique et écologique des cours d'eau (se référer au chapitre 5.5 du présent volume).

Les volumes d'eaux pluviales sont gérés grâce aux bassins quantitatifs dimensionnés pour la pluie centennale. Les débits de fuite sont présentés au chapitre 5.4.1.6 du présent volume.

Contrôle de la performance des dispositifs quantitatifs/qualitatifs de gestion des eaux pluviales

Cette mesure concerne les eaux souterraines et les eaux superficielles.

Les entreprises en charge des travaux ont l'obligation de s'assurer de la performance des dispositifs de gestion des eaux pluviales grâce :

- à plusieurs visites de terrain (notamment après des pluies abondantes ou une crue) ;
- à plusieurs contrôles de la qualité des eaux en amont et en aval du point de rejet (état chimique et écologique) dont la fréquence, conditions de mise en œuvre et les paramètres analysés respecteront les prescriptions des futures autorisations environnementales pour les travaux ;
- à plusieurs mesures de vérification du débit en sortie des bassins de stockage et de traitement des eaux.

Cette mesure s'applique à la fois pour les dispositifs temporaires que pour les dispositifs définitifs en fin de phase d'aménagements préalables.

Cette mesure de suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement.

La gestion des eaux pluviales de verses est présentée au chapitre 5.4.2.2 du présent volume.

5.4.2.1.5 Gestion de la pollution accidentelle et démarche en cas d'accident

a) Gestion d'une pollution accidentelle ou des eaux incendies

Quand une pollution survient en dehors des aires sensibles évoquées précédemment, le réseau de collecte des eaux pluviales étant imperméable, le flux de polluant aboutit intégralement à la filière de gestion des eaux pluviales.

Ces bassins qualitatifs doivent de fait également permettre le confinement **d'une pollution accidentelle ou des eaux d'extinction incendie**. Le dimensionnement correspondant consiste au stockage d'une pollution concomitante à une pluie de durée deux heures et de période de retour deux ans considéré comme scénario critique. Les eaux confinées sont ensuite pompées dans des camions-citernes et évacuées à l'extérieur du site pour dépollution par une filière de traitement spécifique.

b) Démarche entreprise en cas de constat d'incident ayant un impact sur l'environnement

Certaines activités de travaux ou activités liées au fonctionnement du centre de stockage Cigéo peuvent être sources de pollutions accidentelles. Des mesures organisationnelles et techniques sont mises en œuvre pour les ouvrages identifiés afin d'en supprimer ou d'en limiter autant que possible, et cela au plus proche de la source, le risque de pollution associé.

Il est à rappeler que les activités liées au fonctionnement du centre de stockage Cigéo respectent les principes suivants :

- l'implantation et l'agencement des aires sensibles (aires carburant, aires de lavage, aires de stationnement, aires de stockage de produits…) se font à l'écart des voiries. Ces aires sont étanches, adaptées à la nature des produits qu'elles contiennent et munies de système de rétention ou de collecte ;
- les eaux pluviales qui sont récupérées sur ces aires sont prétraitées localement à l'aide de séparateurs d'hydrocarbures. Elles sont instrumentées (type sondes et poires de niveaux, alarmes déportées, arrêt d'urgence).

Néanmoins, si un constat d'incident ayant provoqué une pollution des eaux superficielles ou souterraines était réalisé, les services de l'État compétents sont informés dans les plus brefs délais.

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 quantitatif et qualitatif des eaux superficielles et leur comparaison avec l'état initial.

Une analyse des conséquences sur la qualité des eaux superficielles et un possible transfert vers les nappes d'eau souterraines de l'incident est entreprise afin de déterminer le plan d'action nécessaire pour y remédier.

5.4.2.1.6 Principe de gestion des eaux pluviales pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage

a) Opération d'alimentation électrique

Quelle que soit la variante retenue, la réalisation d'un poste de transformation électrique, de par sa nature même, implique des contraintes fortes dans la conception du dispositif d'assainissement du site pour éviter une accumulation d'eau dans une zone électrique (risque d'électrocution).

Lors de son exploitation, le poste de transformation ne produit pas d'émission polluante susceptible d'être lessivée par les eaux de pluie et susceptible de se retrouver dans les eaux superficielles, puis à terme dans les nappes d'eau souterraines. Il est donc communément admis que les eaux de pluie arrivent « propres » au niveau du sol. Deux cas sont alors possibles :

- les eaux de pluie tombent soit sur un secteur imperméabilisé ne présentant pas de risque de pollution, soit sur une surface non imperméabilisée (matériaux concassés, gravillons…) : l'infiltration des eaux de pluie est réalisée *in situ*, *via* des puits d'infiltration, des tranchées drainantes ou par écoulement libre, sans collecte, ni récupération, ni traitement. La superficie de ce type de surface est de 4 ha sur les 6 ha du poste de transformation ;
- les eaux de pluie tombent sur un secteur imperméabilisé présentant un risque de pollution (eaux d'extinctions d'incendie, fuites d'huile, eaux en provenance des toitures des bâtiments techniques) : les eaux sont collectées et amenées vers une fosse étanche munie d'un séparateur/récupérateur d'huile (qui débouche sur une tranchée d'infiltration). La superficie du bâtiment technique est estimée à 0,1 ha et une superficie de voirie de l'ordre de 1,9 ha, soit une surface totale d'environ 2 ha.

Le système définitif d'assainissement du poste avec drainage et infiltration des eaux pluviales est réalisé dans l'enceinte du poste, au plus près des surfaces imperméabilisées. En aucun cas, les écoulements ne sont évacués vers les terrains jouxtant le poste.

Pour les postes électriques de livraison 90 kV de RTE au niveau des zones descenderie et zone puits, postes accolés avec le poste de transformation 90/20 kV sous maîtrise d'ouvrage Andra, les eaux pluviales sont reprises dans le dispositif d'assainissement de chacune des zones descenderie et puits (fossé de collecte, bassin de stockage et de traitement avant rejet dans le milieu naturel), car inclus dans le périmètre de la future installation nucléaire de base.

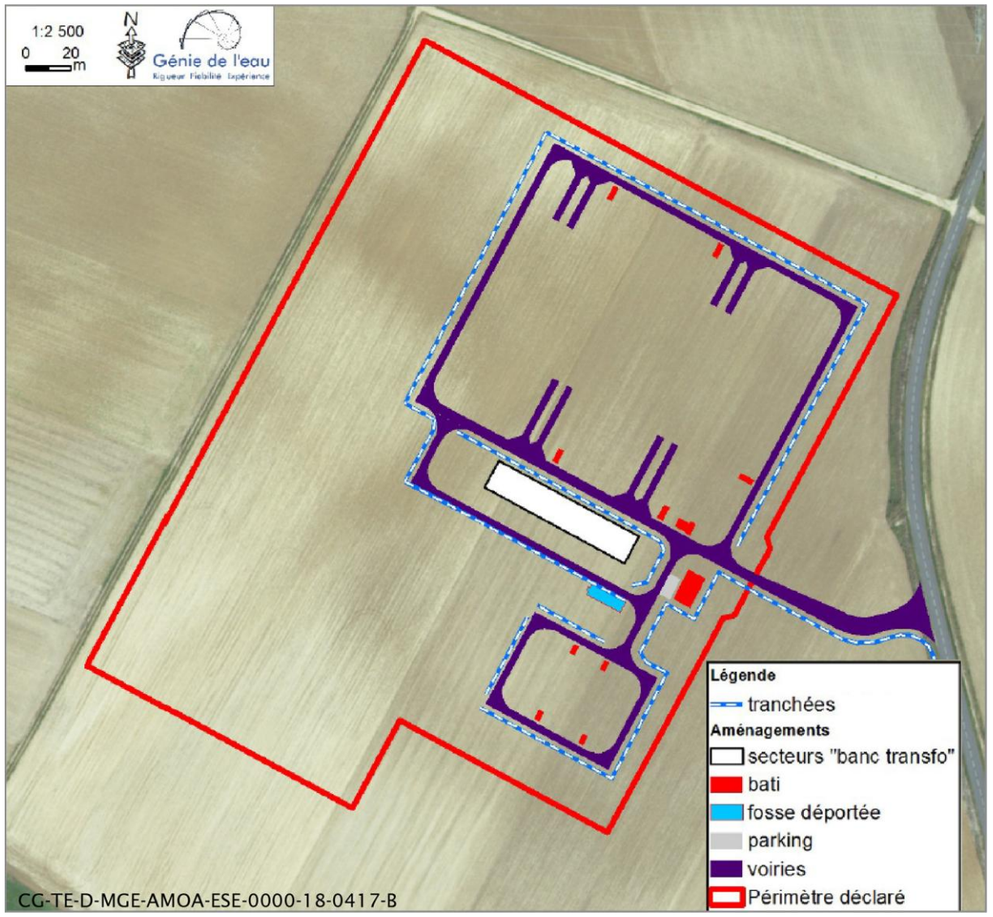


Figure 5-27 *Exemple d'aménagements de surface d'un poste électrique (hors équipements électriques) avec les ouvrages hydrauliques*

b) Opération d'adduction d'eau

Un dispositif de gestion des eaux est prévu pour les éventuels bâtiments techniques associés à l'opération d'adduction d'eau.

c) Mise à niveau de la ligne ferroviaire 027000

La ligne ferroviaire 027000 est une ligne à voie unique non électrifiée, exclusivement réservée au fret. Elle est exploitée avec une vitesse maximum de 40 $km.h^{-1}$, en voie unique à trafic restreint (VUTR) pour l'usage du centre de stockage Cigéo. Ce mode de fonctionnement implique la présence d'un seul train sur la ligne. La réfection du dispositif d'assainissement de la plateforme ferroviaire permet d'assumer les fonctionnalités suivantes :

- la collecte à l'amont de l'infrastructure des eaux des bassins versants amont, soit par des fossés dimensionnés pour les tronçons en déblai, soit par des buses dimensionnées pour les tronçons en remblai. Les eaux collectées sont évacuées vers le milieu naturel sans régulation, ni traitement ;
- la non-accumulation d'eaux pluviales en fond de vallon amont par mise en place de fossés de drainage latéraux à l'ouvrage en déblai ;
- la non-accumulation d'eaux pluviales au niveau des zones en déblais de la ligne ferroviaire par mise en place de buses sous ouvrage aux passages en remblai ;
- la collecte et l'évacuation des eaux pluviales grâce à des ouvrages dédiés (bassins…).

d) Déviation de la route départementale D60/960

La conception de la route départementale est réalisée selon les normes environnementales en vigueur. Les détails sur le dispositif d'assainissement seront présentés dans les versions actualisées de la présente étude d'impact en fonction de l'avancée de la conception de l'opération.

Cette mesure de réduction pour les eaux superficielles permet d'éviter les incidences qualitatives sur les eaux souterraines par transfert depuis les eaux superficielles.

Les incidences résiduelles sur la qualité des eaux sont présentées au chapitre 5.5.2 du présent volume.

5.4.2.1.7 Modalité de suivi

- **réseau de suivi des eaux superficielles**

  Un suivi des eaux superficielles est mis en place avec des stations de jaugeage des cours d'eau et des stations de suivi de la qualité des eaux superficielles. Le suivi sera conforme aux prescriptions des différentes autorisations environnementales préalables aux travaux en termes de localisation des points de suivi, de fréquences et de paramètres analysés.

  Ainsi, pour le centre de stockage Cigéo le suivi est centré sur la qualité de chaque cours d'eau dont les bassins versants sont recoupés avec :

  - ✓ la mise en place d'un réseau de suivi quantitatif (et qualitatif) des cours d'eau concernés par les travaux ;
  - ✓ l'information rapide des services de l'État compétents en cas de constat d'incident ayant un impact sur l'environnement ayant provoqué une pollution des eaux superficielles.

  Cette mesure de suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement ;

- **suivi hydromorphologique des cours d'eau**

  Un suivi hydromorphologique des cours d'eau concerné par des rejets ou la mise en place d'un ouvrage de franchissement hydraulique (temporaire ou définitif) du centre de stockage est mis en place.

  La définition du protocole de suivi (type de méthode utilisée, fréquence de suivi, cours d'eau concerné) sera menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demande d'autorisation environnementale préalablement au lancement des travaux.

  Cette mesure de suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement ;

- **entretien et maintenance des dispositifs de gestion des eaux**

  Les dispositifs de collecte et de traitement des eaux pluviales susceptibles d'être polluées (réseaux, débourbeurs, séparateurs d'hydrocarbures, bassins qualitatifs) font l'objet d'un entretien préventif et d'un contrôle régulier de leur état et de leur bon fonctionnement. Pour les débourbeurs séparateurs d'hydrocarbures, la fréquence est *a minima* une fois par an ou plus fréquemment si nécessaire (notamment si le volume des boues atteint la moitié du volume total de l'ouvrage de traitement). L'ensemble des opérations d'entretien et de contrôle effectuées est consigné sur un registre éventuellement informatisé et tenu à la disposition de l'administration. En complément, un suivi des incidents ayant entraîné l'arrêt des dispositifs de traitement (analyse des causes et mesures prises pour y remédier) est mis en place. Ce suivi est consigné sur un registre, éventuellement informatisé et tenu à la disposition de l'administration ;

- **surveillance du bon fonctionnement des obturateurs permettant l'isolement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et autres effluents**

  Les obturateurs permettant l'isolement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et des autres effluents de l'établissement par rapport à l'extérieur font l'objet d'un entretien préventif et d'un contrôle régulier de leur état et de leur bon fonctionnement. L'ensemble des opérations d'entretien et de contrôle effectuées est consigné sur un registre éventuellement informatisé et tenu à la disposition de l'administration. Ce suivi permet de garantir le bon fonctionnement des obturateurs et leur pérennité ;

- **suivi de la compatibilité des émissions liquides avec les exigences relatives à la règlementation IOTA**

  Une vérification initiale puis un suivi régulier de la compatibilité des rejets avec la qualité ou les objectifs de qualité des cours d'eau récepteurs sont mis en œuvre.

Dans le cadre du système de management environnemental intégré (SMI), un inventaire des flux d'effluents aqueux générés ainsi qu'un plan de surveillance environnemental sont mis en place et mis à jour régulièrement.

5.4.2.2 Mise en place d'un dispositif de traitement spécifique des eaux de ruissellement des verses

Mesure de réduction – R2.2q : mise en place d'un dispositif de traitement complémentaire des eaux de ruissellement des verses			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZD, ZP)	CI, F

5.4.2.2.1 Origine des eaux de verses

La mise en dépôt des verses se fait à partir d'une assise compactée faiblement perméable. La réalisation des verses se fera ensuite par ajouts successifs de couches d'argilites qui seront compactées et contrôlées. Une couverture végétalisée est installée au fur et à mesure afin de protéger l'argile excavée des intempéries et d'en limiter les eaux d'infiltration dans les verses. Ce stockage permettra de gérer les déblais de verses, y compris celles qui repartent en valorisation.

Du fait des principes constructifs retenus et du contrôle qualité associé, la percolation des eaux dans les verses sera très faible. De fait, l'incidence résiduelle sur la qualité des eaux souterraines associée au rejet des eaux de percolation des verses est non notable

La chimie des eaux contenues au sein des argilites (eaux porales naturelles, eaux de percolation…) dépend principalement de la nature et de la teneur en minéraux, des processus d'oxydo-réduction (notamment en présence ou non d'oxygène) et des processus de sorption[4] qui peuvent piéger des éléments chimiques en surface de certains minéraux. Les minéraux argileux, de par leur nature, peuvent ainsi incorporer et retenir à leur surface de nombreux éléments chimiques (cations alcalins et alcalino-terreux, métaux, terres rares…). Quant aux sulfures, ils contiennent souvent des éléments traces métalliques (As, Ni, Co, Pb, Zn, Cu, Cd, Mo…), de même que la matière organique (cf. Tableau 4.2 du volume III de l'étude d'impact).

[4] Phénomène physico-chimique au cours duquel une espèce chimique se concentre à la surface d'un solide (dans ce cadre des minéraux) conduisant à son immobilisation.

Différentes études réalisées à partir d'argilites excavées depuis le Laboratoire souterrain ont établi que lorsque les argilites sont exposées à l'atmosphère (*i.e.* En présence d'oxygène), notamment à la lixiviation par les eaux de pluie (Scholtus *et al.*, 2009 (5)), il se produit les processus géochimiques suivants :

- l'oxydation des sulfures et la dissolution partielle des carbonates dont le pouvoir tampon permet de neutraliser sur le long terme l'acidité produite par l'oxydation des sulfures : des expériences en laboratoire (Marty *et al.,* 2018 (6)) ont en effet montré que des phénomènes de drainage acide liés à l'oxydation des pyrites ne peuvent pas se produire dans les argilites du Callovo-Oxfordien grâce à la neutralisation du pH par les carbonates. Cela est confirmé par un suivi en dispositif d'essai en colonne sur le terrain toujours en cours depuis 2014 (Tremosa *et al.,* 2020 (7). L'oxydation des sulfures génère néanmoins de larges quantités de sulfates ;
- l'oxydation des pyrites et la minéralisation de la matière organique peuvent libérer les éléments traces métalliques qu'ils contiennent ;
- il a été montré que les concentrations des éléments métalliques dans les eaux sont limitées, ces éléments étant rapidement réabsorbés sur les minéraux secondaires formés (oxyhydroxydes) (Tremosa *et al.,* 2020).

Les matériaux mis en verses peuvent générer quelques composés indésirables comme certains métaux, comme identifié sur des essais laboratoires et dont la caractérisation est présente au chapitre 5.4.2.2.4 du présent volume**.** Ce sont principalement les quantités de sulfates et de matières en suspension ainsi que quelques espèces ioniques cumulées (conductivité) dans les eaux de ruissellement et de percolation issues des verses qui sont prises en compte et font l'objet d'attention vis-à-vis d'incidences possibles sur les milieux aquatiques.

Ainsi, ces eaux sont chargées en fonction de la composition du sol dans lequel les eaux percolent.

5.4.2.2.2 Gestion des eaux de verses

Les eaux pluviales ruisselant sur les verses de la zone puits font l'objet d'une gestion spécifique compte tenu de leur charge polluante différente des eaux pluviales présentées ci-avant. Elles sont collectées par un fossé étanche et dirigées vers des bassins qualitatifs. Elles transitent ensuite vers un bâtiment technique pour un traitement spécifique, puis sont transférées vers des bassins quantitatifs dimensionnés pour la pluie centennale avant leur rejet par des ouvrages de diffusion vers l'Ormançon.

Les principes retenus, à ce stade, pour le traitement de l'eau de ruissellement des verses sont les suivants :

- les eaux pluviales brutes issues des verses ruissellent vers un fossé de collecte. Le premier flot des eaux pluviales, le plus pollué, se déverse vers des bassins à vocation de traitement qualitatif. Après décantation primaire, ces eaux sont dirigées vers une filière de traitement puis « rejetées » à un débit de fuite relativement faible (*a priori* 10 l/s à 20 l/s) en direction du bassin quantitatif. Il est à noter qu'au-delà du traitement de la pollution chronique décrit ci-avant, ces bassins qualitatifs sont également destinés à recueillir une pollution accidentelle par temps sec ;
- en cas de remplissage complet de la filière de bassins qualitatifs, les eaux brutes entrantes s'écoulent en direction du bassin quantitatif ;
- le bassin quantitatif, dimensionné pour une pluie centennale, remplit la fonction d'écrêtement hydraulique. Deux orifices permettent un débit de fuite de 3 L/s/ha (pour une pluie d'entrée décennale) et un débit de fuite maximal de 6 L/s/ha (pour une pluie d'entrée centennale) ;
- les ouvrages qualitatifs et quantitatifs seront munis d'équipements utiles à la mise en œuvre d'un programme périodique d'entretien (échelons, piste et rampes d'accès) ;
- à l'issue de chaque phase, il est prévu une restitution des zones de verses recouvertes et végétalisées à l'écoulement « naturel », ce qui signifie que les eaux collectées sur ses zones ne seront plus traitées par la filière de rejet.

Les objectifs de traitement, tant pour les phases de construction initiale que de fonctionnement du centre de stockage Cigéo, visent à obtenir une qualité d'eaux rejetées compatible avec le bon état chimique et écologique des eaux superficielles.

5.4.2.2.3 Traitement des eaux de verses

La filière est composée de prétraitements (décantation avec coagulation/floculation, filtres 5 microns et 10 microns), puis affinage par la mise en place d'une osmose inverse basse pression (nanofiltration).

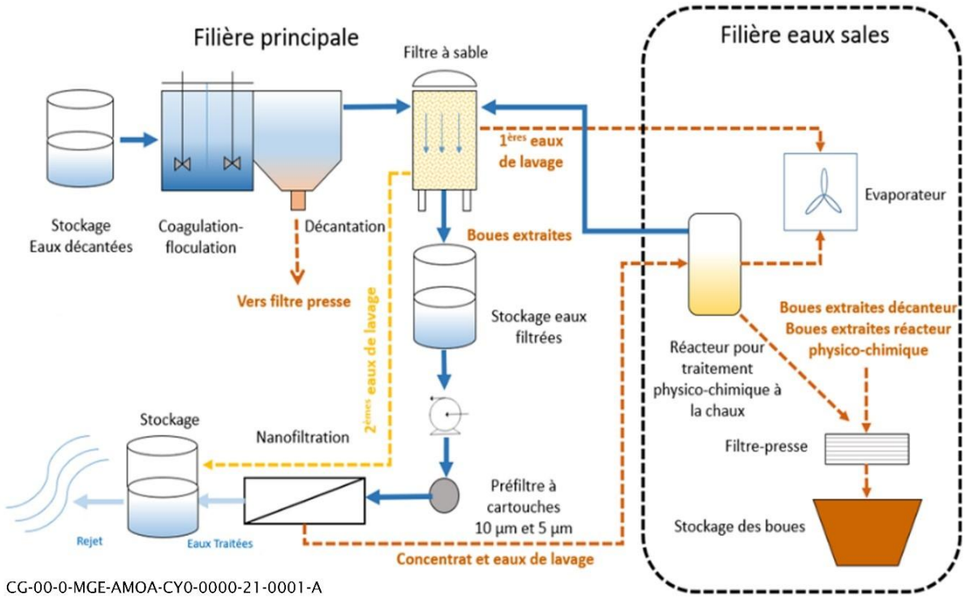


Figure 5-28 Schéma illustratif de la filière de traitement qualitatif des eaux de ruissellement des verses

Les boues produites dans cette filière de traitement seront essentiellement minérales et seront donc considérées comme des déchets ultimes et destinées à rejoindre une installation de stockage. La qualité de ces boues sera suivie régulièrement de manière à optimiser le fonctionnement de la filière et assurer un respect des critères d'acceptabilité.

Comme pour les boues des eaux pluviales, la quantité de boues issues des verses est très dépendante de la pluviométrie ce qui les rend difficilement quantifiables.

De plus, dans le but de limiter le départ de fines dans les eaux pluviales, plusieurs expérimentations sont prévues sur le comportement du dépôt d'argilites présent sur le Laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne. L'une d'elles traite des eaux de ruissellement des verses en se plaçant dans des conditions proches de la mise en œuvre des verses telles que conçues du centre de stockage Cigéo. Les objectifs de cette expérimentation sont les suivants :

- consolider la filière de traitement des eaux de ruissellement des verses ;
- définir les modalités et/ou les contraintes de montage des verses en adéquation avec la filière de traitement des eaux de ruissellement en limitant au maximum le lessivage ;
- valoriser si possible les boues issues des bassins qualitatifs (la majorité des particules lessivées y sera récupérée) en les réutilisant sur les stocks de verses.

Hors valorisation *in situ*, ces boues rejoindront des filières conventionnelles d'élimination comme les installations de stockage de déchets (inertes ou non dangereux) du fait de leur composition majoritairement minérale.

5.4.2.2.4 Rendement épuratoire « cible » de la filière de traitement

Les compositions chimiques estimées des eaux pluviales issues du ruissellement des verses en entrée de filière et cible en sortie de filière de traitement sont présentées dans le tableau 5-17. Les concentrations estimées en entrée de filière sont issues d'essais pilotes effectués en laboratoire à partir de prélèvements d'argilites du centre de Meuse/Haute-Marne. Ces expérimentations sont détaillées au chapitre 5.2.2.4 du volume VII de la présente étude d'impact.

La qualité des eaux en sortie de traitement est détaillée au chapitre 5.5.2 du présent volume.

Tableau 5-17 Tableau des concentrations estimées (mg/l) des eaux pluviales de verses en entrée et en sortie de filière de traitement sur la zone puits

Paramètres étudiés	Eaux de verses		Rendement minimum attendu*
	Concentration estimée en entrée de filière	Concentration cible en sortie de filière	
DCO	81 mg/l	30 mg/l	>63 %
MES	1 900 mg/l	35 mg/l	>98 %
Cu	10 µg/l	1 µg/l	>90 %
Pb	24 µg/l	1,2 µg/l	>95 %
Zn	170 µg/l	7,8 µg/l	>95 %
HCT	100 µg/l	1 000 µg/l	-
Cd	0,08 µg/l	0,25 µg/l	-
Al	61 mg/l	0,1 mg/l	>99 %
Sulfate	2 000 mg/l	250 mg/l	>88 %
Fe	52 mg/l	0,1 mg/l	>99 %
COT	1 mg/l	7 mg/l	-
DBO_5	1 mg/l	6 mg/l	-
NO_3^-	2 mg/l	50 mg/l	-
NH_4^+	0,5 mg/l	0,5 mg/l	0 %
NO_2^-	0,2 mg/l	0,3 mg/l	-
P_{tot}	1 mg/l	0,2 mg/l	>83 %
As	20 µg/l	0,83 µg/l	>96 %
Benzo(a)pyrène	<0,005 µg/l	0,001 µg/l	-
Cr	95 µg/l	3,4 µg/l	>96 %
Hg	<0,005 µg/l	0,07 µg/l	-
Ni	83 µg/l	4 µg/l	>95 %
Se	2 µg/l	10 µg/l	-
Uranium	1,7 µg/l	30,0 µg/l	-

5.4.2.2.5 Modalité de suivi

- **réseau de suivi des eaux superficielles**

  Un suivi des eaux superficielles est mis en place avec des stations de jaugeage des cours d'eau et des stations de suivi de la qualité des eaux superficielles. Le suivi sera conforme aux prescriptions des différentes autorisations environnementales préalables aux travaux en termes de localisation des points de suivi, de fréquences et de paramètres analysés.

  Ainsi, pour le centre de stockage Cigéo le suivi est centré sur la qualité de chaque cours d'eau dont les bassins versants sont recoupés avec :

  - ✓ la mise en place d'un réseau de suivi quantitatif (et qualitatif) des cours d'eau concernés par les travaux ;
  - ✓ l'information rapide des services de l'État compétents en cas de constat d'incident ayant un impact sur l'environnement ayant provoqué une pollution des eaux superficielles.

  Cette mesure de suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement.

- **suivi hydromorphologique des cours d'eau**

  Un suivi hydromorphologique des cours d'eau concerné par des rejets ou la mise en place d'un ouvrage de franchissement hydraulique (temporaire ou définitif) du centre de stockage est mis en place.

  La définition du protocole de suivi (type de méthode utilisée, fréquence de suivi, cours d'eau concerné) sera menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demande d'autorisation environnementale préalablement au lancement des travaux.

  Cette mesure de suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement ;

- **entretien et maintenance des dispositifs de gestion des eaux**

  Les dispositifs de collecte et de traitement des eaux de ruissellement des verses susceptibles d'être polluées (réseaux, filière spécifique de traitement, bassins) font l'objet d'un entretien préventif et d'un contrôle régulier de leur état et de leur bon fonctionnement. L'ensemble des opérations d'entretien et de contrôle effectuées est consigné sur un registre éventuellement informatisé et tenu à la disposition de l'administration. En complément, un suivi des incidents ayant entraîné l'arrêt des dispositifs de traitement (analyse des causes et mesures prises pour y remédier) est mis en place. Ce suivi est consigné sur un registre, éventuellement informatisé et tenu à la disposition de l'administration ;

- **surveillance du bon fonctionnement des obturateurs permettant l'isolement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et autres effluents**

  Les obturateurs permettant l'isolement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et des autres effluents de l'établissement par rapport à l'extérieur font l'objet d'un entretien préventif et d'un contrôle régulier de leur état et de leur bon fonctionnement. L'ensemble des opérations d'entretien et de contrôle effectuées est consigné sur un registre éventuellement informatisé et tenu à la disposition de l'administration. Ce suivi permet de garantir le bon fonctionnement des obturateurs et leur pérennité ;

- **suivi de la compatibilité des émissions liquides avec les exigences relatives à la réglementation IOTA**

  Une vérification initiale puis un suivi régulier de la compatibilité des rejets avec la qualité ou les objectifs de qualité des cours d'eau récepteurs sont mis en œuvre.

Dans le cadre du système de management environnemental intégré (SMI), un inventaire des flux d'effluents aqueux générés ainsi qu'un plan de surveillance environnemental sont mis en place et mis à jour régulièrement.

5.4.2.3 Mise en place d'une gestion des eaux industrielles et des eaux usées selon les principes de l'assainissement collectif (et non collectif pour les eaux usées durant la phase d'aménagements préalables)

Mesure de réduction – R2.2z : Mise en place d'une gestion des eaux industrielles et des eaux usées selon les principes de l'assainissement collectif (et non collectif pour les eaux usées durant la phase d'aménagements préalables)

Facteur(s) environnemental(aux)	MOA(s)	Opération(s)	Phase(s)
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZP, ZD, ZIOS, LIS, ITE)	APR, CI, F
	RTE	Alimentation électrique	APR, CI
	SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau	
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

5.4.2.3.1 Origines des eaux usées et industrielles

Les eaux usées, comprennent les eaux-vannes (WC), les eaux grises (douches, lavabos, cuisine…) et les eaux industrielles de surface.

Leurs caractéristiques et leurs dimensionnements sont fonction du nombre de personnes présentes sur le chantier mais aussi des prescriptions du règlement sanitaire du département concerné ou des prescriptions définies dans le document d'urbanisme en vigueur sur le site.

Les principales pollutions liées à ces effluents sont l'apport de matière organique, azotée et phosphorée. Le risque d'une contamination bactériologique est également présent et doit être traité.

5.4.2.3.2 Gestion des eaux usées et industrielles

- Pour la phase d'aménagements préalables, le raccordement au réseau public des eaux usées n'est pas possible au droit du centre de stockage Cigéo, et il en est de même pour les autres phases et opérations du projet global Cigéo.

  Les eaux usées générées par les installations de chantier font donc l'objet d'un traitement par des ouvrages d'assainissement non collectif (ANC) temporaires. Il peut s'agir de dispositifs de traitement *in situ* avec une infiltration dans le sol ou bien des fosses toutes eaux pour assurer leur stockage avant pompage pour être traitées par une société spécialisée.

  Le dispositif avant mise en service fait l'objet d'un accord technique et d'une vérification sur site par le service public d'assainissement non collectif (SPANC). Ce dernier est un service public de l'État qui contrôle la bonne exécution des dispositifs d'assainissement non collectif et qui s'assure qu'ils sont conformes au cours de leur exploitation. Les contrôles font l'objet d'un certificat de conformité.

  Pour les zones de chantier éloignées des bases vie, des sanitaires chimiques de chantier sont mis en place. Le rejet d'eaux usées non traitées est interdit. Cette mesure de réduction est valable pour toutes les opérations du projet global Cigéo.

» LES OBJECTIFS DE L'ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF

Les trois principaux objectifs de l'assainissement non collectif sont de :

- prévenir tout risque sanitaire ;
- limiter l'impact du rejet sur l'environnement ;
- protéger les ressources en eau.

L'assainissement non collectif est soumis à une réglementation précise. Il est notamment géré par le SPANC qui est chargé de son contrôle.

- Pour les phases construction initiale et de fonctionnement :

Les stations d'épuration sont construites pour être fonctionnelles dès le début de la phase de construction initiale. Le traitement des eaux usées est ainsi possible *via* les stations d'épuration pour la phase de construction initiale et la phase de fonctionnement.

Seuls quelques points isolés comme les postes de garde ne sont pas connectés aux stations d'épuration mises en place sur les installations de surface :

- ✓ pour la zone descenderie, il s'agit des sanitaires des postes de garde de l'entrée ferroviaire et de la route départementale D60/960, ainsi que le bâtiment du terminal fret ferroviaire ;
- ✓ pour la zone puits, il s'agit des sanitaires présents au niveau des deux postes de garde ;
- ✓ en phase fonctionnement, il s'agit des postes de garde ferroviaire et du bâtiment du terminal fret ferroviaire en zone descenderie.

Pour ces cas particuliers, les dispositions décrites pour la phase d'aménagement préalable s'appliquent.

La plateforme logistique de Gondrecourt-le-Château comprend actuellement un dispositif d'assainissement des eaux usées (fosse de 6 m³ régulièrement vidangée qui est conservée en l'état, mais pourra être adaptée au cours du temps en fonction des besoins).

Dans l'attente du positionnement définitif des autres opérations du projet global Cigéo et si la solution de raccordement avec le réseau public d'eaux usées n'est pas envisageable, il est prévu que les eaux usées générées fassent l'objet d'un traitement par des ouvrages d'assainissement non collectif (ANC) dont l'objectif est de respecter les normes de qualité environnementale des masses d'eau superficielles. Leurs caractéristiques et leurs dimensionnements sont fonction du nombre de personnes présentes dans les bâtiments techniques mais aussi des prescriptions du règlement sanitaire du département concerné ou des prescriptions définies dans le document d'urbanisme en vigueur sur le site.

En dehors de ces cas particuliers, les eaux usées sont collectées pour rejoindre les stations d'épuration respectives de la zone descenderie ou de la zone puits au sein desquelles elles sont traitées (cf. Figure 5-29 et figure 5-30).



Figure 5-29 Localisation de la station de traitement des eaux usées de la zone descenderie

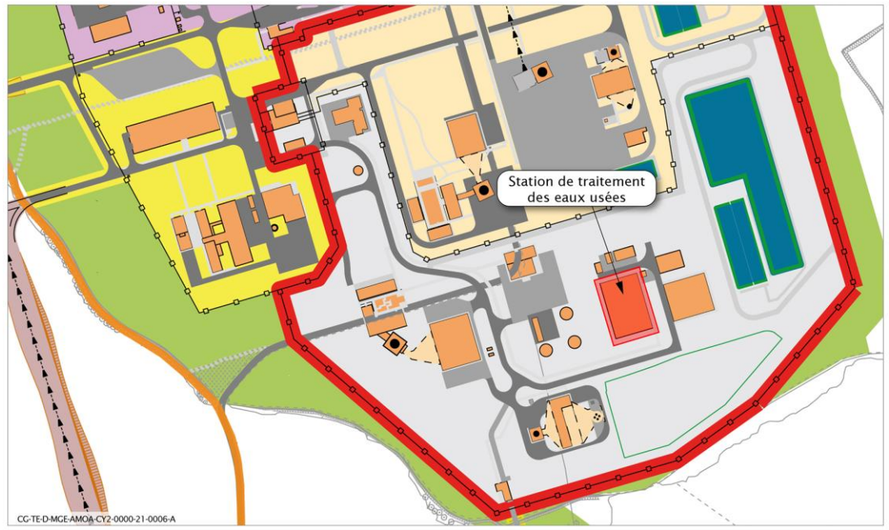


Figure 5-30 Localisation de la station de traitement des eaux usées de la zone puits

Les stations d'épuration des zones descenderie et puits sont dimensionnées en prévision de la charge hydraulique de pointe à traiter au cours de chacune des phases de construction initiale et de fonctionnement du centre de stockage Cigéo. Pour chaque zone, il est prévu une station d'épuration pour le traitement des eaux usées de surface globale au sol d'environ 1 600 m² pour la zone descenderie et 800 m² pour la zone puits. Les stations d'épuration mises en place correspondent à une chaîne de traitement pour environ 1 700 équivalents/habitants pour la zone descenderie et environ 675 équivalent-habitant pour la zone puits.

Au stade actuel des études de conception, la filière de traitement des eaux usées et des eaux industrielles de surface envisagée :

- peut s'adapter aux variations de charge ;
- a des performances épuratoires compatibles avec une réutilisation de l'eau traitée en tant qu'eau industrielle ;
- permet un rejet adapté aux spécificités locales des milieux récepteurs.

Les traitements mis en œuvre permettent la réutilisation des eaux ou leur rejet régulé dans le milieu extérieur après contrôle (respect des critères du bon état chimique et du bon état écologique de l'eau rejetée). Par conséquent après traitement, ces eaux sont majoritairement stockées pour réutilisation interne au centre de stockage Cigéo. Le recyclage des eaux permet de limiter les rejets vers le milieu naturel et de réduire le risque de pollution associé. Cette partie est présentée au chapitre 5.4.3.2 du présent volume.

En cas de surplus d'eaux épurées stockées dans les réservoirs, le trop-plein est rejeté au milieu naturel, vers la Bureau en zone descenderie et vers l'Ormançon en zone puits.

5.4.2.3.3 Traitement des eaux usées et industrielles

La filière se compose de trois niveaux de traitement pour permettre une épuration optimale (cf. Figure 5-31) :

- un traitement primaire : prétraitements des eaux brutes permettant la récupération mécanique des éléments les plus accessibles, avec :
  - ✓ un dégrilleur automatique, complété par un dégrilleur manuel en cas de colmatage au niveau de l'arrivée dans le poste de refoulement, mis en place sur la canalisation d'arrivée des effluents afin de protéger les pompes du poste de refoulement et la filière en aval ;
  - ✓ un poste de refoulement enterré accessible depuis un regard de visite, permettant l'alimentation de la filière de traitement ;
  - ✓ un tamis rotatif ;
  - ✓ un ajout de chlorure ferrique sur l'effluent afin de permettre le traitement du phosphore.
- un traitement secondaire :
  - ✓ traitement biologique par disques biologiques capotés en version semi-enterrée (pas d'installation en bâtiment), couplés avec un lit de clarification – et un séchage des boues plantées de roseaux (LCSPR) sur une grande partie de la surface allouée à la station d'épuration ;
  - ✓ une bâche de stockage des eaux en sortie de la filière secondaire permet l'alimentation de la filière tertiaire en souterrain dans le bâtiment, avec accès par trappe de visite.
- un traitement tertiaire en bâtiment : filtration *via* un système de charbon actif (filtre CAG : charbon actif en grains), ultrafiltration membranaire et chloration. En aval de l'ultrafiltration, une membrane de nanofiltration (osmose inverse basse pression) complète le traitement tertiaire afin de garantir l'enlèvement des nitrates en toute saison.

Les eaux présentant un risque de pollution par des huiles ou des graisses (atelier mécanique et/ou de maintenance) seront prétraitées localement par un déshuileur.

Il est à noter qu'indépendamment des stations d'épuration décrites, les centrales à béton nécessaires à la construction des ouvrages seront munies de système de recyclage de leurs eaux de laitance (neutralisation du pH et décantation des matières en suspension).

Le procédé technique de traitement des effluents liquides conventionnels est adapté à la fois à la qualité des eaux collectées et à la compatibilité des rejets du centre de stockage Cigéo avec les critères de bon état écologique et chimique des eaux superficielles et des eaux souterraines par transfert. Les normes de qualité à respecter pour la réutilisation des eaux, moins contraignantes, seront donc également respectées.

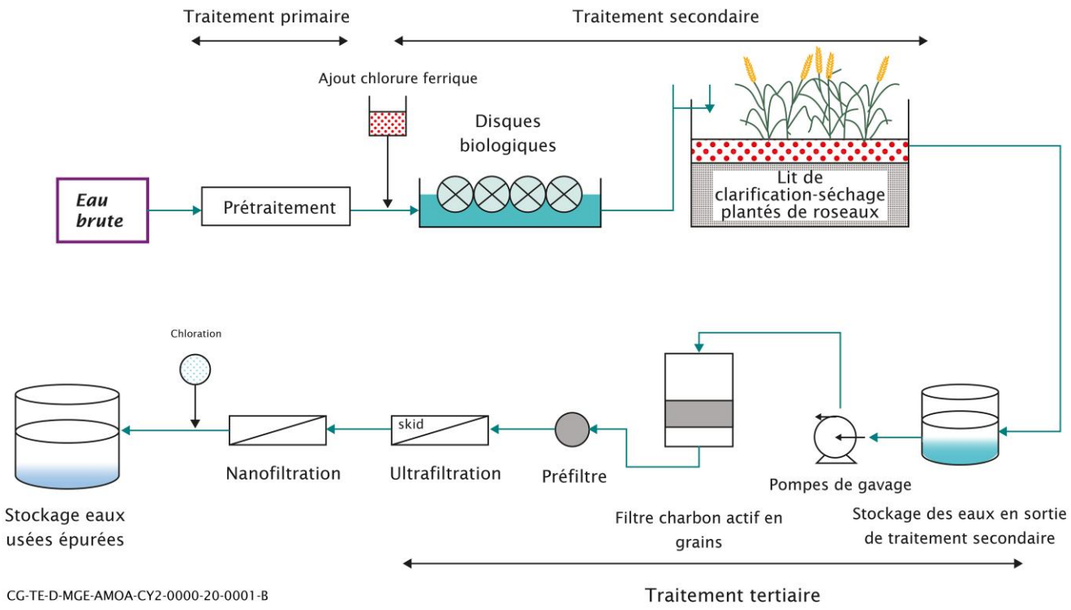


Figure 5-31 *Schéma illustratif de la filière de traitement qualitatif des eaux usées et industrielles*

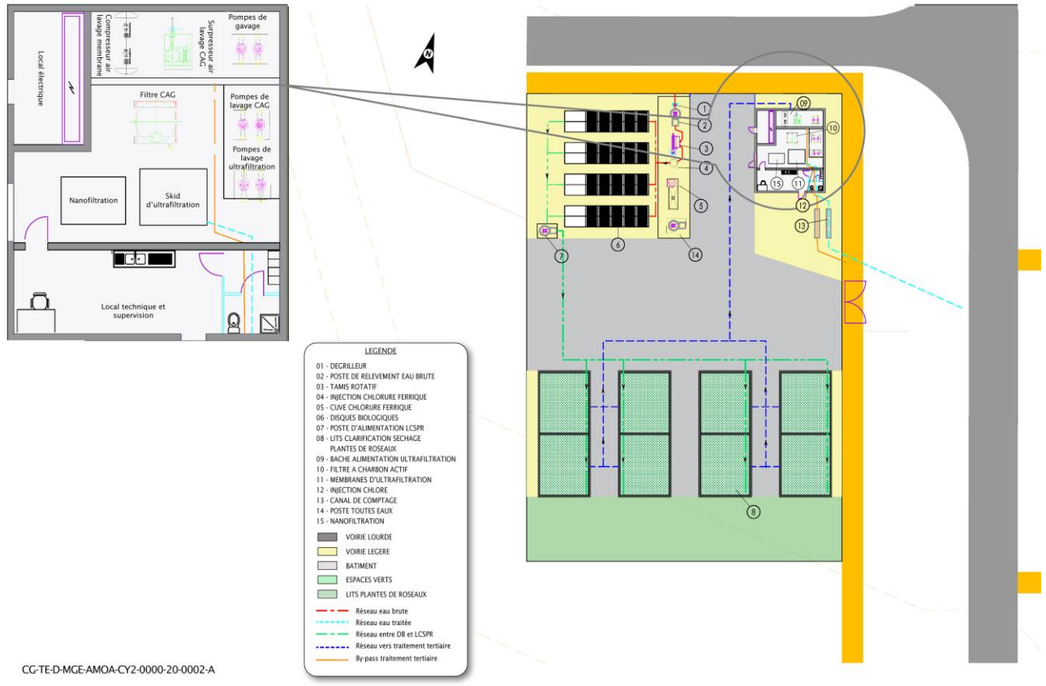


Figure 5-32 *Station de traitement des eaux usées – vue en plan type (zone descenderie et zone puits)*

Pour la gestion des boues des stations d'épuration, la mise en œuvre de lits de clarification – séchage est actuellement à l'étude. Ces « lits » plantés de roseaux, permettent de réaliser de manière concomitante la clarification des eaux et le stockage, le séchage et la minéralisation des boues.

CONTENU DES BOUES DES STATIONS D'ÉPURATION :

- particules minérales (argiles, carbonates, silicates, phosphates, etc.) ;
- débris organiques grossiers ;
- biomasse morte (résidus de cellules bactériennes, résidus d'algues, etc.) ;
- polymères organiques issus de l'activité de la biomasse ;
- germes pathogènes fécaux ;
- constituants minéraux et organiques solubles (Éléments Traces Métalliques (ETM)) ;
- composés traces organiques (CTO) ;
- micro-organismes pathogènes ;
- composés pharmaceutiques ;
- eau résiduelle.

Les macrodéchets (refus de prétraitements) seront quant à eux compactés et envoyés en installation de stockage en tant que déchets domestiques.

Les boues sont par la suite, soit valorisées en amendement agricole selon le plan d'épandage préalablement défini si leur qualité le permet, soit déposées dans un centre de compostage selon la réglementation en vigueur et l'obtention des autorisations nécessaires. Le suivi de ces dernières sera rigoureux et régulier de manière à choisir l'exutoire le plus adapté. La production annuelle de boues serait de l'ordre de :

- pour la zone descenderie :
  - ✓ 260 tonnes par an en phase de construction initiale ;
  - ✓ 70 tonnes par an en phase fonctionnement.
- pour la zone puits :
  - ✓ 85 tonnes par an en phase de construction initiale ;
  - ✓ 54 tonnes par an en phase fonctionnement.

La méthode de calcul est présentée au chapitre 5.2.2 du volume VII de la présente étude d'impact.

Ces tonnages sont calculés sur une base de 20 % de siccité (taux de concentration en matière sèche), valeur conventionnelle pour un traitement sur filtre planté de roseaux. Ces volumes de boues correspondent à environ une benne évacuée par mois en exploitation et trois bennes par mois en construction initiale (pour des bennes de 12 m³), Ces déchets pourront trouver un exutoire en valorisation agricole en fonction de leur qualité agronomique et d'un plan d'épandage précis, ou encore en centre de compostage dans la région. À noter que les filtres plantés de roseaux sont curés une première fois au bout de quatre à cinq ans puis tous les deux à trois ans. Ces quantités annuelles présentées ci-dessus seront donc regroupées sur une seule période.

5.4.2.3.4 Rendement épuratoire de la filière de traitement

Les concentrations estimées des eaux usées et des eaux industrielles de surface en entrée et en sortie de filière de traitement, pour la zone descenderie et la zone puits sont présentées dans le tableau 5-18 tableau des

concentrations des eaux usées et industrielles de surface en entrée et en sortie de filière de traitement pour la zone descenderie et la zone puits (3).

La qualité des eaux en sortie de traitement est détaillée au chapitre 5.5.2 du présent volume. Le détail des concentrations en entrée de filière est donné au chapitre 5.2.2.4 du volume VII de la présente étude d'impact.

