
Accord de subvention n° 951754 — FCCIS — H2020-INFRADEV-2018-2020 / H2020-INFRADEV-2019-3

Future Circular Collider

Futur collisionneur circulaire

RAPPORT LIVRABLE

SYNTHÈSE DES CONTRAINTES ET OPPORTUNITÉS D'IMPLANTATION

Identifiant du document :	FCC-2107150900-CER 10.5281/zenodo.7569138
Date de la version :	30/01/2025
Groupe de travail :	FCCIS – WP3 Intégrer l'Europe
Organisation :	Cerema - CERN - LD
Version :	V04.00
Statut :	Publié
Domaine :	Mise en œuvre
Mots-clés :	FCC, mise en œuvre, impacts environnementaux, opportunités territoriales

Cette page est laissée vide intentionnellement.

RÉSUMÉ

Le présent rapport expose la méthodologie suivie par l'étude de faisabilité pour élaborer un scénario d'emplacement équilibré fondé sur les trois piliers du projet :

- 1) l'excellence scientifique ;
- 2) la compatibilité territoriale ;
- 3) les risques liés à la mise en œuvre du projet.

Il présente les exigences et les contraintes propres au processus d'élaboration d'un scénario et illustre par des exemples concrets la manière dont elles sont prises en compte pour la détermination de la configuration et de l'emplacement du FCC.

Le présent rapport met également en évidence l'évolution du scénario étudié, avec ses différentes phases (début de l'étude exploratoire en 2014, proposition d'un scénario de base pour l'emplacement en 2021, examen du scénario avec les acteurs locaux en 2023). Ce scénario sert de référence pour approfondir les diverses composantes de l'étude de faisabilité : par exemple, études de la stabilité souterraine, propositions d'accès au site pendant les phases de construction et d'exploitation, scénarios pour la fourniture d'électricité et d'eau, approches envisagées pour la gestion des matériaux excavés, développement de potentiels de synergies locale, questions d'intégration paysagère, propositions de mesures d'accompagnement et de compensation.

En 2022, au terme de huit années d'études, il apparaît qu'un collisionneur circulaire d'une circonférence de l'ordre de 91 km, comprenant huit sites de surface, constitue le scénario le plus probable. Le processus itératif d'élaboration de scénarios est décrit dans le présent document.

L'existence d'une communauté d'utilisateurs suffisamment importante s'engageant à exploiter l'infrastructure pendant plusieurs décennies est une condition préalable pour justifier la construction d'une infrastructure de recherche de cette importance. Les scénarios prévoyant un collisionneur nettement plus petit, c'est-à-dire d'une circonférence inférieure à 90 km, ne répondent pas aux exigences de performance d'un programme de recherche d'envergure, devant attirer une masse critique de scientifiques. Les propositions d'emplacement adapté à des scénarios prévoyant un collisionneur d'une circonférence nettement supérieure à 91 km et comprenant plus de huit sites de surface se heurtent à des impossibilités du point de vue de la compatibilité territoriale et comportent des risques quant à leur réalisation. Enfin, du point de vue de la faisabilité géologique, seuls deux types de configuration et d'emplacement correspondent à un nombre très limité de scénarios : un collisionneur d'une circonférence comprise entre 89 et 91 km comportant huit sites de surface et un collisionneur d'une circonférence comprise entre 97 et 98 km avec douze sites de surface.

À ce jour, seuls des scénarios à 91 km et huit sites de surface semblent pouvoir satisfaire aux trois exigences suivantes : 1) performances scientifiques acceptables, 2) compatibilité avec les contraintes territoriales et 3) compatibilité avec les contraintes géologiques et techniques. On verra que l'un des scénarios (PA31), se détache, sur la base d'une analyse multicritères. Il nécessite des études approfondies et des améliorations qui requièrent des interventions de terrain, des échanges réguliers avec les services compétents dans les deux États pressentis et avec les parties prenantes présentes dans le périmètre d'implantation.

Les contraintes territoriales et les cadres juridiques dans les États hôtes et dans l'Union européenne sont en constante évolution. Entre 2014 et 2023, plusieurs types d'emplacements ont dû être écartés en raison de ces changements. Les informations contenues dans le présent document et l'hypothèse de travail décrite ici sont donc provisoires. Pour que le projet se réalise, la validation d'un scénario devrait être envisagée dans les plus brefs délais.

Cette page est laissée vide intentionnellement.

Suivi de rédaction

	Nom	Organisation	Date
Rédaction	Pierre Boillon, Clotilde Malan, Stéphanie Favre, Gilles Chapelier, Federica Gorgerino, Cécile Tétrel, Julien Joos, Sandrine Tissandier	Cerema	Création le 15 juillet 2021
	Johannes Gutleber, Patrycja Laidouni, Volker Mertens	CERN	
	Maude Sauvain	Latitude Durable	
Édition	B. Arias	CERN	29 janvier 2025
	B. Arias, P. Laidouni	CERN	11 septembre 2024
	L. Jacobs (traductrice)	L. Jacobs	7 juin 2024
	Clotilde Malan	Cerema	8 août 2023
	Patrycja Laidouni	CERN	13 juillet 2023
	J. Gutleber, P. Laidouni (V1.5)	CERN	31 mai 2023
	P. Boillon, C. Malan (V1.4)	Cerema	16 mai 2023
	Johannes Gutleber (V1.2)	CERN	15 mai 2023
	Julie Hadre	CERN	7 février 2023
	David Goldsworthy	CERN	6 février 2023
	Suzanne Chibli	CERN	6 février 2023
	Johannes Gutleber	CERN	3 février 2023
Service de traduction du CERN	CERN	23 mai 2022	
Approbation	Johannes Gutleber (à la tête du WP3)	CERN	30 janvier 2025



Ce projet a reçu un financement du programme pour la recherche et l'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne (accord de subvention n° 951754).

Le centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema), établissement public à caractère administratif relevant du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), jouissant de la personnalité juridique internationale, et Latitude Durable, une entreprise

privée établie à Genève dans le canton de Genève (Suisse) ont le statut de bénéficiaires dans le cadre du projet FCCIS (*Future Circular Collider Innovation Study*), co-financé par la Commission européenne.

Le présent document est un livrable produit par ces trois entités dans le cadre de ce projet. Les études et réflexions techniques qui y sont présentées ne valent ni accord, ni engagement d'un État membre du CERN, ou de l'Union européenne, pour la construction et l'exploitation d'une extension des infrastructures de recherche existantes du CERN.

GLOSSAIRE :

Toutes les abréviations utilisées dans le présent document sont disponibles et actualisées dans le glossaire en ligne <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/FCC/GlossaryOfTerms>.

Modifications

Version	Date	Section	Description
1.1	7 février 2023	-	Correction des numéros des illustrations et des tableaux
1.2	10 mars 2023	15	Ajout d'un tableau à la section 15.1 qui montre l'état d'avancement de l'évaluation de la faisabilité technique des sites en surface.
		-	Ajout d'une image : mise à jour de la nappe d'eau de Montfleury
		-	Ajout d'une sous-section relative à l'évaluation environnementale en Suisse
		16.4 16.5	Mise à jour de la liste des parcelles concernées par le scénario PA31
	15 mars 2023	4.1	Nouvelle contrainte en sous-sol dans le secteur de Challex avec prise en compte de l'illustration pour l'optimisation du site PL
	16 mars 2023	16.2	Liste des données complétée pour l'année 2023
16.6 2.3.		Référence à la Cellule interdépartementale cantonale Référence à l'accompagnement du Conseil fédéral suisse	
26 avril 2023 8 mai 2023	15	Mise à jour du titre du chapitre qui contient maintenant la description du scénario de référence PA31-4.0 au lieu d'une conclusion générique	
		Tous les chapitres	Mention du scénario de référence PA31-4.0 dans le document entier à chaque fois que c'est pertinent (adaptation des phases pour intégrer ce scénario)

1.5	16-17 mai 2023	6	Intégration des nouvelles versions des cartes de présentation du scénario dans le territoire : risques naturels de mouvements de terrain et d'inondation (Suisse), risques technologiques (canton de Genève), cartes d'évolution démographique (France et Suisse)
		8	Intégration des parcelles envisagées sur plusieurs cartes du site PB : voies de communication, infrastructure écologique à 25 m, continuum nocturne
		Tous	Reprise des cartes d'emplacement dans un souci d'homogénéité, ajout de précisions diverses dans les légendes des cartes
		6.2.10 16.3	Floutage des données de captage, d'alimentation en eau potable et des périmètres de protection : les données sont déplacées dans un document à caractère confidentiel. Mention « données confidentielles »
		5.1	Ajout de légendes à la carte des nappes et de protection des eaux (Suisse)
		16.5	Mise à jour de la liste des parcelles en cohérence avec les parcelles prévues par le scénario PA31-1.0
		6.5	Précisions concernant le gabarit des voies communales ou départementales
		9.3.1	Éclaircissements concernant le périmètre du site PD et le zonage Ur au PLU
		10.4.4	Ajout de cartes et précisions concernant la connexion Sud du site PF
		12.1	Reprise des aires des parcelles envisagées pour le site PH
	31 mai 2023	6.2.20	Ajout de l'évaporation d'eau dans le lac Léman Correction des débits du Rhône et de l'Arve
	14 juin 2023	9.4.4	Ajout d'une carte indiquant le projet d'aménagement RD903 à Nangy.
	30 juin 2023	6.2.20.1	Mise à jour des besoins en eau et du scénario de référence du prélèvement
1.6	28 juillet 2023	5.6	Mise à jour des cartes de cette section pour prendre en compte les tracés des scénarios PA31-3 et du PA31-4
		6.2.16	Mise à jour de la carte des documents d'urbanisme
		8.2.3	Mise à jour de la carte du site PB avec zone ISOS et forêt en rouge
		10	Mise à jour des cartes de situation des parcelles et des contraintes pour inclure les nouveaux tracés
		12	Mise à jour de toutes les cartes du site PH pour inclure les nouveaux tracés
		13	Mise à jour de toutes les cartes du site PJ pour inclure les nouveaux tracés
16.5	Remplacement du tableau des parcelles cadastrales concernées par celui fourni par le CERN		

1.7	11 août 2023	5.5, 5.6	Mise à jour des analyses multicritères des scénarios PA31-3.0 et PA31-4.0, mise à jour de la description des options du site PF à Éteaux et à La Roche-sur-Foron
1.8	22 août 2023 1 ^{er} septembre 2023 13 octobre 2023 1 ^{er} novembre 2023	5.6.1 5.6.2 8 10 12 6.2.20 4.1.1 5.6.9 6.2.4 14 et 15	Modification de la carte présentant les 3 tracés Modification de la carte du site PA pour corriger la légende Modification de toutes les cartes, sauf carte d'accès Modification de cartes des contraintes, cadastre, exploitants, vues Modification des dernières cartes non conformes du scénario PA31-4.0 sauf carte d'accès Mise à jour de la distribution de l'eau Mise à jour du site PL (Challex) avec les informations communiquées par la commune Ajout de la source des données pour les réseaux électriques
1.9	15 novembre 2023	Tous 1.3 3.5 Chapitres 5 à 14 et 16	Insertion des introductions de chapitres Ajout du guide de lecture Ajout de la variante du collisionneur linéaire Mise à jour de cartes avec les dernières parcelles et le tracé du scénario PA31-4.0 Mise à jour de l'annexe confidentielle relative aux captages d'eau potable
2.0	décembre 2023	Tous	Mise à jour des cartes Finalisation de la version à publier Référence au document confidentiel relatif aux zones de captage d'eau en France Ajout d'informations sur le champ magnétique résiduel des expériences dans une nouvelle section 6.2.22 Intégration des illustrations des lignes de transfert optimisées (section 2.6) Ajout de la section 6.2.23 Compatibilité avec de sondes géothermiques Ajout des données relatives aux glissements de terrain profonds et superficiels Ajout d'illustrations dans le chapitre 15 et mise à jour des illustrations dans le document

2.1	7 mai 2024	<p>p. 9</p> <p>Section 2.8</p> <p>Section 2.9.3</p> <p>Chapitres 3 et 5</p> <p>Section 6.2.17.2</p> <p>Section 6.2.18.2</p> <p>Section 6.2.19</p> <p>Section 6.2.20</p> <p>Section 6.3</p> <p>Chapitres 7 à 14</p> <p>Section 8.3</p> <p>Section 8.4.3</p> <p>Section 10.4.4</p> <p>Sections 15.3 - 15.11</p>	<p>Correction de noms et d'affiliations</p> <p>Mise à jour de la description des sites de surface fractionnés</p> <p>Mise à jour des retombées possibles liées à la récupération de la chaleur résiduelle</p> <p>Modification du titre des chapitres pour bien les différencier</p> <p>Ajout de la référence relative à la zone de sensibilité au bruit</p> <p>Mise à jour du récapitulatif des besoins en électricité pendant la phase de chantier</p> <p>Mise à jour de la consommation en électricité des tunneliers</p> <p>Mise à jour du potentiel de fourniture de chaleur résiduelle</p> <p>Mise à jour des besoins en eau (réduction)</p> <p>Section restructurée et divisée en deux nouvelles sections (6.3 et 6.4)</p> <p>Mise à jour des principales opportunités par site ainsi que des cartes associées</p> <p>Mise à jour de la carte du secteur de Presinge concernant le site PB</p> <p>Ajout de l'analyse pour l'accès routier au site PB faite par RGR</p> <p>Ajout de l'analyse pour l'accès routier au site PF faite par WSP/BG</p> <p>Mise à jour de la description des emplacements des sites de surface et ajout des options pour le site PL à Challex (France)</p>
2.2	Mai 2024	Tout le document	Correction du texte par le service de traduction du CERN et traduction vers l'anglais
2.3	Septembre 2024	<p>Tout le document</p> <p>Ch. 1</p>	<p>Le terme « altitude » a été remplacé par « élévation ».</p> <p>Chapitres 7 à 15. Mise à jour des coordonnées WGS84 des points théoriques.</p> <p>1.2. "Éviter les élévations supérieures à 750 m..." (700 m dans la version précédente).</p> <p>1.3. Dans le chapitre 16, "précisions sur les captages en eau potable" et "précision sur l'évaluation environnementale" supprimées de la liste.</p>