Tableau 5-18 Tableau des concentrations des eaux usées et industrielles de surface en entrée et en sortie de filière de traitement pour la zone descenderie et la zone puits (3)

Paramètres étudiés	Eaux usées et industrielles		Rendement épuratoire minimum attendu
	Concentration estimée en entrée de filière	Concentration cible maximale en sortie de filière	
DBO_5	400 mg/l	6 mg/l	99 %
DCO	1 000 mg/l	30 mg/l	97 %
MES	600 mg/l	35 mg/l	94 %
NTK	150 mg/l	2 mg/l	99 %
NO_3^-	133 mg/l	50 mg/l	62 %
NO_2^-	NC*	0,3 mg/l	-
Ptot	15 mg/l	0,2 mg/l	99 %
PO_4^{3-}	37 mg/l	0,5 mg/l	99 %
Chrome	0,05 mg/l	0,0034 mg/l	93 %
HCT	<0,1 mg/l	1 mg/l	-
Coliformes totaux	10^9 UFC/100 ml	500 UFC/100 ml	7 log
Coliformes fécaux	10^8 UFC/100 ml	Les coliformes totaux serviront de témoin de contamination et de mesure d'efficacité des traitements. Les traitements en place ne sont pas sélectifs et seront efficaces sur toute la flore bactérienne.	
Kystes et oocysres de protozoaires	10^4 kystes/100 ml		
Virus	10^5 virus/100 ml		

** Polluant susceptible d'être créé dans la filière de traitement biologique. Il n'est pas présent dans les effluents bruts*

Les objectifs de l'ensemble des phases de traitement des eaux usées visent ainsi à obtenir une compatibilité des rejets du centre de stockage Cigéo avec les critères de bon état chimique et écologique des eaux superficielles. Les objectifs d'état des masses d'eau définis dans les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux sont présentés au chapitre 5.3.6.1 du volume III de la présente étude d'impact.

Les incidences résiduelles sur la qualité des eaux et les flux de pollution engendrés par les eaux usées et industrielles traitées sont présentés au chapitre 5.5.2 du présent volume.

5.4.2.3.5 Modalité de suivi

- **contrôle de la performance des dispositifs de traitement des eaux usées**

  L'assainissement non collectif est soumis à une réglementation précise. Il est notamment géré par le SPANC qui est chargé de son contrôle. Les opérations de maintenance et de suivi imposés par la réglementation en vigueur sont mises en œuvre.

  Cette mesure de suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement ;

- **suivi hydromorphologique des cours eaux**

  Un suivi hydromorphologique des cours d'eau concerné par des rejets ou la mise en place d'un ouvrage de franchissement hydraulique (temporaire ou définitif) du centre de stockage est mis en place.

  La définition du protocole de suivi (type de méthode utilisée, fréquence de suivi, cours d'eau concerné) sera menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demande d'autorisation environnementale préalablement au lancement des travaux.

  Cette mesure de suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement ;

- **entretien et maintenance des dispositifs de gestion des eaux**

  Les dispositifs de collecte et de traitement des eaux usées d'origine sanitaire et des eaux industrielles de surface (réseaux et stations d'épuration) font l'objet d'un entretien préventif et d'un contrôle régulier de leur état et de leur bon fonctionnement. Une mesure périodique des principaux paramètres permettant de s'assurer de la bonne marche des dispositifs de traitement, et si besoin en continu avec asservissement à une alarme, est mise en place. L'ensemble des opérations d'entretien et de contrôle effectuées est consigné sur un registre éventuellement informatisé et tenus à la disposition de l'administration. En complément, un suivi des incidents ayant entraîné l'arrêt des dispositifs de traitement (analyse des causes et mesures prises pour y remédier) est mis en place. Ce suivi est consigné sur un registre, éventuellement informatisé et tenu à la disposition de l'administration ;

- **surveillance du bon fonctionnement des obturateurs permettant l'isolement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et autres effluents**

  Les obturateurs permettant l'isolement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et des autres effluents de l'établissement par rapport à l'extérieur font l'objet d'un entretien préventif et d'un contrôle régulier de leur état et de leur bon fonctionnement. L'ensemble des opérations d'entretien et de contrôle effectuées est consigné sur un registre éventuellement informatisé et tenu à la disposition de l'administration. Ce suivi permet de garantir le bon fonctionnement des obturateurs et leur pérennité ;

- **suivi de la compatibilité des émissions liquides avec les exigences relatives à la réglementation IOTA**

  Une vérification initiale puis un suivi régulier de la compatibilité des rejets avec la qualité ou les objectifs de qualité des cours d'eau récepteurs sont mis en œuvre.

  Dans le cadre du système de management environnemental intégré (SMI), un inventaire des flux d'effluents aqueux générés ainsi qu'un plan de surveillance environnemental sont mis en place et mis à jour régulièrement.

5.4.2.4 Mise en place d'un dispositif de traitement des eaux de fond par zone

Mesure de réduction – R2.1z : mise en place d'un dispositif de traitement des eaux de fond par zone

Facteur(s) environnemental(aux)	MOA(s)	Opération(s)	Phase(s)
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo – INB (ZD, ZP, ZIOS)	CI, F

5.4.2.4.1 Origines des eaux de fond

Les eaux de fond regroupent les eaux d'exhaure, les eaux industrielles (eaux de lavage, eaux liées au fonctionnement du tunnelier), eaux de tests de prises incendie.

Les sources de pollution principales apportées par ces eaux sont les MES et certains métaux comme l'arsenic, le nickel et le zinc, contenus dans le socle géologique.

5.4.2.4.2 Gestion des eaux de fond

La localisation des ouvrages liés à la filière de traitement des eaux de fond est présentée sur la figure 5-33 pour la zone descenderie et sur la figure 5-34 pour la zone puits.

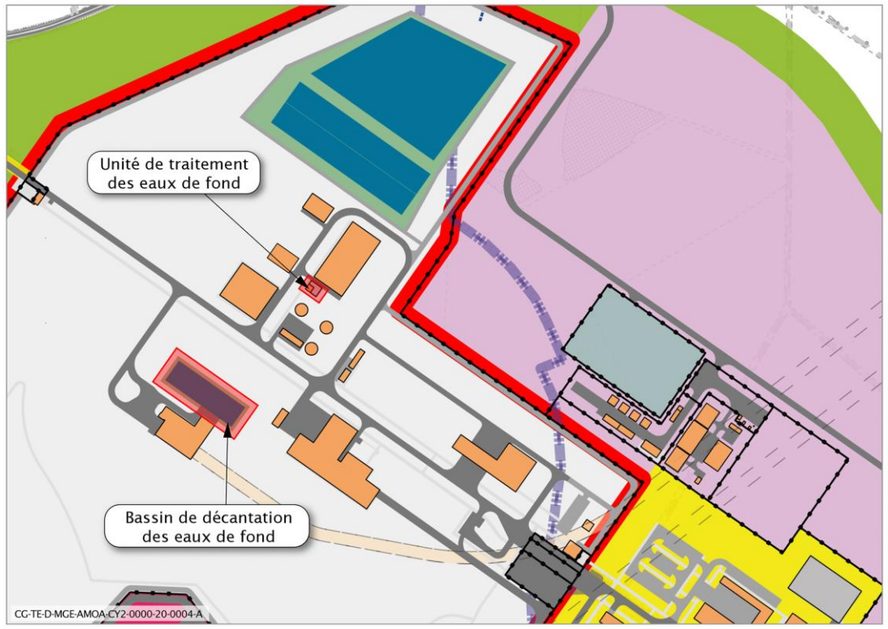


Figure 5-33 Localisation des ouvrages de la filière de traitement des eaux de fond en zone descenderie

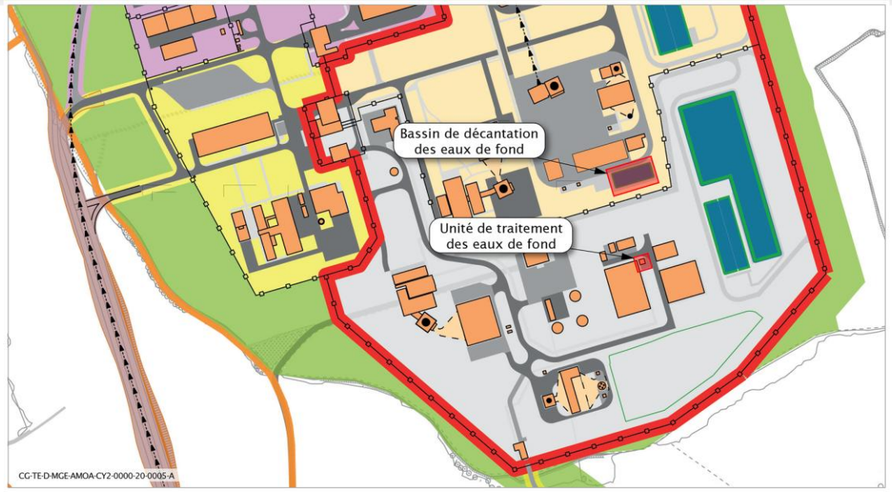


Figure 5-34 Localisation de la station de traitement des eaux de fond de la zone puits

L'ensemble de ces eaux produites et collectées au fond fait l'objet d'une gestion (collecte, traitement) mutualisée par zone avant réutilisation ou rejet au milieu naturel. Le recyclage des eaux permet de limiter les rejets vers le milieu naturel et de réduire le risque de pollution associé. Cette partie est présentée au chapitre 5.4.3.2 du présent volume.

Les eaux générées en zone souterraine sont remontées quotidiennement en surface à l'aide de réseaux de relevage et gérées de manière distincte.

Une fois collectées et épurées, les eaux de fond sont stockées et réutilisées dans le cadre du process industriel du centre de stockage Cigéo (production de béton, fonctionnement des tunneliers, lavage des engins, arrosage des espaces verts...). Les eaux de fond épurées sont réutilisées dans un second temps, si les eaux usées épurées ne sont pas suffisantes pour subvenir aux besoins (cf. Chapitre 5.4.3.2 du présent volume). La réutilisation des eaux traitées nécessite la mise en place de pompes et de réservoirs de stockage des eaux dites « recyclées ».

Du fait de leur réutilisation, le rejet des eaux de fond vers le milieu naturel sera limité notamment en zone puits. En cas de trop-plein du réservoir de stockage des eaux de fond épurées, dans le cas où la production d'eaux usées et d'eau de fond épurées est supérieure aux besoins (si les eaux recyclées ne sont pas utilisées dans un délai de trois jours), les eaux de fond sont rejetées au milieu naturel. Plus précisément, les eaux de fond épurées sont rejetées à la Bureau en zone descenderie et à l'Ormançon en zone puits.

La localisation des réservoirs de distribution des eaux recyclées est présentée sur la figure 5-35 en zone descenderie et sur la figure 5-36 en zone puits.

La quantité d'eaux de fond maximale générée est actuellement estimée à 361 m^3/jour en phase de construction initiale (zone puits et zone descenderie) et à 251 m^3/jour en phase de fonctionnement (zone puits et zone descenderie).

Les dispositifs de traitement des eaux de fond sont dimensionnés en prévision de la charge hydraulique de pointe à traiter sur chacune des deux zones d'intervention potentielle au cours des phases de construction initiale et de fonctionnement du centre de stockage Cigéo.



Figure 5-35 *Localisation des réservoirs de distribution des eaux recyclées en zone descenderie*

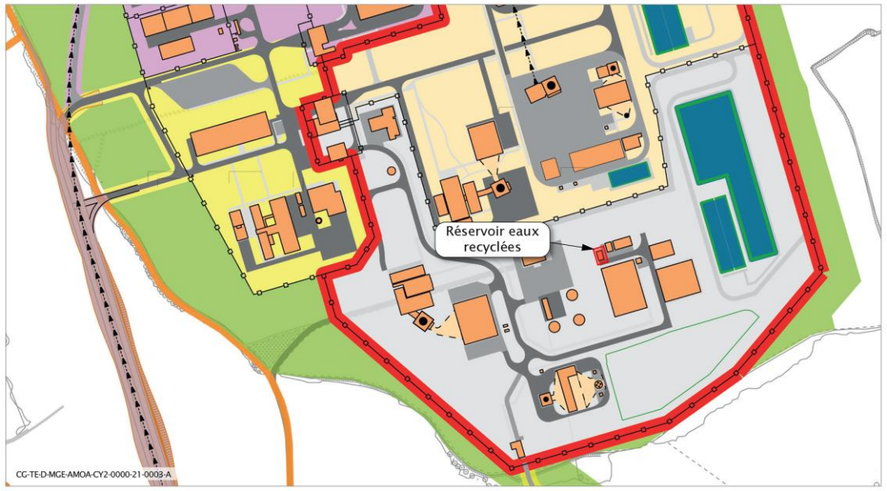


Figure 5-36 *Localisation des réservoirs de distribution des eaux recyclées en zone puits*

Durant les différentes phases de vie du projet, la collecte des effluents conventionnels de fond et leur remontée en surface évolueront :

- durant la construction initiale avec la mise en place des ouvrages définitifs ;
- en phase de fonctionnement avec une gestion différenciée entre la zone « travaux » et la zone « exploitation ».

5.4.2.4.3 Traitement des eaux de fond

Les objectifs de traitement visent à obtenir une compatibilité des eaux rejetées avec les critères de bon état chimique et écologique des eaux superficielles.

Compte tenu des niveaux de rejet la filière de traitement proposée est la suivante :

- un traitement primaire : prétraitements des eaux brutes permettant la récupération mécanique des éléments les plus accessibles, avec :
  - ✓ une première décantation pour éliminer les particules en suspension facilement décantables ;
  - ✓ un poste de refoulement.
- un traitement secondaire :
  - ✓ une coagulation/floculation à l'aide de sels d'aluminium ou de fer ;
  - ✓ une décantation lamellaire ;
  - ✓ une filtration à 10 µm pour finaliser le traitement.
- un traitement tertiaire, avec une désinfection à la javel pour assurer une absence de micro-organismes ainsi qu'une rémanence dans les cuves de stockage.

La filière de traitement des eaux de fond prévue en premier traitement est schématisée dans la figure 5-37.

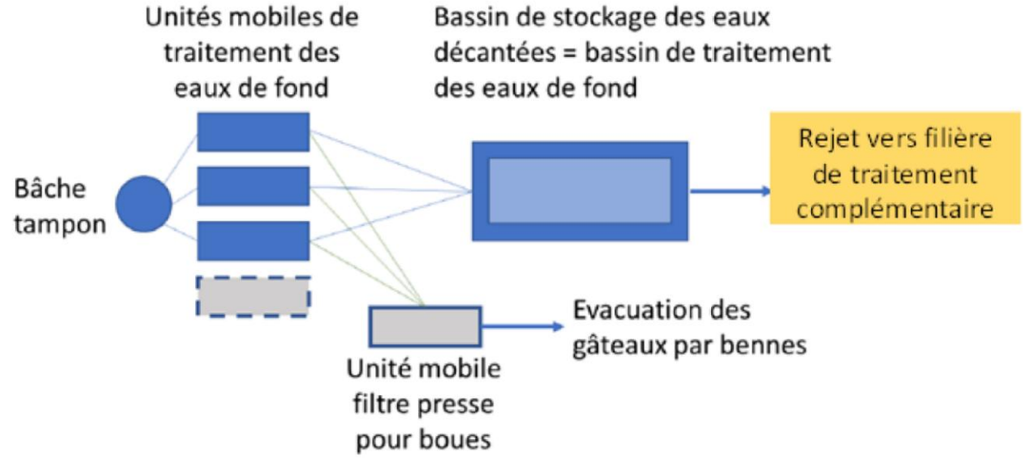


Figure 5-37 *Filière de traitement des eaux de fond prévue en premier traitement*

Les équipements nécessaires à cette dernière étape sont positionnés dans un bâtiment technique distinct.

Cette filière de traitement complémentaire est identique pour chaque zone, avec un dimensionnement différent.

La qualité des eaux de fond épurées, à l'issue des traitements, est conforme au seuil du bon état.

Une fois épurées, les eaux de fond transiteront par le stock d'eau recyclée et y seront stockées pour être réutilisées ou rejetées au milieu naturel.

La filière de gestion des effluents conventionnels de fond est schématisée dans la figure 5-38. Le prétraitement y est détaillé.

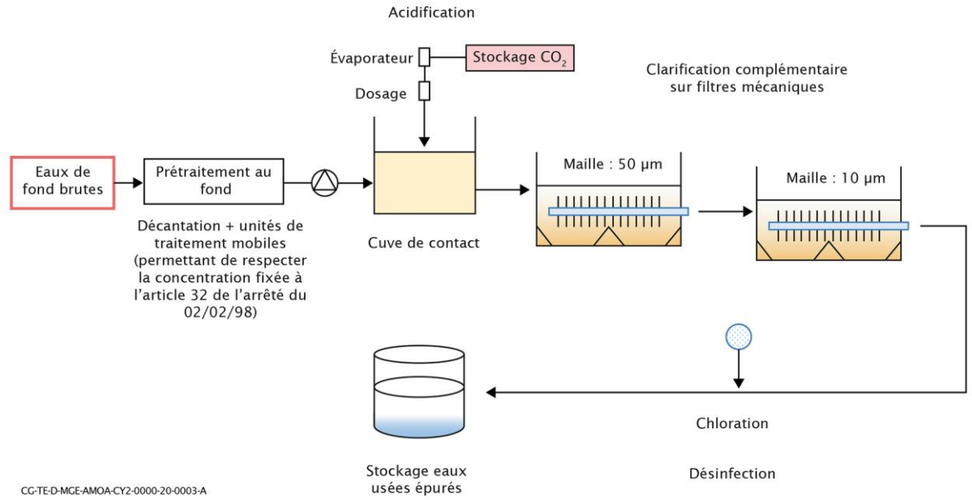


Figure 5-38 Schéma illustratif d'ensemble du dispositif de traitement des eaux de fond

Les volumes d'eau de fond ont été quantifiés sur les différentes phases de construction initiale et de fonctionnement et sont précisés dans le tableau 5-27 et le tableau 5-28. Les volumes à traiter pourront varier d'une phase à une autre ce qui engendre une adaptabilité des installations de traitement pour une dépollution optimale durant toutes ces différentes phases.

Les boues engendrées par cette filière de traitement seront principalement minérales et par conséquent envoyées en installation de stockage après épaississement ou déshydratation. La filière de traitement sera adaptée pour respecter les critères d'acceptabilité de l'installation et un suivi régulier de ces boues sera réalisé.

La production annuelle de boues serait de l'ordre de :

- pour la zone descenderie :
  - ✓ 40 tonnes par an en phase de construction initiale ;
  - ✓ 25 tonnes par an en phase d'exploitation.
- pour la zone puits :
  - ✓ 30 tonnes par an en phase de construction initiale ;
  - ✓ 25 tonnes par an en phase d'exploitation.

La méthode de calcul est présentée au chapitre 5.2.2 du présent volume.

Ces tonnages sont calculés sur une base de 20 % de siccité (taux de concentration en matière sèche). Ces volumes de boues correspondent à moins d'une benne évacuée tous les deux mois, ce qui est très faible. Ces déchets pourront trouver un exutoire en valorisation agricole en fonction de leur qualité agronomique et d'un plan d'épandage précis, ou encore en centre de compostage dans la région. La filière finale qui recevra ces boues est en cours d'étude.

5.4.2.4.4 Rendement épuratoire de la filière de traitement

La composition chimique estimée des eaux de fond en entrée et en sortie de filière de traitement, pour la zone descenderie et la zone puits est présentée dans le tableau 5-19. Les concentrations estimées en entrée de filière sont issues d'essais pilotes permettant de simuler la composition des eaux de fond (mélange d'eau d'exhaure et d'eau industrielle). Ces études sont détaillées au chapitre 5.2.2.3 du volume VII de la présente étude d'impact.

Tableau 5-19 Tableau des concentrations (mg/l) des eaux de fond en entrée et en sortie de filière de traitement

Paramètres étudiés	Eaux de fond		Rendement épuratoire minimal attendu *
	Concentration estimée en entrée de filière	Concentration cible en sortie de filière	
DBO_5	5 mg/l	6 mg/l	-
DCO	41 mg/l	30 mg/l	27 %
NTK	0,8 mg/l	2,0 mg/l	-
P_{tot}	0,6 mg/l	0,20 mg/l	67 %
PO^{4}_{3-}	0,83 mg/l	0,50 mg/l	40 %
MES	140 mg/l	35 mg/l	75 %
As	11 µg/l	0,83 µg/l	92 %
HCT	<0,1 mg/l	1 mg/l	-
Al	470 µg/l	100 µg/l	79 %
NH_4	<0,5 mg/l	0,5 mg/l	-
Cd	<0,05 µg/l	0,25 µg/l	-
Cr	1,6 µg/l	3,4 µg/l	-
Cu	2,6 µg/l	1,0 µg/l	62 %
Fe	3 mg/l	0,1 mg/l	96 %
Hg	<0,2 µg/l	0,07 µg/l	-
Ni	12 µg/l	4 µg/l	67 %
Pb	<1 µg/l	1.2 µg/l	-
Zn	24 µg/l	7.8 µg/l	68 %
Se	48 µg/l	10 µg/l	79 %
Benzo(a)pyrène	<0,005 µg/l	0,001 µg/l *	-

*.

L'ensemble des critères des valeurs de bon état écologique des cours d'eau seront respectés et par conséquent les normes de réutilisation de l'eau.

Les incidences résiduelles sur la qualité des eaux et les flux de pollution engendrés par les eaux de fond traitées sont présentés au chapitre 5.5.2 du présent volume.

5.4.2.4.5 Modalité de suivi

- **réseau de suivi des eaux superficielles**

  Un suivi des eaux superficielles est mis en place avec des stations de jaugeage des cours d'eau et des stations de suivi de la qualité des eaux superficielles. Le suivi sera conforme aux prescriptions des différentes autorisations environnementales préalables aux travaux en termes de localisation des points de suivi, de fréquences et de paramètres analysés.

  Ainsi, pour le centre de stockage Cigéo le suivi est centré sur la qualité de chaque cours d'eau dont les bassins versants sont recoupés avec :

  - ✓ la mise en place d'un réseau de suivi quantitatif (et qualitatif) des cours d'eau concernés par les travaux ;
  - ✓ l'information rapide des services de l'État compétents en cas de constat d'incident ayant un impact sur l'environnement ayant provoqué une pollution des eaux superficielles.

  Cette mesure de suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement.

- **suivi hydromorphologique des cours d'eau**

  Un suivi hydromorphologique des cours d'eau concerné par des rejets ou la mise en place d'un ouvrage de franchissement hydraulique (temporaire ou définitif) du centre de stockage est mis en place.

  La définition du protocole de suivi (type de méthode utilisée, fréquence de suivi, cours d'eau concerné) sera menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demande d'autorisation environnementale préalablement au lancement des travaux.

  Cette mesure de suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement ;

- **surveillance du bon fonctionnement des dispositifs de collecte et de traitement des eaux de fond**

  Les dispositifs de collecte et de traitement des eaux de fond (réseaux et dispositifs de traitement) font l'objet d'un entretien préventif et d'un contrôle régulier de leur état et de leur bon fonctionnement. Une mesure périodique des principaux paramètres permettant de s'assurer de la bonne marche des dispositifs de traitement, et si besoin en continu avec asservissement à une alarme, est mis en place. L'ensemble des opérations d'entretien et de contrôle effectuées est consigné sur un registre éventuellement informatisé et tenu à la disposition de l'administration. En complément, un suivi des incidents ayant entraîné l'arrêt des dispositifs de traitement (analyse des causes et mesures prises pour y remédier) est mis en place. Ce suivi est consigné sur un registre, éventuellement informatisé et tenu à la disposition de l'administration ;

- **surveillance du bon fonctionnement des obturateurs permettant l'isolement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et autres effluents**

  Les obturateurs permettant l'isolement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et des autres effluents de l'établissement par rapport à l'extérieur font l'objet d'un entretien préventif et d'un contrôle régulier de leur état et de leur bon fonctionnement. L'ensemble des opérations d'entretien et de contrôle effectuées est consigné sur un registre éventuellement informatisé et tenu à la disposition de l'administration. Ce suivi permet de garantir le bon fonctionnement des obturateurs et leur pérennité ;

- **suivi de la compatibilité des émissions liquides avec les exigences relatives à la réglementation IOTA**

  Une vérification initiale puis un suivi régulier de la compatibilité des rejets avec la qualité ou les objectifs de qualité des cours d'eau récepteurs sont mis en œuvre.

Dans le cadre du système de management environnemental intégré (SMI), un inventaire des flux d'effluents aqueux générés ainsi qu'un plan de surveillance environnemental sont mis en place et mis à jour régulièrement.

» RETOUR D'EXPERIENCE SUR LES INCIDENCES QUALITATIVES SUR LA NAPPE DES CALCAIRES DU BARROIS AVEC LA CONSTRUCTION DU LABORATOIRE SOUTERRAIN DE LA MEUSE ET DE LA HAUTE-MARNE ET DE BÂTIMENTS ANNEXES

Via le réseau de piézomètres de suivi du Laboratoire souterrain, les suivis de la qualité des eaux souterraines menés par l'Andra n'ont pas montré, lors des travaux de construction du Laboratoire souterrain ou plus récemment lors des travaux de construction des différentes installations du secteur (écothèque, espace technologique, bâtiment des archives d'EDF ou hôtel du Bindeuil) d'incidence qualitative significative des travaux sur la nappe des Calcaires du Barrois.

5.4.2.5 Gestion des effluents non conventionnels

Mesure de réduction – R2.2z : gestion des effluents non conventionnels			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo – INB (ZP, ZD, ZIOS)	CI, F

5.4.2.5.1 Identification des effluents non conventionnels

Le process nucléaire pour le stockage des colis de déchets radioactifs (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, lors d'opérations de décontamination suite à des contrôles radiologiques) 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 conventionnels » 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.

Il est tout d'abord à rappeler, que pour les zones concernées, les volumes d'eau de condensation ou de ruissellement seront faibles.

En effet, pour les installations de surface, les « zones à production possible de déchets nucléaires » correspondent uniquement aux zones dans lesquelles les colis de déchets sont manipulés ou dans lesquelles des opérations sont susceptibles de générer une contamination radioactive des équipements. Au regard des installations de surface de l'INB, ces zones sont limitées.

Concernant les alvéoles HA, il est attendu des quantités d'eaux de ruissellement très faibles provenant des eaux porales.

L'activité associée à ces effluents liquides non conventionnels sera également très faible.

Les quantités d'effluents liquides non conventionnels annuels estimées de manière enveloppe pendant l'exploitation dite phase 1 (jusqu'à l'horizon 2080) sont les suivantes :

- pour le bâtiment nucléaire de surface EP1 :
  - ✓ condensation au niveau des unités intérieures de récupération d'énergie : 30 m³ ;
  - ✓ saut de zone[5] : 0,5 m³ ;
  - ✓ déchets liquides (issus de la cellule de contrôle hors flux de dégazage) : 0,01 m³ ;
  - ✓ effluents issus du local de fermeture des colis de stockage MA-VL (cas du clavage) : 2,5 m³.

[5] En zone contrôlée, un saut de zone est un local de transit des personnels aménagé entre une zone potentiellement contaminée et une zone propre. Ce local permet de vérifier l'absence de contamination des personnels sortant avant de regagner les vestiaires propres. Un saut de zone est généralement équipé, entre autres, d'un lave-main et d'une douche en cas de contrôle positif des poignets et/ou des mains d'une personne.

- pour l'installation souterraine :
  - ✓ eaux d'exhaure des alvéoles du quartier pilote HA : 55 m³.

    Le volume total représente un volume annuel de l'ordre de 90 m³/an. Cette quantité d'effluents est compatible avec un transport et une gestion externalisée dans une station de traitement d'effluents liquides radioactifs externalisée.

    L'activité maximale de ces effluents liquides non conventionnels est de l'ordre de 10 Bq/L en alpha global et 100 Bq/L en bêta global.

Notons que ces valeurs sont valables pour la phase industrielle pilote (Phipil).

5.4.2.5.2 Collecte des effluents non conventionnels

Afin de préserver la qualité des milieux aquatiques concernés par les rejets issus du centre de stockage Cigéo, le principe retenu est l'absence de rejet d'effluent non conventionnel dans le milieu naturel local.

Les effluents non conventionnels sont gérés de façon spécifique, totalement séparée des effluents conventionnels.

Les effluents liquides « non conventionnels » sont tout d'abord isolés et conditionnés.

Pour cela, les installations nucléaires de surface sont équipées d'un réseau de collecte des effluents liquides non conventionnels. La collecte des effluents issus de zones à production possible de déchets nucléaires (ZppDN) aboutit à des cuves spécifiques dédiées.

Pour l'installation souterraine, les eaux sont collectées par gravité en tête d'alvéole du quartier pilote HA et récupérées dans des cuves de contrôle. Ces eaux sont ensuite dépotées par un camion-citerne, remontées par la descenderie service puis acheminées jusqu'au local dédié du bâtiment nucléaire de surface EP1.

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.

La production de ces effluents n'intervenant qu'après la mise en service du centre de stockage Cigéo, l'installation agréée avec laquelle l'Andra signera une convention pour le transfert de ces effluents non conventionnels n'a pas encore été identifiée[6].

5.4.2.5.3 Modalité de suivi

Les quantités et la radioactivité des effluents non conventionnels feront l'objet d'un suivi. Pour l'installation agréée vers laquelle ils seront expédiés, la radioactivité ajoutée par ces effluents ne représentera qu'une faible part des rejets autorisés. L'ajout des effluents du centre de stockage Cigéo, même s'il est non significatif par rapport au rejet total de l'installation agréée, fera l'objet d'une évaluation d'impact détaillée et d'une instruction par l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) avant son éventuelle autorisation.

Dans le cadre du système de management environnemental intégré (SMI), un inventaire des flux d'effluents aqueux générés ainsi qu'un plan de surveillance environnemental sont mis en place et mis à jour régulièrement.

5.4.2.6 Aucun rejet d'eau non traitée dans les cours d'eau

Mesure de réduction – R2.1a : aucun rejet d'eau non traitée dans les cours d'eau

Facteur(s) environnemental(aux)	MOA(s)	Opération(s)	Phase(s)
Eaux souterraines et superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZP, ZD, ZIOS, LIS, ITE)	APR, CI, F
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	
	CD 52	Déviation de la route départementale D60/960	

[6] Tout transfert d'effluents liquides ou d'eau prélevée dans l'environnement à une autre installation, nucléaire de base ou non, dépendant d'un autre exploitant, fait préalablement l'objet d'une convention passée entre l'exploitant de l'installation nucléaire de base et l'exploitant de l'autre installation. Cette convention fixe les caractéristiques et les quantités des effluents ou des eaux transférés (8).

Mesure de réduction – R2.1a : aucun rejet d'eau non traitée dans les cours d'eau

Facteur(s) environnemental(aux)	MOA(s)	Opération(s)	Phase(s)
	RTE	Alimentation électrique	
	SIAEP d'Échenay /SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau	

Aucun rejet d'eau non traitée (eaux pluviales, eaux usées ou eaux de fond, eaux de laitance des travaux de renforcement des fondations de pylônes de l'opération d'alimentation électrique) n'est prévu dans les cours d'eau, quelles que soient la phase et l'opération considérée du projet global Cigéo.

Les rejets se font dans les cours d'eau de La Bureau, l'Orge et l'Ormançon qui peuvent se retrouver dans des épisodes d'assec. Ainsi, dans une volonté de démarche environnementale pour le respect du bon état écologique et chimique des cours d'eau tout au long de l'année, les niveaux de rejet ont été adaptés pour correspondre aux normes de qualité environnementale. Le respect de ces valeurs, bien que normalement appliquées sur les eaux superficielles naturelles et non sur les rejets, nécessite la mise en place de filière de traitement permettant une épuration très poussée des eaux. De même, la réutilisation d'une partie des eaux nécessite une adaptation de la filière proposée pour le respect des paramètres microbiologiques et physico-chimiques.

Aucun effluent radioactif n'est rejeté au point d'exutoire des autres effluents liquides. Les effluents radioactifs potentiellement générés font l'objet d'une gestion particulière (cf. Mesure de gestion des effluents non conventionnels au chapitre 5.4.2.5 du présent volume).

La mesure permet d'éviter une altération de la qualité des eaux superficielles et une préservation des usages existants, mais l'incidence après mesure d'évitement reste notable et nécessite la mise en œuvre de mesures de réduction complémentaires avec une gestion adaptée à la nature des eaux (cf. Chapitre 5.4 du présent volume).

Modalité de suivi

Les bassins de rétention feront l'objet d'un entretien et d'une maintenance réguliers afin de garantir leur bon fonctionnement et leur pérennité.

Une vérification initiale puis un suivi régulier de la compatibilité des rejets avec la qualité ou les objectifs de qualité des cours d'eau récepteurs sont mis en œuvre.

5.4.2.7 Respect de la politique Zéro phyto pour limiter l'apport de produits chimiques dans les eaux superficielles lors de l'entretien des accotements et espaces verts

Mesure de réduction – R2.2o : respect de la politique Zéro phyto pour limiter l'apport de produits chimiques dans les eaux superficielles lors de l'entretien des accotements et espaces verts

Facteur(s) environnemental(aux)	MOA(s)	Opération(s)	Phase(s)
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZP, ZD, LIS, ITE)	APR, CI, F
	RTE	Alimentation électrique	
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

Les espaces verts et les accotements des voiries du centre de stockage Cigéo sont entretenus sans l'emploi de produits phytosanitaires notamment au droit du périmètre de protection du captage de Rupt-aux-Nonains.

Sur l'opération d'alimentation électrique, 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-aux-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…).

L'entretien de la plateforme ferroviaire de la ligne 027000 et de ses accotements est réalisé avec des produits agréés et selon les enjeux des zones traversées (périmètre de protection d'un captage d'alimentation en eau potable, zone Natura 2000…).

Pour l'entretien des accotements de la route départementale dans le cadre de l'opération de déviation de la route départementale D60/960, l'utilisation de produits phytosanitaires est interdite (périmètre de protection éloignée du captage de Rupt-aux-Nonains). Par ailleurs, au-delà de ce périmètre de protection, cette interdiction est inscrite dans la loi n° 2014-110 dite « Loi Labbé » du 6 février 2014 (9), visant à mieux encadrer l'utilisation des produits phytosanitaires sur le territoire national, modifiée par l'article 68 de la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, et en application de l'article L. 253-7 du code rural et de la pêche maritime.

5.4.2.8 Utilisation de sels en solution sous forme de saumure pour limiter l'apport de sel dans les eaux superficielles en saison hivernale

Mesure de réduction – R2.2z : utilisation de sels en solution sous forme de saumure pour limiter l'apport de sel dans les eaux superficielles en saison hivernale

Facteur(s) environnemental(aux)	MOA(s)	Opération(s)	Phase(s)
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZP, ZD, LIS)	CI, F
	CD52	Déviation de la route départementale D60/960	

Dès l'exploitation de la liaison intersites et des voiries des installations de surface du centre de stockage Cigéo, les mesures de réduction sont le respect des précautions d'usage à respecter, en particulier :

- priorité aux salages préventifs déclenchés en fonction des prévisions météorologiques locales ;
- utilisation de sels en solution sous forme de saumure pour limiter l'apport de sel dans le milieu naturel.

Le tableau 5-20 estime la quantité de sel apporté au milieu.

Tableau 5-20 Pollution hivernale : Sources d'incidence qualitative sur les eaux de surface au terme de la phase de construction initiale pour une action préventive en sel

Installation du centre de stockage Cigéo	Commentaires/hypothèses
Zone descenderie	Hypothèse d'un apport journalier de 8 g de sel/m² pour une superficie de voirie/parking d'environ 4,4 ha, la quantité de sel apportée par jour est de 352 kg.
Zone puits	Hypothèse d'un apport journalier de 8 g de sel/m² pour une superficie de voirie de 1,6 ha, la quantité de sel apportée par jour est de 128 kg.
Liaison intersites	Hypothèse d'un apport journalier de 8 g de sel/m² pour une surface de 10.5 ha (plateforme de la voie PL+ Convoyeur +VL), la quantité de sel apportée par jour est de 840 kg.

Pour l'opération de déviation de la route départementale D60/960, une hypothèse d'apport journalier de 15 g de sel/m². La quantité de sel apportée au milieu dépend de la variante considérée.

5.4.2.9 Remise en état des zones d'intervention

Au terme de la phase d'aménagements préalables, certaines zones d'intervention sont non utilisées pour les phases ultérieures du centre de stockage Cigéo. En fin de travaux, elles font l'objet d'une remise en état de qualité (cf. Chapitre 3.4.2.5 du présent volume).

5.4.2.10 Mise en place de dispositifs de stockage adaptés pour les produits dangereux

Mesure de réduction – R2.1d : mise en place de dispositifs de stockage adaptés pour les produits dangereux

Facteur(s) environnemental(aux)	MOA(s)	Opération(s)	Phase(s)
Eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZD, ZP, LIS, ITE)	APR, CI, F
	SNCF	Mise à niveau de la ligne 027000	APR
	CD 52	Déviation de la route départementale D60/960	APR
	RTE	Alimentation électrique	APR
	Syndicats de gestion des eaux d'Échenay et du Haut-Ornain	Adduction d'eau	APR

La mise en place de dispositifs de stockage des substances dangereuses (carburants, huiles de décoffrage…) selon les règles de l'art permet d'éviter la propagation d'éventuelles fuites de produits dangereux. Les dispositifs de stockage de ces substances dangereuses sont précisés au chapitre 3.5.2.1 du présent volume.

Par ailleurs, des précautions sont prises pour les produits dangereux spécifiques aux postes électriques.

Un poste électrique comprend des huiles diélectriques, huile assurant le refroidissement du transformateur (évacuation de la chaleur produite), la suppression des arcs électriques et isolant les parties protectrices du poste du courant électrique.

Conformément à la réglementation en vigueur, les huiles diélectriques présentes au niveau des postes ne comprennent plus de substances toxiques, notamment les polychlorobiphényles (PCB) connus en France sous leur dénomination commerciale de pyralène, Arochlor ou Askarel et dont l'utilisation est interdite car provoquant lors de leur combustion la formation de molécules de dioxines ou de furanes (décret n° 2001-63 du 18 janvier 2001 (10) - transposition de la directive européenne 96/59/CE du 16 septembre 1996 concernant l'élimination des PCB et des PCT (11)).

Modalité de suivi

- **surveillance du bon fonctionnement des dispositifs de protection des eaux prévus au niveau des zones de dépotage puis de stockage de matières dangereuses reçues en vrac et des zones de distribution des carburants**

  Les dispositifs de protection des eaux prévus au niveau des zones de dépotage puis de stockage de matières dangereuses reçues en vrac (carburants pour les engins/véhicules et GPL pour les chaufferies) et des zones de distribution des carburants font l'objet d'un entretien préventif et d'un contrôle régulier de leur état : vérifications de l'étanchéité des zones de dépotage et des rétentions associées, de l'adéquation matériaux des rétentions et produits dépotés/stockés, de l'adéquation volume des rétentions et volumes dépotés/stockés, des points bas et du volume libre disponible dans les rétentions, du bon fonctionnement des détecteurs de fuite, le cas échéant, de la présence de produits fixant ou absorbant aux abords de la zone de dépotage/distribution, du bon fonctionnement des obturateurs, le cas échéant. L'ensemble des opérations d'entretien et de contrôle effectuées est consigné sur un registre éventuellement informatisé et tenu à la disposition de l'administration ;

- **maintien de l'étanchéité des sols des locaux de travail et surveillance de la présence et de l'état des capacités de rétention sous les stockages de matières dangereuses conditionnées**

  L'étanchéité des sols des locaux de travail dans lesquels sont manipulées des matières dangereuses est maintenue. La présence de capacités de rétention sous les stockages de matières dangereuses conditionnées est vérifiée et un entretien préventif et un contrôle régulier de leur état sont mis en place en vue de maintenir leur étanchéité (adéquation volume stocké/capacité rétention, volume libre disponible, dégradation…). L'ensemble des opérations d'entretien et de contrôle effectuées est consigné sur un registre éventuellement informatisé et tenu à la disposition de l'administration ;

- **vérification régulière des conditions d'entreposage des déchets**

  Les conditions d'entreposage des déchets ainsi que de l'étanchéité des conditionnements et des cuvettes de rétention mises en œuvre sous les stockages de déchets liquides sont vérifiées régulièrement (conditions d'entreposage et dispositifs de rétention initialement proposés afin de limiter les envols, les ruissellements, les infiltrations dans le sol et les odeurs) ;

- **registre des stocks (entrées/sorties)**

  Un registre des stocks (entrées/sorties) est mis en place et maintenu à jour pour les liquides inflammables et plus généralement les matières dangereuses détenues : nature, quantité en fonction du lieu de stockage ;

- **registre de suivi des accidents et des pollutions accidentelles**

  De manière générale, un registre rassemblant l'ensemble des déclarations d'accidents ou d'incidents faites à l'administration est mis en place et maintenu à jour (y compris pollutions accidentelles).

5.4.2.11 Organisation globale du chantier

L'organisation du chantier est définie selon le déroulement précis des travaux et les enjeux présents. Ainsi, les entreprises réalisant les travaux ont connaissance de l'état initial de l'environnement et organisent le chantier en conséquence. Les principes d'organisation du chantier sont présentés au chapitre 3.5.2.2 du présent volume.

5.4.2.12 Remise en état des zones d'intervention potentielles temporaires

Cette mesure est décrite au chapitre 3.4.2.5 du présent volume.

5.4.3 Mesures de réduction des incidences sur les usages des eaux

5.4.3.1 Conception et travaux limitant les incidences sur les usages des eaux souterraines

Mesure de réduction – R2.1z : conception et travaux limitant les incidences sur les usages des eaux souterraines			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux souterraines	Andra	Centre de stockage Cigéo (ZP, ZD, ZIOS, LIS, ITE)	APR, CI, F
	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000	
	RTE	Alimentation électrique	

5.4.3.1.1 Usages connus de la nappe des Calcaires du Barrois

La nappe des Calcaires du Barrois regroupe plusieurs captages d'alimentation en eau potable et à usage agricole (cf. Chapitre 5.3.4 du volume III de la présente étude d'impact).

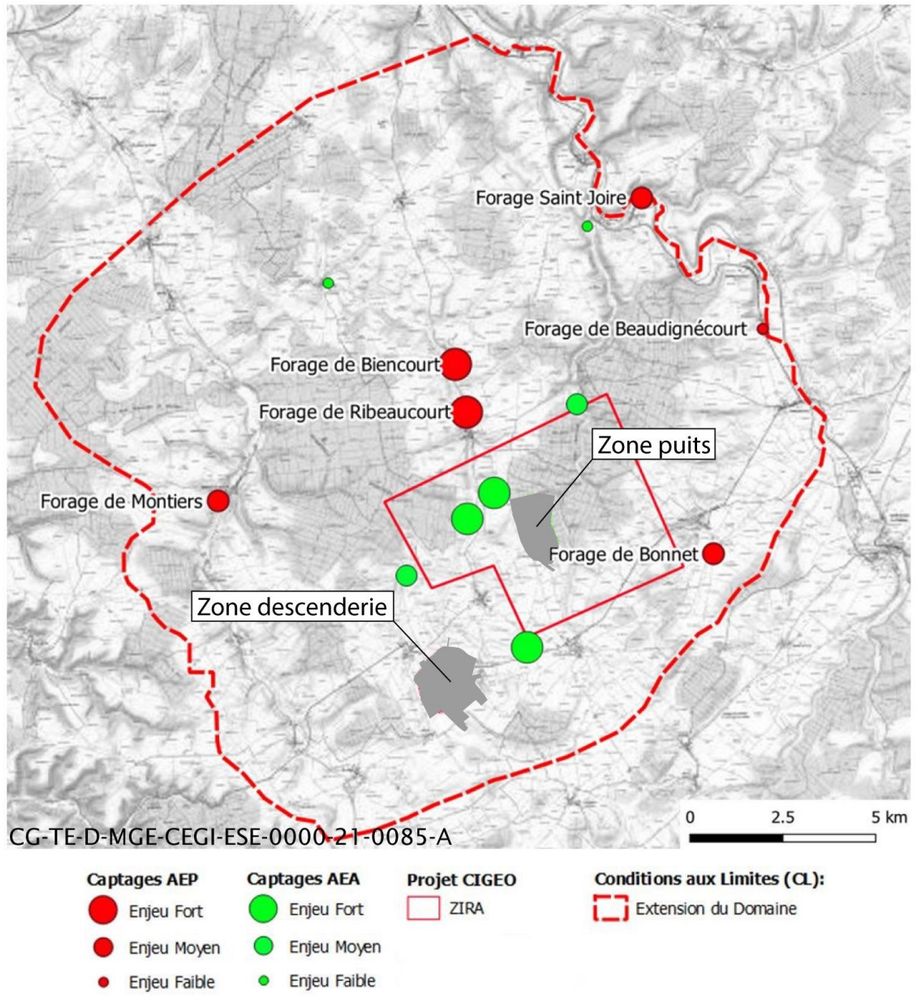


Figure 5-39 *Localisation des principaux enjeux de captages d'eau souterraine pris en compte dans la modélisation hydrogéologique de la nappe du Barrois*

Le fonctionnement de la nappe du Barrois est complexe et difficile à modéliser avec précision, les incidences résiduelles présentées ci-après comportent des incertitudes au stade actuel des études. Les modélisations entreprises doivent être complétées et affinées sur la base de données complémentaires de caractérisation détaillée du fonctionnement hydraulique du système aquifère des Calcaires du Barrois.

- **pour les captages en eau potable**

  Le centre de stockage Cigéo se conforme aux prescriptions des arrêtés préfectoraux d'autorisation des captages d'alimentation en eau potable à la fois en termes de conception et de modalité de travaux (cf. Annexe 1 du présent volume). Ces mesures permettent de réduire des incidences potentielles quantitatives, qualitatives mais aussi d'assurer la pérennité de l'usage de la ressource en eau souterraine ;

- **au droit de la zone descenderie**

  Un captage à usage agricole est localisé dans le cône de rabattement de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine lors des basses eaux. Il s'agit du captage 02654X0008 : AEA Éolienne à Morval sud (commune de Bure). Localisé à 3 km de la zone descenderie, il servirait principalement pour alimenter le bétail en eau.

  Il s'agit d'un captage prélevant de manière indifférenciée dans les alluvions de la nappe d'accompagnement de l'Orge et dans la nappe des Calcaires du Barrois. Les caractéristiques du captage (profondeur, niveau sollicité et type d'ouvrage, etc.) et les quantités annuelles prélevées ne sont pas connues.

  Un captage à usage agricole est localisé dans le cône de rabattement de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine. Il s'agit du captage 02658X0044 localisé sur la commune d'Échenay, à 1,5 km de la zone descenderie.

  Le captage à usage agricole 02654X0033, localisé sur la commune de Bure, atteint une profondeur de 29,8 mètres ;

- **au droit de la zone puits**

  Au niveau de la zone puits, la mise en place d'un tubage métallique sur le puits VVE permet de diminuer l'incidence sur les captages les plus proches, en aval hydraulique du centre de stockage ;

- **au niveau des sources de débordement de la nappe des Calcaires du Barrois**

  Les sources de Saudron (lesquelles alimentent le lavoir), la source de Bure, ainsi que les sources du Cité et du Bindeuil sont concernées par les effets du cône de rabattement de la nappe des Calcaires du Barrois suite à la réalisation de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine. Ces sources présentent des débits faibles et une variation saisonnière importante.

5.4.3.1.2 Usages connus de la masse d'eau des calcaires du Kimméridgien-Oxfordien

La masse d'eau des calcaires du Kimméridgien-Oxfordien est exploitée par plusieurs captages d'alimentation en eau potable. Aucun captage à usage agricole ne prélève d'eau dans la masse d'eau du Kimméridgien-Oxfordien. Aucun autre usage n'est actuellement répertorié (cf. Chapitre 5.3.4 du volume III de la présente étude d'impact).

Les premiers résultats du modèle numérique développé dans le cadre de la présente étude d'impact (cf. Chapitre 5.2.1.1 du volume VII de l'étude d'impact) permettent de disposer d'éléments quant aux incidences du projet sur les usages de l'Oxfordien et ainsi sur la masse d'eau des calcaires du Kimméridgien-Oxfordien exploitées par certains captages.

- **pour les captages en eau potable**

  Le centre de stockage Cigéo se conforme aux prescriptions des arrêtés préfectoraux d'autorisation des captages d'alimentation en eau potable dont il intercepte les périmètres, à la fois en termes de conception et de modalité de travaux (cf. Annexe 1 du présent volume). Ces mesures permettent de réduire des incidences potentielles quantitatives, qualitatives mais aussi d'assurer la pérennité de l'usage de la ressource en eau souterraine ;

- **pour les captages en eau non potable**

  Aucun captage à usage agricole ne prélève d'eau dans la masse d'eau des calcaires du Kimméridgien-Oxfordien.

5.4.3.1.3 Usages non déterminés des captages localisés dans le cône de rabattement de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine

Des captages sont également recensés dans le cône de rabattement de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine mais leurs caractéristiques et usages sont inconnus.

Les premières estimations du cône de rabattement induit par l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine conduiraient à une baisse du niveau piézométrique de la nappe des Calcaires du Barrois de l'ordre du mètre, voire de plusieurs mètres dans des hypothèses majorantes. Actuellement, les points d'eau implantés dans le cône de rabattement induit par l'ouvrage de protection et dont les usages doivent être vérifiés sont listés dans le tableau 5-21.

Tableau 5-21 *Captages (hors AEP) recensés en bases de données administratives susceptibles d'être affectés par le cône de rabattement de la nappe des Calcaires du Barrois induit par l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine*

Code BSS		Commune	Nature
BSS000UNMC	02658X0046	Saudron	Eau individuelle
BSS000UNLX	02658X0041	Saudron	Inconnue
BSS000UNKM	02658X0007	Saudron	Inconnue
BSS000UNKL	02658X0006	Gillaumé	Inconnue
BSS000UNKK	02658X0005	Gillaumé	Inconnue
BSS000UNKJ	02658X0004	Saudron	Inconnue
BSS000UNKH	02658X0003	Saudron	Inconnue
BSS000UNNE	02658X1006	Bure	Eau individuelle[7]

5.4.3.1.4 Usages géothermiques

De plus, dans l'aire d'étude immédiate, le bâtiment d'archives EDF et la boulangerie industrielle sur la commune de Bure, utilisent un système de sondes géothermiques verticales (SGV) pour leurs besoins en chauffage et/ou climatisation. L'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe des Calcaires du Barrois pourrait induire un rabattement du niveau de la nappe autour de la zone descenderie. L'amplitude de ce rabattement au droit des bâtiments concernés reste à quantifier par modélisation et fait l'objet de travaux en cours. Ainsi, en l'état et sans données supplémentaires, ces opérations pourraient être de nature à altérer à la marge la performance de ces sondes géothermiques.

[7] Captage de la ferme de la Cité, cette dernière est maintenant raccordée au réseau d'adduction d'eau potable

5.4.3.1.5 Réseau de surveillance du Laboratoire souterrain de Meuse et de Haute-Marne

Les piézomètres associés à la surveillance de l'environnement du Laboratoire souterrain de Meuse et de Haute-Marne implantés dans la nappe de l'Oxfordien permettront de suivre les impacts cumulés du Laboratoire et du centre de stockage Cigéo sur la nappe de l'Oxfordien.

En accord avec les services de l'État, le réseau de surveillance peut être :

- complété par d'autres piézomètres (création) ;
- modifié avec certains piézomètres de surveillance rebouchés ou déplacés lorsque situés à l'intérieur de l'enceinte délimitée par l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine et dans la zone influencée par cette dernière.

» COMBLEMENT DES PIÉZOMÈTRES

Le comblement de tout piézomètre est réalisé dans les règles de l'art visant à restaurer l'état initial (isolement des niveaux aquifères, préservation de la qualité des eaux souterraines, etc.). D'autre part, de tels travaux font l'objet d'un rapport de comblement lequel est transmis en préfecture et aux services de l'État dans un délai de deux mois à compter de l'achèvement de ces travaux.

L'incidence résiduelle sur les usages des eaux souterraines est présentée au chapitre 5.5.3 du présent volume.

Modalité de suivi

Les modalités de suivi de ces mesures sont la mise en place d'un réseau de suivi des nappes d'eau souterraine adapté aux enjeux de la nappe et aux incidences potentielles de l'opération du projet global Cigéo considérées. Ainsi, pour le centre de stockage Cigéo le suivi est centré sur la nappe des Calcaires du Barrois et sur la masse d'eau des calcaires du Kimméridgien-Oxfordien.

La définition précise du protocole de suivi (point de suivi, fréquence de suivi, paramètres analysés) est menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demandes d'autorisation environnementale préalablement au lancement des travaux.

Concernant le centre de stockage Cigéo, le suivi environnemental comprend *a minima* les forages/puits localisés dans le cône de rabattement issu de la modélisation hydrogéologique au niveau de la nappe des calcaires des Barrois. Il en sera de même pour les forages/puits qui pourraient être identifiés lors du recensement d'usage lancé en 2020 dans cette zone.

Ce suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement.

5.4.3.1.6 Opérations relatives aux autres maîtres d'ouvrage

Dans le cas très spécifique des infrastructures déjà existantes (ligne 400 kV, ligne ferroviaire 027000), la mise en œuvre de mesures de conception et de travaux répondant aux prescriptions des périmètres de protection des captages d'alimentation en eau potable est prévue pour aboutir à une incidence résiduelle non-notable sur les captages d'alimentation en eau potable.

Modalité de suivi

La définition précise d'un protocole de suivi (point de suivi, fréquence de suivi, paramètres analysés) des eaux souterraines, pour les opérations relatives aux autres maîtres d'ouvrage, sera menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demandes d'autorisation environnementale préalablement au lancement des travaux.

Les principes de suivi quantitatif et qualitatif des nappes d'eau souterraine sont actuellement prévus.

5.4.3.2 Réutilisation prioritaire des eaux traitées pour les besoins en eau non potable du centre de stockage Cigéo

Mesure de réduction : R2.2z - réutilisation prioritaire des eaux traitées pour les besoins en eau non potable du centre de stockage Cigéo			
Facteur(s) environnemental(aux)	**MOA(s)**	**Opération(s)**	**Phase(s)**
Eaux souterraines **Eaux superficielles**	Andra	Centre de stockage Cigéo – INB (ZD, ZP, ZIOS)	CI, F

La conception du centre de stockage Cigéo vise à préserver les ressources locales utilisées pour l'alimentation en eau potable en privilégiant le recyclage des eaux consommées et produites par les activités du centre de stockage Cigéo, puis leur utilisation maximale pour ses propres activités ne nécessitant pas une eau potable au sens de la consommation humaine.

Comme précisé aux chapitres précédents, deux systèmes distincts de gestion des effluents conventionnels sont prévus sur chaque installation de surface (zone puits, zone descenderie) :

- une station d'épuration (cf. Chapitre 5.4.2.3 du présent volume) pour traiter :
  - ✓ les eaux usées ;
  - ✓ les effluents industriels des installations de surface.
- un dispositif de traitement pour les effluents conventionnels issus de l'installation souterraine (eaux de fond) (cf. Chapitre 5.4.2.4 du présent volume).

L'objectif commun des deux filières de traitement est d'obtenir un rejet compatible avec les critères de bon état écologique et chimique des eaux superficielles et souterraines, qui de ce fait permet la réutilisation des eaux pour différents usages n'impliquant pas une consommation humaine. L'utilisation pour ces usages (production de béton, fonctionnement des tunneliers, lavage des engins, arrosage des espaces verts...) se fait sous réserve, au besoin, d'une autorisation de l'Agence régionale de santé (ARS).

Après traitement, les eaux usées épurées et les eaux de fond (eaux d'exhaure conventionnelles + eaux industrielles, générées en zone souterraine) épurées sont gérées de trois manières possibles :

- le recyclage et la réutilisation des eaux de fond épurées et des eaux usées épurées ;
- le stockage dans les réservoirs d'eau recyclée lorsque ces derniers ne sont pas remplis ;
- le rejet des eaux usées épurées et eaux de fond épurées vers le milieu en cas de trop-plein de ces réservoirs.

Le recyclage et la réutilisation des eaux usées, des eaux industrielles et des eaux de fond est la solution envisagée de manière prioritaire. Les eaux usées épurées constituent la première source d'eau réutilisée : les eaux de fond constituent une source d'eau recyclée secondaire. Elles seront réutilisées dans le cas où les eaux usées épurées ne sont pas suffisantes pour subvenir aux besoins en eau recyclée.

Les eaux usées épurées et les eaux de fond épurées sont stockées séparément car le temps de séjour maximal, pour prévenir le développement algal et bactériologique est différent.

La réutilisation des eaux usées traitées nécessite la mise en place de réservoirs de stockage des eaux dites « recyclées » pendant trois jours. Les eaux usées recyclées peuvent être utilisées pendant ce laps de temps pour un usage n'impliquant pas une consommation humaine. Passé le délai de trois jours, les eaux sont rejetées en assurant leur compatibilité avec les critères de bon état chimique et écologique des eaux superficielles et en respectant le principe de non-aggravation des risques d'inondation en aval hydraulique. Le nombre de réservoirs et le volume de stockage varient en fonction de la phase de déploiement du centre de stockage Cigéo.

Un approvisionnement en eaux recyclées doit être assuré pendant sept jours en cas d'interruption dans la production d'eaux recyclés (lors d'un arrêt ou d'une maintenance des filières de traitement des eaux). Cette autonomie est assurée par le stock d'eaux de fond épurées qui reste rempli en permanence, contrairement au stock d'eaux usées épurées, dont le temps de séjour ne peut dépasser trois jours.

Ce stockage temporaire permet entre autres de répondre à des besoins pendant des périodes de stress hydrique dans la région en limitant les prélèvements d'eau potable et donc des prélèvements supplémentaires dans le milieu naturel.

En cas de surplus d'eaux épurées stockées dans les réservoirs, le trop-plein est rejeté au milieu naturel, vers la Bureau en zone descenderie et vers l'Ormançon en zone puits.

Dans le cadre du projet global Cigéo, les milieux récepteurs que forment la Bureau et l'Ormançon sont des cours d'eau non pérennes, présentant de longues périodes d'assecs. Le système de stockage permet une rétention des effluents en cas de contamination accidentelle des eaux épurées par des matières en suspension, des hydrocarbures ou d'autres substances organiques et chimiques (dysfonctionnement des stations d'épuration, etc.). Pour assurer cette fonction, le volume des stocks est au moins égal à trois fois la production journalière respectivement d'eaux usées et d'eaux de fond épurées.

Ce principe de recyclage des eaux produites au sein du centre de stockage Cigéo s'applique dès la mise en exploitation des stations d'épuration (mise en service en début de construction initiale) et permet d'économiser au maximum 700 $m^3.j^{-1}$ d'eau potable, en pointe, en phase de construction initiale et de l'ordre de 275 $m^3.j^{-1}$ en phase de fonctionnement.

En plus de l'économie d'eau réalisée, ce recyclage permet de limiter les rejets vers le milieu naturel et de réduire le risque de pollution potentielle associée. L'utilisation d'eau recyclée sera privilégiée au prélèvement d'eau potable pour limiter au maximum l'impact environnemental du site (sur les flux de pollution supplémentaire rejetés dans le milieu et sur le prélèvement d'eau dans le milieu). En fonction des phases de fonctionnement, la demande en eau sera plus ou moins assurée par l'eau recyclée en fonction des quantités produites.

LES DISPOSITIFS D'APPROVISIONNEMENT EN EAUX RECYCLÉES

Afin de garantir le dispositif d'approvisionnement en eaux recyclées pour les installations du centre de stockage Cigéo, il est prévu :

- différents réservoirs de stockage des eaux recyclées de volumes adaptés aux besoins des installations de surface en fonction des phases ;
- en cas de défaillance dans l'approvisionnement en eaux recyclées (dysfonctionnement des filières de traitement, etc.), une autonomie du système apportée par la possibilité de prélever dans le réservoir de stockage des eaux pluviales[8] ou de recourir à un approvisionnement direct par le réseau d'adduction d'eau potable du centre de stockage Cigéo.

Certaines sous-périodes du projet, en phase de construction initiale et en phase de fonctionnement, sont déjà identifiées comme nécessitant un apport supplémentaire en eaux pluviales de l'ordre de 50 m^3/j à 200 m^3/j selon les sous-périodes et les usages envisagés.

Tableau 5-22 Nombre et le volume (m^3) des réservoirs de stockage des eaux pluviales, des effluents traités au sein des stations d'épuration et des dispositifs de traitement

Type d'eau	Phases de construction initiale et de fonctionnement	
	Zone puits	Zone descenderie
Effluents traités au niveau d'une station d'épuration (=eaux usées d'origine sanitaire et eaux industrielles des installations de surface)	1 station d'épuration 1 réservoir de 200 m^3	1 station d'épuration 1 réservoir de 700 m^3
Effluents traités au niveau du dispositif de traitement des eaux de fond (= eaux d'exhaure et eaux industrielles provenant de l'installation souterraine appelées aussi eaux de fond)	1 dispositif de traitement 2 réservoirs de 3 100 m^3 en cumul en phase de construction initiale, puis 1 réservoir de 1 600 m^3 en phase de fonctionnement	1 dispositif de traitement 1 réservoir de 3 000 m^3 uniquement en phase de construction initiale
Eaux pluviales	Réservoir en amont en amont des quantitatifs : 2 500 m^3	Réservoirs en amont des bassins quantitatifs : 1 000 m^3

Notons qu'en dernier recours, en cas d'indisponibilité d'un dispositif d'approvisionnement en eaux recyclées, les installations du centre de stockage Cigéo concernées pourront être alimentées *via* un approvisionnement direct depuis le réseau d'adduction d'eau potable.

L'utilisation des réserves d'eaux pour les besoins en eau non potable se fait dans l'ordre suivant :

- utilisation en priorité des effluents traités au niveau des stations d'épuration (temps de stockage des eaux usées traitées de trois jours maximum) ;
- utilisation des eaux de fond épurées au niveau des dispositifs de traitement (temps de stockage des eaux de fond épurées de sept jours maximum) ;
- en cas de défaillance momentanée des systèmes de traitement ou de besoins supérieurs, utilisation des eaux pluviales des réservoirs de stockage ;
- en dernier recours, appoints limités au maximum d'eau potable.

Modalité de suivi

- **suivi des consommations d'eau**

  En ce qui concerne l'utilisation rationnelle et la surveillance des consommations d'eau, les fréquences de suivi des consommations sont définies. Une surveillance continue des consommations d'eau potable, des volumes d'eau recyclée et des volumes d'eau d'exhaure est réalisée ;

- **suivi de la qualité des eaux recyclées au sein des stations d'épuration et des dispositifs de traitement des eaux de fond pour des usages d'eau non potable du centre de stockage Cigéo**

  L'utilisation des eaux recyclées pour des usages d'eau non potable du centre de stockage Cigéo fait l'objet d'une demande auprès de l'Agence régionale de santé (ARS). Un suivi très spécifique des eaux de recyclage est mis en place pour vérifier la performance des dispositifs d'approvisionnement (rejet compatible avec les critères de bon état écologique et chimique des eaux superficielles).

  Les ouvrages constituant les dispositifs de recyclage des eaux (réseaux et cuves) font l'objet d'un entretien préventif et d'un contrôle régulier de leur état et de leur bon fonctionnement. L'ensemble des opérations d'entretien et de contrôle effectuées est consigné sur un registre éventuellement informatisé et tenu à la disposition de l'administration. En complément, un suivi des incidents ayant entraîné l'arrêt des dispositifs de recyclage d'eaux (y compris analyse des causes et mesures prises pour y remédier) est mis en place. Ce suivi est consigné sur un registre, éventuellement informatisé et tenu à la disposition de l'administration.

  Ce suivi permet de garantir le bon fonctionnement des ouvrages constituant les dispositifs de recyclage des eaux et leur pérennité ;

[8] En amont des bassins quantitatifs de la zone descenderie et de la zone puits (entre les bassins qualitatifs et les bassins quantitatifs), sont implantés des réservoirs d'eau pluviale qui font office de réserves de dernier recours, au cas où les effluents traités ne sont pas suffisants aux besoins d'eau recyclée. Le maintien du réservoir de la zone descenderie sera réinterrogé pendant la phase de fonctionnement en fonction du besoin.

- **réseau de suivi des eaux superficielles**

  Un suivi des eaux superficielles est mis en place avec des stations de jaugeage des cours d'eau et des stations de suivi de la qualité des eaux superficielles. Le suivi sera conforme aux prescriptions des différentes autorisations environnementales préalables aux travaux en termes de localisation des points de suivi, de fréquences et de paramètres analysés.

  Ainsi, pour le centre de stockage Cigéo le suivi est centré sur la qualité de chaque cours d'eau dont les bassins versants sont recoupés avec :

  ✓ la mise en place d'un réseau de suivi quantitatif (et qualitatif) des cours d'eau concernés par les travaux ;

  ✓ l'information rapide des services de l'État compétents en cas de constat d'incident ayant un impact sur l'environnement ayant provoqué une pollution des eaux superficielles.

  Cette mesure de suivi perdure pendant le fonctionnement et jusqu'à la fermeture du centre de stockage Cigéo et son démantèlement ;

- **suivi de la compatibilité des prélèvements d'eaux avec les exigences relatives à la réglementation IOTA**

  Une vérification initiale puis un suivi régulier de la compatibilité des prélèvements avec les exigences du SDAGE, l'évolution des seuils de la nomenclature IOTA et la ressource disponible sont mis en œuvre.

5.4.3.3 Maitrise des consommations d'eau

Cette mesure est détaillée au chapitre 2.2.2.2 du présent volume.

5.4.3.4 Mesures de réduction des incidences sur le sol et les eaux superficielles pour préserver les usages

La mise en place des dispositifs de régulation et traitements qualitatifs des eaux pluviales et des effluents permet de réduire l'incidence sur les usages récréatifs et agricoles des cours d'eau, notamment l'abreuvement du bétail. Plusieurs mesures d'évitement et de réduction détaillées dans la partie sol (cf. Chapitre 3 du présent volume) et au chapitre 5.4.2 du présent volume permettent de réduire l'incidence liée à l'imperméabilisation des sols et l'altération de la qualité des eaux, sauf en cas d'incident ayant un impact sur l'environnement. Il s'agit notamment des mesures suivantes :

- optimisation de la zone d'intervention potentielle du centre de stockage et réduction des emprises de travaux le long de la ligne électrique 400 kV ;
- création d'espaces verts au sein des zones artificialisées ;
- mise en place de dispositifs de gestion des rejets des eaux pluviales pour ne pas altérer la qualité des eaux superficielles et souterraines par transfert (fonctionnement des dispositifs de gestion des eaux pluviales à la parcelle et performance des dispositifs d'assainissement) ;
- le décapage progressif pour éviter une mise à nu de la totalité des zones d'intervention potentielles.

5.5 Incidences résiduelles

Pour une meilleure lisibilité des incidences résiduelles, la présentation suivante par grand type d'incidence est retenue avec :

- le chapitre 5.5.1 du présent volume, présentant les incidences quantitatives résiduelles sur les eaux ;
- le chapitre 5.5.2 du présent volume, précisant les incidences résiduelles sur la qualité des eaux ;
- le chapitre 5.5.3 du présent volume, présentant les incidences résiduelles sur les usages des eaux ;
- le chapitre 5.5.4 du présent volume, présentant les incidences résiduelles du projet global Cigéo ;

Seules les incidences potentielles évaluées comme étant notables au chapitre 5.2 du présent volume sont présentées ci-après.

L'incidence sur les eaux souterraines et superficielles après la fermeture définitive du centre de stockage Cigéo est traitée dans le chapitre 18 du présent volume.

5.5.1 Incidences quantitatives résiduelles

5.5.1.1 Démarche d'évaluation des incidences quantitatives sur les eaux souterraines

Les incidences du centre de stockage Cigéo sur les eaux souterraines sont évaluées à partir de deux modèles numériques :

- **le modèle des Calcaires du Barrois**

  Ce modèle de secteur développé selon une démarche et avec les outils de l'ingénierie (logiciel Feflow) a été anticipé pour proposer une approche enveloppe des impacts hydrogéologiques et hydrologiques du projet global Cigéo sur l'aquifère des Calcaires du Barrois. Il est amené à être remplacé à terme par un modèle local couplé des écoulements de surface et de subsurface des Calcaires du Barrois.

  Des travaux d'amélioration de ce modèle ont été réalisés entre 2022 et 2025 afin de représenter finement le fonctionnement hydrogéologique des Calcaires du Barrois, notamment au niveau de la future zone descenderie. Ces travaux ont entre autres permis d'intégrer les données topographiques des terrassements et les ouvrages du dispositif de protection contre les remontées de nappe afin d'évaluer les impacts hydrauliques quantitatifs potentiels dans les Calcaires du Barrois. Les résultats de ces travaux de modélisation couplée des écoulements de surface et de subsurface seront présentés dans une prochaine actualisation de l'étude d'impact.

  Les incidences résiduelles issues de ce modèle enveloppe sont présentées succinctement ci-dessous.

  Il convient de préciser que la série intercalaire très peu perméable des marnes du Kimméridgien permet un découplage hydraulique entre l'aquifère superficiel des Calcaires du Barrois et l'aquifère plus profond de l'Oxfordien qui autorise de traiter séparément les deux systèmes.

  Ces deux modèles décrits au chapitre 5.2.1.1 du volume VII de la présente étude d'impact servent de support technique pour la quantification des impacts directs induits sur les eaux souterraines et les incidences indirectes sur les eaux de surfaces, les milieux aquatiques et les usages en lien avec l'eau. 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) à travers :

  ✓ les différences de charges piézométriques qui permettent d'évaluer les variations induites (ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine, descenderie et puits) ;

  ✓ les différences de bilan en eau le long du réseau hydrographique pour quantifier les incidences sur les échanges nappes-rivières ;

  ✓ l'état et la durée de retour à l'équilibre après fermeture du centre de stockage Cigéo.

- **le modèle de l'Oxfordien**

  Ce modèle local de l'Oxfordien, développé sur la base des résultats des modèles hydrogéologique régionaux (Bassin parisien et secteur de Meuse/Haute-Marne), sert de base aux études de la présente étude d'impact pour les calculs d'impact du projet global Cigéo sur l'aquifère de l'Oxfordien et vient en remplacement du modèle initial utilisé dans la cadre du dossier de déclaration d'utilité publique en apportant une description plus fine sur les ouvrages sensibles de l'installation nucléaire de base dont les ouvrages souterrains.

5.5.1.2 Pour le centre de stockage Cigéo

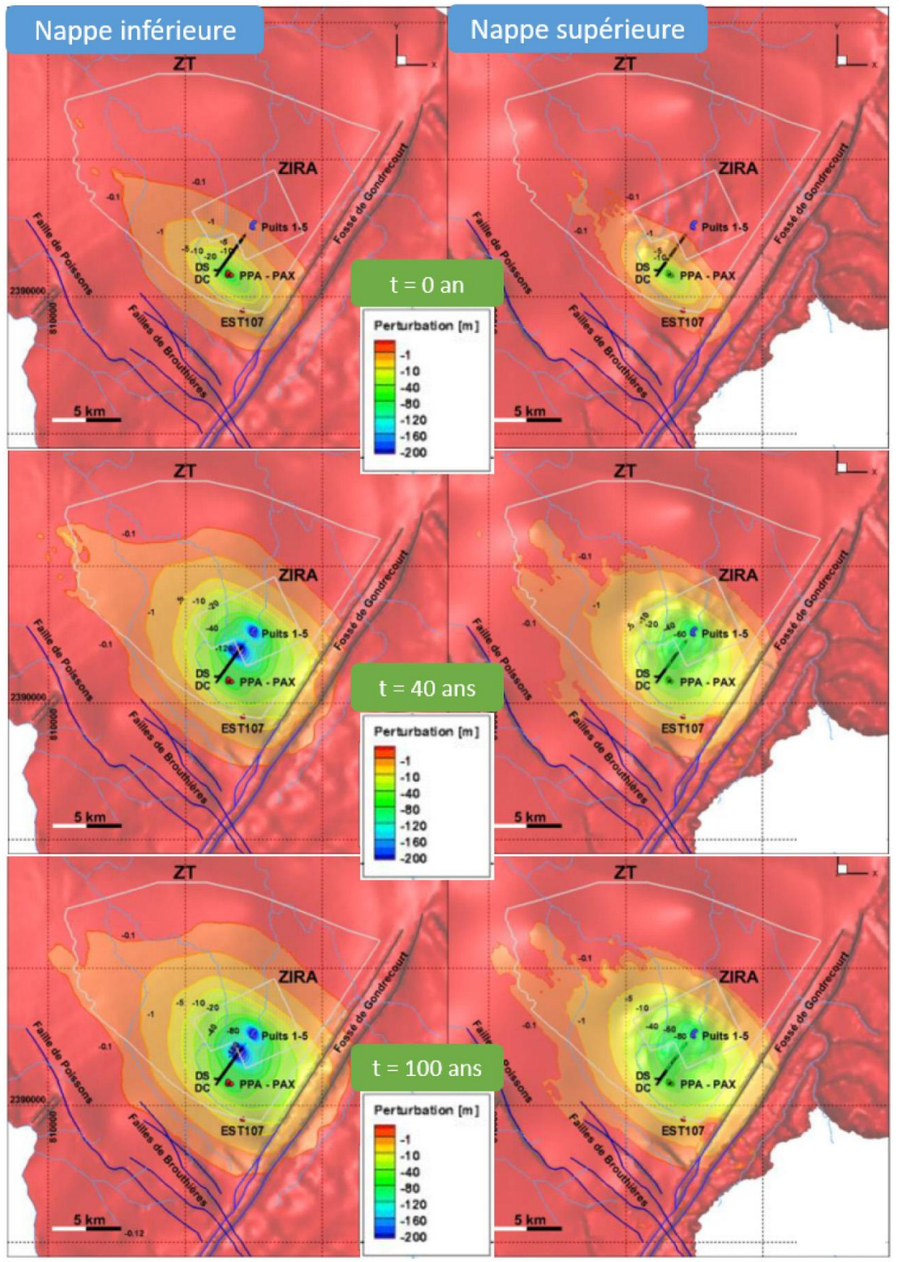
5.5.1.2.1 Incidences résiduelles sur le rabattement des nappes d'eau souterraine au niveau des déblais créés par le projet global Cigéo

Le choix de l'emplacement des descenderies ainsi que la conception des liaisons surface-fond participent à la réduction du phénomène de rabattement de nappe.

La figure 5-40 montre l'évolution de la perturbation hydraulique dans l'Oxfordien calcaire calée sur le calendrier de creusement des ouvrages de liaison étendu aux 100 ans d'exploitation prévisionnelle du stockage (phase de fonctionnement). La figure 5-41 compare l'évolution de la perturbation hydraulique en régime transitoire avec son étendue maximale correspondant à un régime permanent. Le régime transitoire correspond à une perturbation évoluant dans le temps sur une période de 100 ans, tandis que le régime permanent correspond à un état stable. On note qu'il y a peu de différence entre l'enveloppe de la perturbation hydraulique en régime transitoire après 100 ans d'exploitation et l'enveloppe de la perturbation en régime permanent. Le régime hydraulique d'équilibre suite à la construction de l'infrastructure du futur stockage est donc presque atteint après 100 ans.

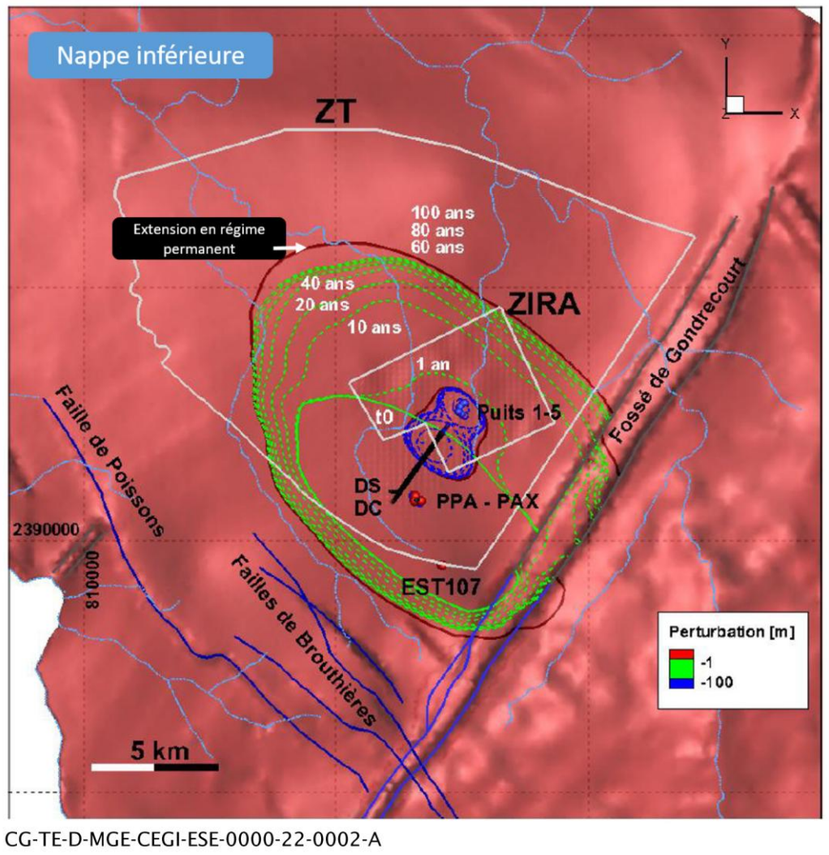
Selon ces résultats il ressort que pour l'Oxfordien calcaire l'incidence résiduelle quantitative liée à la mise en place des liaisons surface-fond est modérée à l'échelle de la zone d'intérêt pour la recherche approfondie (ZIRA) et faible à celle de la zone de transposition (ZT). Pour autant, aucun des captages exploitant la nappe de l'Oxfordien n'est affecté par cette incidence.

Les incidences du centre de stockage Cigéo sur le rabattement des nappes d'eau souterraines au niveau des déblais créés par le projet global Cigéo sont modérées.



CG-TE-D-MGE-CEGI-ESE-0000-22-0001-A

Figure 5-40 *Évaluation de la perturbation hydraulique maximale (m) liée au creusement des liaisons surface-fond dans l'aquifère de l'Oxfordien calcaire inférieur (gauche) et supérieur (droite) au début de la phase de construction initiale (t = 0) et après 40 ans et 100 ans en régime transitoire*



CG-TE-D-MGE-CEGI-ESE-0000-22-0002-A

Figure 5-41 *Évaluations enveloppes de la perturbation hydraulique (m) en régime transitoire et en régime permanent dans la nappe supérieure de l'Oxfordien calcaire*

5.5.1.2.2 Incidences résiduelles sur le rabattement des nappes d'eau souterraine au niveau des déblais créés : cas particulier de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine

La conception adaptée de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine permet de diminuer l'incidence liée au rabattement de nappe (cône de rabattement) et à l'effet barrage de la nappe des Calcaires du Barrois. Cette incidence résiduelle est encore réduite par la mise en place d'une gestion des eaux pluviales dans leur bassin versant d'origine, limitant la modification des échanges nappe-rivière (cf. Chapitre suivant du présent volume). L'incidence sur le rabattement des nappes d'eau souterraines est faible au niveau des déblais créés par le projet global Cigéo et au droit de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine. 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 due à la réalisation de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine sur la zone descenderie au plus tôt.

Les incidences du centre de stockage Cigéo sur le rabattement des nappes d'eau souterraines au droit de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine sont modérées.

5.5.1.2.3 Incidences résiduelles sur le drainage de la nappe phréatique au droit des tranchées

La suspension des travaux en période de plus hautes eaux de la nappe d'eau souterraine et la mise en place de mesures de mise en sécurité du chantier (évacuation des engins, du matériel et des produits polluants) permettent d'éviter le drainage de la nappe phréatique au droit des tranchées.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur le drainage de la nappe phréatique au droit des tranchées sont faibles.

5.5.1.2.4 Incidences résiduelles sur le drainage des eaux souterraines au droit de liaisons surface-fond du centre de stockage Cigéo ou de tout forage nécessaire à l'opération de caractérisation et de surveillance

Les liaisons surface-fond, telles qu'elles sont conçues à ce stade, sont étanches au niveau de la formation des Calcaires du Barrois et drainantes au niveau de l'Oxfordien (sauf pour le puits d'extraction d'air vicié, VVE, qui est étanche), leur influence hydraulique potentielle ne s'exprimera qu'au niveau des Calcaires de l'Oxfordien, en générant un rabattement hydraulique, comme observé autour des deux puits du Laboratoire de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne.

Toutefois, du fait de la faible perméabilité de l'Oxfordien carbonaté au droit du centre de stockage Cigéo et dans ses environs, cette perturbation hydraulique sera limitée à la proximité immédiate des descenderies et des puits, quelques dizaines à centaines de mètres au plus (cf. Chapitre 5.5.1.2 a) du présent volume).

La mise en place des différents dispositifs (bouchon d'étanchéité, système de gestion des eaux collectées dans les liaisons surface-fond) permet d'assurer une incidence résiduelle faible liée à la construction des liaisons surface-fond sur le drainage des eaux souterraines et sur la modification des écoulements des eaux souterraines lors de leur creusement en phase de construction initiale. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur le drainage des eaux souterraines au droit de liaisons surface-fond du centre de stockage Cigéo ou de tout forage nécessaire à l'opération de caractérisation et de surveillance sont faibles.

5.5.1.2.5 Incidences résiduelles sur la modification des écoulements (effet barrage) des liaisons surface-fond (descenderies, puits) ou de l'ouvrage de protection contre les remontées de nappe d'eau souterraine en zone descenderie

Comme présenté au chapitre 5.4.1.1 du présent volume, la conception adaptée de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine permet de diminuer l'incidence liée à l'effet barrage de la nappe des Calcaires du Barrois. L'incidence résiduelle sur les écoulements dans la nappe du Barrois et notamment sur ses usages a été appréhendée par une modélisation hydrogéologique spécifique présentée au volume VII de la présente étude d'impact. L'incidence résiduelle sur les écoulements de la nappe est faible. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur la modification des écoulements (effet barrage) des liaisons surface-fond (descenderies, puits) ou de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie sont faibles.

5.5.1.2.6 Incidences résiduelles sur la diminution de l'infiltration et de la recharge des nappes d'eau souterraine

L'infiltration de l'eau au niveau des zones de surface du centre de stockage Cigéo reste possible : en effet, le centre de stockage Cigéo ne présente qu'une imperméabilisation d'environ 17 % des installations de surface (surface imperméabilisée en fin de construction initiale par rapport à la surface de la zone d'intervention potentielle).

Au regard de l'incidence résiduelle faible sur l'imperméabilisation des sols et des modalités de travaux lors des terrassements, l'incidence résiduelle sur l'infiltration et la recharge des nappes d'eau souterraine est faible. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur la diminution de l'infiltration et de la recharge des nappes d'eau souterraine sont faibles.

5.5.1.2.7 Incidences résiduelles sur l'inondation de la zone d'intervention potentielle par remontée de nappe

Comme présenté au chapitre 5.4.1.1 du présent volume, la conception adaptée de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine et des liaisons surface-fond limite l'incidence liée au rabattement de nappe (cône de rabattement). L'incidence résiduelle sur l'inondation de la zone d'intervention potentielle est faible. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur l'inondation de la zone d'intervention potentielle par remontées de nappe sont faibles.

5.5.1.2.8 Incidences résiduelles sur les prélèvements dans les nappes d'eau souterraine pour la consommation en eau potable et non potable

La réutilisation prioritaire des usées pour les besoins en eau non potable du centre de stockage Cigéo permet de limiter les prélèvements dans les nappes d'eau souterraines. Ainsi, la définition de l'opération d'adduction d'eau du projet global Cigéo (mesure d'évitement pour le centre de stockage Cigéo) assure des débits prélevés adaptés à la capacité de recharge des captages sollicités pour le besoin. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur les prélèvements dans les nappes d'eau souterraine pour la consommation en eau potable et non potable sont faibles.

5.5.1.2.9 Incidences résiduelles de l'effet barrière sur les écoulements liés aux différentes opérations du projet global Cigéo

La mise en place de dispositifs de type buse hydraulique assure la transparence hydraulique des aménagements et permet d'éviter l'effet barrière sur les écoulements. L'incidence résiduelle de l'effet barrière sur les écoulements est faible et permanente. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles sur l'effet barrière sur les écoulements liés aux différentes opérations du projet global Cigéo sont faibles.

5.5.1.2.10 Incidences résiduelles sur la perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau par la présence de l'ouvrage de protection contre les remontées de nappe d'eau souterraine en zone descenderie

La nappe des Calcaires du Barrois conditionne l'hydrologie de surface et participe au fonctionnement des cours d'eau, notamment de l'Orge et de la Bureau. Ainsi, une modification de l'hydrodynamisme de la nappe peut impacter les échanges nappe-rivière.

L'analyse des flux souterrains transférés vers les rivières permet de qualifier et quantifier l'incidence du projet sur les eaux de surface de l'aire d'étude immédiate.

D'après les résultats de la modélisation et l'analyse des évolutions flux nappe-rivière au niveau de l'Orge, la contribution des écoulements souterrains au débit de l'Orge va diminuer localement. Cependant, ce déficit varie fortement au cours d'une année avec un rapport de cinq à plus de dix (année sèche et année humide) entre les hautes eaux et les basses eaux.

Les déficits les plus importants sont généralement identifiés durant les hautes eaux. Cependant, la part de ce déficit par rapport au flux transféré entre la nappe et l'Orge est plus importante durant les basses eaux (déficit relatif).

Ainsi, les résultats tendent à montrer que l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine est susceptible de générer :

- une légère réduction des apports de la nappe durant les hautes eaux ;
- une forte réduction des apports de la nappe à l'Orge, durant les basses eaux, qui pourrait induire des étiages plus sévères du fait de la diminution du débit de base.

Afin de réduire ces incidences, la conception de la zone descenderie prévoit :

- une ré-infiltration de l'intégralité des eaux collectées par les drains périphériques de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine ;
- une gestion des eaux pluviales à l'intérieur de leur bassin versant d'origine.

Comme évoqué précédemment, l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe phréatique fait l'objet d'une démarche itérative de conception dans le cadre des actualisations ultérieures de l'étude d'impact, afin d'identifier des pistes d'optimisation permettant de réduire ses incidences sur l'environnement, notamment pour renforcer la transparence hydraulique.

Pour le centre de stockage Cigéo, l'incidence résiduelle sur le débit de l'Orge entre Gillaumé et Saudron avec la mise en place de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine de la zone descenderie est considérée comme très faible. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur la perturbation du régime hydraulique des cours d'eau par la présence de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie sont très faibles.

5.5.1.2.11 Incidences résiduelles sur la modification du profil en long des cours d'eau lié au franchissement de cours d'eau

Les routes et chemins existant à proximité des cours d'eau seront utilisés préférentiellement afin d'éviter des franchissements de cours d'eau non nécessaires. Il sera privilégié la réhabilitation d'ouvrages hydrauliques existants. Le dimensionnement des ouvrages de franchissement hydrauliques sera défini par rapport aux caractéristiques hydrauliques des cours d'eau pour ne pas entraîner de modification du profil en long des cours d'eau.

L'incidence résiduelle sur la modification du profil en long des cours d'eau est faible. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur la modification du profil en long des cours d'eau sont faibles.

5.5.1.2.12 Incidences résiduelles sur les prélèvements dans les cours d'eau pour la consommation en eau potable et non potable

Aucun prélèvement dans les eaux superficielles ou la nappe d'accompagnement des cours d'eau proches des opérations du centre de stockage Cigéo n'est entrepris. L'incidence résiduelle est très faible. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur les prélèvements dans les cours d'eau pour la consommation en eau potable et non potable sont très faibles.

5.5.1.2.13 Incidences résiduelles sur la perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau par les rejets d'eau dans le milieu

Concernant l'impact quantitatif du rejet des eaux conventionnelles, les débits de rejets des eaux ne seront pas de nature à impacter de manière significative l'hydrologie des cours d'eau récepteurs. Les rejets vers les cours d'eau sont conditionnés par les débits de fuite des bassins (cf. Chapitre 5.4.1.6 du présent volume). Pour rappel, le débit de fuite maximal est de 3 L/s/ha pour une pluie décennale et de 6 L/s/ha en centennale. Les rejets seront effectués vers trois cours d'eau : la Bureau, l'Orge et l'Ormançon.

Au niveau des points de rejets, les milieux récepteurs que forment la Bureau et l'Ormançon sont des cours d'eau non pérennes, présentant de longues périodes d'assecs, pendant lesquelles les rejets représentent l'intégralité du débit transitant dans ces cours d'eau. Sur l'Orge, des assecs peuvent aussi être observés au niveau des points de rejets.

Compte tenu de la mise en place d'une gestion quantitative des eaux (rejet vers le milieu naturel régulé par des bassins quantitatifs), l'incidence résiduelle du centre de stockage Cigéo sur la perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau par les rejets d'eau dans le milieu est très faible. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur le fonctionnement hydraulique des cours d'eau par les rejets d'eau dans le milieu sont très faibles.

5.5.1.2.14 Incidences résiduelles liées à l'imperméabilisation de certaines surfaces et modification des écoulements

Des mesures seront mises en œuvre pour limiter l'imperméabilisation des surfaces :

- optimisation des dispositifs d'assainissement et d'ouvrages hydrauliques en privilégiant la réhabilitation des ouvrages existants ;
- limitation du nombre de bases vie ;
- limitation des zones d'intervention au strict nécessaire ;
- remise en état des zones d'intervention temporaire.

Le centre de stockage Cigéo ne présente qu'une imperméabilisation d'environ 17 % des installations de surface (surface imperméabilisée en fin de construction initiale par rapport à la surface de la zone d'intervention potentielle).

Compte tenu des mesures visant à diminuer l'incidence sur le volume d'eau collecté, l'incidence résiduelle est faible et permanente. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur l'imperméabilisation des surfaces sont faibles.

5.5.1.2.15 Incidences résiduelles sur la capacité de stockage de l'eau dans les zones inondables et le risque inondation en aval

Le débit régulé des eaux pluviales rejetées par le centre de stockage Cigéo est inférieur au débit spécifique naturel du bassin versant correspondant, c'est-à-dire au débit spécifique sans le centre de stockage (sans imperméabilisation de la zone). Ce principe permet de ne pas aggraver le risque d'inondation à l'aval du point de rejet.

Afin d'évaluer l'incidence résiduelle (après mise en œuvre des mesures de gestion des rejets liquides décrites ci-avant) du centre de stockage Cigéo sur le risque d'inondation des biens et de personnes liées à un débordement direct des cours d'eaux, une modélisation hydraulique a été réalisée (cf. Chapitre 5.2.2.2 du volume VII de la présente étude d'impact).

Le risque d'inondation, après mise en œuvre des mesures de réduction, est évalué au droit de :

- l'Orge en amont de la commune de Saudron ;
- l'Ormançon en amont de la ferme Saint-Thiebaut ou en amont du chem*in situ*é à proximité du lieu-dit Maison Blanche ;
- la Bureau en amont de la route départementale D175a.

L'incidence du centre de stockage Cigéo a été évaluée pour :

- la phase de construction initiale avec une période de retour pluviométrique de 10 ans ;
- la phase de fonctionnement avec une période de retour de 100 ans.

Pour ces deux phases, la simulation comprend la construction des ouvrages de gestion des eaux du centre de stockage Cigéo. L'état actuel est simulé avec les pluies de temps de retour 10 ans et 100 ans afin de bénéficier d'une base de référence des changements possibles de débits et d'extension des zones inondées.

L'analyse s'appuie notamment sur les résultats au droit de points de calcul. Dans la suite du chapitre, les points de calcul du modèle sont identifiés par une lettre. Un point de calcul regroupe un ou plusieurs ouvrages sur les cours d'eau (ponts et ponceaux existants). Ces ouvrages sont identifiés par un chiffre sur les figures suivantes.

a) Incidences résiduelles sur les bassins versants de l'Orge et de la Bureau

Parmi les trois cours d'eau concernés par la modélisation hydraulique, l'Orge est le seul qui traverse une zone urbaine, la commune de Saudron.

Pour l'Orge, l'étendue de la zone inondée et la hauteur d'eau correspondante sont très similaires entre l'état initial et la phase de construction initiale avec une période de retour pluviométrique de 10 ans.

La zone inondée par débordement de l'Orge se limite au lit majeur existant de l'Orge aussi bien pour la phase de construction initiale que pour la phase de fonctionnement. Aucune structure n'est impactée au-delà des ouvrages d'art de l'intersection avec la route départementale D960.

Les différences de profondeurs d'inondation entre les scénarios de simulation en conditions actuelles et en phase de construction initiale ou de fonctionnement sont étudiées :

- pour une période de retour de 10 ans, l'étendue de la zone inondée et la profondeur de l'inondation sont très similaires. La profondeur maximale d'inondation est de 3 cm inférieurs pour la phase de construction initiale par rapport à la situation en conditions actuelles (cf. Figure 5-43). Cette profondeur maximale n'est observée que dans le lit mineur de l'Orge ;
- pour une période de retour de 100 ans, l'étendue de la zone inondée et la profondeur de l'inondation sont très similaires : pour la phase de fonctionnement et par rapport aux conditions actuelles, on observe une réduction de la profondeur d'inondation de 5 cm au droit de Saudron et une augmentation de 1 cm de la profondeur d'inondation au niveau du point de rejet du bassin de rétention ZD sud (cf. Figure 5-44).

Par ailleurs, comme présenté dans le tableau 5-23, les débits de pointe en amont des ouvrages d'art au droit de l'Orge et de la Bureau sont très similaires entre les conditions actuelles et les scénarios simulés, aussi bien pour la crue décennale (phase de construction initiale) que pour la crue centennale (phase de fonctionnement). Les faibles écarts constatés peuvent être en partie attribués à la précision du modèle. Sur l'Orge, pour la période de retour 10 ans (cf. Figure 5-43), les résultats de la simulation indiquent que les bassins de rétention atténuent l'incidence des zones nouvellement construites. De même pour la période de retour 100 ans (cf. Figure 5-44), les débits pour la phase de fonctionnement sont légèrement inférieurs aux débits générés aux conditions actuelles d'utilisation du sol (cf. Chapitre 5.4.6.8 du volume III de la présente étude d'impact). Les profondeurs d'inondations maximales atteintes sont de 1,25 mètre pour une période de retour de 10 ans (cf. Figure 5-45) et de 1,50 mètre pour une période de retour de 100 ans (cf. Figure 5-46). Elles étaient respectivement de 1,28 mètre et de 1,54 mètre en condition actuelle (cf. Chapitre 5.4.6.8 du volume III de la présente étude d'impact). Seul le point C de la Bureau, situé en aval immédiat du point de rejet du bassin de rétention de la zone descenderie nord (cf. Figure 5-42), présente des débits centennaux légèrement supérieurs aux conditions actuelles.

Ces informations sont également représentées sur les figure 5-42 à figure 5-46.

L'incidence résiduelle sur le risque d'inondation au niveau du bassin versant de l'Orge est très faible.