2.3	Septembre 2024	Ch. 2	<p>Illustrations modifiées dans le chapitre 2 : 1, 2, 7, 8, 12, 17, 28, 29, 30.</p> <p>Note 19. Mise à jour de la note et ajout de l'hyperlien.</p> <p>Tableau 2. Zone naturelle protégée ajouté pour la France.</p> <p>2.5.3. "... les élévations supérieures à 750 m constituent des obstacles..." (700 m dans la version précédente).</p> <p>Tableau 5. Correction de la valeur actuelle de la longueur totale des arcs.</p> <p>2.9.3., la production peut aller jusqu'à 38 500 tCO₂.</p>
		Ch. 3	<p>Illustrations modifiées dans le chapitre 3 : 34, 40, 41, 42.</p> <p>Note 40. Mise à jour de l'hyperlien.</p> <p>Tableau 12 corrigé.</p> <p>Tableau 13. Mise à jour de la valeur de l'empreinte carbone de la construction pour un collisionneur circulaire.</p>
		Ch. 4	<p>Illustrations modifiées dans le chapitre 4 : 46, 47, 50, 51, 53, 54, 55.</p> <p>Tableau 14. Mise à jour de l'élévation maximale pour l'emplacement des puits.</p>
		Ch. 5	<p>Illustrations modifiées dans le chapitre 5 : 59, 62, 66, 72, 76, 80, 85, 90, 92, 93.</p> <p>Note 49. Mise à jour de l'hyperlien.</p> <p>Tableau 16. Conditions après évolution en 2024 prises en compte. Mise à jour de la superficie totale du terrain utilisé par les sites de surface, de la longueur totale des routes d'accès aux sites à construire ou à améliorer. Le volume total de matériaux excavés a été mis à jour avec les valeurs « in situ ».</p> <p>5.3., superficie totale, longueur totale de route d'accès et estimation du volume total de matériaux excavés mis à jour avec les données de 2024.</p> <p>Tableaux 17, 18 et 20 (5.5). Correction de valeurs pour les scénarios PA31-3.0 et PA31-4.0.</p> <p>Ancienne note 53 supprimée.</p> <p>5.6.8., illustration 100. Explication pour dire que le périmètre montré date de janvier 2023.</p>
		Ch. 6	<p>Illustrations modifiées dans le chapitre 6 : 137, 138, 139, 142, 144.</p> <p>6.1. L'analyse de chacun des sites se fait dans les chapitres 7 à 14.</p> <p>Note 69. Mise à jour de l'hyperlien.</p> <p>6.2.16.1., note par rapport au manque d'un PLU enlevée.</p> <p>6.2.16.2., ajout des informations concernant la deuxième mise à jour du plan directeur cantonal 2030.</p>

2.3	Septembre 2024	Ch. 6	<p>Note 41. Hyperlien ajouté concernant le plan directeur cantonal 2030.</p> <p>6.2.18.2., hyperlien vers le rapport fourni par RTE concernant l'étude préalable de faisabilité technique pour le raccordement du FCC à l'infrastructure électrique de haute puissance.</p> <p>Note 77 (6.2.18.2.) ajoutée.</p> <p>Note 82. Ajout de l'hyperlien vers le document dans Zenodo.</p> <p>6.2.20.1., nouvelle prise d'eau dans la zone de Nangy à prévoir en coopération avec la STEP de Scientrier. Ajout de la quantité de m³/h d'eau que la STEP pourrait fournir.</p> <p>Tableau 27. La source d'eau pour le site "PD réduit" peut aussi être la STEP de Scientrier. Mise à jour des valeurs pour PD et PJ.</p> <p>Tableau 28. Besoin minimal et maximal totales corrigés pour les estimations initiales et ajoutés pour celles de 2024.</p> <p>6.2.21.2., mise à jour du pourcentage d'électricité produite au moyen d'éoliennes et d'installations photovoltaïques. Ajout de la référence du paragraphe où les capacités sont mentionnées.</p> <p>Illustration 142. Mise à jour.</p> <p>Illustration 144. Mise à jour.</p> <p>Note 97. Ajout de l'hyperlien vers le document dans Zenodo.</p> <p>Illustration 147. Ajout de l'hyperlien correspondant à la source.</p> <p>Note 107. Mise à jour de l'hyperlien.</p> <p>Note 108. Ajout d'hyperlien par rapport au schéma régional de cohérence écologique.</p> <p>6.4.2., mise à jour des informations par rapport au Plan de mesures OPair.</p> <p>6.4.6., mise à jour des informations par rapport à la directive relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier et de la directive VSA sur la gestion des eaux urbaines par temps de pluie.</p> <p>6.4.7., mise à jour des informations par rapport à trois documents listés dans les "Directives et recommandations".</p> <p>6.4.9., mise à jour des informations par rapport à deux documents listés dans les "Directives et recommandations".</p> <p>6.4.10., mise à jour des informations par rapport au document de la OFEV listé dans les "Directives et recommandations".</p> <p>6.4.13., mise à jour des informations par rapport à la loi fédérale sur la protection des animaux.</p> <p>6.4.14., mise à jour des informations par rapport au règlement général d'exécution de la loi sur la protection...</p>
Ch. 8			<p>Illustration modifiée dans le chapitre 8 : 190.</p> <p>8.3., mise à jour de la surface disponible pour un site candidat en surface sur le territoire de Presinge.</p> <p>Note 114. Ajout de l'hyperlien Zenodo.</p>

2.3	Septembre 2024	Ch. 9	<p>Illustrations modifiées dans le chapitre 9 : 209, 211, 212, 213, 218, 241.</p> <p>9.1., mise à jour de la surface envisagée pour le site principal.</p> <p>9.4.4., le bureau d'études en charge d'élaborer des différents scénarios d'accès au site PD fut WSP/BG. La phrase par rapport au délestage du trafic routier général du secteur a été enlevée.</p>
		Ch. 10	<p>Illustrations modifiées dans le chapitre 10 : 243, 245, 246, 247, 252, 253.</p> <p>10.1., mise à jour de la surface de l'option envisagée pour le site Sud ainsi comme de la longueur du tunnel horizontal.</p> <p>Note 119. Mise à jour de l'hyperlien.</p> <p>Note 121. Mise à jour de l'hyperlien.</p> <p>Ajout de la note 122.</p> <p>10.4.1., mise à jour de la référence du paragraphe où les solutions pour la connexion au réseau départemental sont présentées.</p>
		Ch. 11	<p>Illustrations modifiées dans le chapitre 11 : 275, 277, 278, 280, 283.</p> <p>11.1., mise à jour de la surface des parcelles envisagées.</p> <p>11.3., texte concernant le règlement d'urbanisme modifié pour prendre en compte le PLU élaboré par Charvonnex.</p> <p>Ancienne note 121 supprimée.</p> <p>Note 125. Mise à jour de l'hyperlien.</p>
		Ch. 12	<p>Illustrations modifiées dans le chapitre 12 : 317, 318, 319, 321.</p> <p>12.1., la ligne à haute tension de 400 kV est affichée sur l'illustration 133.</p>
		Ch. 13	<p>Illustrations modifiées dans le chapitre 13 : 330, 332, 333, 337.</p>
		Ch. 14	<p>Illustrations modifiées dans le chapitre 14 : 349, 351, 352, 353, 355, 356, 360.</p> <p>14.1., présence d'une villa louée à proximité du site PL. Les deux maisons d'habitation individuelles se trouvent à 300 m du point nominal. Dans les caractéristiques d'un site au point nominal, la présence d'une forêt et d'un village sont pris en compte. La route de Dardagny est interdite aux passages transfrontaliers.</p>

2.3	Septembre 2024	Ch. 14	<p>Tableau 35 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise à jour des cartes des différents scénarios. - Scénario 4. Mise à jour de la distance par rapport aux maisons. Dans les inconvénients, proximité avec trois habitations isolées. - Scénario 6. Mise à jour de la surface disponible et de la distance vers le point nominal. - Scénario 8. Mise à jour de la surface disponible. Dans les inconvénients, présence d'une forêt qui inclut des milieux humides. <p>14.2.1., correction de la référence de la route (D884 à la place de D889).</p> <p>Anciennes illustrations 356 et 359 (358 et 357 maintenant) déplacées sous la mention au corridor écologique.</p> <p>Ancienne illustration 364 supprimée.</p> <p>14.4.3. mise à jour de la distance totale plus courte au puits.</p> <p>14.5., la détermination des possibles emplacements a été menée en dialogue avec la commune (et non en concertation). L'emplacement à privilégier se trouve au point nominale.</p>
		Ch. 15	<p>Illustrations modifiées dans le chapitre 15 : 381, 382, 385, 388, 389, 395.</p> <p>15.2.1., mise à jour de la longueur du tunnel entre le puits et la caverne de service au site PB. L'emplacement préféré pour PH se trouve principalement sur Marlioz.</p> <p>15.3.1., mise à jour de la surface de l'extension du site du point 8 du LHC.</p> <p>15.4.1., mise à jour de la surface du site.</p> <p>15.5.1., mise à jour de la surface du site.</p> <p>15.6.2., mise à jour de la longueur du tunnel horizontal entre le puits d'accès et le tunnel du collisionneur.</p> <p>15.7.1., mise à jour de la surface su site principal.</p> <p>15.10.1., mise à jour du texte.</p> <p>15.10.2., mise à jour des informations sur les différentes options.</p> <p>Illustration 396 ajoutée.</p> <p>15.11., mise à jour des informations concernant PB et PL.</p>
		Ch. 16	<p>16.3., mise à jour de la section.</p>
3.0	17/10/2024	Tous	Document validé et publié.

3.1	29 janvier 2025		Nouvelle version créée afin d'intégrer les commentaires reçus de la part des États hôtes.
		Ch. 2	<p>2.2., mise à jour de la légende de l'illustration 4 pour se référer au scénario PA31-4.0.</p> <p>2.5.1., ajout de la note 20. Corrections par rapport au plan sectoriel concernant les espaces agricoles du canton de Genève (hors SDA). Mise à jour des tableaux 2, 3 et 4.</p> <p>2.5.2., correction du paragraphe qui se référait à la présence d'aquifères stratégiques.</p> <p>2.5.3., correction du texte par rapport à la profondeur à laquelle le tunnel doit être situé.</p> <p>2.7., mise à jour du Tableau 7 (« contraintes environnementales existantes » et « contraintes environnementales adjacentes »).</p>
		Ch. 3	3.4., texte concernant PB corrigé pour présenter la possibilité d'acheter des parcelles grâce à l'adaptation de la loi fédérale existante.
		Ch. 4	4.2.2., ajout des surfaces d'assolement dans le sujet « protection des terres agricoles » sur le tableau 15.
		Ch. 5	<p>5.1., correction du texte qui se référait aux nappes d'eau à haute pression. Mise à jour du pie de l'illustration 58</p> <p>5.2., précision ajoutée par rapport au poids de chaque critère dans l'analyse multicritère.</p> <p>5.4.2., illustration 64. Failles connues : données de 2019.</p> <p>5.4. et 5.6.1., ajout dans le titre des sections décrivant les scénarii de la mention « retenu » / « non-retenu ».</p>
		Ch. 6	<p>6.2.1., « Les documents d'urbanisme » renommé « L'urbanisme ». Information concernant les documents dans la Confédération Helvétique corrigée.</p> <p>6.2.11.1., correction site impacté (« PJ » à la place de « PI »). Mise à jour de la légende de l'illustration 114 (avec ajout de la note 64).</p> <p>6.2.15., correction de la localisation de la référence à l'illustration 130 dans le texte.</p> <p>6.2.17.2., ajout des « nouvelles routes », qui doivent respecter les valeurs de planification de l'OPB.</p> <p>6.2.20.1., mise à jour de la section (illustrations 137, 138 et 139, et tableau inclus).</p> <p>6.4.2., ajout de la note 114 (avec hyperlien).</p> <p>6.4.3., ajout de référence OFEV, 2006 (avec note 115). Tableau des « Conséquences » mis à jour aussi.</p> <p>6.4.5., Tableau des « Conséquences ». Ajout des informations par rapport aux nouvelles lignes électriques de raccordement au réseau existant et les postes de transformation.</p> <p>6.4.6., ajout de la Loi sur les ressources du sous-sol.</p>

3.1	29 janvier 2025	Ch. 6	<p>6.4.7., ajout de la Loi sur l'aménagement du territoire. Texte par rapport à la construction de parkings supprimé.</p> <p>6.4.8., ajout d'une directive et de texte explicatif dans le tableau des « Conséquences ».</p> <p>6.4.13., ajout de références OCAN, 2018 et 2020 (avec notes 116 et 117).</p> <p>6.4.14., ajout de référence OCAN, 2008 (avec note 118).</p> <p>6.8.1., ajout du besoin d'avoir un endroit dédié aux infrastructures pour le tri et la collecte des déchets dans les sites scientifiques comme dans les sites techniques.</p>
		Ch. 7	<p>7.3., mise à jour de l'illustration 170 pour afficher la présence d'un corridor écologique. Mise à jour du texte dans la section « Polygone sud ».</p>
		Ch. 8	<p>8.3. « Gestion de risques » : ajout du numéro de la parcelle à Choulex. Illustration 192, mise à jour du pied de l'illustration.</p> <p>« Possibilités de stockage temporaire et de traitement des matériaux d'excavation » : le texte a été mis à jour pour rendre les informations plus claires.</p> <p>« Sensibilité écologique » : texte sur l'acquisition de la maison supprimé.</p> <p>8.4.2., mise à jour du titre.</p> <p>8.5., correction du texte pour faire mention explicite à la présence à proximité de l'Abbaye de Presinge.</p>
		Ch. 14	<p>14.4.1., ajout d'une note pour prendre en considération la procédure à suivre dans le cas où une gare ou plateforme de chargement sise en Suisse est utilisé pour évacuer des matériaux excavés sur le territoire français.</p>
4.0	30 janvier 2025		Document validé et publié.

Remerciements

La réalisation de ce rapport a été possible grâce à de très nombreuses contributions. Nous adressons nos vifs remerciements aux plus de 160 personnes dont le nom figure ci-après. Nous assurons les autres contributeurs que nous aurions pu omettre de mentionner dans cette liste de notre sincère gratitude.