Tableau 5-23 *Débits de pointe résultant des scénarios de simulation hydrologique pour l'Orge et la Bureau*

Hydrogrammes	Conditions actuelles		Phase de construction initiale	Phase de fonctionnement
	10a (m³/s)	100a (m³/s)	10a (m³/s)	100a (m³/s)
Orge A	1,24	2,11	1,23	2,04
Orge B	1,67	2,71	1,56	2,51
Bureau A	0,64	1,14	0,64	1,14
Bureau B	0,74	1,32	0,74	1,32
Bureau C	1,91	3,28	1,97	3,57

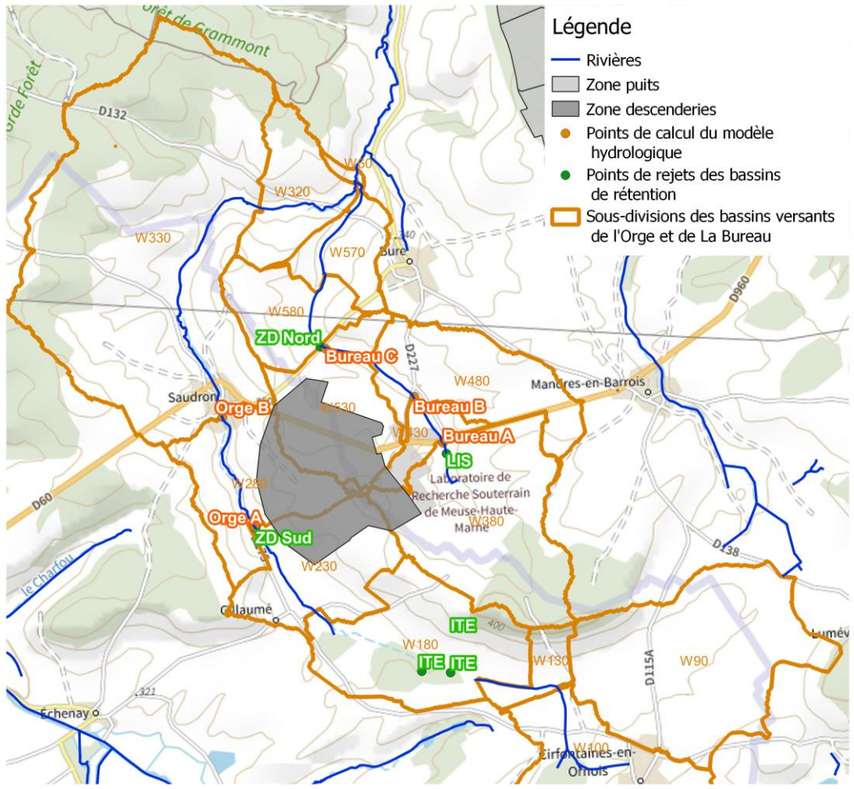


Figure 5-42 *Localisation des bassins et points de calculs de la simulation hydrologique pour l'Orge et la Bureau*

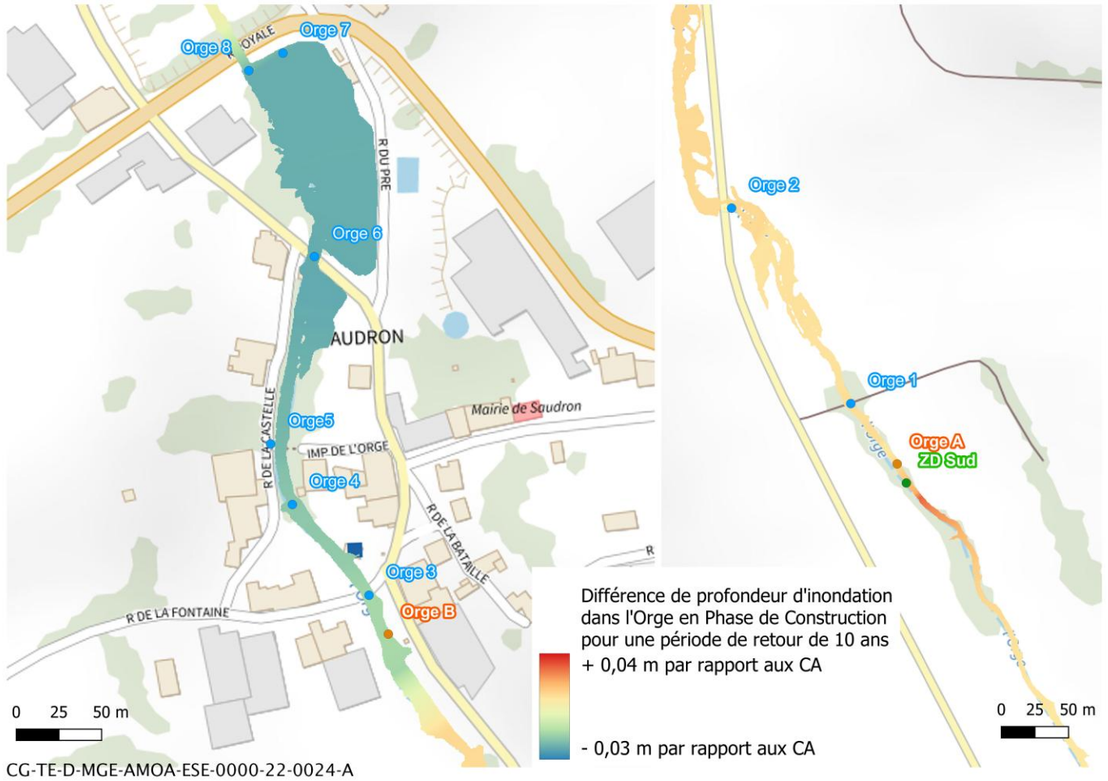


Figure 5-43 *Différence de profondeur d'inondation dans l'Orge en phase de construction initiale par rapport aux conditions actuelles (CA) pour une période de retour 10 ans*

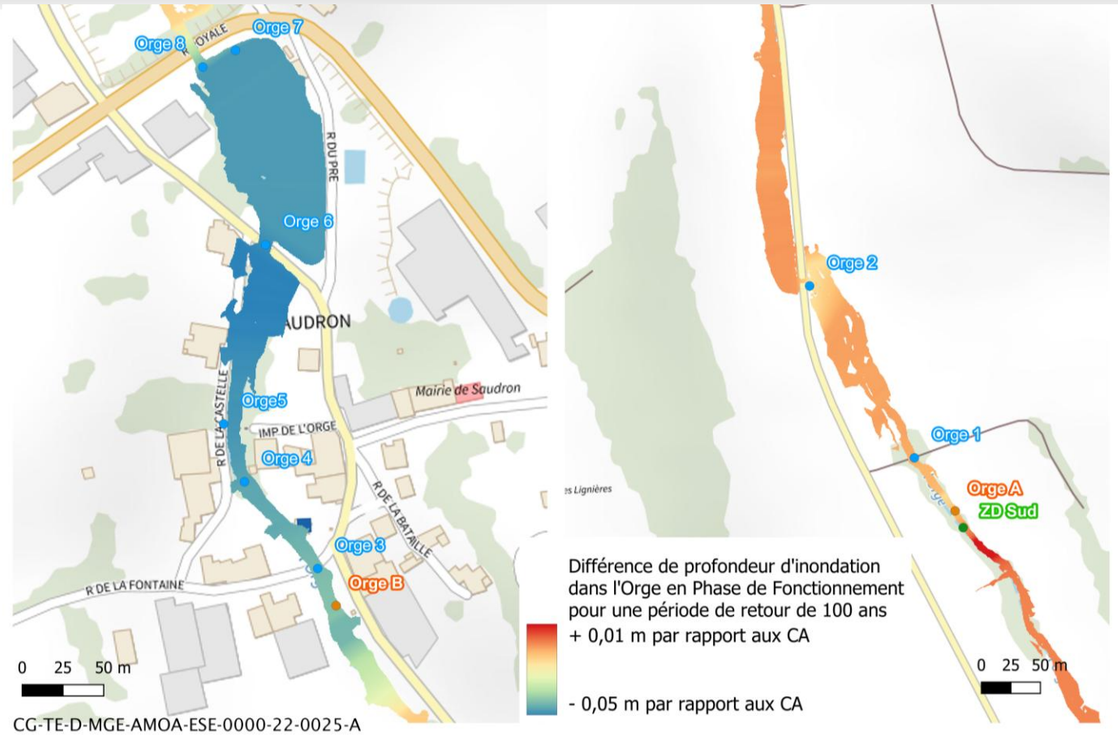
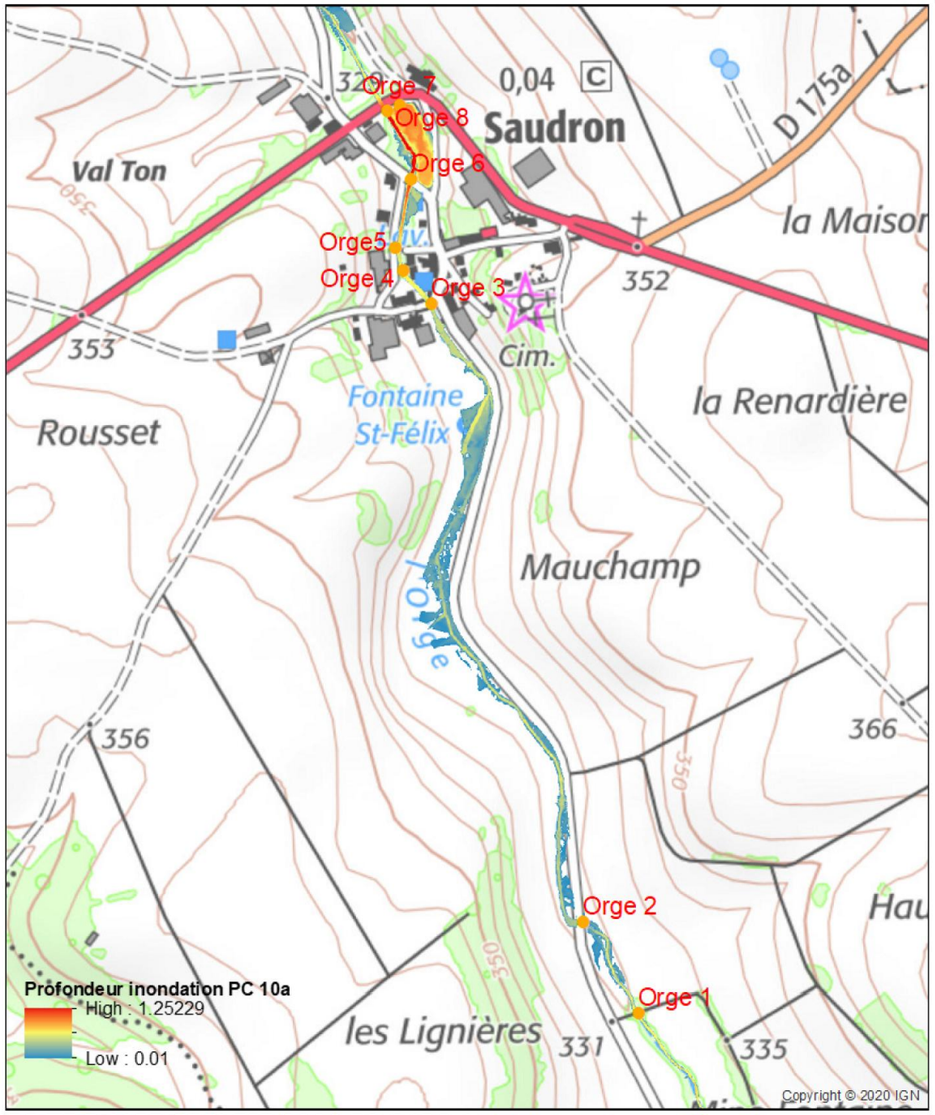
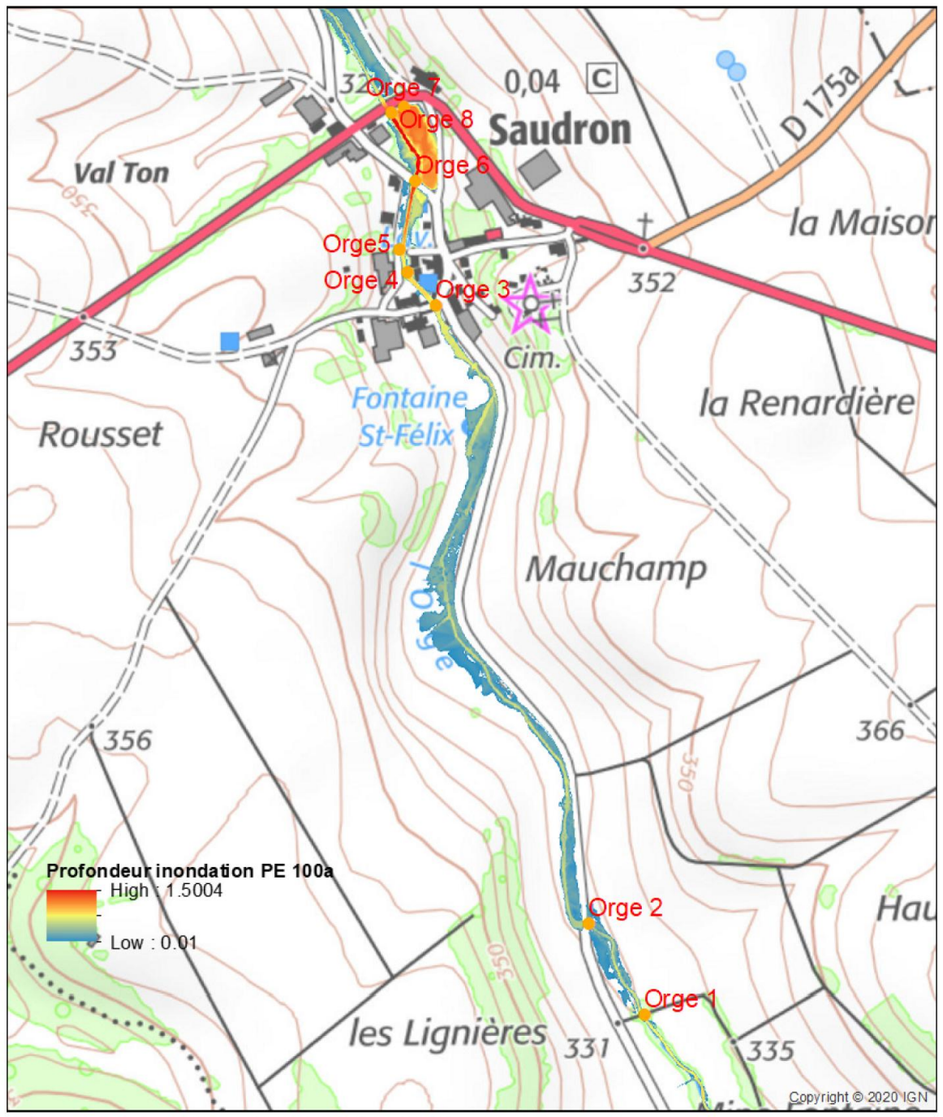


Figure 5-44 *Différence de profondeur d'inondation dans l'Orge en phase de fonctionnement par rapport aux conditions actuelles (CA) pour une période de retour 100 ans*



CG-TE-D-MGE-CEGI-ESE-0000-21-0428-A

Figure 5-45 *L'Orge : étendue et profondeur d'inondation (m), phase de construction initiale avec une période de retour de 10 ans*



CG-TE-D-MGE-CEGI-ESE-0000-21-0429A

Figure 5-46 *L'Orge : étendue et profondeur d'inondation (m), phase de fonctionnement avec une période de retour de 100 ans*

Pour la Bureau, l'étendue de la zone inondée et la hauteur d'eau correspondante sont très similaires entre l'état initial et la phase de construction initiale avec une période de retour pluviométrique de 10 ans. La même observation est faite entre l'état initial et la phase de fonctionnement avec une période de retour de 100 ans.

La zone inondée par le débordement de la Bureau se limite au lit majeur existant de la Bureau pour l'ensemble des cas étudiés. La profondeur d'inondation est inférieure à 0,2 mètre dans le lit majeur. Aucune structure n'est impactée par l'inondation au droit de la Bureau.

Les ouvrages d'arts « Bureau 3 » et « Bureau 4 » fonctionnent comme des ouvrages de rétention. La profondeur d'inondation est maximale en amont de ces ouvrages, inférieure à 1,2 mètre (cf. Figure 5-49) pour le scénario avec un temps de retour de 10 ans et inférieure à 1,35 mètre pour le scénario avec un temps de retour de 100 ans (cf. Figure 5-50).

Les différences de profondeurs d'inondation entre les scénarios de simulation en conditions actuelles et en phase de construction initiale ou de fonctionnement sont étudiées :

- pour une période de retour de 10 ans, la figure présentant la différence entre la profondeur maximale d'inondation en conditions actuelles et en phase de construction initiale n'est pas présentée puisque cette différence est inférieure à 1 cm. En effet, la principale différence réside dans l'étendue horizontale de l'inondation qui est plus importante dans certaines zones du lit majeur de la Bureau dans le cas des conditions actuelles pour la phase de construction initiale (ces zones apparaissent en noir sur la figure 5-47) ;
- pour une période de retour de 100 ans, seule la figure présentant la différence des profondeurs d'inondation est présentée puisque l'étendue horizontale de l'inondation est très similaire entre les conditions actuelles et la phase de fonctionnement. Les différences de profondeur d'inondation se produisent principalement en aval des ouvrages d'arts Bureau 2 et Bureau 3. La différence maximale de profondeur d'inondation entre ces deux scénarios est inférieure à 13 cm (cf. Figure 5-48).

Sur la base de la différence de profondeur et d'étendue d'inondation entre les références et les scénarios après construction pour la Bureau, on peut conclure que la construction du centre de stockage Cigéo et des bassins de rétention n'aggrave pas le risque d'inondation en aval des points de rejet.

L'incidence résiduelle sur le risque d'inondation au niveau du bassin versant de la Bureau est très faible.

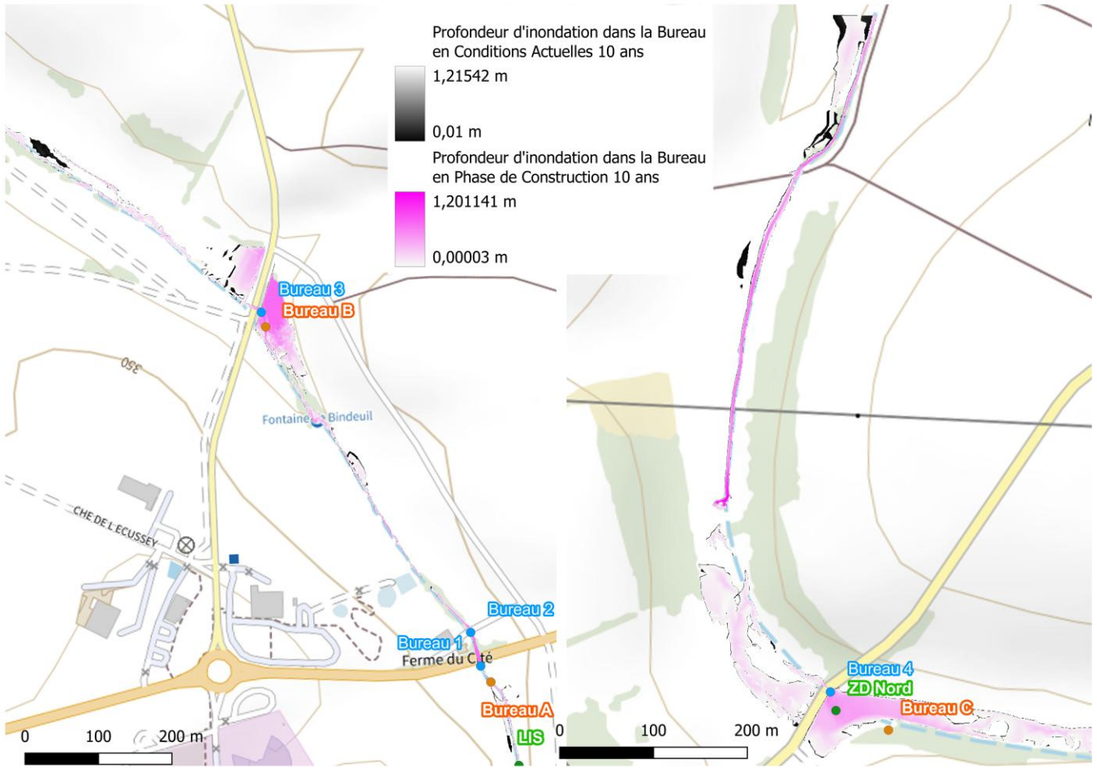


Figure 5-47 *Profondeurs d'inondation dans la Bureau en conditions actuelles et en phase de construction initiale pour une période de retour 10 ans*

Figure 5-48 *Différence de profondeur d'inondation dans la Bureau en phase de fonctionnement par rapport aux conditions actuelles (CA) pour une période de retour 100 ans*



Figure 5-49 *La Bureau : étendue et profondeur d'inondation (m), phase de construction initiale avec une période de retour de 10 ans*

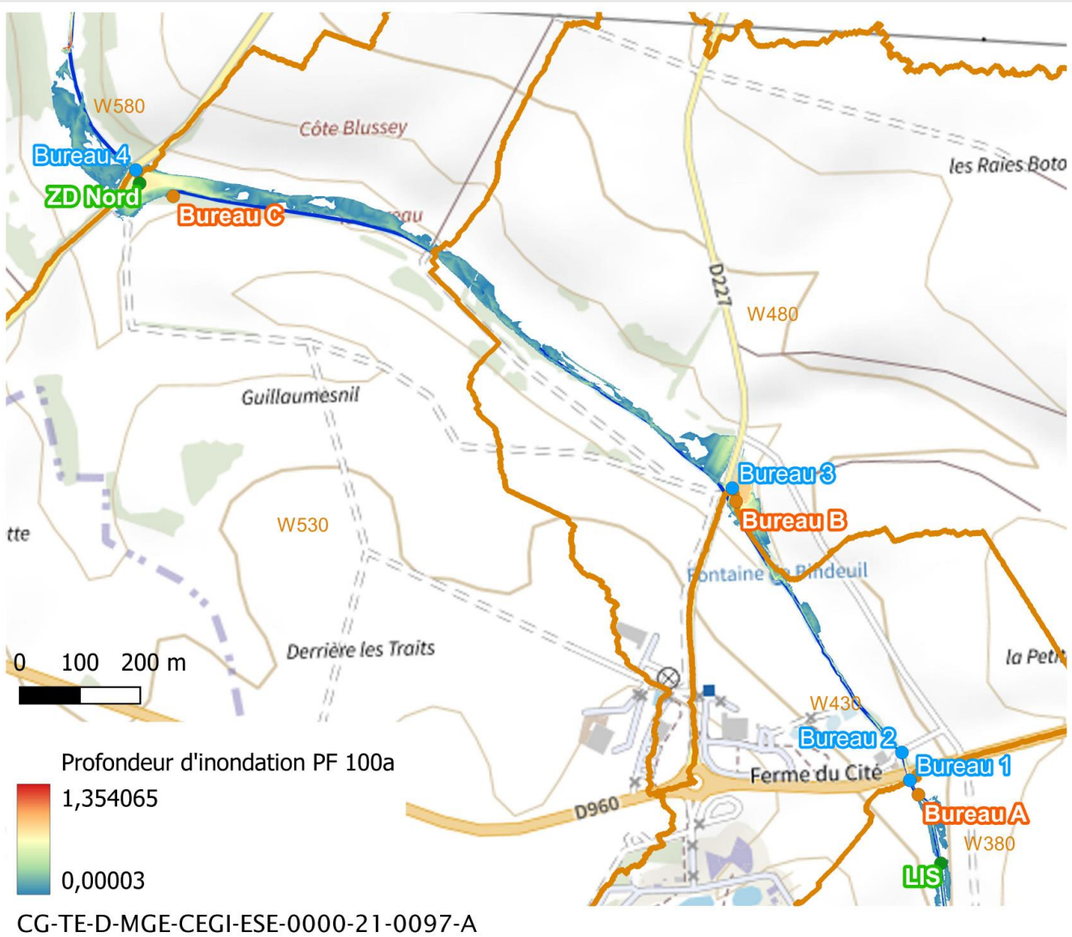


Figure 5-50 *La Bureau : étendue et profondeur d'inondation (m), phase de fonctionnement avec une période de retour de 100 ans*

b) Incidences résiduelles sur le bassin versant de l'Ormançon

Parmi les trois cours d'eau concernés par la modélisation hydraulique, l'Ormançon est celui qui reçoit le plus grand volume d'eau des bassins de rétention.

La zone inondée par débordement de l'Ormançon se limite au lit majeur existant de l'Ormançon pour l'ensemble des cas étudiés, la profondeur maximale d'inondation est de 1,03 mètre pour une période de retour de 10 ans en phase de construction (cf. Figure 5-53) et de 1,35 mètre pour une période de retour de 100 ans en phase de fonctionnement (cf. Figure 5-54). Aucune structure n'est impactée au-delà des ouvrages d'art bordant le cours d'eau.

Les différences de profondeurs d'inondation entre les scénarios de simulation en conditions actuelles et en phase de construction initiale ou de fonctionnement sont étudiées :

- pour une période de retour de 10 ans, la profondeur de l'inondation est identique entre les conditions actuelles et la phase de construction initiale. La seule différence réside dans l'étendue horizontale d'inondation qui est plus faible en phase de construction initiale qu'en conditions actuelles, notamment en aval du point de rejet des verses (ces zones de plus faibles profondeurs d'inondation en phase de construction apparaissent en noir sur la figure 5-51) ;
- pour une période de retour de 100 ans, Il y a seulement une différence sur la profondeur d'inondation qui est 5 cm plus importants en phase de fonctionnement qu'en conditions actuelles, en particulier en aval du point de rejet des verses (cf. Figure 5-52). L'étendue de la zone inondée est très similaire entre les deux scénarios.

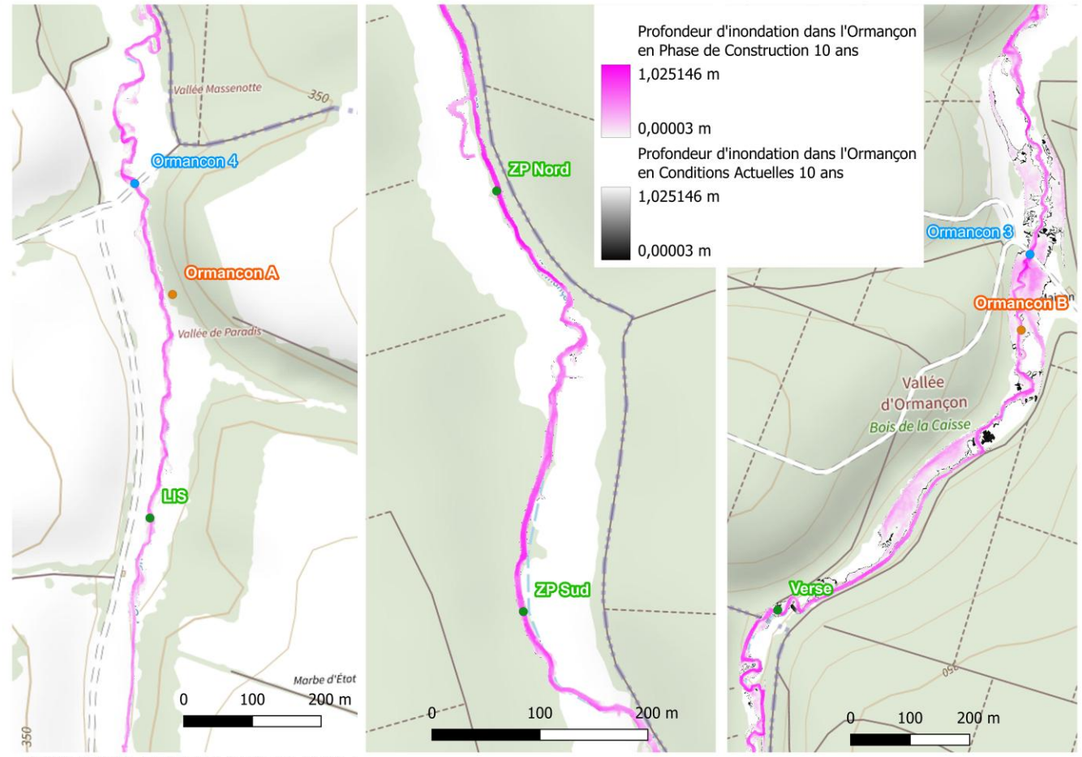
L'Ormançon reçoit le plus grand volume d'eau des bassins de rétention. Cependant, aucune différence significative n'est observée dans la profondeur et l'étendue horizontale de l'inondation entre les conditions actuelles d'utilisation du sol et les scénarios de simulation avec une période de retour 10 ans et 100 ans.

Par ailleurs, les débits de pointe en amont des ouvrages d'art au droit de l'Ormançon sont très similaires entre les conditions actuelles et les scénarios simulés (phases de construction initiale et de fonctionnement), comme l'indique le tableau 5-24.

Tableau 5-24 Débits de pointe résultant des scénarios de simulation hydrologique pour l'Ormançon

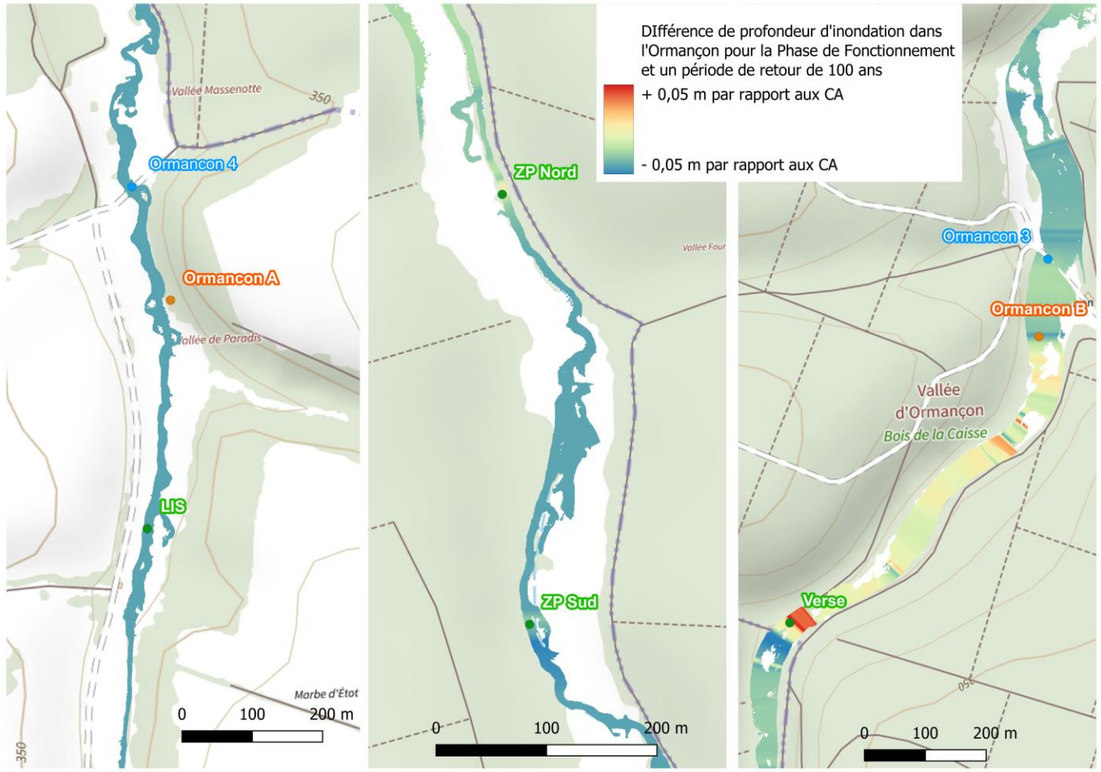
Hydrogrammes	Conditions actuelles		Phase de construction	Phase de fonctionnement
	10a (m^3/s)	100a (m^3/s)	10a (m^3/s)	100a (m^3/s)
Ormançon 4	3,41	5,66	3,41	5,66
Ormançon 3	6,08	10,08	6,17	10,2
Ormançon 2	6,83	11,3	6,91	11,33
Ormançon 1	7,48	12,36	7,56	12,36

L'incidence résiduelle sur le risque d'inondation au niveau du bassin versant de l'Ormançon est très faible.



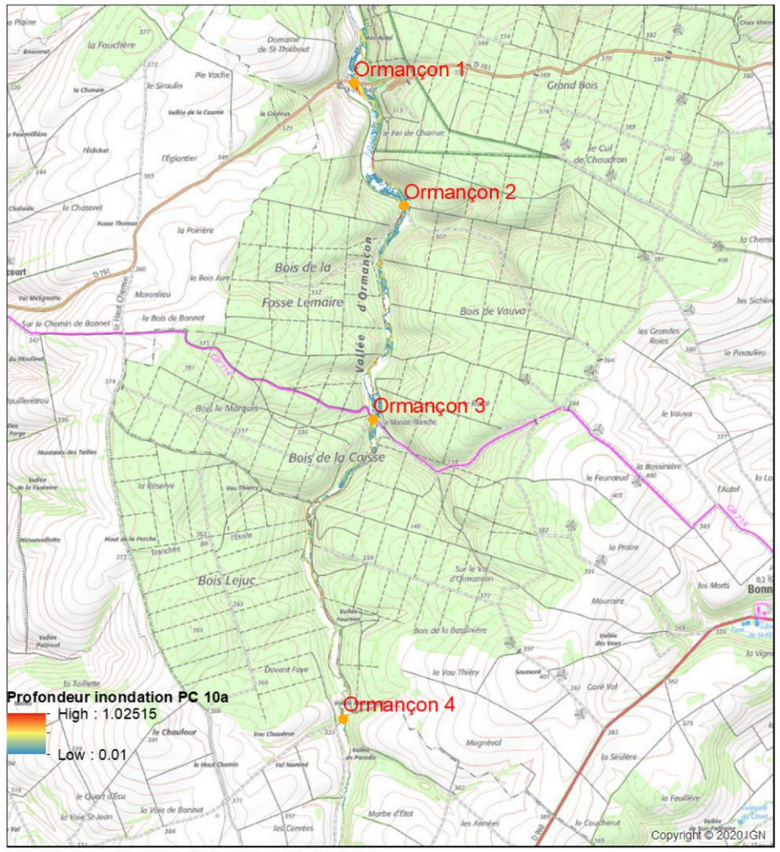
CG-TE-D-MGE-AMOA-ESE-0000-22-0028-A

Figure 5-51 Profondeurs d'inondation dans l'Ormançon en conditions actuelles et en phase de construction initiale pour une période de retour 10 ans



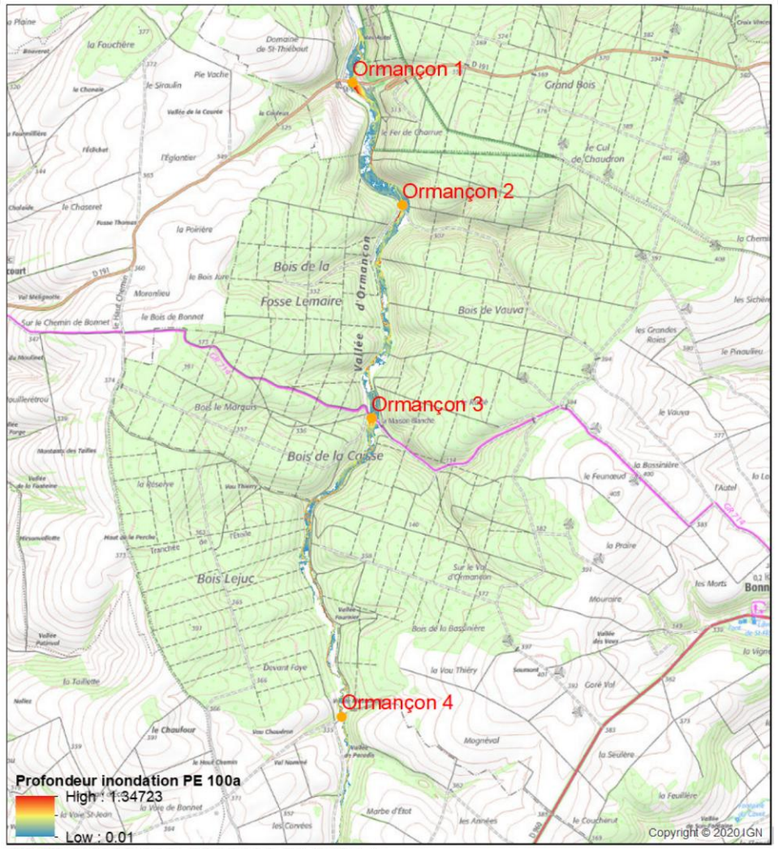
CG-TE-D-MGE-AMOA-ESE-0000-22-0029-A

Figure 5-52 *Différence de profondeur d'inondation dans l'Ormançon en phase de fonctionnement par rapport aux conditions actuelles (CA) pour une période de retour 100 ans*



CG-TE-D-MGE-CEGI-ESE-0000-21-0433-A

Figure 5-53 *L'Ormançon : étendue et profondeur d'inondation (m), phase de construction initiale avec une période de retour de 10 ans*



CG-TE-D-MGE-CEGI-ESE-0000-21-0434-A

Figure 5-54 L'Ormançon : étendue et profondeur d'inondation (m), phase de fonctionnement avec une période de retour de 100 ans

Après mise en œuvre des mesures de réduction, 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.

Dès la phase d'aménagements préalables, le dispositif de gestion des eaux est évolutif et adapté à la nature des eaux et à leur volume estimé au droit des zones descenderie et zone puits. L'aménagement des installations en surface permettra au besoin de modifier ce dispositif pour garantir la non-aggravation du risque inondation en aval (aspect quantitatif).

L'incidence résiduelle sur l'aggravation du risque inondation en aval est faible. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

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.

5.5.1.3 Pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage

Pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage, en l'absence de terrassement de grande ampleur, de creusement dans le sous-sol ou de zone à enjeu fort au niveau des eaux superficielles, 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 l'aspect quantitatif des eaux souterraines et superficielles.

La possibilité de pompages sur les cours d'eau pérennes de l'aire d'étude porte uniquement sur les opérations des autres maîtres d'ouvrage, notamment l'alimentation électrique. Dans tous les cas, ces besoins temporaires uniquement pour la phase chantier seront argumentés et encadrés par une demande de prélèvement au titre de la loi sur l'eau dans le cadre de l'autorisation environnementale de l'opération concernée.

Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage, l'incidence quantitative résiduelle sur les eaux est faible.

5.5.2 L'incidence résiduelle sur la qualité des eaux

5.5.2.1 Pour le centre de stockage Cigéo

5.5.2.1.1 Incidences résiduelles sur la qualité des eaux superficielles

Dès la phase d'aménagements préalables, le dispositif de gestion des eaux est évolutif et adapté à la nature des eaux et à leur volume estimé au droit des zones descenderie et zone puits. Ce principe permet une performance maximale des dispositifs de traitement pour atteindre une qualité d'eaux recyclées adaptée au besoin en eau non potable du centre de stockage Cigéo ainsi qu'une compatibilité des rejets du centre de stockage Cigéo avec le bon état écologique et chimique des eaux superficielles.

L'objectif recherché pour la gestion des effluents liquides est la compatibilité des rejets avec le milieu récepteur. Les filières de traitement proposées respecteront les valeurs limites des paramètres mesurés dans le cadre d'une demande d'autorisation de rejet. Les choix de conception retenus en termes de gestion des effluents liquides sont récapitulés dans le chapitre 5.4.2 du présent volume.

La majorité des dispositifs de gestion et de traitement des eaux sont mis en place à compter de la phase d'aménagements préalables (système de drainage de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine, réseaux d'eau pluviale, bassins qualitatifs et quantitatifs, etc.). Les dispositifs de gestion des eaux de fond seront mis en place lors de la construction initiale et évolueront en fonction du développement progressif de l'installation.

Le principe actuellement retenu de la gestion des eaux sur la zone descenderie est schématisé en figure 5-55 en phase de construction initiale, et en figure 5-56 pour la phase de fonctionnement.

Pour la zone puits, la gestion des eaux en phase de construction initiale est présentée en figure 5-57 et en figure 5-58 pour la phase de fonctionnement.

Le dispositif de gestion des eaux pour la liaison intersites et l'installation terminale embranchée reste inchangé entre les différentes phases du projet global Cigéo.

Tableau 5-25 Choix de conception et principes de gestion des effluents liquides

Type d'eau	Solution technique retenue (toutes phases de vie)		
	Collecte	Traitement	Rejet
Eaux pluviales	Collecte par un réseau d'eaux pluviales dimensionné pour des pluies de période de retour centennale.	Les eaux sont dirigées vers les bassins qualitatifs qui permettent un abattement des polluants puis vers les bassins quantitatifs pour réguler le débit de rejet (pour des périodes de retour de 2 ans, 10 ans et 100 ans). L'ensemble des bassins est en conception étanche Contrôles radiologiques préalables pour les bassins spécifiques (bassins de confinement) du TFN	Rejets locaux régulés dans l'Orge, La Bureau et l'Ormançon en fonction des zones collectées
Eaux de ruissellement des verses	Collecte vers un bassin déployé avec l'extension des verses	Les eaux sont dirigées vers les bassins qualitatifs qui permettent un abattement des polluants puis vers les bassins quantitatifs pour réguler le débit de rejet (pour des périodes de 2 ans, 10 ans et 100 ans). L'ensemble des bassins est en conception étanche. Pour respecter la réglementation, notamment pour les MES, le fer, l'aluminium et les sulfates, un traitement tertiaire avec la mise en place d'une nanofiltration est indispensable en plus du traitement par décantation.	Rejet local régulé (Ormançon)
Eaux usées (eaux grises et eaux-vannes) comprenant également les Eaux industrielles de surface	Collecte et envoi vers la STEP pour chaque zone	Traitement par la STEP suivant les spécifications d'obtention d'eaux rejetées compatibles avec les critères de bon état chimique et de bon état écologique des cours d'eau.	Recyclage des eaux – source prioritaire - et rejet du surplus d'eaux recyclées
Eaux de fond (eaux d'exhaure/eaux industrielles souterraines)	Collecte par des réseaux de fond et relevage vers des bassins dédiés en surface	Prétraitements : séparation des matières en suspension et des traces d'hydrocarbures (coagulation et floculation), suivie d'une décantation Traitement : neutralisation, filtration mécanique, désinfection	Recyclage des eaux – source secondaire - et rejets locaux régulés des surplus dans la Bureau et l'Ormançon
Eaux drainées de la nappe du Barrois	Drainage des eaux à l'amont hydraulique de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine de la ZD	Les eaux sont déviées sans être extraites en surface.	Ré-infiltration dans le milieu – au nord, au sud-est et au sud de l'ouvrage de protection
Eaux du dispositif de recyclage des eaux du centre de stockage Cigéo	Réseau de canalisations	-	Après trois jours de non-consommation, rejets locaux régulés des eaux non utilisées dans La Bureau et l'Ormançon
Eaux contaminées et eaux potentiellement contaminées provenant des zones de production de déchets radioactifs	Collecte à la source et conditionnement approprié au plus près de la source	Pas de traitement local, considérés comme des déchets liquides induits (cf. Chapitre 5.4.2.1 du présent volume).	Pas de rejet au milieu naturel (filières externes de traitement)

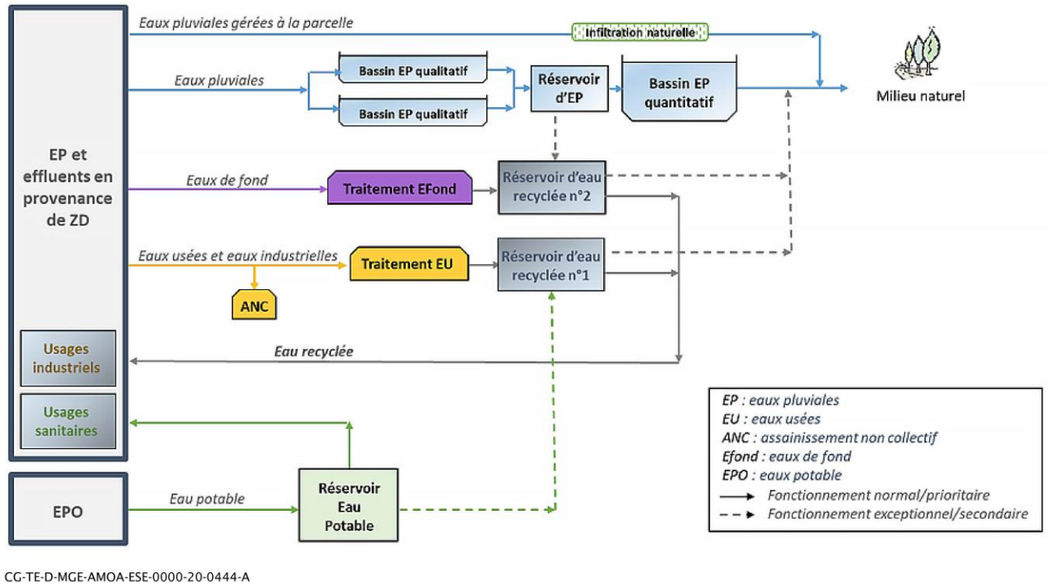


Figure 5-55 *Schéma illustratif de principe de la gestion des eaux au droit de la zone descenderie en fin d'aménagements préalables et en phase de construction initiale*

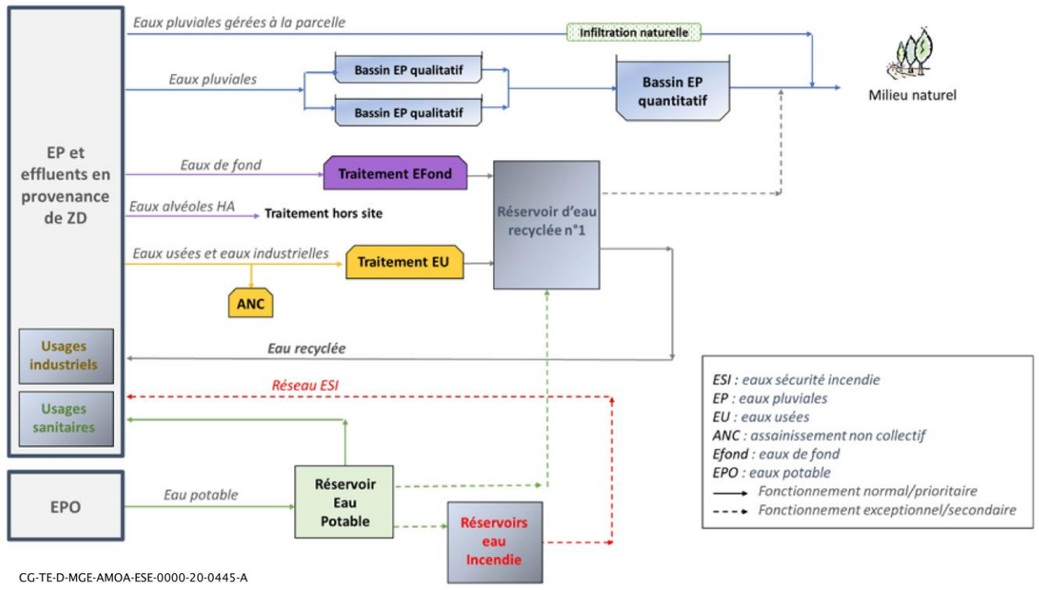


Figure 5-56 *Schéma illustratif de principe de la gestion des eaux au droit de la zone descenderie en phase de fonctionnement (les effluents non conventionnels correspondent aux eaux alvéoles HA sur ce schéma)*

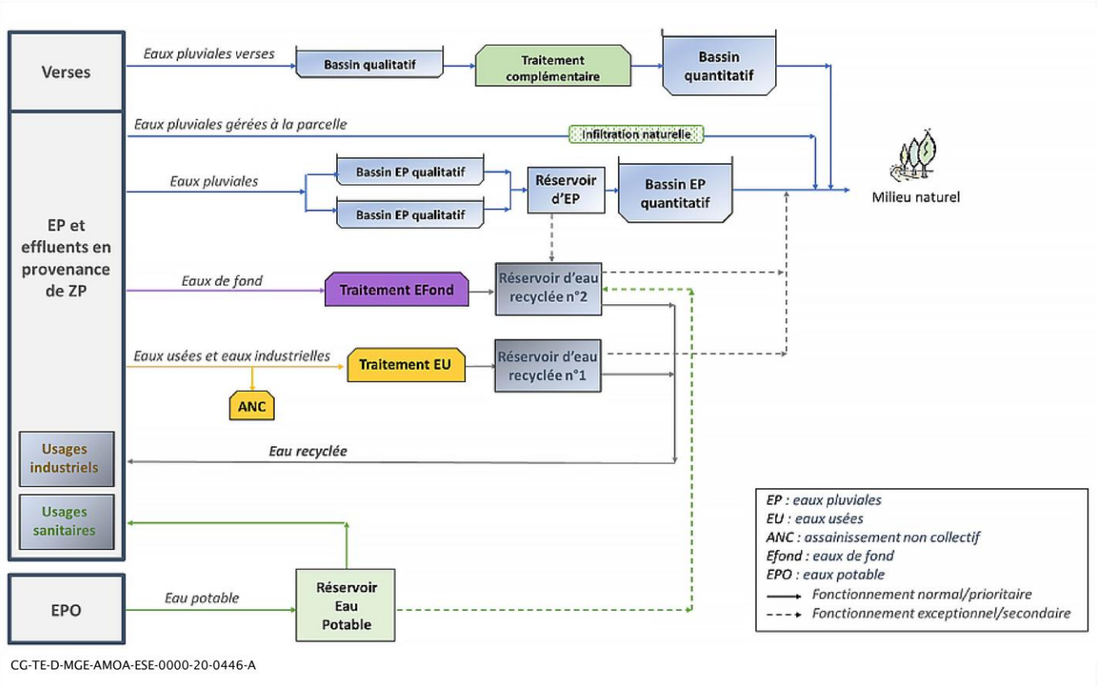


Figure 5-57 *Schéma illustratif de principe de la gestion des eaux au droit de la zone puits en fin d'aménagements préalables et en phase de construction initiale*

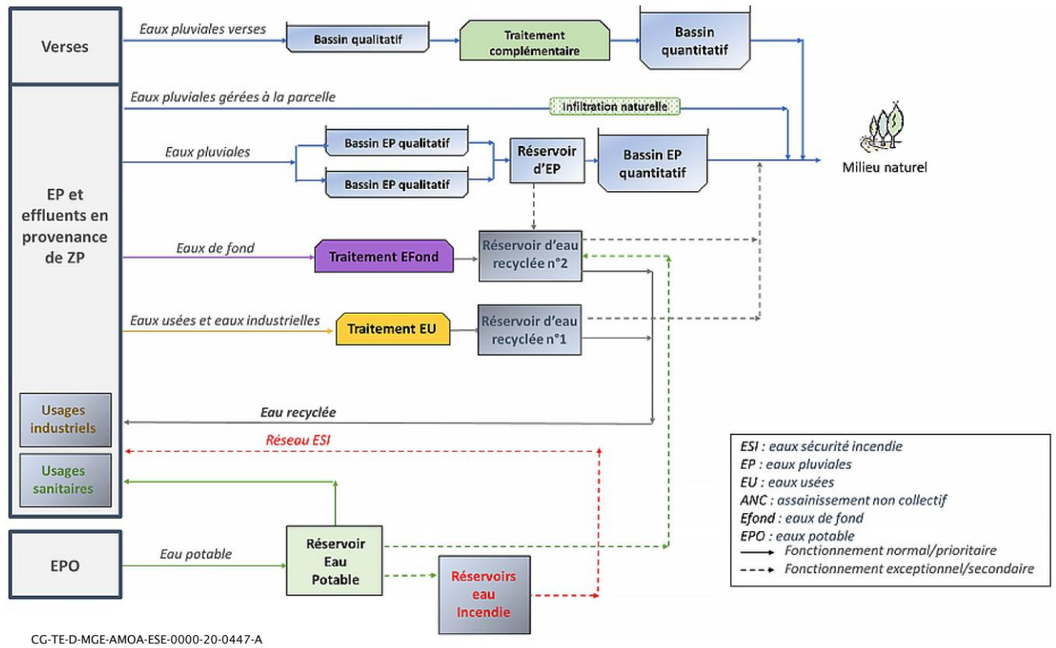


Figure 5-58 *Schéma illustratif de principe de la gestion des eaux au droit de la zone puits en phase de fonctionnement*

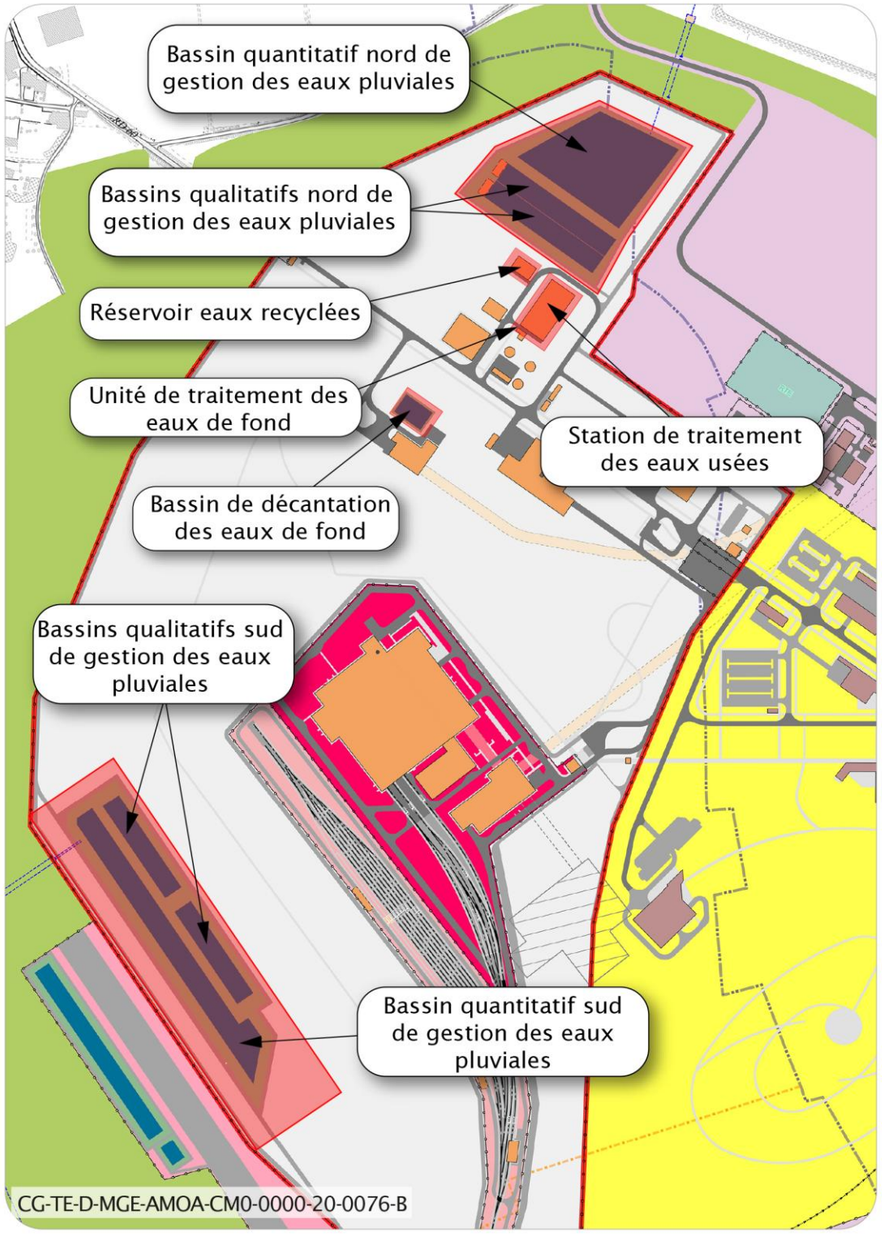


Figure 5-59 *Localisation des ouvrages de gestion des eaux et de traitement des effluents liquides conventionnels en zone descenderie*

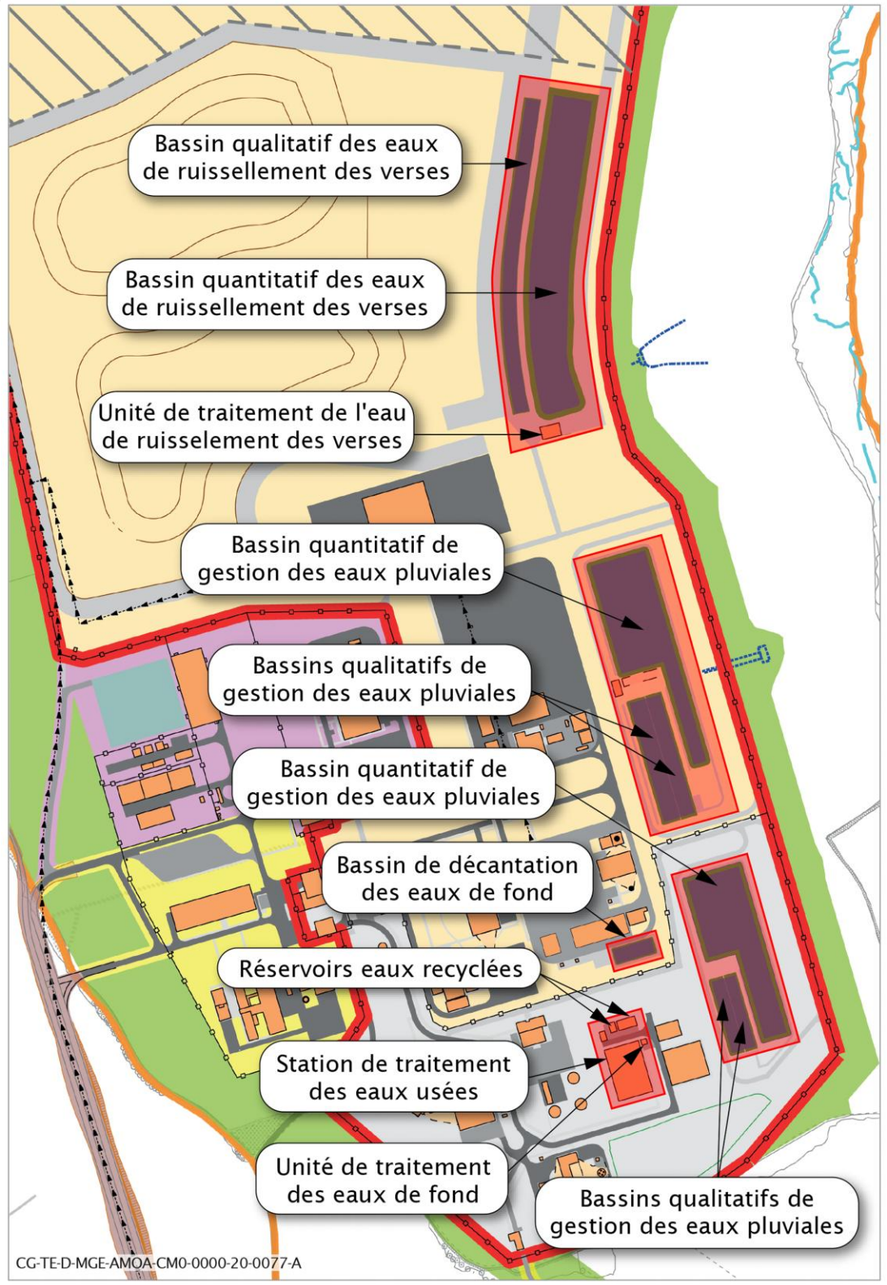


Figure 5-60 *Localisation des infrastructures de gestion des effluents liquides conventionnels en zone puits*

a) Définition des valeurs de rejet

Pour les rejets dans les eaux superficielles, la qualité des eaux rejetées doit être compatible avec les objectifs de qualité attribués au cours d'eau récepteur, soit le bon état écologique et chimique. En effet, l'hypothèse de base est de considérer que les cours d'eau qui recevront les eaux traitées se retrouveront en période d'assec, donc sans aucun volume d'eau naturelle pour diluer ces effluents. Par conséquent, les eaux conventionnelles traitées représenteront, au moins une fois dans l'année, 100 % de l'eau des ruisseaux, donc sans dilution de l'eau de surface. Les bases de calculs sont réalisées sur la période la plus défavorable. Ainsi, l'eau rejetée devra permettre à elle seule de respecter les normes de qualité du bon état chimique et écologique, donc d'avoir une qualité suffisante pour ne pas déclasser le milieu naturel.

Les rejets respectent donc les valeurs limites des classes d'état (pour la classe bon état) pour les paramètres physico-chimiques généraux pour les cours d'eau fixées par l'arrêté ministériel du 25 janvier 2010 (4).

Les valeurs de rejet ont été sélectionnées selon la directive DCE (12). Cependant, certains paramètres ne sont pas mentionnés dans cette directive. Ainsi, d'autres référentiels ont été utilisés pour compléter ces normes comme l'article D. 211-10 du code de l'environnement qui énonce les objectifs définis en fonction des différents usages de l'eau pour :

- la qualité des eaux conchylicoles et des eaux douces ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poissons (eaux salmonicoles et eaux cyprinicoles) ;
- la qualité requise des eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire ;
- la qualité des eaux de baignade.

Le tableau 5-26 reprend les valeurs seuils appliquées aux futurs rejets et les documents sources dont elles sont issues. Les explications sur les données choisies sont décrites dans au chapitre 5.2.2.4 du volume VII de l'étude d'impact.

Comme expliqué au chapitre 5.2.2.4 du volume VII de l'étude d'impact, les eaux pluviales ne sont pas considérées dans les calculs de flux de pollution étant donné qu'elles n'ont pas d'incidence supplémentaire par rapport à la situation actuelle. Les valeurs de rejet des eaux pluviales sont présentées au chapitre 5.2.2.6.1 du volume VII de l'étude d'impact.

Tableau 5-26 Normes de rejet applicables au projet global Cigéo

Paramètre	Valeur	Document de référence
pH	]6-9[	Arrêté du 25/01/2010 (4) ⇒ NQE paramètre général
Turbidité	35 NFU	Valeur de bon état chimique de la SEQ Eau Version 2
Température de l'eau	25,5 °C	Arrêté du 25/01/2010 ⇒ paramètre général pour les cyprinicoles
Conductivité à 25 °C	120-3 000	Valeur de bon état chimique de la SEQ Eau Version 2
Coliformes totaux	500 UFC/100 ml	Valeur guide pour le bon état des eaux de baignade
Escherichia coli	100 UFC/100 ml	Valeur guide pour le bon état des eaux de baignade
DBO_5	6 mg/l	Arrêté du 25/01/2010 ⇒ NQE paramètre général
DCO	30 mg/l	Arrêté du 25/01/2010 ⇒ NQE paramètre général
COD	7 mg/l	Arrêté du 25/01/2010 ⇒ NQE paramètre général
MES	35 mg/l	Valeur de bon état chimique de la SEQ Eau 2003 Version 2 25 mg/l à 50 mg/l
NKJ	2 mg/l	Valeur de bon état chimique de la SEQ Eau Version 2
NH_4	0,5 mg/l	Arrêté du 25/01/2010 ⇒ NQE paramètre général
NO_3^-	50 mg/l	Arrêté du 25/01/2010 ⇒ NQE paramètre général
NO_2^-	0,3 mg/l	Arrêté du 25/01/2010 ⇒ NQE paramètre général
Pt	0,2 mg/l	Arrêté du 25/01/2010 ⇒ NQE paramètre général
PO_4^{3-}	0,5 mg/l	Arrêté du 25/01/2010 ⇒ NQE paramètre général
Indice hydrocarbure	1 mg/l	Arrêté ministériel du 11/01/2007 (13) ⇒ Qualité de l'eau brute pour la production d'eau potable
Al	0,1 mg/l	Valeur de bon état chimique de la SEQ Eau Version 2
Fe	0,1 mg/l	Arrêté ministériel du 11/01/2007 ⇒ Qualité de l'eau brute pour la production d'eau potable
Cu	1,0 µg/l	Arrêté du 25/01/2010 ⇒ NQE
Pb	1,2 µg/l	Arrêté du 25/01/2010 ⇒ NQE-MA
Zn	7,8 µg/l	Arrêté du 25/01/2010 ⇒ NQE
HAP	0,2 µg/l	Arrêté ministériel du 11/01/2007 ⇒ Qualité de l'eau brute pour la production d'eau potable
Cd	0,25 µg/l	Arrêté du 25/01/2010 ⇒ NQE-MA*
As	0,83 µg/l	Arrêté du 25/01/2010 ⇒ NQE
Benzo(a)pyrène	0,001 µg/l	Limite de quantification selon la norme NF EN ISO 17993 de 2004
Cr	3,4 µg/l	Valeur NQE (arrêté 25/01/2010)
Hg	0,07 µg/l	Arrêté du 25/01/2010 ⇒ NQE-CMA
Ni	4 µg/l	Arrêté du 25/01/2010 ⇒ NQE-MA
Se	10 µg/l	Arrêté ministériel du 11/01/2007 ⇒ Qualité de l'eau brute pour la production d'eau potable
Uranium	30 µg/l	*World Health Organization* (2017) ⇒ Valeur guide sur l'eau potable Arrêté ministériel du 11/01/2007 ⇒ Valeur de référence de qualité de l'eau potable
Activité Alpha globale	0,1 Bq/l	Arrêté ministériel du 11/01/2007 ⇒ Valeur de référence de qualité de l'eau potable
Activité Béta globale résiduelle	1,0 Bq/l	Arrêté ministériel du 11/01/2007 ⇒ Valeur de référence de qualité de l'eau potable

** Cadmium : Le milieu récepteur possède une dureté moyenne de 25-30°f, soit une classe V.*

*** Il n'est donc par possible de viser mieux que la limite de quantification actuellement. À noter que dans l'état actuel des technologies d'analyse, cette valeur est supérieure à la NQE-MA* aux limites de quantification (0,001 µg/l selon la norme NF EN ISO 17993 de 2004 (14)).*

Grâce à ces analyses, on constate que globalement le milieu naturel est en bon état écologique et chimique sur les moyennes des mesures (quelques dépassements sur les maximums). Le respect des mêmes normes en sortie de traitement des eaux conventionnelles permettra d'assurer le maintien des milieux en bon état, même en période d'assec.

b) Volumes à traiter par exutoire

Les volumes d'eaux usées, industrielles et de fond, ont été différenciés pour la phase de construction initiale et la phase de fonctionnement ainsi que pour chaque milieu récepteur.

Le recyclage des eaux est détaillé au chapitre 5.4.3.2 du présent volume.

- **l'Orge**

Il n'y a aucun rejet d'eau autre que les eaux pluviales dans l'Orge.

- **l'Ormançon**

Tableau 5-27 Répartition des volumes d'eau (m³) rejetés dans l'Ormançon

Type d'eau	Phase	Rejets dans l'Ormançon (zone puits)		
		Volume maximum journalier rejeté (aucune réutilisation de l'eau)	Volume moyen journalier rejeté (volume moyen lors des différentes phases)	Volume minimal journalier rejeté (avec 100 % de recyclage)
Eaux usées et industrielles	Construction initiale	80 m³	53 m³	0 m³
	Fonctionnement	63 m³	34 m³	0 m³
Eau de fond	Construction initiale	185 m³	120 m³	0 m³
	Fonctionnement	159 m³	95 m³	0 m³

L'Ormançon est concerné par le rejet d'eaux usées et industrielles ainsi que des eaux de fond (cf. Tableau 5-27). Les volumes maximums rejetés, sans réutilisation des eaux, concernent la phase de construction initiale où l'on projette de rejeter 80 m³/jour d'eaux usées et 185 m³/jour d'eaux de fond.

Sur l'Ormançon s'ajoutent également les eaux pluviales des verses. Cependant, les volumes sont directement liés à la pluviométrie qui varie toute l'année. Étant donné que les traitements appliqués sur ces eaux permettront d'obtenir des concentrations correspondantes aux normes de qualité environnement de bon état du milieu naturel, le volume d'eau s'apparentera à de l'eau de pluie classique. Cette pluviométrie n'est pas considérée comme un volume supplémentaire pour le milieu naturel car cette eau est naturellement présente à la différence des autres effluents.

- **La Bureau**

Tableau 5-28 Répartition des volumes d'eau (m³) rejetés dans la Bureau

Type d'eau	Phase	Rejets dans la Bureau (zone descenderie)		
		Volume maximum journalier rejeté (aucune réutilisation de l'eau)	Volume moyen journalier rejeté (volume moyen lors des différentes phases)	Volume minimal journalier rejeté (avec 100 % de recyclage) *
Eaux usées et industrielles	Construction initiale	230 m³	164 m³	0 m³
	Fonctionnement	65 m³	44 m³	0 m³
Eau de fond	Construction initiale	293 m³	164 m³	27 m³
	Fonctionnement	92 m³	92 m³	92 m³

** Le volume minimal rejeté correspond aux périodes où le recyclage de l'eau sera maximum dans les ateliers du site. Ainsi, 0 m³/j signifie que tous les rejets seront recyclés.*

Dans la Bureau, seront rejetées des eaux usées et industrielles ainsi que des eaux de fond dont les volumes varient selon la phase du projet concernée (cf. Tableau 5-28) avec un maximum estimé, sans réutilisation des eaux ; en phase de construction initiale à 230 m³/jour pour les eaux usées et 293 m³/jour pour les eaux de fond.

c) Flux de polluants des eaux issues de l'activité du site par exutoire

Les flux de pollution par cours d'eau sont présentés dans le tableau suivant. À noter que le calcul de ces flux est donné à titre indicatif puisque la norme de rejet appliquée est celle du bon état écologique du cours d'eau, sous-entendu que les flux qui y transitent sont acceptables pour le cours d'eau (ce qui sera le cas en période d'assec).

Les eaux de verse, qui dépendent essentiellement de la pluviométrie journalière et qui est par conséquent difficilement quantifiable, présentent également des flux de polluants qui devront être limités.

- L'Ormançon

Tableau 5-29 *Répartition des flux de pollution (kg/j) rejetés dans l'Ormançon – Somme des eaux de verse, eaux de fond et eaux usées*

	En construction initiale			En exploitation		
Paramètres	**Maximum (sur le débit de fuite max du bassin quantitatif et sur une période sans réutilisation des eaux)***	**Moyenne (sur une pluviométrie annuelle divisée par 365 jours et pour une période moyenne de réutilisation des eaux)**	**Minimum (sans précipitation)**	**Maximum (sur le débit de fuite max du bassin quantitatif et sur une période sans réutilisation des eaux)***	**Moyenne (sur une pluviométrie annuelle divisée par 365 jours et pour une période moyenne de réutilisation des eaux)**	**Minimum (sans précipitation et avec un maximum de réutilisation des eaux)**
DBO5	51,1 kg/j	9,2 kg/j	0 kg/j	87,0 kg/j	14,9 kg/j	0 kg/j
DCO	255,5 kg/j	45,9 kg/j	0 kg/j	434,9 kg/j	74,3 kg/j	0 kg/j
COD	59,6 kg/j	10,7 kg/j	0 kg/j	101,5 kg/j	17,3 kg/j	0 kg/j
MES	298,1 kg/j	53,5 kg/j	0 kg/j	507,4 kg/j	86,6 kg/j	0 kg/j
NTK	17,0 kg/j	3,1 kg/j	0 kg/j	29,0 kg/j	5,0 kg/j	0 kg/j
NH4	4,3 kg/j	0,8 kg/j	0 kg/j	7,2 kg/j	1,2 kg/j	0 kg/j
NO3-	425,9 kg/j	76,5 kg/j	0 kg/j	724,9 kg/j	123,8 kg/j	0 kg/j
NO2-	2,6 kg/j	0,5 kg/j	0 kg/j	4,3 kg/j	0,7 kg/j	0 kg/j
Pt	1,7 kg/j	0,3 kg/j	0 kg/j	2,9 kg/j	0,5 kg/j	0 kg/j
PO43-	4,3 kg/j	0,8 kg/j	0 kg/j	7,2 kg/j	1,2 kg/j	0 kg/j
HCT	8,5 kg/j	1,5 kg/j	0 kg/j	14,5 kg/j	2,5 kg/j	0 kg/j
Al	0,9 kg/j	0,2 kg/j	0 kg/j	1,4 kg/j	0,2 kg/j	0 kg/j
Sulfates**	2 063,0 kg/j	339,2 kg/j	0 kg/j	3 569,0 kg/j	586,8 kg/j	0 kg/j
Fe	0,852 kg/j	0,153 kg/j	0 kg/j	1,450 kg/j	0,248 kg/j	0 kg/j
Cu	0,009 kg/j	0,002 kg/j	0 kg/j	0,014 kg/j	0,002 kg/j	0 kg/j
Pb	0,010 kg/j	0,002 kg/j	0 kg/j	0,017 kg/j	0,003 kg/j	0 kg/j
Zn	0,066 kg/j	0,012 kg/j	0 kg/j	0,113 kg/j	0,019 kg/j	0 kg/j
HAP	0,002 kg/j	0,000 kg/j	0 kg/j	0,003 kg/j	0,000 kg/j	0 kg/j
Cd	0,002 kg/j	0,000 kg/j	0 kg/j	0,004 kg/j	0,001 kg/j	0 kg/j
As	0,007 kg/j	0,001 kg/j	0 kg/j	0,012 kg/j	0,002 kg/j	0 kg/j
Benzo(a)pyrène* **	0,000009 kg/j	0,000002 kg/j	0 kg/j	0,000014 kg/j	0,000002 kg/j	0 kg/j
Cr	0,029 kg/j	0,005 kg/j	0 kg/j	0,049 kg/j	0,008 kg/j	0 kg/j
Hg	0,0006 kg/j	0,0001 kg/j	0 kg/j	0,0010 kg/j	0,0002 kg/j	0 kg/j
Ni	0,034 kg/j	0,006 kg/j	0 kg/j	0,058 kg/j	0,010 kg/j	0 kg/j
Se	0,085 kg/j	0,015 kg/j	0 kg/j	0,145 kg/j	0,025 kg/j	0 kg/j
Uranium	0,26 kg/j	0,05 kg/j	0 kg/j	0,43 kg/j	0,07 kg/j	0 kg/j

** Le flux maximum est défini sur un débit de fuite à hauteur maximale dans le bassin quantitatif. Dans les faits, ce débit ne sera atteint qu'en période très exceptionnelle (supérieure à une pluie centennale). Ces données sont développées dans le chapitre 5.2.2.4.d du volume VII de l'étude d'impact.*

*** Il a été identifié que les sulfates sont présents dans les eaux de verse dans des quantités importantes. Même si ce paramètre ne possède pas de norme d'un point de vue environnementale, le projet global Cigéo a pris les dispositions nécessaires pour traiter ce paramètre pour ne pas perturber l'activité aquatique du milieu. Il est même notable que certaines eaux minérales ont des concentrations similaires à l'effluent brut en sulfate, ce dernier a donc un impact limité sur la santé.*

**** Pour le Benzo(a)pyrène, une concentration à 0,001 µg/l a été utilisée, valeur égale à la limite de quantification (mais supérieure à la NQE de $1,7.10^{-4}$ µg/l).*

- La Bureau

Tableau 5-30 Répartition des flux de pollution (kg/j) rejetés dans la Bureau

Paramètres	En construction initiale			En exploitation		
	Maximum (EU + Efond sans recyclage d'eau)	Moyen (EU + Efond)	Minimum (EU + Efond avec un maximum de recyclage d'eau)	Maximum (EU + Efond sans recyclage d'eau)	Moyen (EU + Efond)	Minimum (EU + Efond avec un maximum de recyclage d'eau)
DBO5	3,1 kg/j	2,0 kg/j	0,2 kg/j	0,9 kg/j	0,8 kg/j	0,6 kg/j
DCO	15,7 kg/j	9,8 kg/j	0,8 kg/j	4,7 kg/j	4,1 kg/j	2,8 kg/j
COD	3,7 kg/j	2,3 kg/j	0,2 kg/j	1,1 kg/j	1,0 kg/j	0,6 kg/j
MES	18,3 kg/j	11,5 kg/j	0,9 kg/j	5,5 kg/j	4,8 kg/j	3,2 kg/j
NTK	1,0 kg/j	0,7 kg/j	0,1 kg/j	0,3 kg/j	0,3 kg/j	0,2 kg/j
NH4	0,26 kg/j	0,16 kg/j	0,01 kg/j	0,08 kg/j	0,07 kg/j	0,05 kg/j
NO3-	26,2 kg/j	16,4 kg/j	1,4 kg/j	7,9 kg/j	6,8 kg/j	4,6 kg/j
NO2-	0,16 kg/j	0,10 kg/j	0,01 kg/j	0,05 kg/j	0,04 kg/j	0,03 kg/j
Pt	0,10 kg/j	0,07 kg/j	0,01 kg/j	0,03 kg/j	0,03 kg/j	0,02 kg/j
PO43-	0,26 kg/j	0,16 kg/j	0,01 kg/j	0,08 kg/j	0,07 kg/j	0,05 kg/j
HCT	0,5 kg/j	0,3 kg/j	0,0 kg/j	0,2 kg/j	0,1 kg/j	0,1 kg/j
Al	0,05 kg/j	0,03 kg/j	0,00 kg/j	0,02 kg/j	0,01 kg/j	0,01 kg/j
Fe	0,05 kg/j	0,03 kg/j	0,00 kg/j	0,02 kg/j	0,01 kg/j	0,01 kg/j
Cu	0,00052 kg/j	0,00033 kg/j	0,00003 kg/j	0,00016 kg/j	0,00014 kg/j	0,00009 kg/j
Pb	0,00063 kg/j	0,00039 kg/j	0,00003 kg/j	0,00019 kg/j	0,00016 kg/j	0,00011 kg/j
Zn	0,00408 kg/j	0,00256 kg/j	0,00021 kg/j	0,00122 kg/j	0,00106 kg/j	0,00072 kg/j
HAP	0,00010 kg/j	0,00007 kg/j	0,00001 kg/j	0,00003 kg/j	0,00003 kg/j	0,00002 kg/j
Cd	0,00013 kg/j	0,00008 kg/j	0,00001 kg/j	0,00004 kg/j	0,00003 kg/j	0,00002 kg/j
As	0,00043 kg/j	0,00027 kg/j	0,00002 kg/j	0,00013 kg/j	0,00011 kg/j	0,00008 kg/j
Benzo(a)pyrène *	0,0000005 kg/j	0,0000003 kg/j	0,00000003 kg/j	0,0000002 kg/j	0,0000001 kg/j	0,0000001 kg/j
Cr	0,00178 kg/j	0,00112 kg/j	0,00009 kg/j	0,00053 kg/j	0,00046 kg/j	0,00031 kg/j
Hg	0,00004 kg/j	0,00002 kg/j	0,00000 kg/j	0,00001 kg/j	0,00001 kg/j	0,00001 kg/j
Ni	0,00209 kg/j	0,00131 kg/j	0,00011 kg/j	0,00063 kg/j	0,00054 kg/j	0,00037 kg/j
Se	0,00523 kg/j	0,00328 kg/j	0,00027 kg/j	0,00157 kg/j	0,00136 kg/j	0,00092 kg/j
Uranium	0,01569 kg/j	0,00984 kg/j	0,00081 kg/j	0,00471 kg/j	0,00409 kg/j	0,00276 kg/j

** Pour le Benzo(a)pyrène, une concentration à 0,001 µg/l a été utilisée, valeur égale à la limite de quantification (mais supérieure à la NQE de 1,7.10-4 µg/l)*

d) Conclusion sur les incidences résiduelles

- **eaux pluviales**

Du fait des dispositifs de gestion prévus, l'incidence résiduelle sur la qualité des eaux associée aux eaux pluviales issus du projet global Cigéo est faible.

L'incidence résiduelle est faible sur la qualité des eaux superficielles associée aux produits phytosanitaires et aux sels en solution.

- **eaux conventionnelles**

Du fait des traitements performants mis en place et de la réutilisation prioritaire des eaux de fond et des eaux usées et industrielles de surface épurées, l'incidence résiduelle sur la qualité des eaux superficielles associée au rejet d'eaux conventionnelles est faible.

Les eaux respectent le bon état chimique et écologique des eaux. Seul leur volume pourrait impacter le milieu, en particulier dans le cas d'inondation, mais c'est l'intérêt des bassins quantitatif en amont du rejet.

Le débit et la qualité sont suivis et contrôlés en sortie de la station de traitement pour vérifier l'absence de contamination.

Compte tenu des modes de gestion mis en œuvre, l'incidence résiduelle sur la qualité des eaux superficielles est très faible.

Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur la qualité des eaux superficielles sont faibles.

5.5.2.1.2 Incidences résiduelles sur la qualité des eaux souterraines lors des travaux

Les modalités de travaux lors des terrassements permettront de réduire les incidences sur la qualité des eaux souterraines (dispositif de collecte et de traitement avant rejet).

D'autres mesures de réduction participeront à limiter ces incidences : aucun rejet d'eau dans le milieu naturel local, gestion des eaux de fond, dispositions constructives des liaisons surface-fond.

L'incidence résiduelle sur la qualité des eaux souterraines est faible. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur la qualité des eaux souterraines lors des travaux sont faibles.

5.5.2.1.3 Incidences résiduelles sur la qualité des eaux à la suite d'un incident ayant un impact sur l'environnement

La mise en place de mesures d'évitement et de réduction permettra de réduire l'altération de la qualité des eaux superficielles et des souterraines par transfert :

- réalisation en période d'assec des travaux au droit des cours d'eau temporaires et si nécessaire, mise en place de batardeaux en amont et en aval de la zone de chantier ;
- organisation du chantier limitant le risque de pollution accidentelle pendant les travaux ;
- aucun rejet d'eau non traitée dans le milieu naturel local ;
- rejets compatibles avec les critères de bon état chimique et écologique par la mise en place de dispositifs de gestion des rejets d'eaux pluviales et effluents conventionnels, d'une station d'épuration et d'un dispositif de traitement des eaux de fond.

L'incidence résiduelle sur la qualité des eaux suite à un accident ayant un impact sur l'environnement est faible. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur la qualité des eaux suite à un accident ayant un impact sur l'environnement sont faibles.

5.5.2.1.4 Incidences résiduelles sur la qualité des eaux liées à la pollution accidentelle avec un rejet contenant des éléments radioactifs (rejets non conventionnels)

En phase de fonctionnement, les rejets d'effluents radioactifs dans l'environnement sont maîtrisés en situation accidentelle. Les dispositions mises en place permettent d'assurer une rétention de ces effluents au sein des ouvrages et de récupérer ces effluents afin de prévenir toute pollution accidentelle des eaux superficielles. Ainsi, en situation accidentelle, il n'y a pas de scénario de rejet d'effluents dans l'environnement pouvant entraîner une pollution des eaux superficielles. L'incidence résiduelle est très faible. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur la qualité des eaux liées à la pollution avec un rejet contenant des éléments radioactifs sont très faibles.

5.5.2.2 Pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage

Les normes de rejets définies au chapitre 5.5.2.1 du présent volume s'appliquent également aux opérations des autres maîtres d'ouvrage.

Pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage, en l'absence de terrassement de grande ampleur, de creusement dans le sous-sol ou de zone à enjeu fort au niveau des eaux superficielles, 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 la qualité des eaux souterraines et superficielles.

Pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage, l'incidence qualitative résiduelle sur les eaux est faible.

5.5.2.3 Synthèse de l'incidence résiduelle sur l'état chimique et écologique des cours d'eau pour le projet global Cigéo

Le tableau ci-dessous présente, pour le projet global Cigéo et pour chacun des cours d'eau, l'identification de l'état chimique et écologique actuel des eaux superficielles et l'incidence résiduelle sur ces différents cours d'eau au regard des mesures présentées précédemment et des paramètres entraînant la dégradation des cours d'eau. Il est à noter que la mise en œuvre d'une gestion des eaux superficielles dans des dispositifs adaptés et l'absence de rejet d'eau non traitée dans le milieu local permettent d'éviter toute incidence qualitative sur les eaux souterraines depuis les eaux de surface. L'état retenu pour les cours d'eau est celui déterminé dans les états des lieux des agences de l'eau (cf. Chapitre 5.4.4 du volume III de la présente étude d'impact). Certains cours d'eau, non définis comme des masses d'eau, ne sont pas suivis par les agences de l'eau. Pour ces cours d'eau, si elles existent, ce sont des données Andra qui ont été utilisées pour déterminer l'état chimique et écologique.

Tableau 5-31 Incidences résiduelles sur les cours d'eau pour le projet global - État chimique et écologique des eaux superficielles

Bassin versant/Sous-secteur géographique	Cours d'eau	Description des ouvrages concernés	État des cours d'eau (SDAGE 2022-2027)	Incidence résiduelle sur la qualité des eaux superficielles
Saulx de sa source au confluent de l'Ornain (exclu)	**La Saulx**	Sécurisation de la ligne 400 kV Adduction d'eau (Captages de Thonnance-lès-Joinville et d'Échenay)	État écologique Moyen (AESN)	Faible
L'Ornain de sa source au confluent de la Saulx (exclu)	**Orge**	Un ouvrage de diffusion permettant le rejet sud de la zone descenderie Sécurisation de la ligne 400 kV Faisceau des liaisons électriques enterrées Adduction d'eau (Captages de Thonnance-lès-Joinville et d'Échenay) Éventuel franchissement de la déviation de la route départementale D60/960 selon l'option retenue Éventuel ouvrage de rejet du poste de transformation électrique selon l'option retenue	État écologique Médiocre (AESN) -	Faible
	La Bureau	Une canalisation pour le rejet nord de la zone descenderie Une canalisation pour le rejet sud de la liaison intersites Franchissement hydraulique de la liaison intersites L'ouvrage existant au droit de la route départementale fera l'objet d'un diagnostic hydraulique et technique pour vérifier la possibilité de le conserver ou la nécessiter de le remplacer pour assurer la transparence hydraulique de la liaison intersites pour une crue centennale. Franchissement des liaisons électriques enterrées provenant du poste de transformation 400/90 kV Sécurisation de la ligne 400 kV Adduction d'eau (Captages de Thonnance-lès-Joinville et d'Échenay) Éventuel ouvrage de rejet du poste de transformation électrique selon l'option retenue Éventuel franchissement de la déviation de la route départementale D60/960 selon l'option retenue.	-	Faible
L'Ornain de sa source au confluent de la Saulx (exclu)	**L'Ormançon**	Trois ouvrages de diffusion permettant les rejets de la zone puits Un ouvrage de diffusion pour le rejet nord de la liaison intersites Sécurisation de la ligne 400 kV Faisceau des liaisons électriques enterrées Adduction d'eau (captage de Gondrecourt-le-Château) Ligne ferroviaire 027000 Éventuel ouvrage de rejet du poste de transformation électrique selon l'option retenue	État écologique Bon (AESN) État chimique Mauvais (AESN)	Faible
	Ruisseau de l'Étang	Travaux de réhabilitation de l'ouvrage de l'installation terminale embranchée actuel de franchissement hydraulique	État écologique Bon (AESN) État chimique Bon (AESN)	Faible
L'Ornain de sa source au confluent de la Saulx (exclu)	**Ruisseau de Naillemont**	Travaux de réhabilitation de l'ouvrage de l'installation terminale embranchée actuel de franchissement hydraulique	-	Faible
	Ru de l'Ognon	Sécurisation de la ligne 400 kV Installation terminale embranchée	État écologique Mauvais (AESN) État chimique Bon (AESN)	Faible
	L'Ornain	Ouvrages de franchissement hydraulique existant le long de la ligne ferroviaire 027000 - pk 0 + 970, 13 + 555, 14 + 076, 18 + 230,18 + 694, 19 + 373, 23 + 937, 27 + 934, 29 + 496, 32 + 560, 33 + 086 Installation terminale embranchée Sécurisation de la ligne 400 kV Adduction d'eau (Captage de Gondrecourt-le-Château)	État écologique Bon (AESN) État chimique Bon (AESN)	Faible
	Ru des Grandes Fontaines	Ouvrages de franchissement hydraulique existant le long de la ligne ferroviaire 027000 - pk 9 + 07	État écologique Bon (AESN) État chimique Bon (AESN)	Faible

Bassin versant/Sous-secteur géographique	Cours d'eau	Description des ouvrages concernés	État des cours d'eau (SDAGE 2022-2027)	Incidence résiduelle sur la qualité des eaux superficielles
	Canal de la Marne au Rhin	Ouvrages de franchissement hydraulique existant le long de la ligne ferroviaire 027000 - pk 9 + 45	État écologique Moyen (AESN) État chimique Bon (AESN)	Faible
	Un affluent sans nom de l'Ornain	Ouvrages de franchissement hydraulique existant le long de la ligne ferroviaire 027000 - pk 26 + 089	-	Faible
	Ruisseau de Richecourt	Ouvrages de franchissement hydraulique existant le long de la ligne ferroviaire 027000 - pk 30 + 902	État écologique Moyen (AESN)	Faible
	Ruisseau des Peux	Ouvrages de franchissement hydraulique existant le long de la ligne ferroviaire 027000 - pk 31 + 750	-	Faible
Marne du confluent du Rognon (exclu) au confluent de la Blaise (exclu)	**La Marne**	Sécurisation de la ligne 400 kV Adduction d'eau (Captage de Thonnance-lès-Joinville)	État écologique Bon (AESN) État chimique Bon (AESN)	Faible
	Le Mont	Adduction d'eau (Captage de Thonnance-lès-Joinville)	État écologique Bon (AESN) État chimique Bon (AESN)	Faible
	Le Rongeant	Adduction d'eau (Captage de Thonnance-lès-Joinville)	État écologique Bon (AESN)	Faible
Le Meldançon de sa source au confluent de l'Aube (exclu)	**Le Meldançon**	Sécurisation de la ligne 400 kV	État écologique Bon (AESN) État chimique Bon (AESN)	Faible
La Voire de sa source au confluent de l'Aube	**La Voire**	Sécurisation de la ligne 400 kV	État écologique Moyen (AESN) État chimique Bon (AESN)	Faible
La Blaise de sa source au confluent de la Marne	**La Blaise**	Sécurisation de la ligne 400 kV	État écologique Bon (AESN) État chimique Bon (AESN)	Faible
Meuse du confluent du Vair au confluent de l'Aroffe	**La Meuse**	Sécurisation de la ligne 400 kV	État écologique Bon (AERM) État chimique Bon (AERM)	Faible
L'Aroffe	**L'Aroffe**	Sécurisation de la ligne 400 kV	État écologique Moyen (AERM) État chimique Indéterminé (AERM)	Faible
Le Brénon et le Madon du confluent du Brénon au confluent de la Moselle	**Le Brénon**	Sécurisation de la ligne 400 kV	État écologique Médiocre (AERM) État chimique Mauvais (AERM)	Faible

**AESN : Agence de l'eau Seine-Normandie ; AERM : Agence de l'eau Rhin-Meuse*

5.5.3 Incidences résiduelles sur les usages des eaux

5.5.3.1 Pour le centre de stockage Cigéo

Au regard des différentes mesures de conception, d'évitement et de réduction mises en œuvre pour le centre de stockage Cigéo au droit de la zone présentant une baisse de la piézométrie de la nappe des Calcaires du Barrois due à la réalisation de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine sur la zone descenderie, l'incidence résiduelle sur tous les usages de la ressource est modérée au droit de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine.

5.5.3.1.1 Incidences résiduelles sur les captages d'alimentation en eau potable

Il n'existe aucune incidence résiduelle sur l'usage d'alimentation en eau potable suite à :

- l'effet des rabattements indiqué au chapitre 5.2 du présent volume, générés par l'ouvrage de protection ou les liaisons surface fond, avec l'incidence résiduelle modérée sur les nappes d'eaux souterraines du Barrois, Kimméridgien et Oxfordien. Des simulations viendront préciser l'effet de ces rabattements sur la disponibilité de la ressource en eau ;
- 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 ;
- la compatibilité du centre de stockage et des opérations de caractérisation et surveillance environnementale avec les prescriptions des périmètres de protection des captages d'alimentation en eau potable concernés.

L'étude sur la conception et les modalités de travaux au regard des prescriptions des périmètres de protection des captages d'alimentation en eau potable concernés par le projet global Cigéo, réalisée au niveau des trois nappes d'eau concernées par l'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo, est présentée en annexe 1 du présent volume.

La disponibilité de la ressource en eau potable pour alimenter le centre de stockage Cigéo n'est pas remise en cause : la somme des débits autorisés des trois captages autorisés d'Échenay, Gondrecourt-le-Château et Thonnance-lès-Joinville (>2 000 m^3) excède largement les besoins cumulés des syndicats et du centre de stockage Cigéo (cf. Chapitre 5.2.1.2 du volume VII de la présente étude d'impact). Les besoins en eau pour les opérations de caractérisation et surveillance environnementale sont minimes.

L'annexe 1 du présent volume précise, dans l'état actuel, les mesures de conception et de travaux qui sont prévues en accord avec l'hydrogéologue agréé pour aboutir à une incidence résiduelle très faible sur les captages d'alimentation en eau potable. Cette mesure concerne particulièrement pour :

- les Calcaires du Barrois, le captage de Rupt-aux-Nonains puisque la zone descenderie et une partie de la liaison intersites se localisent dans son périmètre de protection éloignée ;
- la nappe des calcaires du Kimméridgien, les captages d'Échenay et d'Horville.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur les captages d'alimentation en eau potable sont très faibles.

5.5.3.1.2 Incidences résiduelles sur les forages/puits à usage agricole et industriel

Les mesures de réduction des incidences quantitatives et qualitatives sur le sol et les eaux superficielles permettent de réduire les incidences sur les usages. L'incidence résiduelle sur les usages industriels et agricoles des eaux superficielles est très faible (en dehors de la zone présentant une baisse de la piézométrie de la nappe des Calcaires du Barrois due à la réalisation de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine sur la zone descenderie). Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

La modélisation hydrogéologique permettant d'évaluer les incidences résiduelles ci-après est présentée au chapitre 5.2.1.1 du volume VII de la présente étude d'impact.

Synthèse des incidences résiduelles sur les usages connus de la nappe des Calcaires du Barrois

Au droit de la zone descenderie, la baisse du niveau piézométrique engendrée par l'ouvrage de protection contre les remontées de nappe (modélisée pour une période de basses eaux d'une année sèche) peut engendrer une incidence résiduelle modérée si l'usage ne peut pas être conservé et faible dans le cas contraire.