Laurent Aleazzi, DT Genève	Charles Cook, CERN
Leslie Alix, CNRS	Angel Navascues Cornago, CERN
Beatriz Arias Alonso, CERN	Laetitia Cottet, DT Genève
Sophie Auchapt, McKinsey	Carine Cudre, Ecotec
Frédéric Bachmann, DT OCEau Genève	Roddy Cunningham, CERN
Austin Ball, CERN	Mehdi Daakir, CERN
Charles Barre, Egis	Werner Dallapiazza, ILF
Wolfgang Bartmann, CERN	Mogens Dam, Université de Copenhague
Fanny Battle, McKinsey	Heiko Damerau, CERN
Michael Benedikt, CERN	Gabriel De Los Cobos, GESDEC Genève
Serena Bertoni, Setec als	Laurent Delprat, CERN
Sarah Beuvier, Ecotec	Adrian Dettling, Accenture
Amandine Bibet-Chevallier, Cerema	Yasmine Ducellier, DI Genève
Alain Blondel, UNIGE	Maël Dugue, MD-Environnement
Pierre Boillon, Cerema	Patrick Durand, Ecotec
Rémy Bonnet, Setec als	Friedemann Eder, CERN
Pierre Bouvatier, WSP BG	Stefan Eder, ILF
Benjamin Bradu, CERN	Julien Fattebert, Ecotec
Richard Brasier, WSP BG	Stéphanie Favre, Cerema
Johann Peter Brasser, Amberg	Emmanuelle Felix, Ecotec
Christine Brawand, OCLPF Genève	Cindy Fressard, DI Genève
Liam Bromiley, CERN	Frank Gerigk, CERN
Olivier Brunner, CERN	Chiara Gilbert, Accenture
Jean-Paul Burnet, CERN	Claire Gillette, Setec als
Heloise Candolfi, OCAN Genève	Massimo Giovannozzi, CERN
Jérôme Chablais, Hydro-Géo Environnement	Thibault Girardet, Ecotec
Marie Champagne, Evinerude	Sylvain Girod, CERN
Didier Chanal, Cerema	Florent Godet, DDT 74
Gilles Chapelier, Cerema	David Goldsworthy, CERN
Suzanne Chibli, CERN	Federica Gorgerino, Cerema
Nicolas Clerc, GESDEC Genève	Massimo Giovannozzi, CERN

Roberto Grecuccio, DT Genève	Volker Mertens, CERN
Christophe Grojean, CERN	Thierry Messenger, DI Genève
Monika Grothe, Accenture	Pascal Michel, DT Genève
Alain Guiavarch, Ginger Burgeap	Nicolas Montanaro, DDT 01
Nicolas Guilhaudin, CERN	Céline Montero, DREAL UD
Mathilde Giuliani, Setec als	Andrea Moscariello, Université de Genève
Kevin Gurcel	Tao Ni Song, McKinsey
Maximilian Haas, CERN	Katsunobu Oide, KEK et Université de Genève
Julie Hadre, CERN	John Osborne, CERN
Tristan Halle, Egis	Thomas Otto, CERN
Klaus Hanke, CERN	Amael Paillex, Ecotec
Philippe Herschke, Accenture	Yvan Papa, Ecotec
Michael Hofer, CERN	Francois Pasquini, DT OCEau Genève
Jean-Francois Hotellier, GADZ	Franck Peauger, CERN
Audrey Houver, Ecotec	Marion Penelas, OCBA Genève
Patrick Janot, CERN	Guillermo Peon, CERN
Erk Jensen, CERN	Luc Petitpain, Cerema
Julien Joos, Cerema	Pierre Philippe, SERMA Genève
Anne-Laure Jorsin-Chazeau, DREAL UD	Michael Poehler, CERN
Ivan Karpov, CERN	Aude Poiron, Ecotec
Sonja Kleiner, CERN	Corentin Pueyo, CERN
Laurent Kompf, DDT 74	Tor Raubenheimer, SLAC
Elliot Lecointe, Ecotec	Cyrielle Regazzoni, Ecotec
Patrycja Laidouni, CERN	Emmanuel Renou, Ecotec
Pauline Le Guen, CERN	Fabrice Rolle
Yann Lechevin, CERN	Lucy Rew, Egis
Clarisse Lefort, Setec als	Werner Riegler, CERN
Yung Loo, ARUP	Thys Risselada, CERN
D. Magnard, DGITM	Youri Robert, CERN
P. Magnière, DGITM	Pierre Roche, Setec als
Clotilde Malan, Cerema	Nicolas Rongieras, Setec als
Laurène Mallet, Setec als	Ingo Rühl, CERN
Olivier Martin, MAE	Ali El Saied, Ginger Burgeap
Antoine Mayoux, CERN	Maude Sauvain, Latitude Durable
Sophie Meylan, Ecotec	Joscha Schabram, McKinsey
Thomas Muzi, RGR	Delphine Stagnara, Setec als

Joanna Louise Stanyard, CERN

Craig Sturzaker, ARUP

Matthew Sykes, ARUP

William Tachon, Mélica/Natura scop

Laurent Tavian, CERN

Cécile Tétrel, Cerema

Cyril Thomas, GADZ

Sandrine Tissandier, Cerema

Alexandra Tudora, CERN

Luisa Ulrici, CERN

Fani Valchkova-Georgieva, CERN

Jean-Marc Valet, Cerema

Thierry Valleix

Sophie Valette, CERN

Anne-Laure Verdier, CERN

Walter Vetterli, OCEV Genève

Jean-François Vian

Jérémy Voiron, BG

Sébastien Voiriot, Ecotec

Anne Vuichard, DT Genève

Timothy Watson, CERN

Gérard Widmer, DI Genève

Markus Widorski, CERN

Matthieu Zahnd, Ecotec

Pauline Zaro, Setec als

Linhao Zhang, CERN

Erwan Zimmermann, Ecotec

Frank Zimmermann, CERN

Michael Zimmermann, RGR

Table des matières

RÉSUMÉ.....	3
1. INTRODUCTION.....	27
1.1. ÉTUDE DU FUTUR COLLISIONNEUR CIRCULAIRE.....	27
1.2. RÉSUMÉ DES LIGNES DIRECTRICES POUR L'ÉLABORATION DE SCÉNARIOS	29
1.3. GUIDE DE LECTURE DU PRÉSENT RAPPORT	31
2. PROCESSUS D'ÉLABORATION D'UN SCÉNARIO	33
2.1. OBJET.....	34
2.2. OBJECTIF.....	35
2.3. ACCOMPAGNEMENT DE LA FRANCE ET LA SUISSE.....	39
2.4. PROCESSUS D'ÉLABORATION DE SCÉNARIOS	41
2.5. EXIGENCES ET CONTRAINTES (ÉTAPE 1, PLANIFIER)	43
2.5.1. <i>Grille de sensibilité territoriale.....</i>	<i>43</i>
2.5.2. <i>Contraintes souterraines</i>	<i>49</i>
2.5.3. <i>Topographie, bathymétrie et autres caractéristiques de surface.....</i>	<i>53</i>
2.5.4. <i>Paramètres essentiels de l'accélérateur de particules.....</i>	<i>55</i>
2.6. DÉTERMINATION DE LA CONFIGURATION ET DE L'EMPLACEMENT (ÉTAPE 2, DÉVELOPPER)	62
2.7. ANALYSE MULTICRITÈRES (ÉTAPE 3, CONTRÔLER)	68
2.8. ÉVITER-RÉDUIRE-COMPENSER (ÉTAPE 4, AJUSTER).....	78
2.9. EXEMPLES D'APPLICATION DE MESURES ERC LORS DE L'ÉLABORATION DE SCÉNARIOS.....	83
2.9.1. <i>Éviter : déplacer un site de surface.....</i>	<i>83</i>
2.9.2. <i>Réduire : adapter la conception de l'accès routier</i>	<i>84</i>
2.9.3. <i>Compenser : exemple de mise à disposition de la chaleur résiduelle</i>	<i>87</i>
3. CONTEXTE ET SCÉNARIOS INITIAUX D'EMPLACEMENT	90
3.1. HYPOTHÈSES ET CONDITIONS INITIALES.....	90
3.2. SCÉNARIOS À L'OUEST DU JURA	92
3.3. SCÉNARIOS À L'EST DU JURA.....	93
3.4. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE POUR LES ÉTUDES INITIALES	95
3.5. VARIANTE DU COLLISIONNEUR LINÉAIRE	98
3.5.1. <i>Introduction</i>	<i>98</i>
3.5.2. <i>Potentiel de recherche scientifique.....</i>	<i>101</i>
3.5.3. <i>Compatibilité territoriale</i>	<i>102</i>
3.5.4. <i>Risques liés à la réalisation et coûts</i>	<i>103</i>
3.5.5. <i>Synthèse.....</i>	<i>104</i>
4. ÉLABORATION D'UN SCÉNARIO ÉQUILIBRÉ	108
4.1. ZONES À ÉVITER ET ZONES PRIVILÉGIÉES.....	108

4.1.1.	<i>Emplacements présentant un intérêt en Suisse, à proximité du CERN</i>	108
4.1.2.	<i>Emplacements présentant un intérêt en France, à proximité du CERN</i>	113
4.1.3.	<i>Emplacements présentant un intérêt en Suisse (rive gauche du lac)</i>	114
4.1.4.	<i>Emplacements présentant un intérêt en France, dans la vallée de l'Arve</i>	116
4.1.5.	<i>Emplacements présentant un intérêt en France, dans le secteur du plateau des Bornes à Fillière</i>	117
4.1.6.	<i>Emplacements présentant un intérêt en France, entre la Mandallaz et les Usses</i>	119
4.1.7.	<i>Emplacements présentant un intérêt en France, dans la zone du Vuache et du Rhône</i>	120
4.1.8.	<i>Emplacements présentant un intérêt en France, dans la zone du Jura</i>	122
4.2.	INVARIANTS ET OBJECTIFS VOLONTAIRES	123
4.2.1.	<i>Invariants de scénario</i>	123
4.2.2.	<i>Objectifs volontaires d'élaboration de scénarios</i>	126
5.	ÉVOLUTION DES SCÉNARIOS	128
5.1.	ÉVOLUTION DU TERRITOIRE	129
5.2.	HYPOTHÈSE DE TRAVAIL DE BASE PA31-1.0	132
5.3.	RÉSULTATS DU PROCESSUS D'OPTIMISATION DES SCÉNARIOS	133
5.4.	RÉSUMÉS DES SCÉNARIOS SÉLECTIONNÉS	135
5.4.1.	<i>PB17-0.8 (douze sites ; non-retenu)</i>	135
5.4.2.	<i>PB19-0.3 (douze sites ; non-retenu)</i>	139
5.4.3.	<i>PA21-0.3 (huit sites ; non-retenu)</i>	146
5.4.4.	<i>PA38-0.1 (douze sites ; non-retenu)</i>	151
5.4.5.	<i>PA33-0.13 (huit sites ; non-retenu)</i>	156
5.4.6.	<i>PA35-0.6 (huit sites ; non-retenu)</i>	161
5.4.7.	<i>PA37-0.3 (huit sites ; non-retenu)</i>	167
5.5.	ANALYSE COMPARATIVE DES SCÉNARIOS	173
5.6.	SCÉNARIO PRIVILÉGIÉ PA31 ET SON ÉVOLUTION ITÉRATIVE	178
5.6.1.	<i>Description du scénario PA31 (retenu)</i>	178
5.6.2.	<i>Évolution du site scientifique PA à Ferney-Voltaire, en France</i>	182
5.6.3.	<i>Évolution du site scientifique PD à Nangy, en France</i>	183
5.6.4.	<i>Évolution du site scientifique PG à Groisy et à Charvonnex, en France</i>	184
5.6.5.	<i>Évolution du site scientifique PJ à Dingy-en-Vuache et à Vulbens, en France</i>	185
5.6.6.	<i>Évolution du site technique PB en Suisse</i>	186
5.6.7.	<i>Évolution du site technique PF à Éteaux ou à La-Roche-sur-Foron, en France</i>	187
5.6.8.	<i>Évolution du site technique PH à Cercier et à Marlioz, en France</i>	189
5.6.9.	<i>Évolution du site technique PL à Challex, en France</i>	190
6.	INTÉGRATION DU SCÉNARIO PA31 DANS LE TERRITOIRE	191
6.1.	TRACÉ DU PA31	191

6.2.	ANALYSE DU TRACÉ DU PA31 DANS SA GLOBALITÉ	193
6.2.1.	Introduction	193
6.2.2.	Topographie.....	196
6.2.3.	Masses d'eau souterraines en France.....	197
6.2.4.	Masses d'eau à Genève	200
6.2.5.	Biodiversité et eau	201
6.2.6.	Protections relatives aux sites Natura 2000 et aux arrêtés de protection de biotope.....	202
6.2.7.	Continuités écologiques du SRADET Auvergne-Rhône-Alpes.	205
6.2.8.	Continuités écologiques identifiées dans l'infrastructure écologique à Genève.....	206
6.2.9.	Eaux superficielles.....	207
6.2.10.	Captages d'alimentation en eau potable (AEP) et périmètres de protection	208
6.2.11.	Risques naturels et technologiques	209
6.2.12.	Densité de la population.....	219
6.2.13.	Situation démographique et emplois.....	223
6.2.14.	Unités paysagères.....	226
6.2.15.	Protection paysagère.....	227
6.2.16.	Documents d'urbanisme.....	229
6.2.17.	Bruit	232
6.2.18.	Réseaux.....	234
6.2.19.	Récupération et réutilisation de la chaleur.....	238
6.2.20.	Ressources en eau : besoins prévisionnels et réglementation	239
6.2.21.	Besoins en électricité et approvisionnement	250
6.2.22.	Champ magnétique résiduel en surface des sites scientifiques	261
6.2.23.	Compatibilité avec les sondes géothermiques.....	265
6.3.	SYNTHÈSE DES OUTILS DE REPÉRAGE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX EN FRANCE	269
6.3.1.	Introduction	269
6.3.2.	Inventaires des zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF)	269
6.3.3.	Inventaire ZICO (zones importantes pour la conservation des oiseaux)	270
6.3.4.	Inventaire des tourbières et des zones humides	271
6.3.5.	Réseau Natura 2000	271
6.3.6.	Zones agricoles protégées (ZAP).....	273
6.3.7.	Périmètres de protection des espaces naturels et agricoles périurbains.....	273
6.3.8.	Plans de prévention des risques (PPRN, PPRI)	274
6.3.9.	Plans de prévention des risques technologiques (PPRT).....	274
6.3.10.	SRCE et SRADET.....	275
6.3.11.	Espace boisé classé (EBC).....	276