Au droit de la zone puits, avant la mise en place d'un tubage métallique sur le puits VVE, les phénomènes de drainage de la nappe sont encore importants (résultats issus de simulation majorante). Seuls les captages à usage agricole n° 02654X0001 sur la commune de Ribeaucourt et 02654X0033 sur la commune de Bure pourraient être impactés par le rabattement généré par les puits pendant leur creusement et de façon temporaire (quelques mois), l'incidence résiduelle est non notable et temporaire uniquement si l'usage peut perdurer.

Au niveau des sources de débordement de la nappe des Calcaires du Barrois, les usages indirects de ces sources, comme par exemple l'alimentation du lavoir de Saudron, peuvent être indirectement impactés. L'incidence résiduelle est modérée si l'usage ne peut pas être conservé et faible dans le cas contraire (en dehors de la zone présentant une baisse de la piézométrie de la nappe des Calcaires du Barrois due à la réalisation de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine sur la zone descenderie). Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Synthèse des incidences résiduelles sur les usages connus des nappes identifiées dans la masse d'eau des calcaires du Kimméridgien-Oxfordien.

Aucun captage AEA ne prélève d'eau au sein des nappes identifiées dans la masse d'eau des calcaires du Kimméridgien-Oxfordien, l'incidence résiduelle est très faible. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Synthèse des incidences résiduelles sur les usages en géothermie

Les opérations effectuées sur la zone descenderie ne sont pas de nature à perturber le système de sondes géothermiques verticales en place sur la commune de Bure. L'incidence résiduelle est très faible. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Synthèse des incidences résiduelles sur les piézomètres du réseau de surveillance du Laboratoire souterrain de Meuse et de Haute-Marne.

Pour cet usage, l'incidence résiduelle est faible. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur les usages des eaux pour des activités industrielles et agricoles sont modérées dans le cône de rabattement de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine et faible dans le reste de l'aire d'étude éloignée.

5.5.3.1.3 Incidences résiduelles sur les usages des eaux pour les loisirs

Les mesures de réduction des incidences quantitatives et qualitatives sur le sol et les eaux superficielles permettent de réduire les incidences sur les usages. L'incidence résiduelle sur les usages pour les loisirs est très faible. Aucune mesure de compensation n'est mise en œuvre.

Les incidences résiduelles du centre de stockage Cigéo sur les usages des eaux pour les loisirs sont très faibles.

5.5.3.2 Pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage

Pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage, en l'absence de terrassement de grande ampleur, de creusement dans le sous-sol ou de zone à enjeu fort au niveau des eaux superficielles, 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 usages des eaux souterraines et superficielles.

Au regard des travaux à entreprendre, le besoin d'une compensation d'usage ne semble pas nécessaire à ce stade d'avancement des études.

Pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage, l'incidence résiduelle sur les usages des eaux est faible.

5.5.4 Synthèse des incidences résiduelles du projet global Cigéo

L'incidence quantitative résiduelle du projet global Cigéo sur les eaux souterraines et superficielles est faible. L'incidence est plus importante au droit du cône de rabattement de la nappe des Calcaires du Barrois induit par l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie.

Du fait des dispositifs de gestion prévus, l'incidence résiduelle sur la qualité des eaux superficielles associée aux eaux pluviales, aux effluents conventionnels, aux eaux de fond et aux eaux usées et industrielles de surface épurées issues du projet global Cigéo est faible. L'incidence résiduelle qualitative sur les eaux souterraines par transfert depuis les eaux superficielles est faible.

Par conséquent, l'incidence résiduelle sur les usages de la ressource est aussi faible (sauf en cas d'incident ayant un impact sur l'environnement avec une pollution des eaux superficielles), excepté au droit de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine où elle est modérée.

Le projet global Cigéo aura une incidence résiduelle faible en phase de construction initiale et en phase de fonctionnement sur la consommation d'eau potable et non potable prélevée dans les eaux superficielles et dans la nappe.

Au regard des différentes mesures de conception, d'évitement et de réduction, l'incidence résiduelle du projet global Cigéo sur les eaux souterraines et superficielles est faible.

5.6 Mesures de compensation

Le principe d'une compensation d'usage est retenu pour le centre de stockage Cigéo après l'application de la séquence Éviter-Réduire si les suivis mettent en évidence une incidence sur les eaux souterraines ou superficielles impliquant l'interdiction totale ou partielle d'un usage provoquée par les différentes activités du centre de stockage Cigéo.

Les caractéristiques de la compensation d'usage sont fonction de l'incidence et de son origine.

Dans certains cas, des travaux seront entrepris (en accord avec le propriétaire de l'usage et, si nécessaire des services de l'État) pour retrouver une situation normale (raccordement au réseau d'adduction local, création d'un nouveau forage, dépollution de la nappe d'eau…) et dans d'autres cas, une indemnisation sera proposée.

Au regard des travaux à entreprendre pour les autres opérations du projet global Cigéo, le besoin d'une compensation d'usage n'est pas nécessaire.

5.7 Synthèse des incidences et mesures pour le projet global Cigéo

Pour le centre de stockage Cigéo, toutes les mesures d'évitement, de réduction et les modalités de suivi des mesures environnementales prévues sont inscrites dans le cahier des clauses techniques et particulières des marchés de travaux intervenant en phase d'aménagements préalables et de construction initiale, et plus particulièrement dans la notice de respect de l'environnement.

Le tableau suivant présente une synthèse des incidences et mesures pour le projet global Cigéo.

Tableau 5-32 Synthèse des mesures d'évitement, de réduction et des modalités de suivi de ces mesures pour les incidences sur les eaux souterraines et superficielles pour le projet global Cigéo

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
Incidence quantitative : Rabattement des nappes d'eau souterraine au niveau des déblais créés par le projet global Cigéo - y compris dans le cas particulier de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine	**Niveau d'incidence potentielle « Rabattement des nappes d'eau souterraine au niveau des déblais créés par le projet global Cigéo - y compris dans le cas particulier de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine » : Notable**						
	E2.2b - Choix de l'emplacement des descenderies en dehors des zones de fracturation géologiques pour préserver les nappes d'eau souterraine	E	APR, CI, F	Éviter les zones de fracturation pour protéger les aquifères de cette zone	Respect du plan d'implantation des ouvrages	Andra	Centre de stockage Cigéo – Périmètre INB
	E3.1z - Conception des liaisons surface-fond : ouvrages espacés et de faibles diamètres au regard des formations géologiques traversées	E	APR, CI, F	Éviter la modification des écoulements – effet barrage des liaisons surface-fond	Respect du plan d'implantation des ouvrages	Andra	Centre de stockage Cigéo – Périmètre INB
	R2.2m - Conception adaptée de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie	R	APR, CI, F	Éviter le risque d'inondation par une remontée exceptionnelle de la nappe au droit de la zone descenderie du centre de stockage Cigéo (effet indirect du risque inondation sur l'environnement). Réduire les prélèvements d'eau souterraine et assurer une restitution dans la nappe des eaux drainées en aval (sans système de réinjection). Réduire la modification des écoulements – effet barrage de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine. Réduire les incidences sur les eaux superficielles.	Suivi des modalités de travaux Suivi quantitatif et qualitatif de la nappe des Calcaires du Barrois	Andra	Centre de stockage Cigéo
	Niveau d'incidence « Rabattement des nappes d'eau souterraine au niveau des déblais créés par le projet global Cigéo » après mesures ER : Modéré et temporaire						
Incidence quantitative : Drainage de la nappe phréatique au droit des tranchées	**Niveau d'incidence potentielle « Drainage de la nappe d'eau au droit des tranchées » : Notable**						
	E4.1a - Travaux suspendus en période de plus hautes eaux de la nappe d'eau souterraine avec des mesures de mise en sécurité du chantier	E	APR, CI, F	Éviter les phénomènes de drainage au droit des déblais et des tranchées	Suivi quantitatif et qualitatif des nappes d'eau souterraine	Andra	Centre de stockage Cigéo – Périmètre INB
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD 52	Déviation de la route départementale D60/960
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
	R2.1d - Mise en place d'un système de gestion des eaux souterraines lors des travaux de terrassements	R	APR, CI, F	Limiter l'incidence sur la ressource en eau souterraine	Suivi des modalités de travaux Suivi quantitatif et qualitatif des nappes d'eau souterraine	Andra	Centre de stockage Cigéo
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD 52	Déviation de la route départementale D60/960
						RTE	Alimentation électrique

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
					Suivi du débit des eaux d'exhaure	SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
	Niveau d'incidence « Drainage de la nappe d'eau au droit des tranchées » après mesures ER : Faible						
Incidence quantitative : Drainage des eaux souterraines au droit des liaisons surface-fond du centre de stockage Cigéo ou de tout forage nécessaire à l'opération de caractérisation et de surveillance environnementale	**Niveau d'incidence potentielle « Drainage des eaux souterraines au droit des liaisons surface-fond du centre de stockage Cigéo ou de tout forage nécessaire à l'opération de caractérisation et de surveillance environnementale » : Notable**						
	R2.2m - Dispositions constructives adaptées pour les liaisons surface-fond	R	APR, CI, F	Réduire les phénomènes de drainage au droit des liaisons surface-fond Maîtrise de la gestion des eaux d'exhaure Réduire le risque d'inondation de l'installation souterraine (effet indirect du risque inondation sur l'environnement)	Suivi des modalités de travaux Suivi quantitatif et qualitatif des nappes d'eau souterraine Suivi du débit des eaux d'exhaure	Andra	Centre de stockage Cigéo (y compris opération de caractérisation et de surveillance)
	Niveau d'incidence « Drainage des eaux souterraines au droit des liaisons surface-fond du centre de stockage Cigéo ou de tout forage nécessaire à l'opération de caractérisation et de surveillance environnementale » après mesures ER : Faible						
Incidence quantitative : Modification des écoulements – effets barrage au droit des liaisons surface-fond ou de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine de la zone descenderie	**Niveau d'incidence potentielle « Modification des écoulements » : Notable**						
	R2.2m - Conception adaptée de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie	R	APR, CI, F	Éviter le risque d'inondation par une remontée exceptionnelle de la nappe au droit de la zone descenderie du centre de stockage Cigéo (effet indirect du risque inondation sur l'environnement). Réduire les prélèvements d'eau souterraine et assurer une restitution dans la nappe des eaux drainées en aval (sans système de réinjection). Réduire la modification des écoulements – effet barrage de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine. Réduire les phénomènes de drainage au droit de ce puits de ventilation de la zone nucléaire en zone puits. Réduire les incidences sur les eaux superficielles	Suivi des modalités de travaux Suivi quantitatif et qualitatif de la nappe des Calcaires du Barrois	Andra	Centre de stockage Cigéo
	Niveau d'incidence « Modification des écoulements » après mesures ER : Faible						
Incidence quantitative : Diminution de l'infiltration et de la recharge des nappes d'eau souterraine	**Niveau d'incidence potentielle « Diminution de l'infiltration et de la recharge des nappes d'eau souterraine » : Notable**						
	R2.1.z - Limitation des surfaces imperméabilisées et du ruissellement	R	APR, CI, F	Réduire l'imperméabilisation des surfaces Réduire les incidences quantitatives et qualitatives sur les eaux souterraines	Suivi régulier des superficies imperméabilisées et végétalisées Suivi régulier de la superficie des verses	Andra	Centre de stockage Cigéo – Périmètre INB
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD 52	Déviation de la route départementale D60/960
						RTE	Alimentation électrique

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
					Suivi de la répartition de l'occupation du sol et notamment des emprises imperméabilisées et végétalisées. Suivi de l'intégration de toitures végétalisées au centre de stockage Cigéo.	SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	R2.2.m - Dispositions constructives adaptées pour les liaisons surface-fond	R	APR, CI, F	Réduire les incidences quantitatives et qualitatives sur les eaux souterraines	Suivi des modalités de travaux Suivi quantitatif et qualitatif des nappes d'eau souterraine Suivi du débit des eaux d'exhaure	Andra	Centre de stockage Cigéo – Périmètre INB
	Niveau d'incidence « Diminution de l'infiltration et de la recharge des nappes d'eau souterraine » après mesures ER : Faible						
Incidence quantitative : Inondation de la zone d'intervention potentielle par remontée de nappe	**Niveau d'incidence potentielle « Inondation de la zone d'intervention potentielle par remontée de nappe » : Notable**						
	R2.1.z - Limitation des surfaces imperméabilisées et du ruissellement	R	APR, CI, F	Réduire l'imperméabilisation des surfaces Réduire les incidences quantitatives et qualitatives sur les eaux souterraines	Suivi régulier des superficies imperméabilisées et végétalisées. Suivi régulier de la superficie des verses Suivi de la répartition de l'occupation du sol et notamment des emprises imperméabilisées et végétalisées. Suivi de l'intégration de toitures végétalisées au centre de stockage Cigéo.	Andra	Centre de stockage Cigéo – Périmètre INB
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD 52	Déviation de la route départementale D60/960
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	R2.2.m - Dispositions constructives adaptées pour les liaisons surface-fond	R	APR, CI, F	Réduire les incidences quantitatives et qualitatives sur les eaux souterraines	Suivi des modalités de travaux. Suivi quantitatif et qualitatif des nappes d'eau souterraine. Suivi du débit des eaux d'exhaure.	Andra	Centre de stockage Cigéo – Périmètre INB
	Niveau d'incidence « Inondation de la zone d'intervention potentielle par remontée de nappe » après mesures ER : Faible						
Incidences quantitatives : Prélèvements dans les nappes d'eau souterraine pour la consommation en eau potable et non potable	**Niveau d'incidence potentielle « Prélèvements dans les nappes d'eau souterraine pour la consommation en eau potable et non potable » : Notable**						
	R2.1d - Dispositions constructives adaptées pour le creusement des forages/piézomètres	R	APR, CI, F	Éviter, réduire les phénomènes de drainage au droit des forages créés Éviter, réduire la pollution des eaux souterraines lors des travaux Éviter une pollution des eaux souterraines par un transfert de	Suivi des modalités de travaux. Suivi quantitatif et qualitatif des nappes d'eau souterraine Contrôle cimentation	Andra	Centre de stockage Cigéo – INB
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
				pollution *via* les eaux superficielles			
	R2.2z - Réutilisation prioritaire des eaux traitées pour les besoins en eau non potable du centre de stockage Cigéo	R	CI, F	Réduire les besoins en eau du centre de stockage et donc la consommation de la ressource en eau disponible	Suivi des consommations d'eau Suivi de la qualité des eaux recyclées au sein des stations d'épuration et des dispositifs de traitement des eaux de fond pour des usages d'eau non potable du centre de stockage Cigéo Réseau de suivi des eaux superficielles Suivi de la compatibilité des prélèvements d'eaux avec les exigences relatives à la réglementation IOTA	Andra	Centre de stockage Cigéo - INB
	Niveau d'incidence « Prélèvements dans les nappes d'eau souterraine pour la consommation en eau potable et non potable » après mesures ER : Faible						
Incidence quantitative : Effet barrière sur les écoulements liés aux différentes opérations du projet global Cigéo	**Niveau d'incidence potentielle « Effet de barrière sur les écoulements » : Notable**						
	R2.2z - Optimisation des dispositifs d'assainissement et des ouvrages hydrauliques en privilégiant la réhabilitation des ouvrages existants	R	APR, CI, F	Éviter une incidence supplémentaire sur les eaux superficielles	Suivi des modalités de travaux	Andra	Centre de stockage Cigéo
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
	E2.1b - Utilisation des routes et chemins existants à proximité des cours d'eau	E	APR	Éviter une incidence supplémentaire sur les eaux superficielles	Balisage des chemins avant le début des travaux	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
	E4.1a - Réalisation en période d'assec des travaux au droit des cours d'eau temporaires	E	APR	Éviter une perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau	Inscription dans le cahier des charges environnemental	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
	R2.2m - Dispositifs assurant la transparence hydraulique des aménagements	R	APR, CI, F	Réduire l'effet barrière sur les écoulements	Suivi hydromorphologique des cours d'eau	Andra	Centre de stockage Cigéo – Hors INB
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
	R2.2z - Utilisation de dispositifs visant à réduire le tassement des sols	R	APR	Réduire une incidence supplémentaire sur les eaux superficielles	Suivi quantitatif des eaux superficielles Contrôle de la performance des dispositifs de gestion des eaux superficielles, entretien et maintenance	RTE	Alimentation électrique
	Niveau d'incidence « Effet de barrière sur les écoulements » après mesures ER : Faible						
Incidence quantitative : Perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau par la présence de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie	**Niveau d'incidence potentielle « Perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau par la présence de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie » : Notable**						
	R2.2m - Conception adaptée de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie	R	APR, CI, F	Limiter les incidences sur les eaux superficielles	Suivi des modalités de travaux Suivi quantitatif et qualitatif de la nappe des Calcaires du Barrois	Andra	Centre de stockage Cigéo
	Niveau d'incidence « Perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau par la présence de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie » après mesures ER : Très faible						
Incidence quantitative : Modification du profil en long des cours d'eau lié au franchissement de cours d'eau	**Niveau d'incidence potentielle « Modification du profil en long des cours d'eau lié au franchissement de cours d'eau » : Notable**						
						Andra	Centre de stockage Cigéo
	E2.1b - Utilisation des routes et chemins existants à proximité des cours d'eau	E	APR	Éviter une incidence supplémentaire sur les eaux superficielles	Balisage des chemins avant le début des travaux	RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
	E4.1a - Réalisation en période d'assec des travaux au droit des cours d'eau temporaires	E	APR	Éviter une perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau	Inscription dans le cahier des charges environnemental	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
	E2.1z - Absence de travaux dans le lit mineur d'un cours d'eau	E	APR	Éviter une incidence supplémentaire sur les eaux superficielles	Inscription dans le cahier des charges environnemental	RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
		R	APR, CI, F			Andra	Centre de stockage Cigéo – Hors INB

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
	R2.2h - Ouvrage de franchissement hydraulique défini par rapport aux caractéristiques écologiques et hydrauliques des cours d'eau			Réduire la modification du profil en long des cours d'eau lié au franchissement de cours d'eau	Suivi hydromorphologique des cours d'eau	RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
	Niveau d'incidence « Modification du profil en long des cours d'eau lié au franchissement de cours d'eau » après mesures ER : Faible						
Incidence quantitative : Prélèvement dans les cours d'eau locaux pour les besoins en eau non potable	**Niveau d'incidence potentielle « Prélèvement dans les cours d'eau locaux pour les besoins en eau potable et non potable » : Notable**						
	E1.1z - Interdiction de réalisation des prélèvements dans les cours d'eau	E	APR, CI, F	Éviter une incidence supplémentaire sur les eaux superficielles	Inscription dans le cahier des charges environnemental	Andra	Centre de stockage Cigéo
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	Niveau d'incidence « Prélèvement dans les cours d'eau locaux pour les besoins en eau potable et non potable » après mesures ER : Très faible						
Incidence quantitative : Perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau par les rejets d'eau dans le milieu	**Niveau d'incidence potentielle « Perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau par les rejets d'eau dans le milieu » : Notable**						
	R2.2z - Optimisation des dispositifs d'assainissement et des ouvrages hydrauliques en privilégiant la réhabilitation des ouvrages existants	R	APR, CI, F	Éviter une incidence supplémentaire sur les eaux superficielles	Suivi des modalités de travaux	Andra	Centre de stockage Cigéo
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
	R2.2m - Mise en place d'une gestion quantitative des eaux pour une non-aggravation du risque d'inondation en aval des points de rejet	R	APR, CI, F	Réduire la perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau par les rejets d'eau dans le milieu	Suivi des zones d'expansion des crues	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	Niveau d'incidence « Perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau par les rejets d'eau dans le milieu » après mesures ER : Très faible						
Incidence quantitative : Imperméabilisation de certaines surfaces et modification des écoulements	**Niveau d'incidence potentielle « Imperméabilisation de certaines surfaces » : Notable**						
	E3.1a - Limitation du nombre de bases vie	E	APR	Éviter une incidence sur les eaux superficielles	Inscription dans le cahier des charges environnemental	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
	R2.1.z - Limitation des surfaces imperméabilisées et du ruissellement	R	APR, CI, F	Réduire l'imperméabilisation des surfaces	Suivi régulier des superficies imperméabilisées et végétalisées Suivi régulier de la superficie des verses	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
					Suivi de la répartition de l'occupation du sol et notamment des emprises imperméabilisées et végétalisées Suivi de l'intégration de toitures végétalisées au centre de stockage Cigéo	CD52	Déviation de la route départementale D60/960
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	R2.1r - Remise en état des zones d'intervention	R	APR, CI	Réduire les incidences quantitatives et qualitatives sur les eaux superficielles	Suivi des modalités de travaux Réseau de suivi des eaux superficielles	Andra RTE SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain SNCF Réseau CD52	Centre de stockage Cigéo Alimentation électrique Adduction d'eau Mise à niveau de la ligne 027000 Déviation de la route départementale D60/960
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	Niveau d'incidence « Imperméabilisation de certaines surfaces » après mesures ER : Faible						
Incidence quantitative : Diminution de la capacité de stockage de l'eau dans les zones inondables	**Niveau d'incidence potentielle « Diminution de la capacité de stockage de l'eau dans les zones inondables » : Notable**						
	E2.2f - Pas d'emprise des installations temporaires et définitives dans les zones inondables identifiées	E	APR, CI, F	Éviter la diminution de capacité de stockage de l'eau dans les zones inondables	Respect du plan d'implantation des ouvrages	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	R2.1s - Respect des prescriptions techniques et protection du chantier en zone inondable	R	APR	Réduire l'altération de la qualité des eaux superficielles Éviter la diminution de capacité de stockage de l'eau dans les zones inondables	Suivi quantitatif des eaux superficielles Contrôle de la performance des dispositifs de gestion des eaux superficielle, entretien et maintenance	RTE	Alimentation électrique
						Andra, SNCF Réseau	Caractérisation et surveillance environnementale
	Niveau d'incidence « Diminution de la capacité de stockage de l'eau dans les zones inondables » : Faible						
Incidence qualitative : Altération de la qualité des eaux superficielles et/ou souterraines	**Niveau d'incidence potentielle « Altération de la qualité des eaux superficielles » : Notable**						
	E4.1a - Réalisation en période d'assec des travaux au droit des cours d'eau temporaires	E	APR	Éviter une perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau	Inscription dans le cahier des charges environnemental	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
		E	APR, CI, F			Andra	Centre de stockage Cigéo

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
	E2.1a - Aucun rejet d'eau non traitée dans les cours d'eau			Éviter une altération de la qualité des eaux superficielles	Entretien régulier des bassins de rétention Suivi de la compatibilité des émissions liquides avec les exigences relatives à la réglementation IOTA	RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	E2.1z - Absence de travaux dans le lit mineur d'un cours d'eau	E	APR	Éviter une incidence supplémentaire sur les eaux superficielles	Inscription dans le cahier des charges environnemental	RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	R2.2z - Mise en place d'une gestion des eaux industrielles et des eaux usées selon les principes de l'assainissement collectif (et non collectif pour les eaux usées durant la phase d'aménagements préalables)	R	APR, CI, F	Éviter une altération de la qualité des eaux superficielles	Contrôle de la performance des dispositifs de traitement des eaux usées et industrielles Suivi de la compatibilité des émissions liquides avec les exigences relatives à la règlementation IOTA Surveillance du bon fonctionnement des obturateurs permettant l'isolement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et autres effluents Surveillance du bon fonctionnement des dispositifs de collecte et de traitement des eaux usées d'origine sanitaire et des eaux industrielles de surface	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
	R2.2q - Mise en place de dispositifs de gestion des rejets des eaux pluviales pour ne pas altérer la qualité des eaux superficielles et des eaux souterraines par transfert	R	APR, CI, F	Réduire l'altération de la qualité des eaux superficielles	Suivi des modalités de travaux Contrôle de la performance des dispositifs quantitatifs/qualitatifs de gestion des eaux pluviales Entretien et maintenance des dispositifs de gestion des eaux Suivi de la compatibilité des émissions liquides avec les exigences relatives à la réglementation IOTA	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
					Surveillance du bon fonctionnement des obturateurs permettant l'isolement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et autres effluents Surveillance du bon fonctionnement des dispositifs de collecte et de traitement des eaux pluviales susceptibles d'être polluées		
	R2.2m - Dispositions constructives adaptées pour les liaisons surface-fond	R	APR, CI, F	Réduire l'incidence qualitative sur les eaux souterraines	Suivi des modalités de travaux Suivi qualitatif des nappes d'eau souterraine	Andra	Centre de stockage Cigéo
	R2.2q - Mise en place d'un dispositif de traitement complémentaire des eaux de ruissellement des verses	R	CI, F	Réduire l'altération de la qualité des eaux superficielles	Suivi de la qualité des eaux de ruissellement des verses issues du traitement complémentaire Entretien et maintenance des dispositifs Suivi de la compatibilité des émissions liquides avec les exigences relatives à la réglementation IOTA Surveillance du bon fonctionnement des obturateurs permettant l'isolement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et autres effluents Surveillance du bon fonctionnement des dispositifs de collecte et de traitement des eaux de ruissellement des verses	Andra	Centre de stockage Cigéo
	R2.1z - Mise en place d'un dispositif de traitement des eaux de fond par zone	R	CI, F	Réduire l'altération de la qualité des eaux superficielles	Suivi de la qualité des eaux recyclées issues des dispositifs de traitement des eaux de fond Entretien et maintenance des dispositifs Suivi de la compatibilité des émissions liquides avec les exigences relatives à la réglementation IOTA Surveillance du bon fonctionnement des obturateurs permettant l'isolement des réseaux	Andra	Centre de stockage Cigéo

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
					d'évacuation des eaux pluviales et autres effluents Surveillance du bon fonctionnement des dispositifs de collecte et de traitement des eaux de fond		
	R2.2z - Gestion des effluents non conventionnels	R	CI, F	Réduire l'altération de la qualité des eaux superficielles	Suivi des quantités et de la radioactivité des effluents liquides non conventionnels Inventaire des flux d'effluents aqueux générés Mise en place d'un plan de surveillance environnemental	Andra	Centre de stockage Cigéo
	R2.1a - Aucun rejet d'eau non traitée dans les cours d'eau	E	APR, CI, F	Éviter une altération de la qualité des eaux superficielles	Entretien régulier des bassins de rétention Suivi de la compatibilité des émissions liquides avec les exigences relatives à la réglementation IOTA	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	R2.2o - Respect de la politique Zéro phyto pour limiter l'apport de produits chimiques dans les eaux superficielles lors de l'entretien des accotements et espaces verts	R	APR, CI, F	Réduire l'altération de la qualité des eaux superficielles	Réseau de suivi des eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
	R2.2z - Utilisation de sels en solution sous forme de saumure pour limiter l'apport de sel dans les eaux superficielles en saison hivernale	R	CI, F	Réduire l'altération de la qualité des eaux superficielles	Réseau de suivi des eaux superficielles	Andra	Centre de stockage Cigéo
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
	R2.1z - Organisation globale du chantier	R	APR, CI, F	Réduire une incidence supplémentaire sur les eaux superficielles	Registre de suivi des accidents et des pollutions accidentelles	Andra	Centre de stockage Cigéo
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD 52	Déviation de la route départementale D60/960
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
		R	APR, CI, F			Andra	Centre de stockage Cigéo

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
	R2.1d - Mise en place de dispositifs de stockage adaptés pour les produits dangereux			Réduire l'altération de la qualité des eaux superficielles	Surveillance du bon fonctionnement des dispositifs de protection des eaux prévus au niveau des zones de dépotage puis de stockage de matières dangereuses reçues en vrac et des zones de distribution des carburants Maintien de l'étanchéité des sols des locaux de travail et surveillance de la présence et de l'état des capacités de rétention sous les stockages de matières dangereuses conditionnées Vérification régulière des conditions d'entreposage des déchets Registre des stocks (entrées/sorties) Registre de suivi des accidents et des pollutions accidentelles	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD 52	Déviation de la route départementale D60/960
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	R2.2z - Réutilisation prioritaire des eaux traitées pour les besoins en eau non potable du centre de stockage Cigéo	R	CI, F	Limiter les rejets vers le milieu naturel et de réduire le risque de pollution associé	Suivi des consommations d'eau Suivi de la qualité des eaux recyclées au sein des stations d'épuration et des dispositifs de traitement des eaux de fond pour des usages d'eau non potable du centre de stockage Cigéo Réseau de suivi des eaux superficielles Suivi de la compatibilité des prélèvements d'eaux avec les exigences relatives à la réglementation IOTA	Andra	Centre de stockage Cigéo - INB
	Niveau d'incidence « Altération de la qualité des eaux superficielles » après mesures ER : Faible						
Incidence qualitative : Modification de la qualité des eaux souterraines lors des travaux	Niveau d'incidence potentielle « Modification de la qualité des eaux souterraines lors des travaux » : Notable						
	E2.1a - Aucun rejet d'eau non traitée dans les cours d'eau	E	APR, CI, F	Éviter la pollution des eaux souterraines par un transfert de pollution *via* les eaux superficielles	Entretien régulier des bassins de rétention Suivi de la compatibilité des émissions liquides avec les exigences relatives à la réglementation IOTA	Andra	Centre de stockage Cigéo
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD 52	Déviation de la route départementale D60/960
						RTE	Alimentation électrique

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	R2.2m - Dispositions constructives adaptées pour les liaisons surface-fond	R	APR, CI, F	Réduire l'incidence qualitative sur les eaux souterraines	Suivi des modalités de travaux Suivi quantitatif et qualitatif des nappes d'eau souterraine Suivi du débit des eaux d'exhaure	Andra	Centre de stockage Cigéo
	R2.1z - Mise en place d'un dispositif de traitement des eaux de fond par zone	R	CI, F	Réduire les incidences quantitatives et qualitatives sur les eaux souterraines	Suivi du débit des eaux d'exhaure Suivi de la gestion des eaux d'exhaure en surface Suivi quantitatif et qualitatif des nappes d'eau souterraine Suivi de la compatibilité des émissions liquides avec les exigences relatives à la réglementation IOTA Surveillance du bon fonctionnement des obturateurs permettant l'isolement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et autres effluents Surveillance du bon fonctionnement des dispositifs de collecte et de traitement des eaux de fond	Andra	Centre de stockage Cigéo - INB
	Niveau d'incidence « Modification de la qualité des eaux souterraines lors des travaux » après mesures ER : Faible						
Incidence qualitative : Modification de la qualité des eaux suite à un incident ayant un impact sur l'environnement	Niveau d'incidence potentielle « Modification de la qualité des eaux suite à un incident ayant un impact sur l'environnement » : Notable						
	E4.1a - Réalisation en période d'assec des travaux au droit des cours d'eau temporaires	E	APR	Éviter une perturbation du fonctionnement hydraulique des cours d'eau	Inscription dans le cahier des charges environnemental	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
	E2.1a - Aucun rejet d'eau non traitée dans les cours d'eau	E	APR, CI, F	Éviter la pollution des eaux souterraines par un transfert de pollution *via* les eaux superficielles	Entretien régulier des bassins de rétention Suivi de la compatibilité des émissions liquides avec	Andra	Centre de stockage Cigéo
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD 52	Déviation de la route départementale D60/960

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
					les exigences relatives à la réglementation IOTA	RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	R2.2m - Dispositions constructives adaptées pour les liaisons surface-fond	R	APR, CI, F	Réduire l'incidence qualitative sur les eaux souterraines	Suivi des modalités de travaux Suivi quantitatif et qualitatif des nappes d'eau souterraine Suivi du débit des eaux d'exhaure	Andra	Centre de stockage Cigéo
	R2.1d - Mise en place de dispositifs de traitement des rejets des eaux pluviales pour ne pas altérer la qualité des eaux superficielles et souterraines par transfert	R	APR, CI, F	Réduire l'altération de la qualité des eaux superficielles	Suivi des modalités de travaux Contrôle de la performance des dispositifs quantitatifs/qualitatifs de gestion des eaux pluviales Entretien et maintenance des dispositifs de gestion des eaux Suivi de la compatibilité des émissions liquides avec les exigences relatives à la réglementation IOTA Surveillance du bon fonctionnement des obturateurs permettant l'isolement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et autres effluents. Dispositifs de collecte et de traitement des eaux pluviales susceptibles d'être polluées	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	R2.1Z - Mise en place d'un dispositif de traitement des eaux de fond par zone	R	CI, F	Réduire l'altération de la qualité des eaux superficielles	Suivi de la qualité des eaux recyclées issues des dispositifs de traitement des eaux de fond Entretien et maintenance des dispositifs Suivi de la compatibilité des émissions liquides avec les exigences relatives à la réglementation IOTA Surveillance du bon fonctionnement des obturateurs permettant l'isolement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et autres effluents	Andra	Centre de stockage Cigéo

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
					Surveillance du bon fonctionnement des dispositifs de collecte et de traitement des eaux de fond		
	R2.1z - Organisation globale du chantier	R	APR, CI, F	Réduire une incidence supplémentaire sur les eaux superficielles	Registre de suivi des accidents et des pollutions accidentelles	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	R2.1d - Mise en place de dispositifs de stockage adaptés pour les produits dangereux	R	APR, CI, F	Réduire l'altération de la qualité des eaux superficielles	Surveillance du bon fonctionnement des dispositifs de protection des eaux prévus au niveau des zones de dépotage puis de stockage de matières dangereuses reçues en vrac et des zones de distribution des carburants	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
					Maintien de l'étanchéité des sols des locaux de travail et surveillance de la présence et de l'état des capacités de rétention sous les stockages de matières dangereuses conditionnées Vérification régulière des conditions d'entreposage des déchets Registre des stocks (entrées/sorties) Registre de suivi des accidents et des pollutions accidentelles	Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	Niveau d'incidence « Modification de la qualité des eaux suite à un incident ayant un impact sur l'environnement » après mesures ER : Faible						
Incidence qualitative : Pollution avec un rejet contenant un élément radioactif (rejets non conventionnels)	Niveau d'incidence potentielle « Pollution avec un rejet contenant un élément radioactif (rejet non conventionnel) » : Notable						
	R2.2z - Gestion des effluents non conventionnels	R	CI, F	Éviter une altération de la qualité des eaux superficielles	Suivi des quantités et de la radioactivité des effluents liquides non conventionnels Inventaire des flux d'effluents aqueux générés	Andra	Centre de stockage Cigéo – INB

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
					Mise en place d'un plan de surveillance environnemental		
	Niveau d'incidence « Pollution avec un rejet contenant un élément radioactif (rejet non conventionnel) » après mesures ER : Très faible						
Incidence sur les usages : Incidence sur les captages d'alimentation en eau potable	Niveau d'incidence potentielle « Incidence quantitative/qualitative sur les captages d'alimentation en eau potable » : Notable						
	E3.2b - Raccordement du centre de stockage au réseau local d'adduction	E	APR, CI, F	Éviter la consommation de la ressource en eau potable Évite l'aggravation du risque de pénurie de la ressource	Suivi de l'évolution des besoins en eau des collectivités, de l'état de la ressource et des besoins du centre de stockage Cigéo Suivi de la compatibilité des prélèvements d'eaux avec les exigences relatives à la réglementation IOTA Surveillance des consommations d'eau Suivi des ratios de consommation d'eau prélevée dans le réseau public par tonne de produit en béton fabriqué Surveillance du bon fonctionnement des ouvrages de prélèvement d'eaux, des dispositifs de disconnexion, des dispositifs de limitation des débits d'eau prélevée et des réseaux de distribution d'eaux	Andra	Centre de stockage Cigéo – Périmètre INB
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
	R2.1z - Conception et travaux limitant les incidences sur les usages des eaux souterraines	R	APR, CI, F	Réduire les incidences quantitatives et qualitatives sur les usages d'eau souterraine et en particulier les captages AEP Éviter qu'une pollution ne rende impropre la consommation en eau potable des populations	Avis de l'hydrogéologue sur la conception de l'opération au sein des périmètres de protection Suivi des modalités de travaux Suivi quantitatif et qualitatif des nappes d'eau souterraine	Andra	Centre de stockage Cigéo
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						RTE	Alimentation électrique
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	R2.2z - Réutilisation prioritaire des eaux traitées pour les besoins en eau non potable du centre de stockage Cigéo	R	CI, F	Réduire les besoins en eau du centre de stockage et donc la consommation de la ressource en eau disponible	Suivi des consommations d'eau Suivi de la qualité des eaux recyclées au sein des stations d'épuration et des dispositifs de traitement des eaux de fond pour des usages d'eau non potable du centre de stockage Cigéo	Andra	Centre de stockage Cigéo - INB

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
					Réseau de suivi des eaux superficielles Suivi de la compatibilité des prélèvements d'eaux avec les exigences relatives à la réglementation IOTA		
	Niveau d'incidence « Incidence quantitative/qualitative sur les captages d'alimentation en eau potable » après mesures ER : Très faible						
Incidence sur les usages : Incidence sur les forages/puits à usage agricole et industriel	Niveau d'incidence potentielle « Incidence quantitative/qualitative sur les forages/puits à usage agricole et industriel » : Notable						
	R2.1z - Conception et de travaux limitant les incidences sur les usages des eaux souterraines	R	APR, CI, F	Réduire les incidences quantitatives et qualitatives sur les usages d'eau souterraine et en particulier les captages AEP Éviter qu'une pollution ne rende impropre la consommation en eau potable des populations	Avis de l'hydrogéologue sur la conception de l'opération au sein des périmètres de protection Suivi des modalités de travaux Suivi quantitatif et qualitatif des nappes d'eau souterraine	Andra	Centre de stockage Cigéo
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						RTE	Alimentation électrique
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	R2.1.z - Limitation des surfaces imperméabilisées et du ruissellement	R	APR, CI, F	Réduire l'imperméabilisation des surfaces Réduire les incidences quantitatives et qualitatives sur les eaux superficielles	Suivi régulier des superficies imperméabilisées et végétalisées Suivi régulier de la superficie des verses Suivi de la répartition de l'occupation du sol et notamment des emprises imperméabilisées et végétalisées Suivi de l'intégration de toitures végétalisées au centre de stockage Cigéo	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau
						SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	Niveau d'incidence « Incidence quantitative/qualitative sur les forages/puits à usage agricole et industriel » après mesures ER : Modérée						
	Compensation d'usage	C	APR, CI, F	Compenser la perte avérée d'usage par la construction des liaisons surface-fond, des forages de caractérisation et de surveillance environnementale et par le fonctionnement du centre de stockage	Suivi du débit des eaux d'exhaure Suivi de la gestion des eaux d'exhaure en surface Suivi quantitatif et qualitatif des nappes d'eau souterraine	Andra	Centre de stockage Cigéo
	Travaux entrepris pour retrouver une situation normale ou proposition d'indemnisation						
Incidence sur les usages : Incidence sur l'usage des eaux pour les loisirs	Niveau d'incidence potentielle « Incidence sur l'usage des eaux superficielles pour les loisirs » : Notable						
	R2.1.z - Limitation des surfaces imperméabilisées et du ruissellement	R	APR, CI, F	Réduire l'imperméabilisation des surfaces Réduire les incidences quantitatives et qualitatives sur les eaux superficielles	Suivi régulier des superficies imperméabilisées et végétalisées	Andra	Centre de stockage Cigéo
						RTE	Alimentation électrique
						SIAEP d'Échenay/SIVU du Haut-Ornain	Adduction d'eau

Incidences potentielles	Mesure	Type	Phase	Effet attendu	Modalité de suivi	MOA	Opération
					Suivi régulier de la superficie des verses Suivi de la répartition de l'occupation du sol et notamment des emprises imperméabilisées et végétalisées Suivi de l'intégration de toitures végétalisées au centre de stockage Cigéo	SNCF Réseau	Mise à niveau de la ligne 027000
						CD52	Déviation de la route départementale D60/960
						Andra et autres MOA	Caractérisation et surveillance environnementale
	Niveau d'incidence « Incidence sur l'usage des eaux superficielles pour les loisirs » après mesures ER : Très faible						

***APR** : phase d'aménagements préalables, **CI** : construction initiale, **F** : fonctionnement, **E** : évitement, **R** : réduction, **C** : compensation*

***S.O** : sans objet*

** Mesure de réduction pour les eaux superficielles mise en œuvre comme mesure d'évitement pour les eaux souterraines*

Synthèse des mesures d'évitement, de réduction et des modalités de suivi de ces mesures pour les incidences sur les eaux souterraines et superficielles

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

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

- **Démarche ERC pour limiter les incidences quantitatives**

Les incidences potentielles quantitatives 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 (potable et non potable) du projet global Cigéo qui potentiellement peuvent épuiser 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 en surface diminuant l'infiltration et la recharge naturelle des nappes d'eau souterraine et provoquant une augmentation des eaux rejetées et aggravant le risque d'inondation à l'aval ;
- ✓ le risque d'inondation de la zone d'intervention par remontée de nappe ;
- ✓ 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.

Différentes mesures d'évitement des incidences quantitatives sont définies pour les nappes d'eau souterraine de l'aire d'étude du projet global Cigéo avec, notamment, le choix d'implantation des descenderies en dehors des zones de fracturation.

Des mesures d'évitement sont prises concernant la conception des liaisons surface-fond : ces dernières sont espacées les unes des autres et leur diamètre est faible au regard des deux formations géologiques traversées. Ces mesures de conception permettent de limiter 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 des nappes du Kimméridgien et de l'Oxfordien calcaire. De plus, 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.

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 de réduction sont également mises en œuvre. Elles concernent notamment la protection du bâtiment nucléaire contre la remontée de nappe : une conception adaptée de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie permet de répondre aux incidences d'obstacle aux écoulements de la nappe des Calcaires du Barrois et limiter les incidences sur les eaux superficielles. Elle traverse toute la formation des Calcaires du Barrois et permet de protéger une zone d'environ 33 ha des remontées d'eau souterraine. Cet ouvrage produit un effet barrage dans la nappe avec une incidence piézométrique en amont (augmentation) et en aval (baisse), on parle de rabattement.

Des dispositions constructives adaptées pour les liaisons surface-fond sont prises pour réduire les incidences quantitatives sur les eaux souterraines (effet de drainage) et les effets des éventuels rabattements de nappe en dehors des emprises du centre de stockage Cigéo. Il s'agit de méthode constructive, de la mise en place de bouchon d'étanchéité pour éviter de mettre en communication différents aquifères, de la mise en œuvre de différents types de revêtement au niveau des liaisons surface-fond et de la mise en place d'un système de gestion des eaux collectées dans les liaisons surface-fond. La construction des liaisons surface-fond engendre un drainage et une modification des écoulements souterrains notables (avec un rabattement d'environ 1 mètre sur un cercle de 7 km de rayon et un rabattement d'environ 10 mètres sur un rayon de 4 km dans l'aquifère de l'Oxfordien calcaire. Cette incidence s'étend dès la période de construction initiale jusqu'à la fermeture du stockage (comblement de ces liaisons surface-fond) et en moindre mesure au-delà de 200 ans le temps de la resaturation de l'aquifère.

La création des forages nécessaires à l'opération de caractérisation, de surveillance et de suivi environnemental est adaptée à la profondeur de la nappe. Les ouvrages sont conçus, construits et exploités dans les règles de l'art, en veillant à la non mise en relation hydraulique des différents aquifères traversés.

Le niveau d'incidence résiduelle sur les eaux souterraines est basé sur des résultats théoriques issus de modélisations. L'approfondissement de la conception de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine mais aussi des liaisons surface-fond va faire l'objet d'une démarche itérative afin d'identifier des pistes d'optimisation permettant de réduire ses incidences sur l'environnement. Des investigations supplémentaires incluses dans l'opération de caractérisation environnementale vont permettre d'affiner la modélisation des nappes d'eau souterraine et de mieux appréhender les incidences modélisées. Par ailleurs, des investigations complémentaires de recensement des usages de points d'eau ont été menées en 2020 à proximité du centre de stockage Cigéo afin de mieux connaître les usages réels et d'adapter au besoin la conception des installations du centre de stockage Cigéo.

Concernant les eaux superficielles, différentes mesures de réduction sont prises comme l'optimisation des dispositifs et des ouvrages hydrauliques en privilégiant la réhabilitation des ouvrages existants (cas de l'installation terminale embranchée avec la reprise sur 10 km d'une plateforme existante), la 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.

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.

Le dimensionnement des ouvrages de franchissement hydrauliques est déterminé en fonction des caractéristiques écologiques et hydrauliques des cours d'eau. Tous les ouvrages de franchissement hydraulique créés pour le centre de stockage Cigéo permettent le passage d'une crue centennale. Des dispositifs sont mis en œuvre au droit des remblais pour éviter l'accumulation d'eaux pluviales en fond de vallon amont et donc potentiellement une inondation des terrains en amont.

Pour les autres opérations du projet global Cigéo, les mêmes principes de réduction sont appliqués en vue de réduire les incidences quantitatives sur les eaux.

Au niveau du centre de stockage Cigéo, l'incidence quantitative résiduelle est globalement faible et modérée au niveau de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine et au droit des liaisons surface-fond.

- **Démarche ERC pour limiter les incidences qualitatives**

Les incidences potentielles qualitatives sur les eaux superficielles sont entraînées par :

- ✓ 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.

Les incidences potentielles qualitatives sur les eaux souterraines sont entraînées par l'ensemble des travaux en lien avec le sous-sol et le risque de transfert de polluants des eaux superficielles vers les eaux souterraines notamment si aucune mesure n'était prise et en cas d'un incident ayant un impact sur l'environnement.

Des mesures permettent d'éviter les incidences qualitatives sur les eaux superficielles, 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 dans les cours d'eau.

Le principe retenu est de ne pas rejeter d'effluents non conventionnels dans le milieu naturel local. Les effluents non conventionnels sont gérés de façon spécifique, totalement séparée des effluents conventionnels. Ils sont collectés et contrôlés radiologiquement et le cas avant un transfert vers une installation agréée pour leur élimination.

L'absence de rejet d'eau non traitée dans le milieu local permet d'éviter tout impact qualitatif sur les eaux souterraines depuis les eaux de surface.

Le nombre de bases vie est limité et elles sont positionnées en dehors des zones sensibles.

Les dispositions constructives des liaisons surfaces-fond ainsi que les dispositions liées au creusement et à la réception des forages et piézomètres participent à la réduction des incidences sur la qualité des eaux souterraines, par la non mise en relation des différentes masses d'eau (mise en place d'un bouchon d'étanchéité), la gestion des eaux de fond ou encore l'éloignement des sources de pollution des têtes de forage.

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.

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 régulé.

Les eaux de fond font l'objet d'un prétraitement (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.

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.

Les eaux usées brutes font l'objet d'un traitement par des ouvrages d'assainissement non collectif dont l'objectif est de respecter les normes de qualité environnementale des masses d'eau 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 en eau potable.

Pendant la phase de fonctionnement du centre de stockage Cigéo, les barrières de confinement, représentées par les ouvrages de stockage, empêchent 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, l'essentiel des éléments radioactifs reste piégé 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.

La réutilisation des eaux traitées nécessite la mise en place de réservoirs de stockage des eaux dites « recyclées » pendant trois jours. Les eaux recyclées peuvent être utilisées pendant ce laps de temps pour un usage n'impliquant pas une consommation humaine. Passé le délai de trois jours, les eaux, après contrôle, sont rejetées vers le milieu naturel (vers 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.

Les espaces verts et les accotements des voiries du centre de stockage Cigéo sont entretenus sans l'emploi de produits phytosanitaires comme le stipulent les prescriptions applicables dans le périmètre de protection éloignée du captage de Rupt-aux-Nonains.

Pour limiter l'apport de sel dans les eaux superficielles en saison hivernale, l'utilisation de sels en solution sous forme de saumure est privilégiée pour le déneigement des voiries internes au centre de stockage Cigéo.

La mise en place des dispositifs de régulation et traitements qualitatifs des eaux pluviales et des effluents permet de réduire l'incidence sur les usages récréatifs et agricoles des cours d'eau, notamment l'abreuvement du bétail.

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 (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 créées et notamment la gestion de la végétation sont conformes à la réglementation et aux prescriptions environnementales des zones traversées.

Les modalités de suivi de ces mesures comprennent, en plus des opérations d'entretien et de maintenance, le contrôle de la performance des dispositifs quantitatifs/qualitatifs de la gestion des eaux ainsi que le contrôle de la performance des dispositifs de traitement des eaux usées. Un réseau de suivi des eaux superficielles est établi ainsi d'un réseau de suivi des zones d'expansion des crues, un suivi hydromorphologique des cours d'eau et le suivi de la qualité des eaux recyclées. La définition précise des protocoles de suivi est menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demande d'autorisations environnementales préalable au démarrage des travaux de cette phase. L'entretien et la maintenance de l'ensemble des dispositifs de gestion des eaux (collecte, traitement, stockage) est assurée

L'incidence qualitative résiduelle est faible pour le centre de stockage Cigéo.

- **Démarche ERC pour limiter les incidences sur les usages**

Toutes ces incidences quantitatives et qualitatives sur les eaux génèrent des incidences potentielles sur l'ensemble des usages de la ressource en eau en provoquant potentiellement une diminution et/ou une dégradation de la ressource.

Pour limiter la consommation de la ressource en eau et ne pas aggraver un risque de pénurie pour les populations desservies, il n'est prévu aucune création de forage dédié à l'alimentation en eau potable ou pour un autre usage du centre de stockage Cigéo. Par conséquent, le besoin en eau du centre de stockage est satisfait par un raccordement au réseau local d'adduction d'eau, les résultats de l'étude de faisabilité quantitative ayant permis de vérifier que les débits prélevés sont adaptés à la capacité de recharge des captages sollicités pour le besoin.

Les bases vie nécessaires aux travaux des autres maîtres d'ouvrage en phase d'aménagements préalables sont raccordées au réseau local d'adduction. Le besoin en eau est très faible par rapport aux besoins du centre de stockage Cigéo.

Des modélisations hydrogéologiques de la nappe des Calcaires du Barrois et des nappes recoupées par le creusement des puits ont été entreprises pour valider les mesures de conception retenues actuellement au regard des incidences potentielles sur les usages. Une mise à jour des simulations de rabattement induit dans les nappes de l'Oxfordien par le creusement des liaisons surface-fond est en cours, notamment pour prendre en compte les récentes améliorations effectuées sur le modèle hydrogéologique, et devrait permettre d'estimer, à horizon 2025, l'impact de la réduction du niveau de nappe sur les prélèvements dans les nappes de l'Oxfordien.

Concernant les incidences sur les usages traités, ces dernières sont actuellement modélisées comme :

- ✓ non notable sur les captages d'eau potable dans les Calcaires du Barrois ;
- ✓ non notable sur les captages d'eau potable ou autres usages dans les nappes du Kimmeridgien et de l'Oxfordien calcaire ;
- ✓ notable sur les captages (agricoles ou autres usages) localisés dans le cône de rabattement de la nappe des Calcaires du Barrois induit par l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine de la zone descenderie.

Concernant l'alimentation en eau potable, la conception du centre de stockage Cigéo vise à préserver les ressources locales, en privilégiant le recyclage des eaux produites par les activités du centre de stockage Cigéo, puis leur utilisation maximale pour ses propres activités qui ne nécessitent pas une eau potable au sens de la consommation humaine. Ainsi, sur chaque installation de surface (zone puits, zone descenderie) est implantée une station d'épuration traitant les eaux usées et industrielles de surface et un dispositif de traitement des eaux de fond. Le 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.

Le centre de stockage Cigéo est inclus en partie dans un périmètre de protection d'un captage d'alimentation en eau potable (Rupt-aux-Nonains), le respect des prescriptions associées est assuré pendant toutes les phases du projet global Cigéo.

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.

En plus des opérations d'entretien et de maintenance, les modalités de suivi de ces mesures comprennent le contrôle de la performance des dispositifs quantitatifs/qualitatifs de la gestion des eaux pluviales et un réseau de suivi des eaux souterraines. La définition précise du protocole de suivi est menée avec les services de l'État lors de l'instruction des dossiers de demande d'autorisations environnementales préalable au démarrage des travaux de cette phase

L'incidence résiduelle sur les usages est globalement faible et modérée dans l'emprise du cône de rabattement de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine réalisée sur la zone descenderie du centre de stockage Cigéo.

- **Conclusion**

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 (i) 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 et (ii) au droit des liaisons surface-fond dans les nappes de l'Oxfordien calcaire dès la phase de construction initiale. Par conséquent, l'incidence résiduelle sur tous les usages de la ressource est modérée dans cette zone. Il est donc retenu une mesure de compensation d'usage à titre conservatoire. Cette dernière 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 envisagé d'incidence indirecte de la qualité des eaux superficielle sur les eaux souterraines suite aux mesures d'évitement/réduction prises.

Indiquons qu'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 la préservation des 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 (qui seront affinés lors de la définition technique des opérations des autres maîtres d'ouvrage), le niveau d'incidence global sur les eaux des opérations des autres maîtres d'ouvrage est faible.

5.8 Incidences liées aux émissions chimiques et effluents non conventionnels sur la santé humaine

Le projet global Cigéo est à l'origine d'émissions chimiques liquides (eaux usées, eaux de ruissellement, eaux industrielles, eaux usées…) pendant ses phases d'aménagements préalables, de construction initiale puis de fonctionnement.

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. Les sources d'émissions radioactives liquides du projet global identifiées sont liées à la récupération possible d'effluents liquides non conventionnels issus des zones à production possible de déchets nucléaires du centre de stockage Cigéo.

L'étude des incidences (effets potentiels) de ces émissions chimiques liquides et effluents non conventionnels sur la santé des populations environnantes se trouve ici synthétisée, cette analyse étant détaillée au volume VI de la présente étude d'impact.

- **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 autres 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.

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 susceptibles d'être les plus exposées aux émissions chimiques liquides du projet global Cigéo sont, compte tenu de la nature et de la quantité des émissions, les habitants de la commune de Bure car située à proximité des rejets du centre de stockage Cigéo. Il est considéré que la population ingère des produits animaux bovins (viande, lait/produits laitiers) et gibiers via sa ration alimentaire. Ces animaux s'abreuvent dans les ruisseaux de l'orge, de l'Ormançon et de la Bureau qui sont les milieux récepteurs de rejets liquides de Cigéo. Ainsi la voie retenue pour les évaluations de l'exposition humaine est l'ingestion.

L'évaluation quantitative des risques chimiques montre que les quotients de danger (QD) et les excès de risque individuel (ERI) calculés selon la méthodologie de l'Ineris sont inférieurs aux valeurs repères. Le risque sanitaire est qualifié selon cette méthodologie de non préoccupant vis-à-vis de la santé humaine.

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).

Les incidences résiduelles des émissions chimiques des effluents du projet global Cigéo sur la santé humaine sont très faibles.

- **Les effluents liquides non conventionnels issus des zones à production possible déchets nucléaires ou des eaux d'exhaures des alvéoles HA**

Le process nucléaire pour le stockage des colis de déchets radioactifs du projet global 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 conventionnels » 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 résiduelles des effluents non conventionnels du projet global Cigéo sur la santé humaine sont très faibles.

5.9 Compatibilité du projet global Cigéo avec les outils de planification

Les outils de planification concernant la thématique eau et en interface avec le projet global Cigéo ont été présentés au chapitre 5.2 du volume III de la présente étude d'impact.

Pour rappel, il s'agit du Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Seine-Normandie (3), du SDAGE Rhin-Meuse (15-18), du Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) Grand Est (19), du Plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) du bassin Seine Normandie (20) et du PGRI du bassin Rhin-Meuse (21).

Il n'existe aucun Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) défini au niveau du projet global Cigéo et il en est de même pour les territoires à risque important d'inondation (TRI).

Les chapitres suivants présentent l'analyse de la compatibilité du projet global Cigéo avec chaque outil de planification concerné. L'analyse de la compatibilité porte sur les orientations et objectifs applicables au projet global Cigéo.

5.9.1 Compatibilité du projet global Cigéo avec les SDAGE concernés

5.9.1.1 Référentiel du SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2022-2027

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 (3).

Les orientations fondamentales (OF) du SDAGE pour une gestion équilibrée de la ressource en eau s'articulent autour de cinq enjeux identifiés à l'échelle du bassin :

- enjeu 1 - pour un territoire sain : réduire les pollutions et préserver la santé :
  - ✓ OF2 : Réduire les pollutions diffuses en particulier sur les aires d'alimentation de captages d'eau potable ;
  - ✓ OF3 : pour un territoire sain : réduire les pressions ponctuelles ;
  - ✓ OF5 : protéger et restaurer la mer et le littoral.
- enjeu 2 – pour un territoire vivant : faire vivre les rivières, les milieux humides et la biodiversité en lien avec l'eau :
  - ✓ OF1 : pour un territoire vivant et résilient : des rivières fonctionnelles, des milieux humides préservés et une biodiversité en lien avec l'eau restaurée ;
  - ✓ OF5 : protéger et restaurer la mer et le littoral.
- enjeu 3 – pour un territoire préparé : anticiper le changement climatique et gérer les inondations et les sécheresses :
  - ✓ OF4 : pour un territoire préparé : assurer la résilience des territoires et une gestion équilibrée de la ressource en eau face aux changements climatiques.
- enjeu 4 – pour un littoral protégé : concilier les activités économiques et la préservation des milieux littoraux et côtiers :
  - ✓ OF5 : protéger et restaurer la mer et le littoral.
- enjeu 5 – pour un territoire solidaire : renforcer la gouvernance et les solidarités du bassin :
  - ✓ les cinq OF.

Ces enjeux et orientations fondamentales sont déclinés en 28 orientations et 124 dispositions.

L'analyse de l'articulation des installations du projet global Cigéo avec les orientations du SDAGE Seine-Normandie 2022-2027 est présentée dans le figure 5-40.

Un certain nombre de dispositions s'adressant aux services de l'État ainsi qu'aux collectivités territoriales et leurs groupements, le projet global Cigéo se conformera, le moment venu, aux plans applicables qui en découlent.

Tableau 5-33 Analyse de la compatibilité du projet global Cigéo avec le SDAGE Seine-Normandie 2022-2027∞

Orientations	Disposition	Incidences du projet	Principales mesures envisagées (APR, construction initiale et d'exploitation)	Compatibilité par rapport au SDAGE 2022-2027
Orientation fondamentale 1 - Pour un territoire vivant et résilient : des rivières fonctionnelles, des milieux humides préservés et une biodiversité en lien avec l'eau restaurée				
Orientation 1.1. **Identifier et préserver les milieux humides et aquatiques continentaux et littoraux et les zones d'expansion des crues, pour assurer la pérennité de leur fonctionnement**	**Disposition 1.1.5**. Gérer et entretenir les milieux humides de manière durable et concertée afin de préserver leurs fonctionnalités, la diversité des habitats et des espèces associées [Disposition en partie commune SDAGE – PGRI]	Incidence sur une zone humide	Afin de limiter les incidences du projet sur leurs fonctionnalités, le centre de stockage Cigéo n'est pas implanté sur une zone humide. Le passage au préalable d'un écologue pour les sites nécessitant une levée de doute au niveau des zones potentiellement humides pour les travaux entrepris sur la ligne 400 kV est prévu. Si la zone est définie comme à protéger suite au passage de l'écologue, des mesures d'évitement et de réduction seront mises en œuvre comme par exemple des plaques de roulement ou tout autre dispositif similaire mis en place pour protéger le sol des travaux entrepris. Mise en œuvre de mesure de compensation en respect des prescriptions des SDAGE concernés si l'évitement de la zone humide n'a pas été possible.	Compatible
Orientation 1.2. **Préserver le lit majeur des rivières et étendre les milieux associés nécessaires au bon fonctionnement hydromorphologique et à l'atteinte du bon état**	**Disposition 1.2.3**. Promouvoir et mettre en œuvre le principe de non-dégradation et de restauration des connexions naturelles entre le lit mineur et le lit majeur	Incidences potentielles des aménagements du projet	La réhabilitation de la ligne ferroviaire n° 027000 concerne une zone proche des périmètres à risque indiqués dans le plan de prévention des risques inondation sans y être inclus. La voie ferrée actuelle ne se situe pas dans le lit majeur de la rivière de l'Ornain hormis les zones où elle traverse déjà le cours d'eau. Le risque d'inondation et les dommages prévisibles lors des travaux sont pris en compte (abonnement Vigicrue ou dispositif similaire).	Compatible
	Disposition 1.2.5. Limiter les prélèvements dans les nappes et rivières contribuant au fonctionnement des milieux humides	Incidence sur une zone humide Incidence sur l'hydraulique des cours d'eau concernés	Aucun prélèvement dans les eaux superficielles ou la nappe d'accompagnement des cours d'eau proche des opérations du projet global Cigéo n'est entrepris. Les prélèvements dans les eaux superficielles des cours d'eau concernés par le centre de stockage Cigéo sont interdits.	Compatible Compatible
	Disposition 1.2.6. Éviter l'introduction et la propagation des espèces exotiques envahissantes ou susceptibles d'engendrer des déséquilibres écologiques	Aménagement des espaces verts Prolifération des espèces exotiques envahissantes pendant les travaux et la remise en état des pistes et plateformes provisoires lors des travaux de sécurisation de la ligne 400 kV	Il est sélectionné des espèces végétales non invasives pour l'aménagement des espaces verts. La mesure de limitation de la prolifération des espaces végétales invasives, est présentée dans le chapitre 6.3.3.6 du volume IV de l'étude d'impact (MR6). Les véhicules devront avoir été nettoyés avant leur emploi au sein des sites Natura 2000 et de la Réserve naturelle nationale. Il en sera de même pour les différents sites d'intervention et accès où la présence de ce type d'espèce serait avérée.	Compatible
Orientation 1.3. **Éviter avant de réduire, puis de compenser (séquence ERC) l'atteinte aux zones humides et aux milieux aquatiques afin de stopper leur disparition et leur dégradation**	**Disposition 1.3.1.** Mettre en œuvre la séquence ERC en vue de préserver la biodiversité liée aux milieux humides (continentaux et littoraux) des altérations dans les projets d'aménagement	Perturbation des prairies humides, des habitats, de la faune et de la flore au niveau des prairies humides (poussières, bruits, vibrations, lumière)	L'évitement des zones sensibles, telles que les zones humides, est privilégié. Une distance est respectée entre l'Ormançon et les installations de surface de zone puits, ainsi qu'entre la zone descenderie et l'Orge. Après le passage sur le terrain d'un écologue, le choix du tracé de moindre impact de la piste d'accès provisoire (au besoin des tracés alternatifs plus long sont étudiés pour éviter le franchissement d'un cours d'eau) est arrêté pour les travaux concernés par la ligne 400 kV (opération d'alimentation électrique). Au besoin, il est mis en place un passage provisoire adapté aux caractéristiques hydrauliques et écologiques des cours d'eau traversés pour les travaux concernés par la ligne 400 kV.	Compatible

Orientations	Disposition	Incidences du projet	Principales mesures envisagées (APR, construction initiale et d'exploitation)	Compatibilité par rapport au SDAGE 2022-2027
Orientation 1.4. **Restaurer les fonctionnalités de milieux humides en tête de bassin versant et dans le lit majeur, et restaurer les rivières dans leur profil d'équilibre en fond de vallée et en connexion avec le lit majeur**	**Disposition 1.4.3.** Restaurer les zones d'expansion des crues et les milieux humides concourant à la régulation des crues [Disposition SDAGE- PGRI]	Expansion de crue dans la vallée de l'Ornain	La réhabilitation de la ligne ferroviaire n° 027000 concerne une zone proche des périmètres à risque indiqués dans le plan de prévention des risques inondation sans y être inclus. La voie ferrée actuelle ne se situe pas dans le lit majeur de la rivière de l'Ornain hormis les zones où elle traverse déjà le cours d'eau.	Compatible
		Expansion de crue dans les zones inondables traversées par la ligne 400 kV	Il n'existe pas de terrassement de grande ampleur diminuant la capacité de stockage en zone inondable pour les travaux de sécurisation de la ligne 400 kV. Aucun stockage de matériel et engins/matériel n'est réalisé dans les zones inondables. Le risque d'inondation et des dommages prévisibles lors des travaux sont pris en compte (abonnement Vigicrue ou dispositif similaire).	Compatible
Orientation 1.5. **Restaurer la continuité écologique en privilégiant les actions permettant à la fois de restaurer le libre écoulement de l'eau, le transit sédimentaire et les habitats aquatiques**	**Disposition 1.5.3.** Privilégier les solutions ambitieuses de restauration de la continuité écologique en associant l'ensemble des acteurs concernés	Dégradation de la fonctionnalité des continuités écologiques. Les principaux corridors aquatiques et humides sont : l'Ornain, le ruisseau de Naillemont, le ruisseau de l'Étang, et l'Ormançon	La zone puits est éloignée de la vallée de l'Ormançon pour éviter une incidence des sous-trames aquatiques et humides de l'Ormançon. Adaptation des ouvrages (ouvrages hydrauliques, ouvrages d'art) pour permettre le passage de la faune et maintenir la transparence hydraulique (notamment au niveau du ruisseau de l'Étang et du Naillemont pour l'ITE) Pour les travaux réalisés sur des ouvrages d'art enjambant un cours d'eau (notamment au niveau de l'Ornain pour les travaux de la ligne ferroviaire 02700), des batardeaux pourront être ponctuellement installés, cependant ils ne seront utilisés que si aucune autre solution n'est techniquement possible. Les travaux auront lieu hors période de reproduction des poissons et seront très ponctuels.	Compatible
Orientation 1.6. **Restaurer les populations des poissons migrateurs amphihalins du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers Normands**	**Disposition 1.6.1.** Assurer la montaison et la dévalaison au droit des ouvrages fonctionnels	Dégradation de la fonctionnalité des continuités écologiques. Les principaux corridors aquatiques et humides sont : l'Ornain, le ruisseau de Naillemont, le ruisseau de l'Étang, et l'Ormançon	La zone puits est éloignée de la vallée de l'Ormançon pour éviter une incidence des sous-trames aquatiques et humides de l'Ormançon Adaptation des ouvrages (ouvrages hydrauliques, ouvrages d'art) pour permettre le passage de la faune et maintenir la transparence hydraulique (notamment au niveau du ruisseau de l'Étang et du Naillemont pour l'ITE) Pour les travaux réalisés sur des ouvrages d'art enjambant un cours d'eau (notamment au niveau de l'Ornain pour les travaux de la ligne ferroviaire 02700), des batardeaux pourront être ponctuellement installés, cependant ils ne seront utilisés que si aucune autre solution n'est techniquement possible. Les travaux auront lieu hors période de reproduction des poissons et seront très ponctuels.	Compatible

Orientations	Disposition	Incidences du projet	Principales mesures envisagées (APR, construction initiale et d'exploitation)	Compatibilité par rapport au SDAGE 2022-2027
Orientation fondamentale 2 - Réduire les pollutions diffuses en particulier sur les aires d'alimentation de captages d'eau potable				
Orientation 2.1. **Préserver la qualité de l'eau des captages d'eau potable et restaurer celles les plus dégradées**	**Disposition 2.1.7.** Lutter contre le ruissellement à l'amont des prises d'eau et des captages en zone karstique	Érosion des sols	Pour tout le projet global Cigéo, les rejets sont régulés et adaptés aux caractéristiques des cours d'eau concernés. Au niveau du centre de stockage, les pentes terrassées et le fil d'eau des fossés sont réduits pour ne pas augmenter les phénomènes de ruissellement. La végétalisation des espaces verts est entreprise au plus tôt pour réduire les vitesses de ruissellement et les volumes d'eaux pluviales.	Compatible
Orientation 2.3. **Adopter une politique ambitieuse de réduction des pollutions diffuses sur l'ensemble du territoire du bassin**	**Disposition 2.3.2.** Optimiser la couverture des sols en automne pour contribuer à atteindre les objectifs du SDAGE	Érosion des sols	La végétalisation des espaces verts est entreprise au plus tôt pour réduire les vitesses de ruissellement et les volumes d'eaux pluviales.	Compatible
	Disposition 2.3.4. Généraliser et pérenniser la suppression du recours aux produits phytosanitaires et biocides dans les jardins, espaces verts et infrastructures	Entretien des espaces verts, des bernes de voirie, des talus et voie ferrée et de la végétation sous la ligne 400 kV au niveau du couloir de servitude	Entretien des espaces verts, des bernes de voirie, des talus et voie ferrée et de la végétation sous la ligne 400 kV au niveau du couloir de servitude Pour toutes les opérations du projet global Cigéo, le recours aux meilleures techniques disponibles de désherbage alternatif est entrepris avec l'application de la politique « zéro phyto », si cette dernière est applicable à l'opération.	Compatible
	Disposition 2.3.6. Mieux connaître les pollutions diffuses par les contaminants chimiques	Acquisition, contrôle, exploitation et archivage de données sur les milieux locaux à très long terme par l'observatoire Pérenne de l'Environnement mis en place par l'Andra	Un dispositif de gestion et de communication des données est mis en place.	Compatible
Orientation 2.4. **Aménager les bassins versants et les parcelles pour limiter le transfert des pollutions diffuses**	**Disposition 2.4.2.** Développer et maintenir les éléments fixes du paysage qui freinent les ruissellements	Érosion des sols, augmentation des ruissellements et diffusion des pollutions	Au niveau du centre de stockage, les pentes terrassées et le fil d'eau des fossés sont réduits pour ne pas augmenter les phénomènes de ruissellement. La végétalisation des espaces verts est entreprise au plus tôt pour réduire les vitesses de ruissellement et les volumes d'eaux pluviales.	Compatible
	Disposition 2.4.3. Maintenir et développer les prairies temporaires ou permanentes	Érosion des sols et diffusion des pollutions	L'Andra prévoit la mise en œuvre de plusieurs sites de compensation écologique des milieux prairiaux.	Compatible

Orientations	Disposition	Incidences du projet	Principales mesures envisagées (APR, construction initiale et d'exploitation)	Compatibilité par rapport au SDAGE 2022-2027
Orientation fondamentale 3 - Pour un territoire sain : réduire les pressions ponctuelles				
Orientation 3.1. Réduire les pollutions à la source	**Disposition 3.1.1.** Privilégier la réduction à la source des micropolluants et effluents dangereux	Rejet de substances polluantes	Comme toute installation industrielle, un inventaire prévisionnel des substances produites est entrepris en phase de fonctionnement et des moyens de traitement adaptés sont définis pour un rejet répondant aux objectifs de bon état chimique et écologique des cours d'eau. Il en est de même en phase de travaux (aménagements préalables, construction initiale). Tout effluent liquide fait l'objet d'une gestion adaptée (collecte, traitement et rejet). Des mesures sont prises afin d'éviter toute infiltration accidentelle de polluants dans les sols, les eaux superficielles et les nappes d'eaux souterraines (règles de stockage, manutention, rétention, prise en compte des risques internes et externes, dispositifs de surveillance). Une distance est respectée entre l'Ormançon et les installations de surface zone puits, ainsi qu'entre l'Orge et la zone descenderie. Il est mis en place de mesures de protection de la Bureau lors de la construction du convoyeur. Durant les travaux, l'installation de chantier générale pour la construction de l'installation terminale embranchée est implantée au niveau de la plateforme multimodale hors zone sensible pour le milieu aquatique et naturel.	Compatible
		Risque d'émission de micropolluants/de produits phytosanitaires, dans les eaux superficielles et souterraines	Toute substance dangereuse utilisée ou présente au sein des installations à toutes les phases du projet global Cigéo est identifiée. Des mesures organisationnelles et techniques sont mises en œuvre pour les ouvrages identifiés afin d'en supprimer ou d'en limiter autant que possible le risque de pollution associé. La collecte et le traitement de l'ensemble des déchets dans des filières adaptées sont mis en place. Une gestion des risques de pollution est entreprise. Les espaces verts et les accotements des voiries du centre de stockage Cigéo sont entretenus sans l'emploi de produits phytosanitaires comme le stipulent les prescriptions applicables dans le périmètre de protection éloignée du captage de Rupt-aux-Nonains. Pour limiter l'apport de sel dans les eaux superficielles en saison hivernale, l'utilisation de sels en solution sous forme de saumure est privilégiée pour le déneigement des voiries internes au centre de stockage Cigéo. La mise en place des dispositifs de régulation et traitements qualitatifs des eaux pluviales et des effluents permet de réduire l'incidence sur les usages récréatifs et agricoles des cours d'eau, notamment l'abreuvement du bétail. Plusieurs mesures d'évitement et de réduction pour le sous-sol et les eaux superficielles permettent de réduire l'incidence liée à l'imperméabilisation des sols et l'altération de la qualité des eaux.	Compatible
		Acquisition, contrôle, exploitation et archivage de données sur les milieux locaux à très long terme par l'observatoire Pérenne de l'Environnement mis en place par l'Andra	Un dispositif de gestion et de communication des données est mis en place.	Compatible

Orientations	Disposition	Incidences du projet	Principales mesures envisagées (APR, construction initiale et d'exploitation)	Compatibilité par rapport au SDAGE 2022-2027
Orientation 3.2. **Améliorer la collecte des eaux usées et la gestion du temps de pluie pour supprimer les rejets d'eaux usées non traitées dans le milieu**	**Disposition 3.2.6.** Viser la gestion des eaux pluviales à la source dans les aménagements ou les travaux d'entretien du bâti.	L'imperméabilisation des sols entraîne une diminution de la quantité d'eau pluviale infiltrée et donc une augmentation du débit spécifique.	Sur le centre de stockage Cigéo, l'eau pluviale sur les surfaces imperméabilisées est collectée et transférée vers des bassins qualitatifs pour traitement, puis vers des bassins quantitatifs qui régulent le débit de rejet. Le débit régulé des eaux pluviales rejetées par le centre de stockage Cigéo est inférieur au débit spécifique naturel du bassin versant correspondant, c'est-à-dire au débit spécifique sans le centre de stockage (sans imperméabilisation de la zone). Ce principe permet de ne pas aggraver le risque d'inondation à l'aval du point de rejet. La surface utilisée pour les zones d'intervention potentielle est optimisée. Elle se limite au strict nécessaire, en particulier lors des différentes activités de la phase d'aménagements préalables. Plusieurs mesures d'évitement et de réduction détaillées dans la partie sous-sol et dans la partie sur les eaux superficielles permettent de réduire l'incidence liée à l'imperméabilisation des sols : • décapage progressif pour éviter une mise à nu de la totalité des zones d'intervention potentielle ; • aménagements des installations de surface favorisant les espaces verts/gestion alternative des eaux de pluie à la parcelle : dès la fin des aménagements préalables, une stratégie de végétalisation de l'ensemble des zones d'intervention potentielle des installations de surface du centre de stockage Cigéo ne faisant plus l'objet de travaux en phase de construction initiale est entreprise. Les espaces verts non raccordés aux dispositifs de stockage et de rejet régulé des eaux pluviales sont conçus pour limiter ou retarder les ruissellements (gestion alternative des eaux pluviales à la parcelle) par infiltration directe des eaux dans le sol ; • végétalisation des verses : au droit des verses en zone puits, le sol est reconstitué par la mise en œuvre de couches successives dont la nature et l'épaisseur dépendent des aménagements paysagers prévus. La végétation en surface va ralentir l'écoulement et favoriser le dépôt des particules sur lesquelles les polluants sont fixés. Elle permet également de lutter contre l'érosion des verses et d'éviter que les eaux de ruissellement soient chargées en matières en suspension. La végétalisation est progressive, les verses encore non végétalisées bénéficient d'un réseau de collecte des eaux de ruissellement avant traitement spécifique : • conception de certains bâtiments au sein du centre de stockage avec des toitures végétalisées : la conception architecturale des ouvrages du centre de stockage Cigéo se base sur la démarche développement durable retenue pour le centre de stockage Cigéo et prévoit notamment la mise en place de toitures végétalisées sur certains bâtiments. Ces dernières participent au parti paysager et l'intégration de ces ouvrages, en améliorent les performances thermiques et jouent un rôle très intéressant en matière de régulation des eaux de pluie. Elles retiennent une partie des eaux de pluie (rôle de stockage) et favorisent le phénomène d'évapotranspiration et réduisent de fait les rejets liquides.	Compatible

Orientations	Disposition	Incidences du projet	Principales mesures envisagées (APR, construction initiale et d'exploitation)	Compatibilité par rapport au SDAGE 2022-2027
Orientation 3.3. **Adapter les rejets des systèmes d'assainissement à l'objectif de bon état des milieux**	**Disposition 3.3.2.** Adapter les rejets des installations des collectivités et des activités industrielles et agricoles dans le milieu aux objectifs du SDAGE, en tenant compte des effets du changement climatique	Rejet d'effluents aqueux conventionnels et aucun rejet d'effluents aqueux non conventionnel	Le projet global Cigéo a été conçu pour respecter le bon État des masses d'eau. Un traitement adapté à la nature des eaux est réalisé avant tout rejet dans le milieu naturel où une gestion alternative à la parcelle est mise en œuvre. La gestion de tous les effluents conventionnels produits est assurée sur le centre de stockage Cigéo. Concernant les rejets non conventionnels produits uniquement à partir de la phase de fonctionnement du centre de stockage Cigéo, une collecte séparée des autres types d'eaux est prévue avec un traitement en dehors du site dans des filières spécifiques. Aucun rejet d'eau non conventionnelle dans le milieu local n'est prévu (Cf. Disposition 3.1.1 concernant les mesures sur les micropolluants). D'un point de vue quantitatif, une évolution est possible en lien avec les évolutions climatiques (augmentation des assecs, baisse des débits des cours d'eau, et conditions torrentielles). Le projet n'aura pas plus d'incidence à long terme avec le changement climatique dans la mesure où les installations de traitement, de régulation et de rejet sont dimensionnées en prenant comme hypothèse que les cours d'eau récepteurs sont en assec.	Compatible
Orientation 3.4. **Réussir la transition énergétique et écologique des systèmes d'assainissement**	**Disposition 3.4.1**. Valoriser les boues des systèmes d'assainissement	Production de boue par les STEP	Les deux stations d'épuration sont d'environ 1 700 Eq/hab en zone descenderie et d'environ 700 Eq/hab en zone puits. Le centre de stockage Cigéo étudie la valorisation des boues.	Compatible
Orientation fondamentale 4 – Pour un territoire préparé : assurer la résilience des territoires et une gestion équilibrée de la ressource en eau face au changement climatique				
Orientation 4.3. **Adapter les pratiques pour réduire les demandes en eau**	**Disposition 4.3.2.** Réduire la consommation d'eau potable	Forte consommation d'eau pour le fonctionnement du centre de stockage Cigéo	Aucune création de forage pour un usage d'alimentation en eau potable n'est prévue pour le centre de stockage Cigéo dans les Calcaires du Barrois et les calcaires du Kimméridgien-Oxfordien. Suite à la réalisation d'une étude de faisabilité quantitative, un raccordement sur le réseau existant d'adduction d'eau est envisagé avec l'opération d'adduction d'eau du projet global Cigéo. Cette mesure d'évitement permet de ne pas aggraver un risque de pénurie de la ressource. L'incidence réelle est non notable et perdure pendant toutes les phases du projet global Cigéo. Dans un souci d'économie de la ressource, des filières de traitement des eaux sont prévues sur le centre de stockage afin de recycler une partie des eaux produites. Ces eaux recyclées alimentent les postes les plus consommateurs en eau, notamment la fabrication du béton et l'arrosage des espaces verts, et fonctionnement du tunnelier. Une réutilisation prioritaire des eaux recyclées pour les besoins en eau potable perdure pendant toute la phase de fonctionnement du centre de stockage.	Compatible

Orientations	Disposition	Incidences du projet	Principales mesures envisagées (APR, construction initiale et d'exploitation)	Compatibilité par rapport au SDAGE 2022-2027
	Disposition 4.3.3. Réduire la consommation d'eau des entreprises	Consommation d'eau importante Pompage des eaux d'exhaure pendant le creusement des liaisons surface-fond (nappes des Calcaires du Barrois, des Calcaires Kimméridgien, des Calcaires Oxfordien) et en phase de fonctionnement (Kimméridgien et Oxfordien) Étanchéité des bâtiments semi-enterrés en phase de fonctionnement et en cours de construction	Cf. Disposition 4.3.2 L'Andra a entrepris une concertation locale pour la gestion des ressources communes disponibles. Une optimisation des consommations d'eau est entreprise avec un recyclage des eaux usées, des eaux industrielles des installations de surface et des eaux de fond. Les prélèvements pour l'alimentation en eau potable sont effectués dans des secteurs éloignés du centre de stockage Cigéo, mais sans perturber les masses d'eau locales qui ne seraient pas suffisantes pour couvrir les besoins en eau potable des populations locales. L'opération d'adduction d'eau est établie dans ce sens avec une connexion au besoin entre différents réseaux pour sécuriser les approvisionnements en eau potable. Les descenderies et des puits au niveau des Calcaires du Barrois sont conçus de manière à être étanche. Le puits de ventilation (VVE) est conçu étanche sur toute sa hauteur alors que les autres puits hors Calcaires du Barrois sont non parfaitement étanches. Tous les ouvrages sont réalisés et exploités de façon à préserver la ressource en eau. Le risque d'inondation et des dommages prévisibles dans la conception des installations est pris en compte. Les zones imperméabilisées sont limitées au niveau des installations de surface et une végétalisation de toute zone non utilisée est entreprise au sein du centre de stockage Cigéo. L'ensemble des eaux de ruissellement et effluents conventionnel est collecté et géré au sein des installations de surface du centre de stockage Cigéo. Un traitement est réalisé avant rejet dans le milieu naturel local. Le risque d'inondation et des dommages prévisibles lors des travaux de sécurisation de la ligne 400 kV sont pris en compte (abonnement Vigicrue ou dispositif similaire). Les zones imperméabilisées sont quasi inexistantes au terme des travaux de sécurisation de la ligne 400 kV et une remise en état des zones de travaux est entreprise à la fin du chantier.	Compatible

SYNTHÈSE DE LA COMPATIBILITÉ DU PROJET GLOBAL CIGÉO PAR RAPPORT AU SDAGE

Les activités et installations du projet global sont compatibles avec les orientations et les dispositions du SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau normands 2022-2027 (3).

5.9.1.2 Référentiel du SDAGE Rhin-Meuse 2022-2027 - applicable pour le projet de sécurisation de la ligne 400 kV

Le SDAGE Rhin-Meuse sur la période 2022-2027 a été adopté par le Comité de bassin Rhin-Meuse et arrêté par la préfète coordinatrice de bassin le 18 mars 2022 (15–18, 22).

Les orientations fondamentales du SDAGE Rhin-Meuse 2022-2027 pour une gestion équilibrée de la ressource en eau répondent aux six grands thèmes identifiés à l'issue de l'état des lieux :

- thème 1. Eau et santé ;
- thème 2. Eau et pollution ;
- thème 3. Eau, nature et biodiversité ;
- thème 4. Eau et rareté ;
- thème 5. Eau et aménagement du territoire ;
- thème 6. Eau et gouvernance.

Le SDAGE a été bâti autour des trois fondamentaux suivants :

- s'adapter au changement climatique ;
- penser la fonctionnalité des milieux naturels à l'échelle des territoires ;
- intégrer les évolutions de la décentralisation sur les politiques de l'eau.

L'analyse de la compatibilité de l'opération ligne 400 kV avec les orientations du SDAGE Rhin-Meuse 2022-2027 est présentée dans le tableau 5-34.

5.9.2 Compatibilité du projet global Cigéo avec le SRADDET Grand Est

Le Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) est un document de planification qui, à l'échelle régionale, précise la stratégie, les objectifs et les règles fixées par la Région dans plusieurs domaines de l'aménagement du territoire. Il intègre et se substitue aux anciens plans et schémas existants, dont les SRCE.

Le SRADDET de la région Grand Est a été **adopté le 22 novembre 2019 et approuvé le 24 janvier 2020 (23)**. Ainsi, la Région et les territoires qui composent le Grand Est se dotent d'un outil stratégique pour concrétiser une ambition collective et relever les trois défis qui émergent du diagnostic territorial du SRADDET :

- faire région, à toute échelle, renforcer les coopérations ;
- dépasser les frontières pour un rayonnement du Grand Est ;
- réussir les transitions de nos territoires.

Pour la région Grand Est, le SRADDET définit une stratégie d'avenir avec la définition de **30 objectifs** déclinés en règles générales à appliquer (cf. Chapitre 1.2.1.10 du volume III de la présente étude d'impact). Les objectifs relatifs au volet « eau » sont présentés en suivant :

- 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.

Les principales règles définies afin d'atteindre ces trois objectifs sont les suivantes :

- **règle n° 10** : réduire les pollutions diffuses afin de préserver la qualité des eaux servant notamment à la production d'eau potable, définir localement des dispositions concourant à la réduction des pollutions diffuses et ponctuelles de l'eau en cohérence avec les SDAGE ;
- **règle n° 11** : réduire les prélèvements d'eau. C'est-à-dire encourager les collectivités à fixer un objectif de réduction des prélèvements d'eau (réutilisation d'eaux pluviales et d'eaux usées traitées, entretien des espaces publics, équipement hydro-économes, etc.) et d'amélioration des rendements des réseaux (état des lieux, entretien, renouvellement le cas échéant, etc.) ;
- **règle n° 19** : préserver les zones d'expansion des crues en les inscrivant au cœur des projets d'aménagement ;
- **règle n° 25** : limiter l'imperméabilisation des sols en définissant les conditions permettant de limiter l'imperméabilisation des surfaces (sur la base de la séquence éviter-réduire-compenser) et de favoriser l'infiltration des eaux pluviales *in situ*, en cohérence avec les conditions d'infiltration locales.

L'analyse de la compatibilité des installations du projet global Cigéo avec les règles du SRADDET Grand Est est présentée dans la figure 5-40.

Tableau 5-34 Analyse de la compatibilité du projet global Cigéo (ligne électrique 400 kV) avec le SDAGE Rhin-Meuse 2022-2027

Orientations	Incidences du projet	Principales mesures envisagées	Compatibilité avec le SDAGE Rhin-Meuse
Thème 2 « Eau et pollution »			
Orientation T2 - O1 **Réduire les pollutions responsables de la non-atteinte du bon état des eaux**	Pollution du milieu lors des travaux de sécurisation de la ligne électrique 400 kV	Mise en œuvre de modalités de travaux pour une gestion des risques de pollution accidentelle (stockage adapté des produits dangereux, présence de kit anti-pollution, entretien préventif des engins et matériel pour éviter les pannes sur site… Aucun rejet des eaux de laitance des travaux de renforcement des fondations de pylônes dans le milieu naturel local sans traitement préalable. Formation du personnel de chantier sur le chantier sur les dangers des produits, leur toxicité et les bonnes pratiques à adapter pour limiter le risque d'accident.	Compatible
Orientation T2 - O3 **Veiller à une bonne gestion des systèmes d'assainissement, publics et privés, et des boues d'épuration**	Imperméabilisation du sol au niveau du poste de transformation	Les eaux de pluie tombant dans l'emprise du poste de transformation sont gérées préférentiellement par de l'infiltration ou un écoulement libre. Les eaux de ruissellement, s'écoulant sur une surface imperméabilisée présentant un risque de pollution, sont préalablement collectées par un fossé étanche et traitées *via* un séparateur/récupérateur d'huile, avant rejet.	Compatible
Thème 3 « Eau, nature et biodiversité »			
Orientation T3 - O2 **Organiser la gestion des bassins versants et y mettre en place des actions respectueuses de milieux naturels, et en particulier de leurs fonctionnalités**	Pollution du milieu lors des travaux de sécurisation de la ligne électrique 400 kV	Pas de base de vie sur le site du chantier/pas de production ni de rejets d'eaux usées. Interdiction des travaux dans le lit mineur des cours d'eau. Choix du tracé de moindre impact de la piste d'accès provisoire (au besoin des tracés alternatifs plus long sont étudiés pour éviter le franchissement d'un cours d'eau). Passage au préalable d'un écologue sur site pour définir le tracé de moindre impact de la piste d'accès provisoire. Mise en place de passage provisoire adapté aux caractéristiques hydrauliques et écologiques des cours d'eau traversés.	Compatible
Orientation T3 - O3 **Restaurer ou sauvegarder les fonctionnalités naturelles des bassins versant, des sols et des milieux aquatiques, et notamment la fonction d'autoépuration**		Interdiction des travaux dans le lit mineur des cours d'eau. Mise en place de passage provisoire adapté aux caractéristiques hydrauliques et écologiques des cours d'eau traversés. Interdiction de prélever dans les cours d'eau pour les besoins du chantier (approvisionnement du chantier par citerne d'eau).	
Orientation T3 - O7 **Préserver les milieux naturels et notamment les zones humides**		Adaptation du calendrier d'intervention en fonction des espèces (avifaune essentiellement). Parfaire la connaissance des sites au droit des zones potentiellement humides/passage au préalable d'un écologue sur site pour les sites nécessitant une levée de doute au niveau des zones potentiellement humides. Privilégier les mois d'été pour la création des pistes d'accès. Rebouchage des orniérages à la période favorable. Mise en place de plaque sur le terrain pour protéger le sol si la zone est définie comme à protéger suite au passage de l'écologue sur site. Remise en état des zones de travaux avec un enlèvement des matériaux extérieurs, un régalage des terres et un ensemencement au besoin. Mise en œuvre de modalités de travaux pour une gestion des risques de pollution accidentelle (stockage adapté des produits dangereux, présence de kit anti-pollution…).	
Orientation T3 – O8 **Préserver et reconquérir la Trame verte et bleue (TVB) pour garantir le bon fonctionnement écologique des bassins versants**	Perturbation des cours d'eau et corridors associés lors des travaux situés à proximité	Interdiction des travaux dans le lit mineur des cours d'eau. Choix du tracé de moindre impact de la piste d'accès provisoire (au besoin des tracés alternatifs plus long sont étudiés pour éviter le franchissement d'un cours d'eau). Passage au préalable d'un écologue sur site pour définir le tracé de moindre impact de la piste d'accès provisoire. Mise en place de passage provisoire adapté aux caractéristiques hydrauliques et écologiques des cours d'eau traversés. Adaptation du calendrier d'intervention en fonction des espèces (avifaune essentiellement).	Compatible

Orientations	Incidences du projet	Principales mesures envisagées	Compatibilité avec le SDAGE Rhin-Meuse
Thème 4 « Eau et rareté »			
Orientation T4 – O1 **Prévenir les situations de surexploitation et de déséquilibre quantitatif de la ressource en eau**	Réduction de la quantité d'eau présente dans le milieu	Interdiction de prélever dans les cours d'eau pour les besoins du chantier (approvisionnement du chantier par citerne d'eau).	Compatible

SYNTHÈSE DE LA COMPATIBILITÉ DU PROJET GLOBAL CIGÉO PAR RAPPORT AU SDAGE RHIN-MEUSE

L'opération de sécurisation de la ligne électrique 400 kV au-delà de Gondrecourt-le-Château est compatible avec le SDAGE du bassin Rhin-Meuse 2022-2027 (15-18).

Tableau 5-35 Analyse de la comptabilité du projet global Cigéo avec le SRADDET Grand Est

Règles	Incidences du projet	Principales mesures envisagées	Compatibilité avec le SRADDET Grand Est
Règle n° 10 : **Réduire les pollutions diffuses afin de préserver la qualité des eaux servant notamment à la production d'eau potable, définir localement des dispositions concourant à la réduction des pollutions diffuses et ponctuelles de l'eau en cohérence avec les SDAGE.**	Rejet d'effluents aqueux conventionnels et aucun rejet d'effluents aqueux non conventionnel	La réduction des pollutions diffuses visant à préserver la qualité des eaux a été déclinée en plusieurs actions au cœur du projet global Cigéo : • la mise en place de la politique « zéro produit phytosanitaire » en vigueur ; • la collecte et le traitement des eaux avant rejet, avec notamment les rejets des eaux usées conventionnelles, après traitement dans les stations d'épuration, et des eaux pluviales, après passage dans des dispositifs de traitement en zones puits et descenderie, qui sont compatibles avec le bon état chimique et écologique des eaux ; • l'entretien saisonnier des infrastructures linéaires entrepris selon les règles de l'art ; • les modalités de suivi de la qualité des cours d'eau, objets de rejets dans le milieu local.	Compatible
Règle n° 11 : **Réduire les prélèvements d'eau. C'est-à-dire encourager les collectivités à fixer un objectif de réduction des prélèvements d'eau (réutilisation d'eaux pluviales et d'eaux usées traitées, entretien des espaces publics, équipement hydro-économes etc.) et d'amélioration des rendements des réseaux (état des lieux, entretien, renouvellement le cas échéant, etc.).**	Consommation de la ressource en eau	Le projet global Cigéo propose de nombreuses mesures afin de réduire les prélèvements d'eau et d'améliorer le rendement des réseaux : • aucun prélèvement d'eau superficielle dans les cours d'eau concernées par le centre de stockage Cigéo pour les besoins en phase d'aménagements préalables, en phase de construction initial et en phase de fonctionnement dans les eaux superficielles ; • aucune création de forage dans les eaux souterraines pour les besoins en phase d'aménagements préalables, en phase de construction initiale et en phase de fonctionnement dans les eaux superficielles : ✓ élaboration de l'opération d'adduction d'eau du projet global Cigéo pour assurer un bon approvisionnement mais également sécuriser l'alimentation des populations (étude de faisabilité quantitative pour le raccordement du centre de stockage Cigéo au réseau local d'adduction d'eau potable et création d'un réseau neuf d'approvisionnement des trois forages vers le centre de stockage Cigéo) ; ✓ réutilisation des eaux collectées dans les bassins ouverts en phase d'aménagements préalables ; ✓ traitement des eaux usées au sein des assainissements non collectifs (ANC) en phase d'aménagements préalables ; ✓ recyclage des eaux de fonds, des eaux usées des eaux superficielles des installations de surface avec la mise en place de station d'épuration et de dispositif de traitement en phase de construction initiale et en phase de fonctionnement ; ✓ utilisation des eaux recyclées pour des usages non potables (arrosage espaces verts, fabrication de béton, fonctionnement du tunnelier) en phase de construction initiale et en phase de fonctionnement ; ✓ conception des bâtiments du centre de stockage Cigéo en prenant en compte des équipements hydro-économes (y compris les installations de chantier avec des bungalows écoresponsables).	Compatible

Règles	Incidences du projet	Principales mesures envisagées	Compatibilité avec le SRADDET Grand Est
Règle n° 19 : **Préserver les zones d'expansion des crues en les inscrivant au cœur des projets d'aménagement.**	Incidence sur les zones inondables	La conception de toutes les opérations du projet global Cigéo prend en compte la zone d'expansion des crues et leur préservation. Des modalités de travaux spécifiques sont mises en œuvre pour les infrastructures déjà existantes et nécessitant des travaux, notamment pour les pylônes de la ligne électrique 400 kV et la plateforme ferroviaire de la ligne ferroviaire 027000.	Compatible
Règle n° 25 : **Limiter l'imperméabilisation des sols en définissant les conditions permettant de limiter l'imperméabilisation des surfaces (sur la base de la séquence éviter-réduire-compenser) et de favoriser l'infiltration des eaux pluviales *in situ*, en cohérence avec les conditions d'infiltration locales.**	Imperméabilisation de grandes surfaces avec incidence aval potentielle sur des zones urbanisées (exemple : Saudron)	Le projet global Cigéo répond à la problématique de l'imperméabilisation des sols en mettant en place les mesures suivantes : • gestion alternative des eaux à la parcelle au droit des zones puits et descenderie (infiltration directe des eaux pluviales *in situ*) ; • mise en place d'un réseau de collecte séparatif des eaux pluviales et traitement avant rejet dans le milieu local sur les espaces présentant un risque de pollution des eaux ; • création d'un parking en silo au niveau de la zone puits pour limiter la superficie du stationnement ; • la surface d'imperméabilisation du sol reste assez limitée au regard de l'existant : ✓ la zone puits présente une imperméabilisation d'environ 15 % ; ✓ le centre de stockage présente une imperméabilisation d'environ 17 % ; ✓ la zone descenderie présente une imperméabilisation d'environ 18 %.	Compatible

SYNTHÈSE DE LA COMPATIBILITÉ DU PROJET GLOBAL CIGÉO PAR RAPPORT AU SRADDET GRAND EST

Les activités et installations du projet global Cigéo sont compatibles avec le SRADDET Grand Est (19).