6.3.12.	<i>Protection des captages d'eau.....</i>	276
6.3.13.	<i>Contrats de milieux/rivières pour la protection des milieux aquatiques</i>	277
6.3.14.	<i>Monuments historiques inscrits / bâtiments protégés au PLU</i>	277
6.3.15.	<i>Site inscrit et site classé</i>	278
6.3.16.	<i>Protection des centres de réception radioélectriques contre les perturbations électromagnétiques ..</i>	278
6.4.	SYNTHÈSE DES OUTILS DE REPÉRAGE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX EN SUISSE	279
6.4.1.	<i>Introduction</i>	279
6.4.2.	<i>Protection de l'air</i>	279
6.4.3.	<i>Protection contre le bruit.....</i>	281
6.4.4.	<i>Protection contre les vibrations et le son solidien propagé</i>	283
6.4.5.	<i>Protection contre les rayonnements non ionisants</i>	284
6.4.6.	<i>Protection des eaux</i>	285
6.4.7.	<i>Protection des sols et aménagement du territoire</i>	288
6.4.8.	<i>Sites pollués</i>	290
6.4.9.	<i>Déchets et substances dangereuses pour l'environnement.....</i>	291
6.4.10.	<i>Organismes dangereux pour l'environnement</i>	292
6.4.11.	<i>Prévention des accidents majeurs et protection contre les catastrophes.....</i>	293
6.4.12.	<i>Conservation de la forêt</i>	293
6.4.13.	<i>Flore, faune et biotopes</i>	294
6.4.14.	<i>Paysages et sites.....</i>	297
6.4.15.	<i>Monuments historiques et sites archéologiques</i>	298
6.5.	HIÉRARCHISATION DES CONTRAINTES EXAMINÉES.....	299
6.6.	GÉNÉRALITÉS SUR L'ANALYSE DES ACCÈS.....	299
6.7.	CONNEXION À CERTAINES AIRES AUTOROUTIÈRES	300
6.8.	GÉNÉRALITÉS SUR LES SITES DE SURFACE.....	302
6.8.1.	<i>Éléments relatifs aux sites en surface</i>	302
6.8.2.	<i>Processus itératif d'intégration</i>	306
6.8.3.	<i>Fréquentation des sites pendant l'exploitation</i>	307
7.	SITE PA – FERNEY-VOLTAIRE (AIN, FRANCE)	308
7.1.	DESCRIPTION	308
7.2.	ANALYSE URBANISTIQUE ET PAYSAGÈRE	314
7.2.1.	<i>État des lieux.....</i>	314
7.2.2.	<i>Urbanisme, architecture et paysage.....</i>	317
7.3.	ANALYSE ENVIRONNEMENTALE	318
7.4.	ANALYSE DES ACCÈS	320
7.4.1.	<i>Situation par rapport au réseau routier structurant et aux voies ferrées.....</i>	320

7.4.2.	<i>Itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental</i>	321
7.4.3.	<i>Connexion au réseau local</i>	325
7.5.	SYNTHÈSE POUR LE SITE PA	325
8.	SITE PB – PRESINGE/CHOULEX (CANTON DE GENÈVE, SUISSE)	326
8.1.	DESCRIPTION	326
8.2.	ANALYSE URBANISTIQUE ET PAYSAGÈRE	330
8.2.1.	<i>État des lieux</i>	330
8.2.2.	<i>Urbanisme, architecture et paysage</i>	332
8.3.	ANALYSE ENVIRONNEMENTALE	335
8.4.	ANALYSE DES ACCÈS	344
8.4.1.	<i>Situation par rapport au réseau routier structurant et aux voies ferrées</i>	344
8.4.2.	<i>Itinéraires vers le réseau structurant genevois par le réseau départemental français</i>	346
8.4.3.	<i>Connexion au réseau local</i>	351
8.5.	SYNTHÈSE POUR LE SITE PB	354
9.	SITE PD – NANGY (HAUTE-SAVOIE, FRANCE)	355
9.1.	DESCRIPTION	355
9.2.	ANALYSE URBANISTIQUE ET PAYSAGÈRE	362
9.2.1.	<i>État des lieux</i>	362
9.2.2.	<i>Urbanisme, architecture et paysage</i>	365
9.3.	ANALYSE ENVIRONNEMENTALE	366
9.4.	ANALYSE DES ACCÈS	368
9.4.1.	<i>Situation par rapport au réseau routier structurant et aux voies ferrées</i>	368
9.4.2.	<i>Faisabilité de la connexion à l'aire de Nangy</i>	371
9.4.3.	<i>Itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental</i>	374
9.4.4.	<i>Connexion au réseau local</i>	377
9.5.	SYNTHÈSE POUR LE SITE PD	387
10.	SITE PF – ÉTEAUX/LA ROCHE-SUR-FORON (HAUTE-SAVOIE, FRANCE)	388
10.1.	DESCRIPTION	388
10.2.	ANALYSE URBANISTIQUE ET PAYSAGÈRE	395
10.2.1.	<i>État des lieux</i>	395
10.2.2.	<i>Urbanisme, architecture et paysage</i>	396
10.2.3.	<i>Le site PF (nord)</i>	398
10.2.4.	<i>Le site PF (sud)</i>	400
10.3.	ANALYSE ENVIRONNEMENTALE	401
10.4.	ANALYSE DES ACCÈS	405
10.4.1.	<i>Situation par rapport au réseau routier structurant et aux voies ferrées</i>	405

10.4.2.	<i>Faisabilité de la connexion à l'aire d'Éteaux/Évires</i>	409
10.4.3.	<i>Itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental</i>	411
10.4.4.	<i>Connexion au réseau local</i>	412
10.5.	SYNTHÈSE POUR LE SITE PF.....	417
11.	SITE PG – CHARVONNEX/GROISY (HAUTE-SAVOIE, FRANCE)	418
11.1.	DESCRIPTION	418
11.2.	ANALYSE URBANISTIQUE ET PAYSAGÈRE	426
11.2.1.	<i>État des lieux</i>	426
11.2.2.	<i>Urbanisme, architecture et paysage</i>	429
11.3.	ANALYSE ENVIRONNEMENTALE	430
11.4.	ANALYSE DES ACCÈS	439
11.4.1.	<i>Situation par rapport au réseau routier structurant et aux voies ferrées</i>	439
11.4.2.	<i>Faisabilité de la connexion à l'aire des Crêts Blancs</i>	442
11.4.3.	<i>Itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental</i>	445
11.4.4.	<i>Connexion au réseau local</i>	448
11.5.	SYNTHÈSE POUR LE SITE PG	457
12.	SITE PH – CERCIER OU MARLIOZ (HAUTE-SAVOIE, FRANCE)	458
12.1.	DESCRIPTION	458
12.2.	ANALYSE URBANISTIQUE ET PAYSAGÈRE	466
12.2.1.	<i>État des lieux</i>	466
12.2.2.	<i>Urbanisme, architecture et paysage</i>	469
12.3.	ANALYSE ENVIRONNEMENTALE	470
12.4.	ANALYSE DES ACCÈS	471
12.4.1.	<i>Situation par rapport au réseau routier structurant et aux voies ferrées</i>	471
12.4.2.	<i>Itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental</i>	475
12.4.3.	<i>Connexion au réseau local</i>	477
12.5.	SYNTHÈSE POUR LE SITE PH	478
13.	SITE PJ – DINGY-EN-VUACHE/VULBENS (HAUTE-SAVOIE, FRANCE)	479
13.1.	DESCRIPTION	479
13.2.	ANALYSE URBANISTIQUE ET PAYSAGÈRE	487
13.2.1.	<i>État des lieux</i>	487
13.2.2.	<i>Urbanisme, architecture et paysage</i>	488
13.3.	ANALYSE ENVIRONNEMENTALE	491
13.4.	ANALYSE DES ACCÈS	492
13.4.1.	<i>Situation par rapport au réseau routier structurant et aux voies ferrées</i>	492
13.4.2.	<i>Faisabilité de la connexion à l'aire de Valleiry</i>	496

13.4.3.	<i>Itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental</i>	500
13.4.4.	<i>Connexion au réseau local</i>	501
13.5.	SYNTHÈSE POUR LE SITE PJ	503
14.	SITE PL – CHALLEX (AIN, FRANCE)	504
14.1.	DESCRIPTION	504
14.2.	ANALYSE URBANISTIQUE ET PAYSAGÈRE	515
14.2.1.	<i>État des lieux</i>	515
14.2.2.	<i>Urbanisme, architecture et paysage</i>	517
14.3.	ANALYSE ENVIRONNEMENTALE	518
14.4.	ANALYSE DES ACCÈS	525
14.4.1.	<i>Situation par rapport au réseau routier structurant et aux voies ferrées</i>	525
14.4.2.	<i>Itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental</i>	532
14.4.3.	<i>Connexion au réseau local</i>	533
14.5.	SYNTHÈSE POUR LE SITE PL	538
15.	SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE PA31-4.0	539
15.1.	INTRODUCTION	539
15.2.	CARACTÉRISTIQUES ET PARAMÈTRES DU SCÉNARIO PA31-4.0	540
15.2.1.	<i>Caractéristiques</i>	540
15.2.2.	<i>Paramètres</i>	542
15.2.3.	<i>Performance du scénario</i>	544
15.2.4.	<i>Établissement d'inventaires naturalistes</i>	545
15.3.	SITE PA À FERNEY-VOLTAIRE (FRANCE)	546
15.3.1.	<i>Description du site de surface</i>	546
15.3.2.	<i>Contraintes</i>	547
15.3.3.	<i>Synergies et potentiels</i>	547
15.4.	SITE PB À PRESINGE (SUISSE)	548
15.4.1.	<i>Description du site de surface</i>	548
15.4.2.	<i>Contraintes</i>	549
15.4.3.	<i>Synergies et potentiels</i>	549
15.5.	SITE PD À NANGY (FRANCE)	550
15.5.1.	<i>Description du site de surface</i>	550
15.5.2.	<i>Contraintes</i>	550
15.5.3.	<i>Synergies et potentiels</i>	551
15.6.	SITE PF À ÉTEAUX (FRANCE)	552
15.6.1.	<i>Description du site de surface</i>	552
15.6.2.	<i>Contraintes</i>	553

15.6.3.	<i>Synergies et potentiels</i>	553
15.7.	SITE PG À CHARVONNEX ET GROISY (FRANCE).....	554
15.7.1.	<i>Description du site de surface</i>	554
15.7.2.	<i>Contraintes</i>	554
15.7.3.	<i>Synergies et potentiels</i>	555
15.8.	SITE PH À CERCIER ET À MARLIOZ (FRANCE)	556
15.8.1.	<i>Description du site de surface</i>	556
15.8.2.	<i>Contraintes</i>	556
15.8.3.	<i>Synergies et potentiels</i>	557
15.9.	SITE PJ À DINGY-EN-VUACHE ET À VULBENS (FRANCE)	558
15.9.1.	<i>Description du site de surface</i>	558
15.9.2.	<i>Contraintes</i>	558
15.9.3.	<i>Synergies et potentiels</i>	559
15.10.	SITE PL À CHALLEX (FRANCE).....	560
15.10.1.	<i>Description du site de surface</i>	560
15.10.2.	<i>Contraintes</i>	561
15.10.3.	<i>Synergies et potentiels</i>	568
15.11.	FAISABILITÉ DES SITES EN SURFACE	569
16.	ANNEXES	571
16.1.	SOURCE DES ILLUSTRATIONS.....	571
16.2.	DONNÉES UTILISÉES ET DOMAINE DE PERTINENCE.....	571
16.3.	LISTE DES PARCELLES CADASTRALES POUR CHAQUE SITE DU SCÉNARIO PA31-4.0.....	575
16.4.	CELLULE INTERDÉPARTEMENTALE CANTONALE POUR LES PROJETS DU CERN.....	579

1. INTRODUCTION

Ce chapitre propose une introduction au rapport, puis fournit les lignes directrices qui synthétisent les principales contraintes à prendre en compte pour déterminer un tracé. Une vue synthétique globale du contenu du présent rapport clôt le chapitre.

1.1. ÉTUDE DU FUTUR COLLISIONNEUR CIRCULAIRE

L'étude de faisabilité du Futur collisionneur circulaire (FCC) vise à développer un concept et des conceptions de haut niveau pour une nouvelle infrastructure de recherche destinée à accueillir la prochaine génération de collisionneurs de particules haute performance, dans le but d'élargir et d'approfondir les recherches en physique des particules, une fois le programme de recherche du LHC à haute luminosité (HL-LHC) arrivé à son terme, vers 2040.

L'objectif de ce nouveau programme de recherche est de repousser les limites de l'énergie et de l'intensité des collisionneurs de particules, le but ultime étant d'atteindre des énergies de collision de l'ordre de 100 TeV, dans la perspective de la recherche d'une nouvelle physique. Le programme prévoit que deux collisionneurs de particules seront installés et exploités successivement dans une nouvelle installation souterraine d'une circonférence comprise entre 90 et 100 km. Ce programme de recherche scientifique, avec ces deux machines, se poursuivrait jusqu'à la fin du XXI^e siècle.

Cette étude a été demandée par la communauté mondiale de la recherche de physique de particules à l'occasion des mises à jour de la stratégie européenne pour la physique des particules en 2013¹ et en 2020². Elle est menée par une collaboration internationale réunissant environ 150 universités, des instituts de recherche et des partenaires industriels du monde entier. Ces différents acteurs développent les concepts relatifs à deux collisionneurs circulaires, à de nouveaux détecteurs pour des expériences installées aux points de collision et aux infrastructures techniques requises pour faire fonctionner ces installations, et ils procèdent à l'estimation des coûts, à l'élaboration de scénarios de mise en œuvre au niveau mondial, ainsi qu'à la mise en place des structures de gouvernance appropriées.

Les nouveaux collisionneurs de particules seraient localisés dans une installation souterraine quasi-circulaire composée d'un tunnel situé, selon la topographie, entre 150 et 500 m de profondeur, de cavernes et de puits. En fonction du scénario envisagé, huit à douze sites d'accès sont prévus à intervalles réguliers pour les travaux de construction, l'installation des équipements et la fourniture des services techniques nécessaires (par exemple, électricité, eau de refroidissement, systèmes de refroidissement cryogénique, ventilation, télécommunications, bureaux et ateliers, voies d'accès aux installations techniques, etc.). La superficie requise pour les sites de surface serait en moyenne d'environ 5 ha, dont une partie seulement serait utilisée pour les constructions et installations techniques. La superficie restante servirait à la bonne intégration des sites dans leur contexte environnemental, paysager et urbain.

L'emplacement des sites d'accès au tunnel et aux cavernes dépend des contraintes géométriques de configuration imposées par les lois physiques régissant le fonctionnement de l'accélérateur de particules. Ces puits et sites ne peuvent donc être déplacés que dans certaines limites et sous réserve d'une évaluation au cas par cas de l'incidence de ce déplacement sur la faisabilité technique.

Les faisceaux de particules, qui circulent en sens opposé dans deux tubes à vide indépendants, se croisent en plusieurs points (quatre au plus) afin que les particules puissent entrer en collision. C'est au niveau de ces intersections que sont étudiées les interactions de particules, à l'aide de détecteurs placés dans de grandes cavernes souterraines. Les puits d'accès doivent être positionnés directement au-dessus de ces grandes cavernes

¹ https://cds.cern.ch/record/1551933/files/Strategy_Report_LR.pdf

² <https://home.cern/sites/default/files/2020-06/2020%20Update%20European%20Strategy.pdf>

pour permettre l'installation et l'exploitation des équipements des détecteurs de particules et ne peuvent pas être déplacés.

L'infrastructure serait située dans une zone à cheval sur les territoires suisse et français. Le tunnel passerait sous le lac Léman, l'Arve et le Rhône. Les sites de surface seraient situés dans le canton de Genève, en Suisse, et dans les départements de l'Ain et de la Haute-Savoie, en France.

Les emplacements des sites de surface des installations techniques sont optimisés selon les principes « Éviter-Réduire-Compenser » (séquence ERC du code de l'environnement français, article R122-5), en tenant compte des contraintes liées à la conception du collisionneur de particules, des enjeux territoriaux identifiés à ce stade, notamment en matière d'urbanisme, de nature, d'agriculture, et de nombreux autres aspects, dans l'optique de limiter l'impact tout en disposant d'une installation scientifique de classe mondiale.

Dans le but de concilier les objectifs d'excellence scientifique et la compatibilité territoriale, le groupe d'étude a adopté l'approche ERC, qui tient également compte des risques liés à la mise en œuvre du projet.

1.2. RÉSUMÉ DES LIGNES DIRECTRICES POUR L'ÉLABORATION DE SCÉNARIOS

La présente section résume les lignes directrices relatives à l'élaboration d'un scénario de projet équilibré. Ces lignes directrices ont été dégagées progressivement, au terme de huit années d'études portant sur la configuration et l'emplacement du FCC.

- **Aménager** les structures souterraines autant que possible **dans la couche de molasse**, en évitant les formations calcaires karstiques, les risques de pénétration d'eau à haute pression, les failles et les zones d'instabilité sismique, ainsi que les surcharges importantes.
- Permettre une **liaison** techniquement réalisable **avec** l'infrastructure souterraine **SPS** du CERN **et**, si possible, avec les infrastructures du **LHC**.
- Creuser le tunnel à une **profondeur suffisante sous le lit du lac** pour garantir la stabilité du tunnel. La profondeur minimale sera précisée par des études souterraines spécifiques. L'hypothèse actuelle est de 100 m sous le lit du lac.
- Creuser le tunnel à une **profondeur suffisante sous l'Arve, le Rhône et les Usses** pour garantir la micro-stabilité du tunnel, nécessaire pour un alignement précis de l'accélérateur.
- **Limiter les surcharges** sous les zones **de la Mandallaz, de la Fillière et des Bornes** (la profondeur minimale doit être précisée par des études souterraines spécifiques).
- **Éviter les élévations supérieures à 750 m** pour les sites de surface afin de limiter la profondeur des puits et d'assurer une bonne accessibilité aux sites.
- Viser une **profondeur de puits inférieure à 250 m pour les sites scientifiques et à 400 m pour les sites techniques**.
- **Éviter** les zones considérées comme des « **zones d'exclusion** » (en rouge) **dans les grilles de sensibilité territoriale** établies avec des partenaires en France (Cerema, grille revue par la Direction départementale du territoire et la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement) et en Suisse (Ecotec, revue par les services du DT), ces grilles recensant les contraintes environnementales, urbanistiques, stratégiques, ainsi que les contraintes en matière de santé publique et de sécurité.
- **Privilégier la proximité des infrastructures stratégiques pour le projet** (par exemple : canalisations, lignes électriques, certains types de routes, lignes ferroviaires) et se tenir à l'écart d'autres infrastructures (par exemple sondes géothermiques, gazoducs, oléoducs).
- **Rester en dehors des centres-villes et des villages et à l'écart des hameaux**.
- Éviter autant que possible les zones soumises à des contraintes territoriales particulières (en orange) ou **réduire les superficies** dans ces zones.
- **Respecter l'impossibilité de modifier** les emplacements prévus pour **les sites scientifiques** où se croisent les faisceaux de particules.
- **Respecter les limites de déplacement des sites techniques** le long de l'anneau, ces limites étant constituées par les extrémités des sections droites, en fonction des possibilités offertes par les différents systèmes nécessaires sur les sites techniques pour le fonctionnement des accélérateurs.
- Envisager la contrainte de **positionnement des puits à l'intérieur de l'anneau** sous l'angle de la facilitation de l'accès à la zone de transport dans le tunnel.
- **Limiter à environ 400 m la longueur des tunnels de connexion horizontaux** allant des sites techniques vers les puits situés à l'intérieur de l'anneau. Il n'est pas exclu de construire un tunnel plus long mais cela entraînerait des surcoûts et des difficultés supplémentaires.
- **Si c'est techniquement possible, limiter la superficie des sites techniques à 5 ha et celle des sites d'expérience à 8 ha**. Ces superficies comprennent les zones tampons et tiennent compte des mesures de renaturation, de reconstitution, de remplacement ou de compensation. Dans la mesure du possible, rechercher des synergies avec les infrastructures existantes afin de réduire les superficies.
- **Éviter les zones à topographie difficile** (pentes raides et potentiellement instables, sols instables, zones présentant des risques d'inondation, terrains discontinus).

- Assurer une **connectivité routière adéquate** (7 m de large, 2 voies, rayon de courbure de 20 m, pente nettement inférieure à 10 %, hauteur libre minimale de 4,4 m, compatibilité avec des poids lourds d'au moins 44 t jusqu'au réseau structurant conformément à l'article R312 du code de la route français).
- Maintenir une **distance minimale entre les zones résidentielles et les sites**. En fonction des conditions topographiques et des éléments atténuant le bruit et la visibilité du site, cette distance minimale peut atteindre 250 à 300 m, avec une distance minimale de 100 m.
- Se **tenir à l'écart des sites du patrimoine naturel et humain**, en évitant ainsi la covisibilité.
- **Préserver** autant que possible **les vues** et les zones de protection du paysage indiquées.
- Se **tenir à l'écart des rivières et des ruisseaux** (éviter d'avoir à modifier ou à stabiliser les berges).
- **Éviter les zones humides** et les milieux protégés.
- **Éviter les forêts protégées** en raison de la nécessité de les défricher et de **préserver la biodiversité existante**, de leur inaccessibilité et de la topographie, sauf si ces zones sont décisives pour la faisabilité.
- **Éviter les zones agricoles protégées/surfaces d'assolement**, sauf si elles sont décisives pour la faisabilité.
- **Rechercher la proximité de lignes électriques de haute capacité** (225 kV et 400 kV).
- **Rechercher** les possibilités de **connexion ou d'accès au système autoroutier**.
- **Rechercher** les possibilités de **connexion ou d'accès au système ferroviaire**.
- **Envisager l'utilisation de friches** connues pour l'installation d'infrastructures techniques qui peuvent être à distance des sites (par exemple : sous-stations électriques, stations de pompage, tours de refroidissement) et pour l'aménagement de zones de compensation.
- Rechercher des scénarios qui permettent **d'atteindre tous les sites de surface dans un délai raisonnable** (30 minutes en voiture) **à partir de points stratégiques** de service et de fourniture (par exemple, CERN et LAPP).
- **Éviter** la création de **nouveaux postes de frontière** et ne pas envisager de sites situés de part et d'autre de la frontière.
- **Éviter** les **vignes** et les **zones d'arboriculture**.
- **Privilégier les terrains publics** aux terrains privés, les terrains non bâtis aux terrains bâtis, les terrains inutilisés aux terrains utilisés (utilisations agricoles particulières telles que vignobles et cultures fruitières protégées) et les friches.

1.3. GUIDE DE LECTURE DU PRÉSENT RAPPORT

Le **chapitre 1** propose une introduction au rapport, puis fournit les lignes directrices qui synthétisent les principales contraintes à prendre en compte pour déterminer un tracé. Une vue synthétique globale du contenu du présent rapport clôt le chapitre.

Le **chapitre 2** décrit la méthode d'élaboration d'un scénario d'emplacement. Il détaille en particulier les étapes de la démarche itérative Éviter-Réduire-Compenser (ERC) :

- les données initiales à prendre en compte (par exemple les caractéristiques du FCC et les contraintes territoriales et souterraines) ;
- la proposition d'un scénario s'appuyant sur des points d'intérêt ;
- l'analyse multicritères permettant d'apprécier la pertinence du tracé et d'identifier les points à améliorer pour les itérations suivantes ;
- l'ajustement du scénario dans l'optique ERC, aboutissant à la proposition d'un scénario amélioré.

Ce chapitre présente également quelques exemples concrets illustrant la démarche ERC.

Le **chapitre 3** expose les éléments de contexte qui débouchent sur la nécessité d'élaborer un scénario d'emplacement dans la région frontalière franco-suisse. Il explique pourquoi des scénarios alternatifs à l'ouest du Jura ont été examinés, puis écartés au profit de scénarios à l'est du Jura. Il rappelle ensuite que l'implantation envisagée lors de la phase exploratoire de l'étude FCC (2014-2018) démontrait la faisabilité du FCC mais que l'implantation précise examinée présentait des obstacles rédhibitoires pour certains lieux. Enfin, il évoque la variante relative à un collisionneur linéaire qui n'a pas été retenue.

Le **chapitre 4** détaille pour chacun des sites les zones favorables à une implantation et les zones présentant des contraintes. Dans un second temps, les conditions devant être remplies par tous les scénarios acceptables (invariants) et les conditions que le maître d'ouvrage se fixe pour rendre le scénario territorialement plus acceptable (objectifs volontaires) sont énumérées.

Le **chapitre 5** retrace l'évolution des scénarios selon la démarche itérative Éviter-Réduire-Compenser. Il met tout d'abord l'accent sur l'évolution constante du territoire et l'augmentation continue des contraintes, qui limitent de fait les opportunités d'implantations. Les caractéristiques principales du scénario désormais retenu comme scénario préférentiel, le scénario PA31-1.0, sont exposées, puis l'historique de l'évolution des principaux types de scénarios est présenté. Trois scénarios à douze sites sont tout d'abord présentés, puis quatre scénarios à huit sites, plus favorables à l'implantation. La section 5.5 compare tous les types de scénarios précédemment détaillés et montre que cette démarche itérative a permis le choix d'un scénario équilibré. Enfin, il est procédé à la description des micro-améliorations apportées au scénario préférentiel PA31-1.0, qui a, par itération, permis d'élaborer les scénarios PA31-2.0, PA31-3.0 puis, finalement, le scénario PA31-4.0, le plus abouti et le plus équilibré.

Le **chapitre 6** expose les contraintes importantes à l'échelle de l'anneau sur les territoires français et suisse et rappelle la réglementation en vigueur. Les principaux enjeux relatifs à l'emplacement sont ainsi présentés selon différentes thématiques : topographie, eaux superficielles et souterraines, biodiversité, risques, populations, paysages, documents d'urbanisme, bruit, réseaux, réseaux potentiels de chaleur perdue, besoins en eau, besoins en électricité et stratégie d'approvisionnement, accès, besoins des sites en surfaces nécessaires et fréquentation de ces sites. Le chapitre aborde ainsi plus précisément certains besoins en ressources du FCC. Enfin, des précisions sur les sites de surface sont fournies.

Les **chapitres 7 à 14** présentent de manière détaillée chacun des huit sites de surface. La description du site et de son environnement est suivie de l'analyse urbanistique et paysagère, de l'analyse environnementale (contraintes actuelles) et de l'analyse des accès, notamment des connexions au réseau ferré, au réseau autoroutier et au réseau routier.

Le **chapitre 15** expose de façon synthétique le scénario le plus abouti et le plus équilibré, le scénario PA31-4.0, ses caractéristiques et ses performances globales, puis détaille la configuration des différents sites de surface.

Le **chapitre 16** présente des annexes :

- source des illustrations ;
- données utilisées et domaine de pertinence ;
- liste des parcelles cadastrales de chaque site ;
- structure de la cellule interdépartementale cantonale (Suisse).

2. PROCESSUS D'ÉLABORATION D'UN SCÉNARIO

Le chapitre 2 présente la méthode d'élaboration d'un scénario d'emplacement. Il fournit notamment des précisions sur les étapes de la démarche d'une **écoconception³ itérative basée sur l'approche « Éviter-Réduire-Compenser » (ERC)** :

- les données initiales à prendre en compte, telles que les caractéristiques du FCC et les contraintes territoriales et souterraines ;
- la proposition d'un scénario s'appuyant sur des points d'intérêt ;
- l'analyse multicritères, qui permet d'apprécier la pertinence du tracé et de déterminer les points à améliorer pour les itérations suivantes ;
- l'ajustement du scénario grâce à l'application de la démarche ERC, qui permet l'amélioration du scénario.

Enfin, quelques exemples concrets illustrant la démarche ERC sont proposés.

³ Cette approche est complémentaire de celle adoptée par le système de management de l'environnement (SME), présenté dans la norme ISO 14001. La mise en place d'un SME permet la diminution de l'impact environnemental de toutes les activités de l'organisation, dont l'ensemble des produits et services mis en place. Réduire l'impact de tous les produits et services permet d'atteindre les objectifs cibles du SME, qui mettent l'accent sur les projets d'éco-conception en fonction des priorités fixées. Ces deux approches sont complémentaires dans le projet d'éco-conception. La notion de compromis rend la démarche d'éco-conception pertinente. Elle tient un rôle clé dans cette démarche car elle influe sur la compétitivité de l'organisation et sa capacité à tenir compte des enjeux environnementaux tout en pérennisant son activité. De fait, l'éco-conception s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue : l'évolution du contexte permet de réévaluer régulièrement l'impact environnemental du produit ou du service concerné pour le réduire toujours davantage.

2.1. OBJET

Pour étudier la faisabilité d'une infrastructure de recherche qui accueillera la prochaine génération d'accélérateurs du CERN, il est nécessaire d'élaborer un scénario spécifique, s'inscrivant dans le contexte territorial local.