5.9.3 Compatibilité du projet global Cigéo avec les PGRI concernés

PLAN DE GESTION DES RISQUES INONDATION (PGRI)

Le plan de gestion du risque inondation est un document stratégique qui définit à l'échelle de chaque grand bassin (district hydrographique) les priorités en matière de gestion des risques d'inondation.

5.9.3.1 PGRI du bassin Seine-Normandie

L'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo et les 2/3 de l'aire d'étude immédiate au droit de la ligne électrique 400 kV sont incluses dans le Plan de gestion des risques d'inondation du bassin Seine-Normandie (20) qui a été approuvé par arrêté le 3 mars 2022 pour la période de 2022-2027 (24).

Le PGRI du bassin Seine-Normandie a pour objectif d'apporter une plus-value par rapport aux dispositifs existants sur la base des acquis de l'expérience et constitue un socle d'actions qui seront amendées au fil des cycles de gestion successifs (2016-2021, 2022–2027…).

Le plan de gestion du risque inondation du bassin Seine-Normandie se décline selon 4 objectifs généraux. Les trois premiers objectifs sont issus de la stratégie nationale de gestion du risque d'inondation. Le quatrième est un objectif transversal qui concourt à l'atteinte des trois premiers. Le PGRI définit pour chacun de ses objectifs les dispositions ou actions jugées prioritaires à mettre en œuvre et proportionnées aux enjeux pour atteindre les objectifs.

L'analyse de la compatibilité des installations du projet global Cigéo avec le PGRI du bassin Seine-Normandie est présentée dans le tableau 5-36.

5.9.3.2 PGRI du bassin Rhin-Meuse

L'extrémité est de l'aire d'étude immédiate au droit de la ligne électrique 400 kV est incluse dans le Plan de gestion des risques d'inondation du bassin Rhin-Meuse (21) approuvé par arrêté du préfet coordonnateur de bassin le 21 mars 2022 (25). Il fixe des objectifs de gestion des risques inondation à l'échelle du district et des objectifs spécifiques pour les territoires à risque important d'inondation (TRI).

Les objectifs de gestion des inondations du district de la Meuse visent à intégrer et à mettre en cohérence les différentes thématiques de la gestion des risques inondations.

L'analyse de la compatibilité des installations du projet global Cigéo (extrémité ouest de la ligne électrique 400 kV au-delà de Gondrecourt-le-Château) avec le PGRI du bassin Rhin-Meuse est présentée dans le tableau 5-37.

5.9.4 Conformité du projet global Cigéo avec les PPRI concernés

Le projet global Cigéo doit être conforme aux prescriptions des PPRI concernés par les différentes opérations.

La démonstration de cette conformité est attendue dans les dossiers de demande d'autorisation d'urbanisme à venir et dans le cadre de la procédure d'autorisation d'urbanisme, et elle y sera intégrée.

5.9.5 Synthèse de la compatibilité du projet global Cigéo avec les outils de planification

- **compatibilité du projet global Cigéo et de l'opération de sécurisation de la ligne 400 kV avec les SDAGE en vigueur**

  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 (3).

  La ligne électrique 400 kV est concernée par les SDAGE Seine-Normandie et Rhin-Meuse. L'opération de sécurisation de la ligne 400 kV est compatible avec le SDAGE Seine-Normandie 2022-2027 sur sa partie ouest, ainsi qu'avec le SDAGE du bassin Rhin-Meuse 2022-2027 (17), au-delà de Gondrecourt-le-Château sur sa partie est ;

- **compatibilité du projet global Cigéo et de l'opération de sécurisation de la ligne 400 kV avec le SRADDET Grand Est en vigueur**

  Adopté en novembre 2019 et approuvé en janvier 2020, le Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) Grand Est (19) 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 ;

- **compatibilité du projet global Cigéo et de l'opération de sécurisation de la ligne 400 kV avec les PGRIs en vigueur**

  L'aire d'étude éloignée du projet global Cigéo et les 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 (20). 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 (21).

  Les activités et installations du projet global Cigéo et les travaux de sécurisation de la ligne électrique 400 kV sont compatibles avec le PGRI du bassin Seine-Normandie. Les travaux de sécurisation de la ligne électrique 400 kV (partie est à partir de Gondrecourt-le-Château) sont compatibles avec le PGRI du bassin Rhin-Meuse ;

- **conformité du projet global Cigéo avec les PPRI en vigueur**

  Le projet global Cigéo doit être conforme aux prescriptions des plans de prévention des risques d'inondation (PPRI) concernés par les différentes opérations.

  La démonstration de cette conformité est attendue dans les dossiers de demande d'autorisation d'urbanisme à venir et dans le cadre de la procédure d'autorisation d'urbanisme, et elle y sera intégrée ;

- **synthèse**

  Le projet global Cigéo est compatible avec l'ensemble des plans, programme en lien avec la préservation de la ressource en eau.

Tableau 5-36 Analyse de la compatibilité du projet global Cigéo avec le PGRI du bassin Seine-Normandie

Objectifs	Incidences du projet	Principales mesures envisagées	Compatibilité avec le PGRI Seine-Normandie
Objectif n° 1 : **Réduire la vulnérabilité des territoires**	Imperméabilisation des sols Risque d'inondation en aval	La conception du projet global Cigéo intègre les problématiques inondations. Par ailleurs, étant compatible avec les autres documents de planifications relatifs au risque inondation, la conception de ce projet global Cigéo ne modifie pas la vulnérabilité des territoires concernés.	Compatible
Objectif n° 2 : **Agir sur l'aléa pour augmenter la sécurité des personnes et réduire le coût des dommages**		La conception du projet global Cigéo prend en compte les aléas inondations.	Compatible
Objectif n° 3 : **Raccourcir fortement le délai de retour à la normale des territoires sinistrés/améliorer la prévision des phénomènes hydro-météorologiques et se préparer à gérer la crise**		Les ouvrages existants ou à venir ne sont pas à même de dégrader la situation actuelle. Le temps de résilience suite à une inondation demeure inchangé.	Compatible
Objectif n° 4 : **Mobiliser tous les acteurs pour consolider les gouvernances adaptées et la culture du risque**		Étant en amont du bassin versant, tous les membres du projet global Cigéo informeront de manière appropriée (vecteurs et fréquences) les responsables du PRGI des phénomènes susceptibles d'impacter l'aval. Des remontées régulières d'informations sont organisées afin de vérifier que le projet global Cigéo ne vient pas modifier ou exporter vers l'aval des risques d'inondation.	Compatible

SYNTHÈSE DE LA COMPATIBILITÉ DU PROJET GLOBAL CIGÉO PAR RAPPORT AU PGRI DU BASSIN SEINE-NORMANDIE

Les activités et installations du projet global Cigéo sont compatibles avec le PGRI du bassin Seine-Normandie (26).

Tableau 5-37 Analyse de la compatibilité du projet global Cigéo avec le PGRI du bassin Rhin-Meuse

Objectifs	Incidences du projet	Principales mesures envisagées	Compatibilité avec le PGRI Rhin-Meuse
Favoriser la coopération entre les acteurs **Améliorer la connaissance et développer la culture du risque** **Aménager durablement les territoires** **Prévenir le risque par une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau** **Se préparer à la crise et favoriser le retour à une situation normale**	Obstacle à l'écoulement des eaux des travaux de sécurisation de la ligne électrique 400 kV	Les travaux de sécurisation de la ligne électrique 400 kV ont une incidence très faible sur la gestion du risque inondation. En effet, les travaux portent sur des pylônes existants de la ligne électrique, aucun nouvel obstacle à l'écoulement des eaux ne sera installé et des mesures spécifiques sont mises en œuvre durant les travaux. Au droit de certains pylônes, les méthodes de travaux sont adaptées aux prescriptions techniques des PPRI et aux arrêtés de protection des captages en eau potables concernés (avis hydrogéologue/ARS). Un abonnement à Vigicrue (ou un dispositif similaire) est pris pour pouvoir anticiper une crue d'un cours d'eau et replier le matériel présent dans le lit majeur du cours d'eau. Le stockage des engins et du matériel dans la zone inondable est interdit.	Compatible

SYNTHÈSE DE LA COMPATIBILITÉ DU PROJET GLOBAL CIGÉO PAR RAPPORT AU PGRI DU BASSIN RHIN-MEUSE

Les travaux de sécurisation de la ligne électrique 400 kV (extrémité est au-delà de Gondrecourt-le-Château) sont compatibles avec le PGRI du bassin Rhin-Meuse (21).

TABLEAU DE TRAÇABILITE DES PRINCIPALES EVOLUTIONS DE L'ETUDE D'IMPACT

Le tableau suivant présente une synthèse des principales évolutions de l'étude d'impact, avec selon les colonnes :

- précisions sur les caractéristiques techniques : 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 notamment en lien avec les procédures de participation du public ;
- évolution de l'état initial : l'évolution de l'état initial de l'environnement en lien avec la date de dépôt de l'étude d'impact ;
- évolution réglementaire : les évolutions réglementaires ;
- précision demandée lors de l'instruction du dossier : 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.

La colonne « Actualisation concernée » précise si les évolutions apportées sont liées à la première actualisation de l'étude d'impact (EI-DAC) dans le cadre de la demande de création de l'INB Cigéo et/ou sont liées à la deuxième actualisation de l'étude d'impact (EI-DR0) dans le cadre des premières opérations de caractérisation et de surveillance environnementale.

Chapitre EI DAC		Précisions sur les caractéristiques techniques	Évolution de l'état initial	Évolution-règlementaire	Précision demandée lors de l'instruction du dossier	Actualisation concernée	Précisions sur les évolutions apportées au contenu du volume IV de l'EI *EI-DAC1 = étude d'impact de la demande de création de l'INB Cigéo, déposée en 2023* *EI-DR0 = étude d'impact des dossiers de la tranche de travaux DR0* EI-DAC2 = *étude d'impact associée aux consultations réglementaires de la DAC, déposée en 2025* EI-DAC3 = *étude d'impact associée à l'enquête publique de la DAC, déposée en 2026*
	Général			X		EI-DAC1	Actualisation réglementaire avec le décret n° 2021-837 du 29 juin 2021 (27) portant diverses réformes en matière d'évaluation environnementale et de participation du public dans le domaine de l'environnement (remplacement du terme « état actuel » par « état initial »)
	Général (chapitres 2 à 16)	X				EI-DAC1/EI-DR0	Modification du terme « incidences réelles » employé dans l'EI-DUP en « incidences après mesures d'évitement » dans l'EI-DAC Mise à jour à jour des mesures d'évitement et de réduction pour chacun des chapitres
	Préambule	X				EI-DAC1/EI-DR0/ EI-DAC2/EI-DAC3	Actualisation du tableau des volumes de l'étude d'impact Précisions apportées dans l'EI-DAC dans la rédaction du bloc « Étude d'impact et projet global Cigéo »
5.1	**Introduction à l'analyse des incidences sur les eaux**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur les phases concernées par chaque incidence potentielle Précisions apportées sur le rabattement des nappes d'eau souterraine au niveau des déblais créés par le projet global Cigéo et l'incidence potentielle sur la nappe du Dogger qui n'était pas présentée dans l'EI DUP (sous le Callovo-Oxfordien, donc l'incidence potentielle est non notable, en cohérence avec le volume III)
5.2	**Incidences potentielles**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur les phases concernées par chaque incidence potentielle
5.2.1	**Les différents types d'eau générés par le projet global Cigéo et milieux récepteurs**	X				EI-DAC2	Précision concernant le terme dans le document : eaux de ruissellement des verses
5.2.2.1	**Rabattement potentiel des nappes souterraines**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur le rabattement des nappes d'eau souterraine au niveau des déblais créés par le projet global Cigéo et l'incidence potentielle sur la nappe du Dogger qui n'était pas présentée dans l'EI DUP (sous le Callovo-Oxfordien, donc l'incidence potentielle est non notable, en cohérence avec le volume III)
5.2.3.2	**Incidences potentielles sur les eaux souterraines**		X			EI-DR0	Précisions apportées sur le risque de pollution potentielle causée par l'archéologie préventive et le décapage des sols.

Chapitre EI DAC		Précisions sur les caractéristiques techniques	Évolution de l'état initial	Évolution-règlementaire	Précision demandée lors de l'instruction du dossier	Actualisation concernée	Précisions sur les évolutions apportées au contenu du volume IV de l'EI *EI-DAC1 = étude d'impact de la demande de création de l'INB Cigéo, déposée en 2023* *EI-DR0 = étude d'impact des dossiers de la tranche de travaux DR0* EI-DAC2 = *étude d'impact associée aux consultations réglementaires de la DAC, déposée en 2025* EI-DAC3 = *étude d'impact associée à l'enquête publique de la DAC, déposée en 2026*
5.2.4	**Incidences potentielles sur les usages des eaux**	X				EI-DAC1	Précisions et justifications apportées sur les incidences potentielles sur les eaux sur la base des éléments exposés précédemment dans le chapitre. Regroupement des tableaux pour les eaux souterraines et superficielles, afin de suivre le nouveau plan du chapitre (regroupement des eaux souterraines et superficielles).
5.3	**Mesures d'évitement**	X				EI-DAC1	Chapitre renommé avec la suppression des incidences réelles après mesures d'évitement afin d'améliorer la présentation de la séquence ERC. Regroupement des chapitres relatifs aux eaux souterraines et aux eaux superficielles. Ajout d'un tableau de synthèse des mesures d'évitement afin de faciliter la lecture du chapitre. Regroupement des mesures communes au centre de stockage Cigéo et aux opérations des autres MOA afin d'améliorer l'organisation du sommaire. Déplacement de la mesure « optimisation des dispositifs d'assainissement et des ouvrages hydrauliques en privilégiant la réhabilitation des ouvrages existants » (évitement dans l'EI DUP) au chapitre 5.4 Précisions apportées sur l'application des mesures pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage. Ajout des modalités de suivi pour toutes les mesures, excepté les « travaux suspendus en période de plus hautes eaux [...] » dont la modalité de suivi était déjà évoquée dans l'EI-DUP : respect du plan d'implantation des ouvrages, suivi des niveaux piézométriques, rappel dans le cahier des charges environnemental de l'interdiction de réalisation de prélèvements dans les cours d'eau et de la réalisation des travaux au droit des cours d'eau en période d'assec, suivi régulier des bassins de rétention, suivi régulier de la compatibilité des rejets avec la qualité ou les objectifs de qualité des cours d'eau, balisage des chemins, inscription dans le cahier des charges du nombre de bases vie, surveillance des consommations d'eau potable, entretien et contrôle des ouvrages de prélèvements, suivi de la compatibilité des prélèvements avec les exigences du SDAGE et des évolutions de la nomenclature IOTA.
5.3.1.4	**Interdiction de réalisation des prélèvements dans les cours d'eau**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur l'interdiction de réalisation des prélèvements dans les cours d'eau (suppression de cette mesure pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage, seul le centre de stockage Cigéo est concerné).
5.3.1.5	**Pas d'emprise des installations temporaires et définitives dans les zones inondables identifiées**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur l'application de cette mesure d'évitement pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage et pour l'opération de caractérisation et de surveillance environnementale.
5.3.2.1	**Utilisation des routes et chemins existants à proximité des cours d'eau**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur l'application de cette mesure dans le cadre de l'opération d'alimentation électrique.
5.3.3.1	**Raccordement du centre de stockage Cigéo au réseau local d'adduction**	X				EI-DAC1	Modification de la mesure 5.2.1.2 de l'EI-DUP et précisions apportées sur les besoins en eau potable du centre de stockage et des collectivités (d'après texte et tableaux présents au chapitre 5.3.2.1 de l'EI DUP), et la confirmation de la faisabilité (en cohérence avec le mémoire en réponse au procès-verbal de synthèse des observations de la commission d'enquête publique sur l'EI-DUP).

Chapitre EI DAC		Précisions sur les caractéristiques techniques	Évolution de l'état initial	Évolution-règlementaire	Précision demandée lors de l'instruction du dossier	Actualisation concernée	Précisions sur les évolutions apportées au contenu du volume IV de l'EI *EI-DAC1 = étude d'impact de la demande de création de l'INB Cigéo, déposée en 2023* *EI-DR0 = étude d'impact des dossiers de la tranche de travaux DR0* EI-DAC2 = *étude d'impact associée aux consultations réglementaires de la DAC, déposée en 2025* EI-DAC3 = *étude d'impact associée à l'enquête publique de la DAC, déposée en 2026*
5.4	**Mesures de réduction**	X				EI-DAC1	Chapitres renommés avec la création de chapitres spécifiques pour les mesures de réduction (chapitre 5.4 dans l'EI-DAC) et pour les incidences résiduelles (chapitre 5.5 dans l'EI DAC), afin d'améliorer la présentation de la séquence ERC Regroupement des chapitres relatifs aux eaux souterraines et aux eaux superficielles Ajout en introduction d'un tableau de synthèse des mesures de réduction sur les eaux souterraines et superficielles afin de faciliter la lecture du chapitre Intégration des mesures communes au centre de stockage Cigéo et aux opérations des autres maîtres d'ouvrage afin d'améliorer l'organisation du sommaire Précisions et compléments apportés sur les modalités de suivi des mesures sur la base des textes issus de l'EI-DUP (ancien chapitre 5.2.3 et 5.3.3 supprimé et reversé au fil des mesures E/R) Précisions apportées sur l'application des mesures pour les opérations des autres maîtres d'ouvrage
5.4.1.1	**Conception adaptée de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine en zone descenderie**	X				EI-DAC1	Précision et analyse sur le rabattement de la nappe des Calcaires du Barrois, les objectifs de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine et les résultats de la modélisation initiale sur les incidences sur les flux d'alimentation des rivières par l'aquifère
5.4.1.2	**Dispositions constructives adaptées pour les liaisons surface-fond**	X			X	EI-DAC1	Intégration de la mesure « Gestion des eaux de fond du centre de stockage Cigéo », traitant de l'aspect quantitatif, au sein de la mesure « Dispositions constructives adaptées pour les liaisons surface-fond » afin d'améliorer l'organisation du chapitre
5.4.1.2.3	**Mise en place d'un système de gestion des eaux collectées dans les liaisons surface-fond**		X			EI-DR0	Précisions apportées sur la différence entre les incidences quantitatives et qualitatives
5.4.1.3	**Dispositions constructives adaptées pour le creusement des forages/piézomètres**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur la réalisation de forages et de piézomètres, également prévue pour des opérations de caractérisation et de surveillance environnementale, et sur le risque potentiel de pollution lors du creusement (en cohérence avec l'ajout de l'opération de caractérisation et de surveillance environnementale dans le chapitre sur les incidences potentielles)
5.4.1.5	**Limitation des surfaces imperméabilisées et du ruissellement**	X			X	EI-DAC1/EI-DAC2	Regroupement des mesures visant à réduire l'imperméabilisation afin d'améliorer l'organisation du chapitre Précisions apportées sur les optimisations limitant les surfaces imperméabilisées, les tableaux d'occupation du sol (dont la surface imperméabilisée en fin de construction initiale par rapport à la surface des bassins versants) Précisions apportées sur l'infiltration au regard du pourcentage d'imperméabilisation des installations de surface du centre de stockage Cigéo, d'après le mémoire en réponse au procès-verbal de synthèse des observations de la commission d'enquête Ajout des modalités de suivi : suivi régulier des superficies imperméabilisées, des verses, de la répartition de l'occupation du sol, de l'intégration de toitures végétalisées
5.4.1.6	**Mise en place d'une gestion quantitative des eaux pluviales pour une non-aggravation du risque d'inondation en aval des points de rejet**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur la gestion quantitative des eaux, les surfaces collectées et la comparaison entre les débits régulés des eaux pluviales rejetées et le débit spécifique naturel des bassins versants, en cohérence avec le RPRS Ajout des modalités de suivi : suivi des zones d'expansion des crues
5.4.1.7	**Optimisation des dispositifs d'assainissement et des ouvrages hydrauliques en privilégiant la réhabilitation des ouvrages existants**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur la mesure Mesure initialement en évitement dans l'EI DUP, déplacée dans le chapitre sur les mesures de réduction

Chapitre EI DAC		Précisions sur les caractéristiques techniques	Évolution de l'état initial	Évolution-règlementaire	Précision demandée lors de l'instruction du dossier	Actualisation concernée	Précisions sur les évolutions apportées au contenu du volume IV de l'EI *EI-DAC1 = étude d'impact de la demande de création de l'INB Cigéo, déposée en 2023* *EI-DR0 = étude d'impact des dossiers de la tranche de travaux DR0* EI-DAC2 = *étude d'impact associée aux consultations réglementaires de la DAC, déposée en 2025* EI-DAC3 = *étude d'impact associée à l'enquête publique de la DAC, déposée en 2026*
5.4.1.8	**Ouvrage de franchissement hydraulique défini par rapport aux caractéristiques écologiques et hydrauliques des cours d'eau**	X				EI-DAC1	Précisions apportées concernant l'ouvrage de franchissement de la Bureau au niveau de la LIS. Ajout de sous-parties pour distinguer le centre de stockage des opérations des autres maîtres d'ouvrage Ajout des modalités des suivis : suivi hydromorphologique, définition d'un protocole de suivi
5.4.1.9	**Dispositifs assurant la transparence hydraulique des aménagements**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur la description des bassins versants interceptés et des ouvrages hydrauliques de rétablissement proposés) Ajout des modalités des suivis : suivi hydromorphologique, définition d'un protocole de suivi
5.4.2	**Mesures de réduction des incidences sur la qualité des eaux**			X		EI-DAC1	Ajout d'un paragraphe sur la réglementation liée à la qualité des eaux afin d'introduire la suite du chapitre Ajout des modalités de suivi : réseau de suivi des eaux superficielles, suivi hydromorphologique des cours d'eau, entretien et maintenance des dispositifs de gestion des eaux, surveillance du bon fonctionnement des obturateurs permettant l'isolement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et autres effluents, suivi de la compatibilité des émissions liquides avec les exigences relatives à la réglementation IOTA, suivi des quantités et de la radioactivité des effluents non conventionnels
5.4.2.1	**Mise en place de dispositifs de traitement des eaux pluviales pour ne pas altérer la qualité des eaux superficielles et des eaux souterraines par transfert**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur l'origine des eaux, leur gestion, leur traitement, le rendement épuratoire et la pollution accidentelle
5.4.2.1.2	**Collecte des eaux pluviales du centre de stockage Cigéo**					EI-DR0	Précisions apportées sur la phase APR
5.4.2.2	**Mise en place d'un dispositif de traitement spécifique des eaux de ruissellement des verses**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur l'origine des eaux, leur gestion, leur traitement et le rendement épuratoire
5.4.2.2.4	**Rendement épuratoire « cible » de la filière de traitement**	X				EI-DAC2	Précision sur la démarche et les valeurs présentées pour la composition chimique estimée des eaux de ruissellement
5.4.2.3	**Mise en place d'une gestion des eaux industrielles et des eaux usées selon les principes de l'assainissement collectif (et non collectif pour les eaux usées durant la phase d'aménagements préalables)**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur l'origine des eaux, leur gestion, leur traitement et le rendement épuratoire
5.4.2.3.1	**Origines des eaux usées et industrielles**		X			EI-DR0	Précisions apportées sur la mise en place de stations d'épuration
5.4.2.4	**Mise en place d'un dispositif de traitement des eaux de fond par zone**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur l'origine des eaux, leur gestion, leur traitement et le rendement épuratoire
5.4.2.4.4	**Rendement épuratoire de la filière de traitement**	X				EI-DAC2	Précision sur la démarche et les valeurs présentées pour la composition chimique estimée des eaux de ruissellement
5.4.2.5	**Gestion des effluents non conventionnels**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur l'identification et la collecte des effluents non conventionnels
5.4.2.6	**Aucun rejet d'eau non traitée dans les cours d'eau**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur l'absence d'effluent radioactif rejeté, en renvoyant pour plus de détails vers la mesure de gestion des effluents non conventionnels au chapitre 5.4.2.5 du présent volume

Chapitre EI DAC		Précisions sur les caractéristiques techniques	Évolution de l'état initial	Évolution-règlementaire	Précision demandée lors de l'instruction du dossier	Actualisation concernée	Précisions sur les évolutions apportées au contenu du volume IV de l'EI *EI-DAC1 = étude d'impact de la demande de création de l'INB Cigéo, déposée en 2023* *EI-DR0 = étude d'impact des dossiers de la tranche de travaux DR0* EI-DAC2 = *étude d'impact associée aux consultations réglementaires de la DAC, déposée en 2025* EI-DAC3 = *étude d'impact associée à l'enquête publique de la DAC, déposée en 2026*
5.4.2.7	**Respect de la politique Zéro phyto pour limiter l'apport de produits chimiques dans les eaux superficielles lors de l'entretien des accotements et espaces verts**			X		EI-DR0	Ajout de la Loi n° 2014-110 « Labbé » du 6 février 2014 visant à mieux encadrer l'utilisation des produits phytosanitaires
5.4.2.8	**Utilisation de sels en solution sous forme de saumure pour limiter l'apport de sel dans les eaux superficielles en saison hivernale**	X				EI-DAC1	Précisions sur l'utilisation de sels en solution sous forme de saumure et quantités
5.4.2.10	**Mise en place de dispositifs de stockage adaptés pour les produits dangereux**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur la mise en place de dispositifs de stockage des substances dangereuses (avec renvoi au chapitre 3 du présent volume) Ajout des modalités de suivi : surveillance du bon fonctionnement des dispositifs de protection des eaux, maintien de l'étanchéité des sols des locaux de travail et surveillance de la présence et de l'état des capacités de rétention sous les stockages de matières dangereuses conditionnées, vérification régulière des conditions d'entreposage des déchets, registre des stocks (entrées/sorties), registre de suivi des accidents et des pollutions accidentelles
5.4.3.1	**Conception et travaux limitant les incidences sur les usages des eaux souterraines**	X				EI-DAC1	Déplacement du texte relatif aux incidences résiduelles au chapitre 5.5 du présent volume Précisions apportées sur les usages connus des nappes du Calcaires du Barrois et du Kimméridgien Oxfordien Ajout des modalités de suivi : mise en place d'un réseau de suivi des nappes d'eau souterraine
5.4.3.1.4	**Usages géothermiques**		X			EI-DR0	Précisions apportées sur l'ouvrage de protection contre les remontées de nappe et l'attente de données supplémentaires quant au rabattement de nappe possible
5.4.3.2	**Réutilisation prioritaire des eaux traitées pour les besoins en eau potable du centre de stockage Cigéo**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur le stockage et le recyclage des eaux Ajout des modalités de suivi : suivi des consommations d'eau, suivi de la qualité des eaux recyclées, réseau de suivi des eaux superficielles, suivi de la compatibilité des prélèvements d'eaux avec les exigences relatives à la réglementation IOTA
5.5	**Incidences résiduelles**	X				EI-DAC1	Ajout d'un chapitre de synthèse des incidences résiduelles présentées par grand type d'incidence : quantitatif/qualitatif/usages Précisions apportées sur les résultats de la modélisation de l'Oxfordien et les effets du projet sur les transferts de nappe Ajout des résultats de la modélisation hydraulique (AFRY) pour l'Orge, la Bureau et l'Ormançon
5.5.1	**Incidences quantitatives résiduelles**	X				EI-DAC1/EI-DAC2	Précisions apportées sur les résultats de la modélisation de l'Oxfordien et les effets du projet sur les transferts de nappe Ajout des résultats de la modélisation hydraulique (AFRY) pour l'Orge, la Bureau et l'Ormançon
5.5.2	**L'incidences résiduelles sur la qualité des eaux**	X				EI-DAC1	Précisions apportées sur les rejets : définition des normes de rejet, volumes à traiter par exutoire, flux de polluants des issues de l'activité du site par exutoire
5.5.2.1.1	**Incidences résiduelles sur la qualité des eaux superficielles**	X				EI-DAC2	Précision sur la valeur de rejet du Benzo(a)pyrène dans les eaux superficielles
5.6	**Mesures de compensation**	X				EI-DAC1	Modification du titre en cohérence avec les autres chapitres de l'EI Regroupement des chapitres relatifs aux mesures de compensation des eaux souterraines et superficielles, en cohérence avec la nouvelle organisation globale du chapitre
5.7	**Synthèse des incidences et mesures pour le projet global Cigéo**	X				EI-DAC1	Actualisation du tableau et de l'encart de synthèse en cohérence avec le contenu du chapitre

Chapitre EI DAC		Précisions sur les caractéristiques techniques	Évolution de l'état initial	Évolution-règlementaire	Précision demandée lors de l'instruction du dossier	Actualisation concernée	Précisions sur les évolutions apportées au contenu du volume IV de l'EI *EI-DAC1 = étude d'impact de la demande de création de l'INB Cigéo, déposée en 2023* *EI-DR0 = étude d'impact des dossiers de la tranche de travaux DR0* EI-DAC2 = *étude d'impact associée aux consultations réglementaires de la DAC, déposée en 2025* EI-DAC3 = *étude d'impact associée à l'enquête publique de la DAC, déposée en 2026*
5.8	**Incidences liées aux émissions chimiques et effluents non conventionnels sur la santé humaine**	X			X	EI-DAC1/EI-DAC2	Ajout d'un chapitre sur les incidences liées aux émissions chimiques et effluents non conventionnels sur la santé humaine, en lien avec le volume VI (initialement au chapitre 13 de l'EI DUP) Mise à jour tenant compte de la conclusion de l'évaluation du risque des émissions liquides chimiques présentée désormais dans le volume VI en lien avec l'instruction technique de la DAC. L'évaluation intègre la demande figurant dans l'avis du groupe permanent d'experts pour les déchets de l'ASN qui estime nécessaire que l'Andra fournisse une évaluation quantitative de l'impact sanitaire et à l'environnement des rejets liquides de substances chimiques toxiques, basée sur une estimation des concentrations rejetées dans l'environnement
5.9	**Compatibilité du projet global Cigéo avec les outils de planification**			X		EI-DR0	Actualisation suite à l'adoption du SDAGE du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2022-2027 (3) et du SDAGE Rhin-Meuse 2022-2027 (15-18) Actualisation suite à l'adoption du PGRI du bassin Seine-Normandie 2022-2027 (20) et du PGRI Rhin-Meuse 2022-2027 (21)

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 5-1 Localisation du projet global Cigéo au sein du réseau hydrographique 9
Figure 5-2 Carte des sous-secteurs hydrographiques et des zones hydrographiques présents dans l'aire d'étude éloignée de la thématique eau (source : Sandre, novembre 2019) 10
Figure 5-3 Schéma de principe d'un rabattement de nappe par pompage 12
Figure 5-4 Coupe géologique - hydrologique schématique au niveau de la vallée de l'Orge en amont de Saudron 13
Figure 5-5 Localisation des zones de fracturation 21
Figure 5-6 Coupe schématique des grandes formations géologiques traversées 21
Figure 5-7 Principe d'organisation de la zone de soutien logistique travaux et de la zone de soutien logistique exploitation en zone puits 22
Figure 5-8 Localisation des ressources sollicitées dans le cadre de l'opération d'adduction d'eau 26
Figure 5-9 Conséquences de l'effet barrage généré par un obstacle souterrain 29
Figure 5-10 Schéma de principe de la collecte des eaux d'infiltration pour les puits semi-étanches) 31
Figure 5-11 Principe de construction des puits pour éviter la mise en communication des aquifères traversés 32
Figure 5-12 Vue en coupe d'un bulbe d'étanchéité 33
Figure 5-13 Exemple de configuration possible du bâtiment EP1 et de la tête de descenderie 35
Figure 5-14 Schéma d'écoulement des eaux en zone descenderie 39
Figure 5-15 Schéma d'écoulement des eaux en zone puits 40
Figure 5-16 Schéma illustratif de la filière de gestion quantitative des eaux pluviales (à partir de la phase de construction initiale) 40
Figure 5-17 Carte de localisation des points de rejets liquides du centre de stockage Cigéo 41
Figure 5-18 Trancheuse pour pose de canalisation 43
Figure 5-19 Ouvrages hydrauliques de rétablissement au niveau de la liaison intersites 45
Figure 5-20 Localisation des ouvrages liés à la gestion des eaux pluviales en zone descenderie 47
Figure 5-21 Localisation des ouvrages liés à la gestion des eaux pluviales en zone puits 47
Figure 5-22 Schéma d'ensemble de la filière de traitement des eaux pluviales 48
Figure 5-23 Ouvrage de régulation en sortie des bassins qualitatifs 48
Figure 5-24 Schéma de principe d'un bassin de décantation hors sol (A) ou enterré (B) 49
Figure 5-25 Exemples de fossé de collecte des eaux de chantier 49
Figure 5-26 Schéma illustratif de la filière de traitement qualitatif des eaux pluviales (à partir de la phase de construction initiale) 50
Figure 5-27 Exemple d'aménagements de surface d'un poste électrique (hors équipements électriques) avec les ouvrages hydrauliques 51
Figure 5-28 Schéma illustratif de la filière de traitement qualitatif des eaux de ruissellement des verses 53
Figure 5-29 Localisation de la station de traitement des eaux usées de la zone descenderie 56
Figure 5-30 Localisation de la station de traitement des eaux usées de la zone puits 56
Figure 5-31 Schéma illustratif de la filière de traitement qualitatif des eaux usées et industrielles 57
Figure 5-32 Station de traitement des eaux usées – vue en plan type (zone descenderie et zone puits) 57
Figure 5-33 Localisation des ouvrages de la filière de traitement des eaux de fond en zone descenderie 59
Figure 5-34 Localisation de la station de traitement des eaux de fond de la zone puits 59
Figure 5-35 Localisation des réservoirs de distribution des eaux recyclées en zone descenderie 60
Figure 5-36 Localisation des réservoirs de distribution des eaux recyclées en zone puits 60
Figure 5-37 Filière de traitement des eaux de fond prévue en premier traitement 60
Figure 5-38 Schéma illustratif d'ensemble du dispositif de traitement des eaux de fond 61
Figure 5-39 Localisation des principaux enjeux de captages d'eau souterraine pris en compte dans la modélisation hydrogéologique de la nappe du Barrois 65
Figure 5-40 Évaluation de la perturbation hydraulique maximale (m) liée au creusement des liaisons surface-fond dans l'aquifère de l'Oxfordien calcaire inférieur (gauche) et supérieur (droite) au début de la phase de construction initiale (t = 0) et après 40 ans et 100 ans en régime transitoire 70
Figure 5-41 Évaluations enveloppes de la perturbation hydraulique (m) en régime transitoire et en régime permanent dans la nappe supérieure de l'Oxfordien calcaire 71
Figure 5-42 Localisation des bassins et points de calculs de la simulation hydrologique pour l'Orge et la Bureau 74
Figure 5-43 Différence de profondeur d'inondation dans l'Orge en phase de construction initiale par rapport aux conditions actuelles (CA) pour une période de retour 10 ans 75
Figure 5-44 Différence de profondeur d'inondation dans l'Orge en phase de fonctionnement par rapport aux conditions actuelles (CA) pour une période de retour 100 ans 75
Figure 5-45 L'Orge : étendue et profondeur d'inondation (m), phase de construction initiale avec une période de retour de 10 ans 76
Figure 5-46 L'Orge : étendue et profondeur d'inondation (m), phase de fonctionnement avec une période de retour de 100 ans 76
Figure 5-47 Profondeurs d'inondation dans la Bureau en conditions actuelles et en phase de construction initiale pour une période de retour 10 ans 77
Figure 5-48 Différence de profondeur d'inondation dans la Bureau en phase de fonctionnement par rapport aux conditions actuelles (CA) pour une période de retour 100 ans 77
Figure 5-49 La Bureau : étendue et profondeur d'inondation (m), phase de construction initiale avec une période de retour de 10 ans 78
Figure 5-50 La Bureau : étendue et profondeur d'inondation (m), phase de fonctionnement avec une période de retour de 100 ans 78
Figure 5-51 Profondeurs d'inondation dans l'Ormançon en conditions actuelles et en phase de construction initiale pour une période de retour 10 ans 79
Figure 5-52 Différence de profondeur d'inondation dans l'Ormançon en phase de fonctionnement par rapport aux conditions actuelles (CA) pour une période de retour 100 ans 80
Figure 5-53 L'Ormançon : étendue et profondeur d'inondation (m), phase de construction initiale avec une période de retour de 10 ans 80
Figure 5-54 L'Ormançon : étendue et profondeur d'inondation (m), phase de fonctionnement avec une période de retour de 100 ans 81
Figure 5-55 Schéma illustratif de principe de la gestion des eaux au droit de la zone descenderie en fin d'aménagements préalables et en phase de construction initiale 83
Figure 5-56 Schéma illustratif de principe de la gestion des eaux au droit de la zone descenderie en phase de fonctionnement (les effluents non conventionnels correspondent aux eaux alvéoles HA sur ce schéma) 83

Figure 5-57 Schéma illustratif de principe de la gestion des eaux au droit de la zone puits en fin d'aménagements préalables et en phase de construction initiale 84
Figure 5-58 Schéma illustratif de principe de la gestion des eaux au droit de la zone puits en phase de fonctionnement 84
Figure 5-59 Localisation des ouvrages de gestion des eaux et de traitement des effluents liquides conventionnels en zone descenderie 85
Figure 5-60 Localisation des infrastructures de gestion des effluents liquides conventionnels en zone puits 85

Tableaux

Tableau 5-1 Tableau de synthèse des incidences potentielles sur les eaux par opération et phase du projet global Cigéo 17
Tableau 5-2 Synthèse des mesures d'évitement sur les eaux par phase et par opération 20
Tableau 5-3 Volume considéré ($m^3.j^{-1}$) pour les études d'incidence du projet sur les futurs besoins du centre de stockage Cigéo vis-à-vis de la ressource en eau 25
Tableau 5-4 Besoins en eau actuels et futurs du SIAEP de la région d'Échenay 25
Tableau 5-5 Besoins en eau actuels et futurs du SIAEP de Thonnance/Suzannecourt 25
Tableau 5-6 Synthèse des mesures de réduction sur les eaux par phase et par opération 27
Tableau 5-7 Tableau de l'occupation des sols et situation en fin de construction initiale sur l'emprise des périmètres INB 36
Tableau 5-8 Tableau des différents types de surfaces au sein de la zone d'intervention potentielle du centre de stockage Cigéo 36
Tableau 5-9 Tableau des différents types de surfaces au sein de la zone d'intervention potentielle des opérations des autres maîtres d'ouvrage et de l'opération de caractérisation et de surveillance environnementale sous maîtrise d'ouvrage Andra 37
Tableau 5-10 Tableau des surfaces collectées par les différents bassins de gestion des eaux pluviales du centre de stockage Cigéo 39
Tableau 5-11 Comparaison des débits régulés (L/s/ha) des eaux pluviales rejetées par le centre de stockage Cigéo et les débits spécifiques (L/s/ha) des bassins versants 40
Tableau 5-12 Principe de dimensionnement des ouvrages hydrauliques pour les infrastructures linéaires du centre de stockage Cigéo 42
Tableau 5-13 Ouvrages de franchissement hydraulique existant le long de la ligne ferroviaire 027000 43
Tableau 5-14 Travaux et actions préconisés sur les ouvrages existants de l'ITE 44
Tableau 5-15 Synthèse des ouvrages hydrauliques au droit de la liaison intersites 44
Tableau 5-16 Tableau des concentrations (mg/l) des eaux pluviales (hors eaux de ruissellement des verses) en entrée et en sortie de filière de traitement 50
Tableau 5-17 Tableau des concentrations estimées (mg/l) des eaux pluviales de verses en entrée et en sortie de filière de traitement sur la zone puits 54
Tableau 5-18 Tableau des concentrations des eaux usées et industrielles de surface en entrée et en sortie de filière de traitement pour la zone descenderie et la zone puits (3) 58
Tableau 5-19 Tableau des concentrations (mg/l) des eaux de fond en entrée et en sortie de filière de traitement 61
Tableau 5-20 Pollution hivernale : Sources d'incidence qualitative sur les eaux de surface au terme de la phase de construction initiale pour une action préventive en sel 64
Tableau 5-21 Captages (hors AEP) recensés en bases de données administratives susceptibles d'être affectés par le cône de rabattement de la nappe des Calcaires du Barrois induit par l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe d'eau souterraine 66
Tableau 5-22 Nombre et le volume (m^3) des réservoirs de stockage des eaux pluviales, des effluents traités au sein des stations d'épuration et des dispositifs de traitement 68
Tableau 5-23 Débits de pointe résultant des scénarios de simulation hydrologique pour l'Orge et la Bureau 74
Tableau 5-24 Débits de pointe résultant des scénarios de simulation hydrologique pour l'Ormançon 79
Tableau 5-25 Choix de conception et principes de gestion des effluents liquides 82
Tableau 5-26 Normes de rejet applicables au projet global Cigéo 86
Tableau 5-27 Répartition des volumes d'eau (m^3) rejetés dans l'Ormançon 87
Tableau 5-28 Répartition des volumes d'eau (m^3) rejetés dans la Bureau 87
Tableau 5-29 Répartition des flux de pollution (kg/j) rejetés dans l'Ormançon – Somme des eaux de verse, eaux de fond et eaux usées 88
Tableau 5-30 Répartition des flux de pollution (kg/j) rejetés dans la Bureau 89
Tableau 5-31 Incidences résiduelles sur les cours d'eau pour le projet global - État chimique et écologique des eaux superficielles 91

Tableau 5-32 Synthèse des mesures d'évitement, de réduction et des modalités de suivi de ces mesures pour les incidences sur les eaux souterraines et superficielles pour le projet global Cigéo 95
Tableau 5-33 Analyse de la compatibilité du projet global Cigéo avec le SDAGE Seine-Normandie 2022-2027∞ 117
Tableau 5-34 Analyse de la compatibilité du projet global Cigéo (ligne électrique 400 kV) avec le SDAGE Rhin-Meuse 2022-2027 125
Tableau 5-35 Analyse de la comptabilité du projet global Cigéo avec le SRADDET Grand Est 127
Tableau 5-36 Analyse de la compatibilité du projet global Cigéo avec le PGRI du bassin Seine-Normandie 130
Tableau 5-37 Analyse de la compatibilité du projet global Cigéo avec le PGRI du bassin Rhin-Meuse 130

REFERENCES 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 (JORF), N°ENER2200646D.

2 Cigéo : les documents de référence. Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) (2020). Consulté le 02/06/2020. Disponible à l'adresse : https://www.andra.fr/cigeo/les-documents-de-reference#section-3144.

3 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.

4 Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement (version consolidée au 31 août 2018). Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat (2018). Journal officiel de la République française (JORF), N°DEVO1001032A.

5 Scholtus, N., Leclerc, E., Donato, P. de, Morel, J.L., Simonnot, M.O. Eluto-frontal chromatography to simulate chemical weathering of COx by low-molecular-weight organic compounds and early pedogenesis processes. European Journal of Soil Science (2009). Vol. 60, N°1, pp.71-83.

6 Marty, N., Lach, A., Lerouge, C., Grangeon, S., Claret, F., Fauchet, C., Madé, B., Lundy, M., Lagroix, F., Tournassat, C., Tremosa, J. Weathering of an argillaceous rock in the presence of atmospheric conditions: a flow-through experiment and modelling study. Applied geochemistry (2018). Vol. 96, pp.252-263.

7 Tremosa, J., Debure, M., Narayanasamy, S., Redon, P.O., Jacques, D., Claret, F., Robinet, J.-C. Shale weathering: A lysimeter and modelling study for flow, transport, gas diffusion and reactivity assessment in the critical zone. Journal of Hydrology (2020). Vol. 587, pp.124925.

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

9 Loi n° 2014-110 du 6 février 2014 visant à mieux encadrer l'utilisation des produits phytosanitaires sur le territoire national (version en vigueur au 19 août 2015). Assemblée nationale; Sénat (2015). Journal officiel de la République française (JORF), N°DEVX1330135L.

10 Décret n° 2001-63 du 18 janvier 2001 modifiant le décret n° 87-59 du 2 février 1987 relatif à la mise sur le marché, à l'utilisation et à l'élimination des polychlorobiphényles et polychloroterphényles. Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement (2001). Journal officiel de la République française (JORF), N°ATEP0080077D.

11 Directive 96/59/CE du Conseil du 16 septembre 1996 concernant l'élimination des polychlorobiphényles et des polychloroterphényles (PCB et PCT) (version consolidée au 7 août 2009). Conseil de l'Union européenne (2009). Journal officiel de la République française (JORF), N°CELEX:1996L0059.

12 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 (version consolidée au 20 novembre 2014). Parlement européen; Conseil de l'Union européenne (2014). Journal officiel des Communautés européennes, N°CELEX:32000L0060.

13 Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique (version consolidée au 1er janvier 2023). Ministère de la Santé et des Solidarités (2023). Journal officiel de la République française (JORF), N°SANP0720201A.

14 Qualité de l'eau - Dosage de 15 hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans l'eau par HPLC avec détection par fluorescence après extraction liquide-liquide. Association française de normalisation (Afnor) (2004), NF EN ISO 17993.

15 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.

16 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.

17 SDAGE 2022-2027 : schéma directeur d'aménagement de gestion des eaux du bassin de Rhin et du 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.

18 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.

19 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). 265 p.

20 Plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) - Bassin Seine-Normandie 2022-2027. Préfet de la région Ile-de-France (2022). 228 p. Disponible à l'adresse : https://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/fr_frh_frmp_no1_pgri.pdf.

21 Plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) 2022-2027 - Districts du Rhin et de la Meuse. Préfet coordonnateur de bassin Rhin-Meuse (2022). 351 p. Disponible à l'adresse : https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/pgri-rhin-meuse_approuve.pdf.

22 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 (JORF), N°TREL2204337A.

23 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.

24 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 (JORF), N°TREP2206534A.

25 Arrêté préfectoral n° 2022/119 portant approbation du plan de gestion des risques d'inondation des parties françaises des districts hydrographiques du Rhin et de la Meuse. Préfet de la région Grand Est (2022), N°TREP2206532A.

26 Plan de gestion des risques d'inondation 2016-2021 du bassin Seine-Normandie. Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie (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.

27 Décret n° 2021-837 du 29 juin 2021 portant diverses réformes en matière d'évaluation environnementale et de participation du public dans le domaine de l'environnement. Premier ministre (2021). Journal officiel de la République française (JORF), N°TRED2031037D.

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

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