Un scénario (Illustration 1) se caractérise, d'une part, par une disposition (un tracé comportant des sites en surface qui donnent accès aux infrastructures souterraines), avec l'attribution de systèmes techniques aux sites d'accès (la « configuration ») et, d'autre part, par l'emplacement de la configuration dans le territoire. L'emplacement est identifié par les coordonnées d'un point fixe de la disposition (par exemple le point A, nommé « PA »), l'angle de rotation de la disposition autour de ce point fixe (nommé « azimuth »), l'élévation du sol du tunnel (qui se situe sur un seul plan), le point du tracé où le plan des infrastructures souterraines est incliné et un angle d'inclinaison de moins de 1 %.

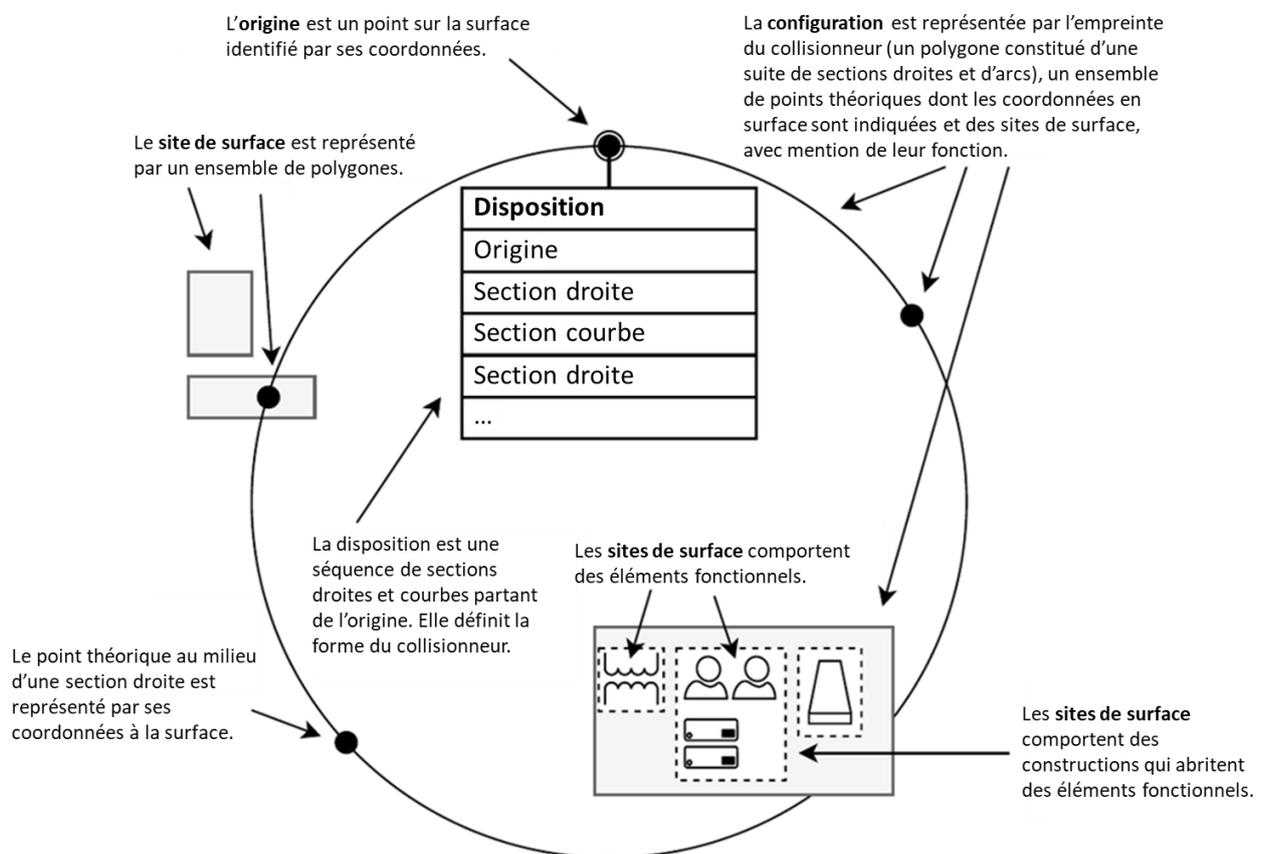


Illustration 1 : Éléments d'un scénario.

La « disposition » est déterminée uniquement à partir de calculs et de simulations de validité physique des faisceaux des particules. Elle ne prend donc pas en compte l'attribution de fonctions aux différents sites et le choix d'un emplacement spécifique (voir rapport préliminaire de conception, CDR⁴, élaboré entre 2014 et 2018, qui a pour seul but de déterminer la faisabilité technique). Il est nécessaire de formuler une hypothèse de travail fondée sur une configuration spécifique et un emplacement précis pour pouvoir déterminer la faisabilité du projet en ce qui concerne les aspects territoriaux et les questions relatives à sa mise en œuvre.

⁴ <https://link.springer.com/content/pdf/10.1140/epjst/e2019-900045-4.pdf>

2.2. OBJECTIF

Dès l'origine, l'étude visait à **élaborer un programme de recherche scientifique conciliant dans une démarche d'éco-conception 1) l'excellence scientifique, 2) la compatibilité territoriale et 3) la prise en compte de risques acceptables liés à la mise en œuvre du projet.** Il a donc fallu mettre en place un processus systématique permettant d'élaborer des scénarios de manière itérative, en tenant compte à tout moment de ces trois aspects essentiels (Illustration 2).

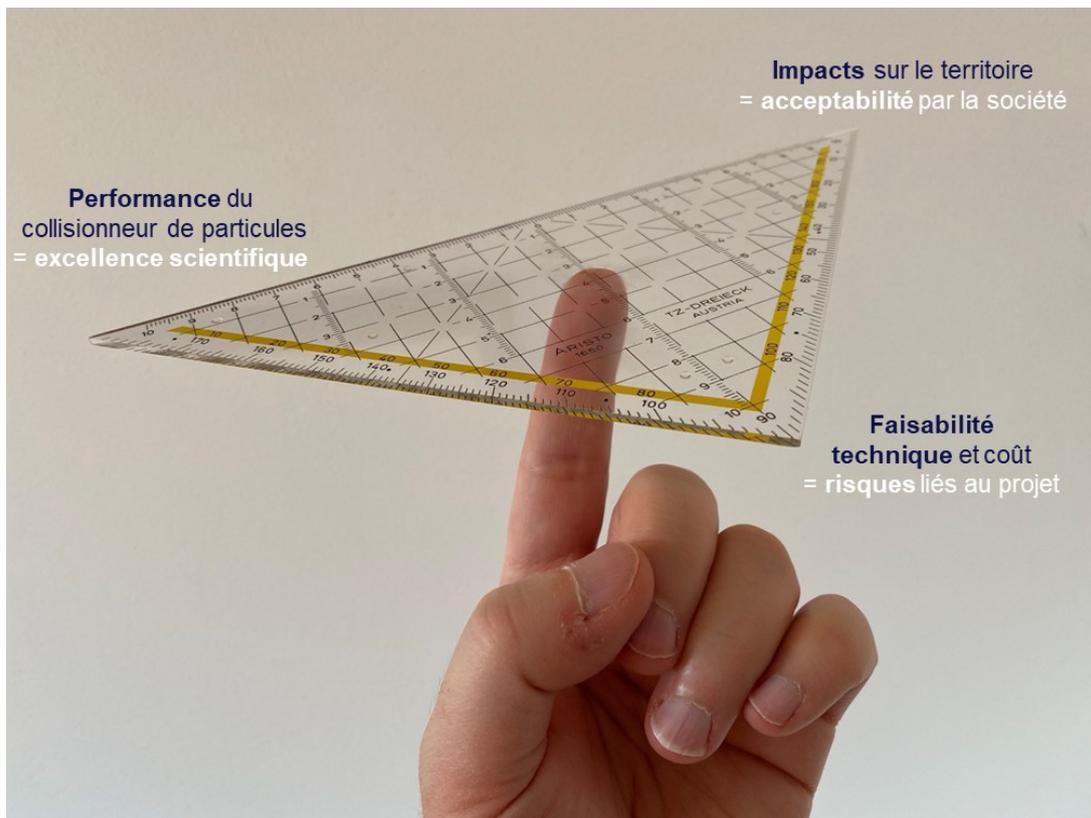


Illustration 2 : Trois indicateurs clés de performance pris en compte tout au long de l'étude de configuration et d'emplacement. L'objectif est de parvenir à un scénario équilibré qui remplisse les critères d'acceptation suivants : 1) compatibilité territoriale, 2) risques liés à la mise en œuvre du projet et 3) valeur scientifique élevée susceptible de mobiliser une communauté mondiale de chercheurs pendant plusieurs décennies.

Le processus de détermination de la configuration et de l'emplacement a pour objectif l'élaboration de scénarios compatibles avec le respect des exigences et des contraintes existantes, de manière que ces scénarios puissent servir de référence pour une étude ultérieure plus détaillée. Le scénario de base pourra alors être présenté aux trois principales parties prenantes :

- 1) **la communauté scientifique mondiale**, qui a besoin d'une infrastructure suffisamment performante pour atteindre l'excellence au niveau mondial ;
- 2) **les États hôtes** (la France et la Suisse), juges, en dernier ressort, de la compatibilité territoriale ;
- 3) **les organismes de financement** d'un projet de cette envergure, qui doivent pouvoir décider d'investir dans le projet sur la base de risques acceptables quant à sa mise en œuvre.

La démarche d'éco-conception adopte la méthodologie « **Éviter-Réduire-Compenser** », qui prend en compte **tant les contraintes que les opportunités** (Illustration 3).

Ce processus, mené dans le respect du code de l'environnement (France), de la loi sur la protection de l'environnement et de l'Ordonnance fédérale relative à l'étude de l'impact sur l'environnement (Suisse), répond parfaitement au souhait et à **l'objectif de parvenir à une proposition de scénario équilibré.**

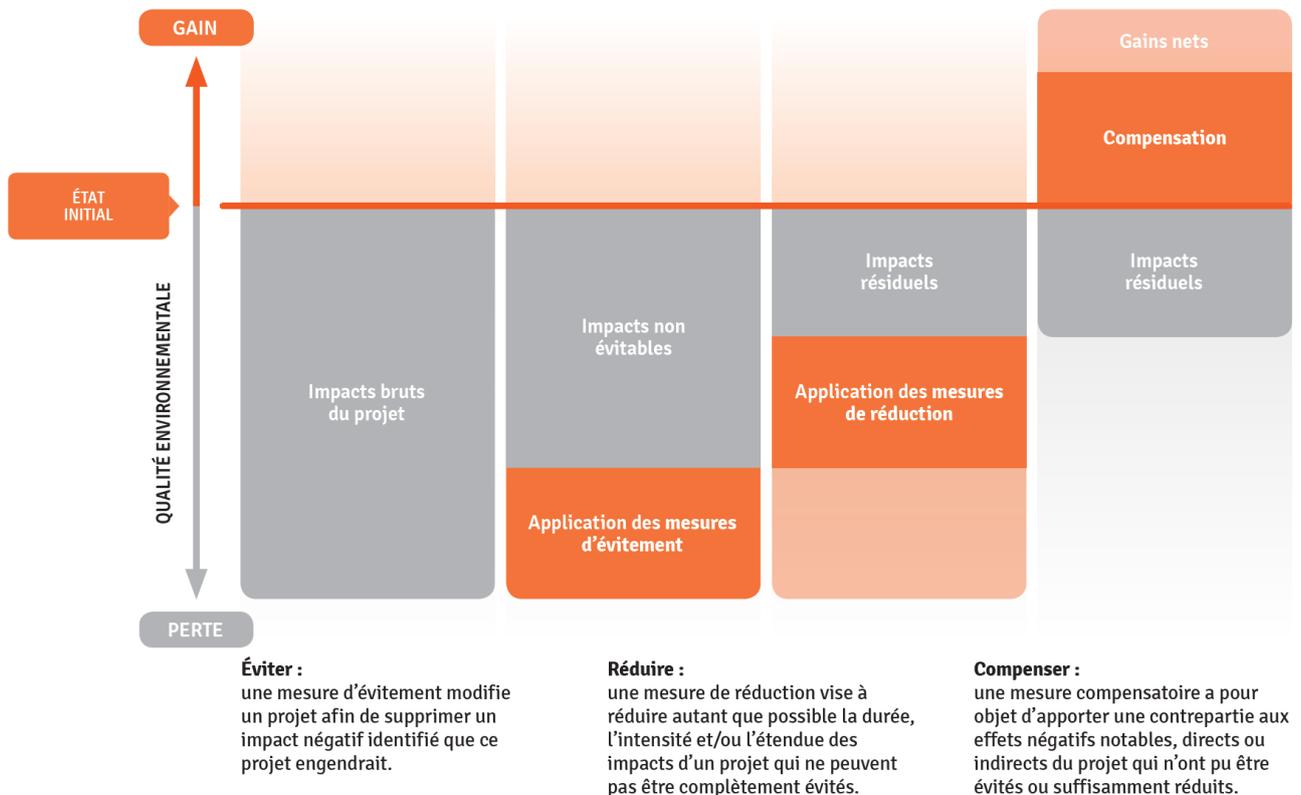


Illustration 3 : La séquence « Éviter-Réduire-Compenser ».⁵

Dans l'idéal, toutes les parties prenantes interviennent dans le processus dès le début. Cependant, une approche itérative semble nécessaire compte tenu de la connaissance limitée des choix technologiques à faire pour des périodes supérieures à vingt ans, la connaissance incomplète de l'évolution des conditions territoriales, les possibilités limitées de faire participer efficacement les acteurs à tous les niveaux de la société et la disponibilité limitée de fonds pour les études conceptuelles et de ressources humaines. Un processus de ce type utilise les informations disponibles au moment des études. Il intègre progressivement d'autres aspects et parties prenantes au fur et à mesure qu'ils sont identifiés. C'est le cas, par exemple, pour la participation des représentants des territoires (communes, intercommunalités, départements, régions, État) : en fonction de la configuration, du nombre de sites de surface et de leur emplacement, douze à vingt communes seraient directement concernées et devront être consultées (Illustration 4 ci-dessous). Une trentaine d'autres communes pourraient être indirectement concernées s'agissant des besoins en matière d'accès ou de services d'infrastructure (électricité, eau, etc.), ou tout simplement parce que le tunnel passe sous leur territoire. À ce noyau de personnes dont la participation est nécessaire, il conviendra d'ajouter d'autres parties prenantes telles que les opérateurs des infrastructures locales (par exemple eau, canaux ou réseaux routiers), les représentants des collectivités chargés de certains sujets (par exemple, circulation ou nature) et les associations (chasse, pêche, tourisme, développement économique, etc.). Il semble prudent de solliciter ces représentants dès lors que la probabilité que leur collectivité soit concernée d'une manière ou d'une autre est suffisamment élevée, et ce, afin de tenir compte de leurs disponibilités pour s'informer sur la vision du projet, de désigner les interlocuteurs pertinents et de prendre en considération la disponibilité limitée des membres du groupe d'étude (voir Illustration 4 ci-dessous pour un exemple de communes concernées directement ou indirectement dans le cadre d'un scénario particulier).

⁵ Ministère de la Transition écologique et solidaire, *Les cahiers de BIODIV'2050 : Inventer, Guide d'aide au suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts d'un projet sur les milieux naturels*, n° 13 – avril 2019.

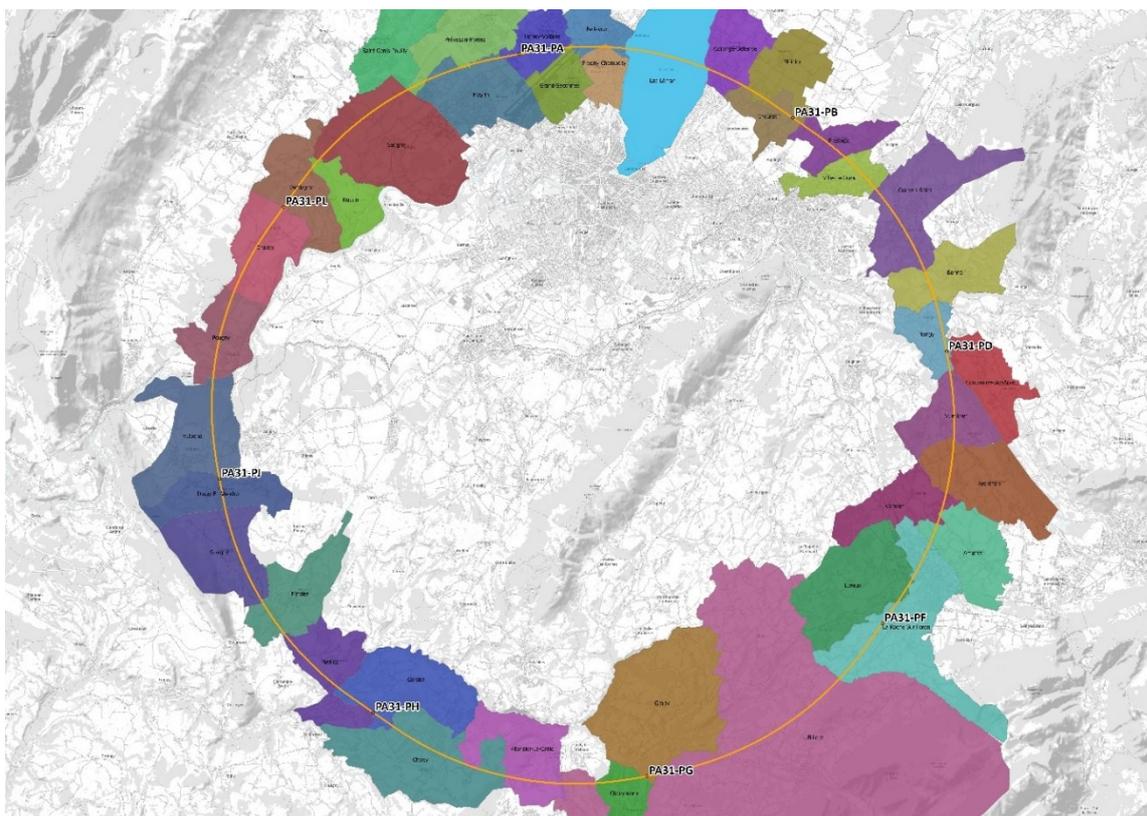


Illustration 4 : Aperçu du scénario d'emplacement dans la région, basé sur l'hypothèse de travail actuelle (scénario de référence PA31-4.0), et précisant les communes et intercommunalités potentiellement concernées de manière directe ou indirecte en France (départements de l'Ain et de la Haute-Savoie) et en Suisse (canton de Genève).

Une approche itérative, telle qu'elle est présentée dans les normes internationales NF EN ISO 14001 (management environnemental) et NF EN ISO 14006 (éco-conception) a été adoptée (Illustration 5).

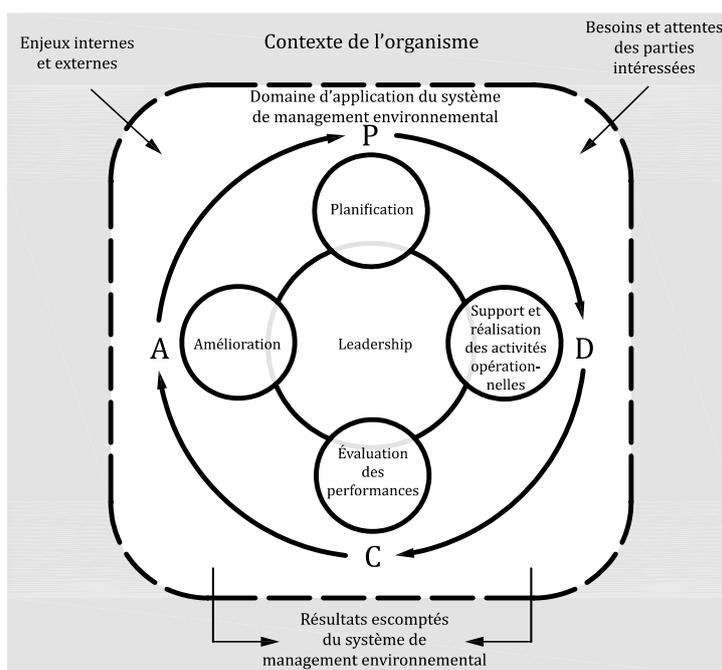


Illustration 5 : Modèle **Planifier-Développer-Contrôler-Ajuster** en matière de management environnemental, défini dans la norme NF EN ISO 14001, section 0.4, page vii, à la base d'une conception de type « éco-conception ».

Cette approche est également présentée de manière plus détaillée dans les bonnes pratiques pour les études d'impact sur l'environnement⁶ établies par le ministère français de l'Environnement et dans la norme NF EN ISO 31000 sur le management du risque (page 8 du standard ISO) (voir aussi Illustration 6).

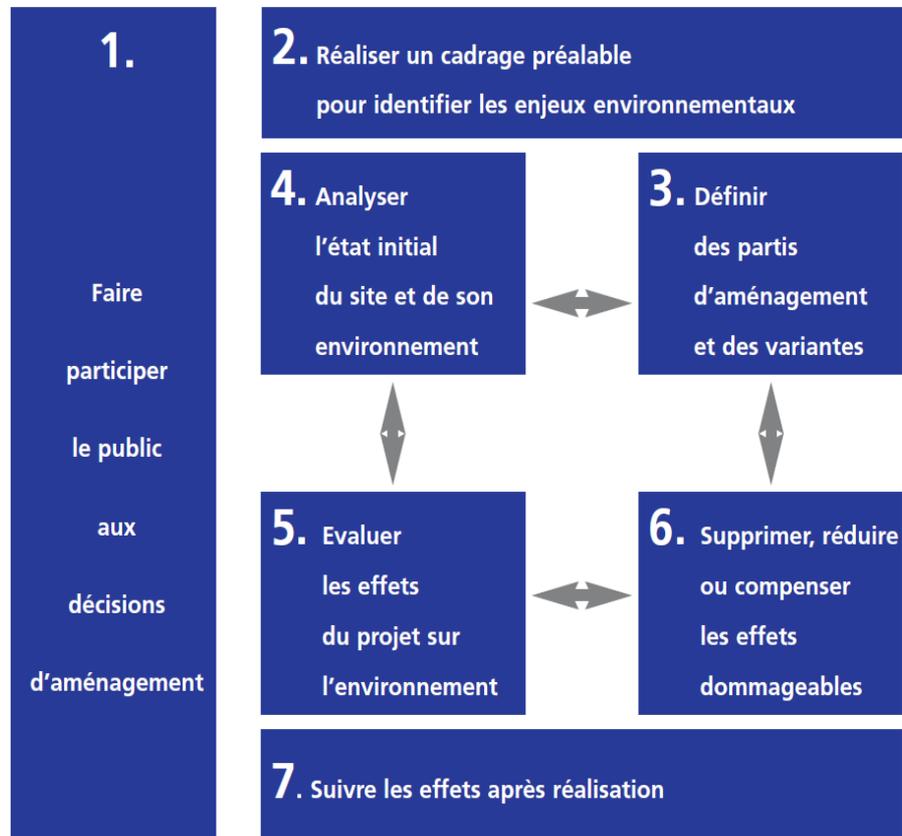


Illustration 6 : Schéma de l'étude d'impact de façon itérative, ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement 2001, p. 27, voir note de bas de page 6). Il est à noter que, même si ce guide est ancien et que la réglementation a fortement évolué, les principes décrits dans le schéma restent d'actualité à ce jour. Les termes « Supprimer, réduire ou compenser les effets dommageables » pourraient être remplacés par « Éviter-Réduire-Compenser ». Pour des éléments réglementaires actualisés, on se référera au guide L'évaluation environnementale des projets d'infrastructures linéaires de transport, Cerema, 2022⁷.

⁶ Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement *L'étude d'impact sur l'environnement*, 2001, p. 27 : <http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/document.html?id=Temis-0061372&requestId=0&number=1>

⁷ <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/evaluation-environnementale-projets-infrastructures>

2.3. ACCOMPAGNEMENT DE LA FRANCE ET LA SUISSE

Le CERN, organisation internationale, dépend du soutien et de l'accompagnement actif de ses États hôtes, la France et la Suisse, notamment en ce qui concerne la participation de la population et de ses représentants aux initiatives actuelles et futures. C'est pourquoi, dès le début des études exploratoires en février 2014, le CERN a informé par écrit les autorités publiques des deux États hôtes⁸ de la réalisation d'une étude relative à une future infrastructure de recherche pour laquelle le CERN fournirait la plateforme d'exploitation. Cette première phase de travail a fédéré différents services en Suisse⁹, tandis que, en France¹⁰, le Préfet de la région Auvergne-Rhône-Alpes a, notamment, confié à des groupes de travail informels l'analyse des processus administratifs, nécessaires pour la préparation et la mise en œuvre d'un tel projet dans chaque État hôte, le relevé des points les plus critiques à traiter à un stade précoce et la conception d'un processus d'élaboration d'un scénario territorial. Les résultats de cette coopération, notamment les documents relatifs à la méthodologie, ont été communiqués au Président du Conseil d'État de la République et canton de Genève¹¹ et présentés au Préfet de la région Auvergne-Rhône-Alpes, ainsi qu'aux Préfets des départements de la Haute-Savoie et de l'Ain¹². Ils étaient accompagnés d'une proposition de dialogue visant à aborder au mieux les différents processus afin de poursuivre efficacement les activités d'étude.

Immédiatement après la phase d'établissement du rapport préliminaire de conception, le CERN, en tant qu'hôte de la collaboration internationale FCC, a remercié le Préfet de la région Auvergne-Rhône-Alpes et a demandé un soutien sous forme de coopération pour la phase suivante de cette étude¹³. Au début de l'année 2020, le CERN a envoyé au Préfet de la région Auvergne-Rhône-Alpes une proposition de mise en place d'une structure de travail spécifique, renforçant ainsi la poursuite de cette coopération¹⁴.

En décembre 2021, le canton de Genève a mis en place une cellule interdépartementale cantonale pour accompagner les projets du CERN et instaurer une coordination des études exploratoires (voir aussi annexe 16.4).

⁸ Lettres personnelles du Directeur général du CERN au Président du Conseil d'État genevois, au Préfet de l'Ain, au Préfet de la Haute-Savoie, au Président du Conseil général de l'Ain, au Président du Conseil général de la Haute-Savoie, au Président du Conseil régional de Rhône-Alpes, à un certain nombre de députés de l'Ain et de la Haute-Savoie, au Secrétaire d'État à l'éducation, à la recherche et à l'innovation en Suisse, 4 février 2014.

⁹ Un groupe de travail sur les projets futurs a été mis en place, réunissant la Mission permanente de la Suisse auprès des organisations internationales, le Département fédéral des affaires étrangères et le Département du territoire du canton de Genève.

¹⁰ Des séances informelles de travail ont eu lieu avec le Secrétariat général pour les affaires régionales (SGAR) de la préfecture d'Auvergne-Rhône-Alpes, ainsi que des réunions de travail régulières convoquées par le Préfet de région, avec la participation du Cerema et du CETU en tant qu'organismes techniques accompagnant à la fois le CERN et le SGAR.

¹¹ Lettre du Préfet de la région Auvergne-Rhône-Alpes au Président du Conseil d'État de la République et canton de Genève, 5 juin 2018.

¹² Réunion avec le Préfet de région et les Préfets des départements de la Haute-Savoie et de l'Ain le 10 octobre 2018 à la préfecture de région à Lyon, 106 rue Corneille, salle Jean Moulin, de 14 h 30 à 16 h 30. Objectifs de la réunion : 1) communiquer des informations de première main sur l'étude FCC par le CERN et le CEREMA aux principaux responsables administratifs de l'État français en poste dans les deux départements potentiellement concernés par le FCC, 2) sensibiliser au préalable ces responsables à la problématique du foncier et 3) informer de la nécessité d'organiser l'information aux élus et au plus haut niveau de l'État.

¹³ Lettre du responsable de l'étude FCC au SGAR (France), 3 juin 2020.

¹⁴ Lettre de la Directrice générale du CERN au Préfet de la Région Auvergne-Rhône-Alpes, 6 février 2020.

Le 10 mars 2023¹⁵, le Conseil fédéral a décidé d'ouvrir la consultation relative au projet de modification de la loi sur l'encouragement de la recherche et de l'innovation (LERI). Cette initiative s'inscrit dans le prolongement de la décision prise le 10 décembre 2021 de lancer les travaux d'élaboration d'un plan sectoriel fédéral axé sur les projets de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN). Ce plan constituera le cadre au sein duquel les différents intérêts en jeu seront pris en compte. Le projet de modification prévoit un partage de compétences entre le canton de Genève et la Confédération s'agissant de l'approbation des plans des constructions et installations du CERN. En février 2024, le Conseil fédéral a approuvé cette modification de la LERI.

À partir du printemps 2023, le CERN, accompagné par les services de l'État en France, a rencontré les représentants des départements et des conseils départementaux de l'Ain et de la Haute-Savoie, ainsi que ceux des services techniques du canton de Genève et des communes potentiellement affectées par le tracé du PA31 dans les deux pays, pour engager un dialogue avec les parties prenantes sur la faisabilité technique de cette infrastructure de recherche. Il s'agissait également de recenser les besoins et les contraintes au sujet desquels les acteurs locaux se sont exprimés et de planifier les échanges pour déterminer les potentiels de synergies entre l'infrastructure de recherche et le territoire. La France a envoyé des commentaires le 30 novembre 2023¹⁶. Ces retours ont été pris en considération lors de l'évolution de la version 1.0 du scénario PA31 afin de développer le scénario de référence version 4.0 présenté au chapitre 15. Cette version a servi de base à la prise en considération des parcelles en France de manière à pouvoir mener une étude approfondie à partir de décembre 2023. En Suisse, les parcelles identifiées ont été communiquées au canton de Genève par écrit.

L'optimisation des emplacements des sites de surface se poursuit en collaboration avec les communes concernées. À partir de l'été 2024, des études plus approfondies du sous-sol seront réalisées dans des zones pour lesquelles on manque de connaissances géologiques, en procédant au relevé de mesures géophysiques et à des investigations géotechniques.

¹⁵ <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiques.msg-id-93632.html>

¹⁶ Lettre de la Préfète de la Région Auvergne-Rhône-Alpes à la Direction générale du CERN en date du 30 novembre 2023.

2.4. PROCESSUS D'ÉLABORATION DE SCÉNARIOS

Le processus d'élaboration de scénarios se fait suivant le schéma itératif Planifier-Développer-Contrôler, Ajuster (PDCA) et intègre l'approche Éviter-Réduire-Compenser (ERC) (Illustration 7).

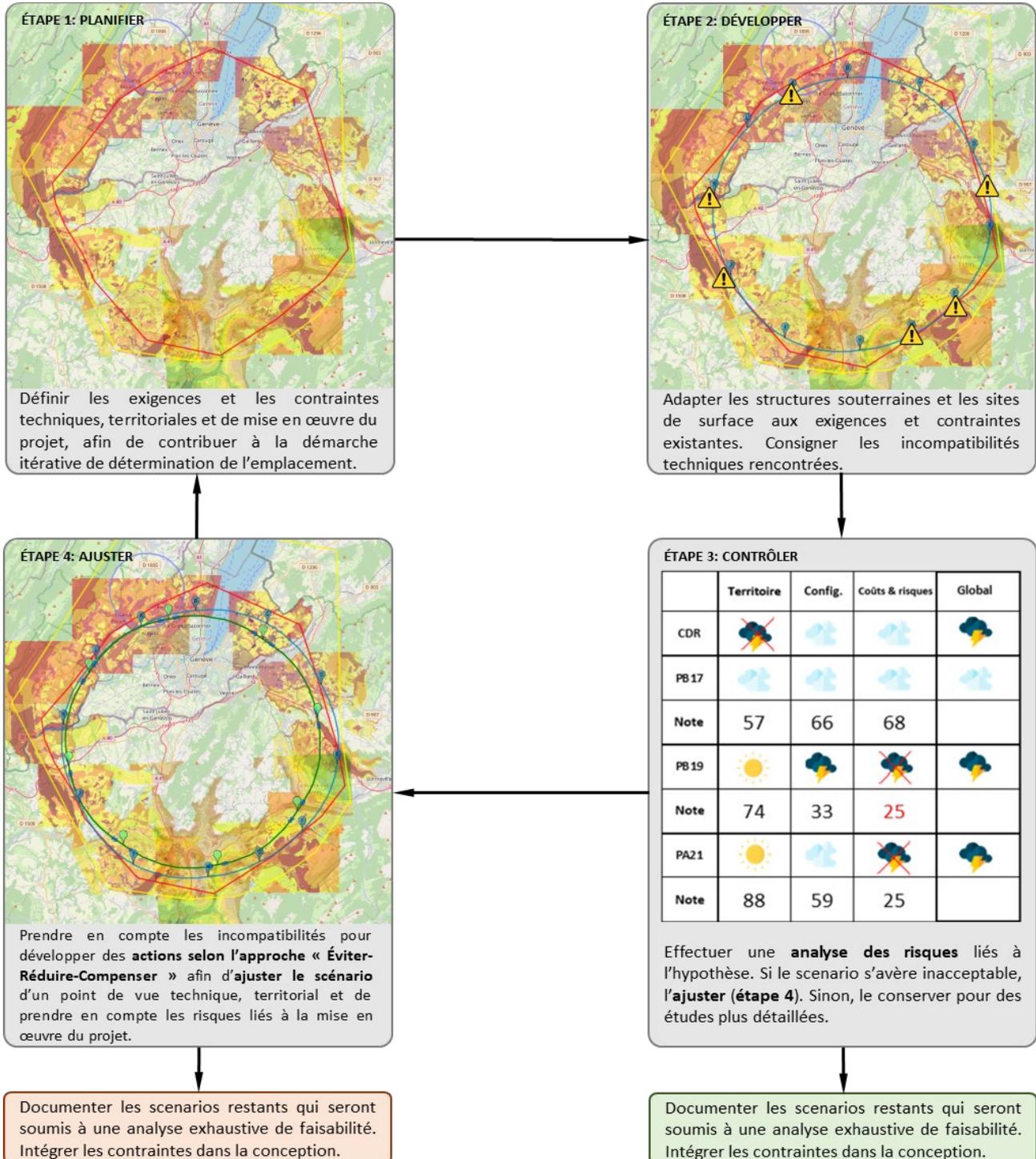


Illustration 7 : Illustration du processus itératif d'élaboration du scénario d'emplacement pendant la phase initiale de l'étude de faisabilité. Ce processus vise à élaborer des scénarios pouvant être soumis à une étude de faisabilité ultérieure, plus détaillée. Étant donné l'évolution du territoire et de l'amélioration de la connaissance des conditions géologiques et hydrogéologiques par rapport à la période 2014-2018, un seul type de scénarios capables de répondre aux exigences du programme de recherche scientifique a pu finalement être retenu à des fins d'études complémentaires.

Ce processus vise à déterminer une configuration et un emplacement de l'infrastructure de recherche combinant la recherche de l'excellence scientifique requise pour attirer un grand nombre de scientifiques du monde entier (plus de 15 000), et ce, jusqu'à la fin du XXI^e siècle et la prise en compte des exigences et des contraintes territoriales, ainsi que de différents aspects de la mise en œuvre du projet (planification ou risques techniques et financiers).

Il commence à un niveau macroscopique et affine progressivement le choix entre les configurations et les emplacements envisagés en introduisant des informations supplémentaires obtenues à partir de l'étude de variantes prometteuses et en écartant des variantes dès que des obstacles sont détectés (Illustration 8). En ce qui concerne l'analyse territoriale, le processus commence à un niveau qui tient compte de la topographie, de la bathymétrie, de la géologie, de l'hydrographie, de la protection de l'environnement et de la nature et du développement urbanistique. Puis il s'élargit progressivement, incluant des aspects supplémentaires tels que l'accessibilité, les transports, les nuisances, les développements prévus potentiellement conflictuels, la disponibilité des ressources techniques et naturelles (par exemple électricité ou eau). Il intègre ensuite encore des éléments supplémentaires, tels que les facteurs sociaux, les objectifs locaux de préservation et de développement, la visibilité, la covisibilité ou les nuisances pour les parties prenantes concernées directement (par exemple, le voisinage) et indirectement (par exemple, les communes touchées par la circulation du chantier).

Enfin, le processus d'élaboration de scénarios nécessite une phase d'analyse plus fine, laquelle vise à obtenir la participation directe des parties prenantes et des acteurs locaux pour élaborer un scénario adapté au niveau de la parcelle, toujours en tenant compte des trois enjeux principaux (science, territoire, projet) dans le cadre d'une approche ERC.

Au fur et à mesure de l'intégration de nouvelles informations au cours de ce processus itératif, les recherches automatisées et cartographiques doivent être progressivement complétées, puis suivies de recherches manuelles, d'entretiens avec des personnes possédant une bonne connaissance du territoire, de visites sur le terrain et d'actions de concertation avec les parties prenantes.

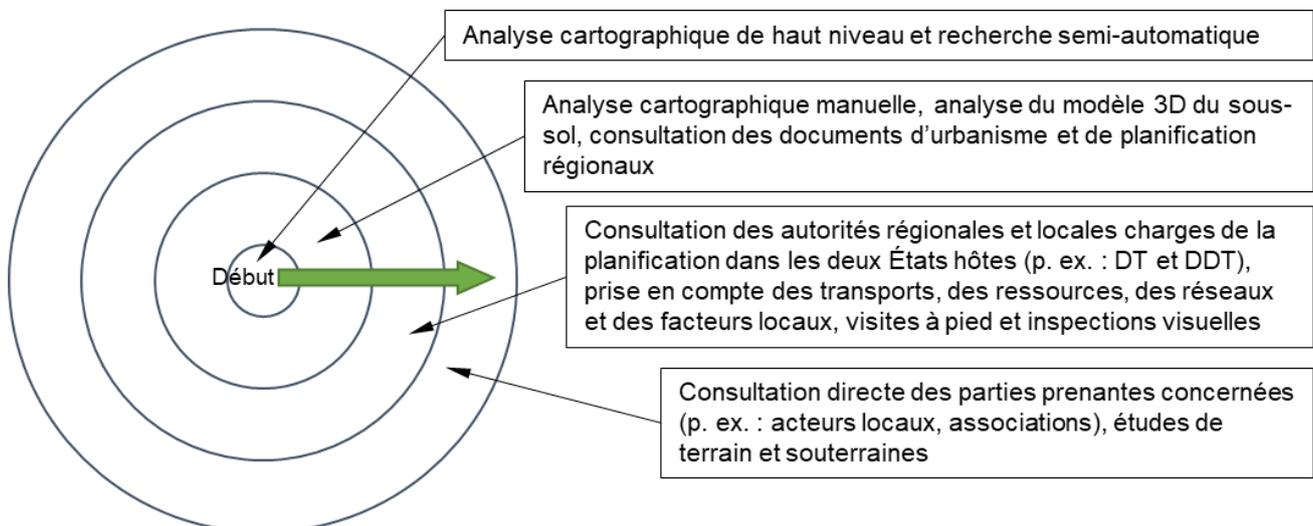


Illustration 8 : Au fur et à mesure de l'avancement de l'étude de configuration et d'emplacement, des informations et des acteurs supplémentaires sont intégrés afin d'élaborer un scénario équilibré qui puisse répondre aux besoins de toutes les parties prenantes.

2.5. EXIGENCES ET CONTRAINTES (ÉTAPE 1, PLANIFIER)

2.5.1. Grille de sensibilité territoriale

Dans un premier temps, les contraintes territoriales sont mises en évidence à l'aide d'une grille de sensibilité. Cette grille a été établie sur un plan technique pendant la phase d'élaboration du rapport préliminaire de conception avec le Cerema en France¹⁷ et avec Ecotec en Suisse¹⁸. Elle définit une liste d'éléments à prendre en compte au niveau de la surface et au niveau souterrain et les regroupe en quatre catégories en fonction de leur niveau de contrainte, comme l'indique le Tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1 : Niveaux de sensibilité territoriale représentant des contraintes pour la détermination de la configuration et de l'emplacement. Chaque niveau, codé par une couleur, représente plusieurs couches de données différentes qui peuvent être visualisées sur une carte.

Niveau	Couleur et désignation	Description
4	Intolérable	Le niveau de contrainte ne permet pas d'envisager la zone pour l'emplacement d'un site de surface. Ces zones sont considérées comme des zones d'exclusion à éviter.
3	Forte	La zone n'est pas recommandée pour l'emplacement d'un site de surface, mais elle peut être envisagée si elle est décisive pour la faisabilité du projet, avec des mesures de réduction, de compensation ou d'atténuation supplémentaires.
2	Tolérable	La zone est acceptable pour l'emplacement d'un site de surface avec des mesures de réduction, de compensation ou d'atténuation appropriées.
1	Faible	La zone peut être envisagée pour l'emplacement d'un site de surface sans autres mesures notables . Une compensation peut toujours être nécessaire.

Les différentes contraintes¹⁹ considérées pour chacun des quatre niveaux sur le territoire français et sur le territoire suisse sont décrites dans le Tableau 2 (zones d'exclusion, en rouge), le Tableau 3 (zones indésirables, en orange) et le Tableau 4 (zones tolérables, en jaune)²⁰. Un système d'information géographique est utilisé pour créer des couches avec différents codages d'aspect et de couleur sur les cartes et faciliter ainsi la détermination des sites appropriés et inappropriés pour des études ultérieures.

¹⁷ A. Bibet-Chevalier, D. Chanal, J. Maître, F. Menez, N. Simand, C. Tetrel, J-M. Valet, *Étude de sensibilité du scénario d'implantation du projet FCC en France et de ses opportunités*, Cerema, FCC-INF-RPT-0040, 26 avril 2018.

¹⁸ M. Zahnd, *FCC layout review in Switzerland*, Ecotec, FCC-INF-RPT-0007, 13 décembre 2017.

¹⁹ La grille de contraintes territoriales a été définie lors de la phase initiale d'étude menée de 2014 à 2018 avec des partenaires publics et privés en France et en Suisse. Les informations à ce sujet se trouvent dans le dossier de projet FCC-2004171130, V2.0. La grille fut mise à jour par le groupement Setec/Ecotec/Marceleon. Le document est accessible publiquement : <https://doi.org/10.5281/zenodo.13771877>

²⁰ Les modifications apportées aux Tableaux 2, 3 et 4 après la version V03.00 du présent document ne peuvent pas être prises en compte dans l'Analyse de l'État Initial de l'Environnement, car elles ont été introduites alors que l'analyse était déjà très avancée.

Tableau 2 : Zones d'exclusion (en rouge), à éviter totalement en France et en Suisse (FCC-2004171130 V2.0 du 8 décembre 2021). En France, les critères ont été établis sur un plan technique avec le Cerema et intégrés dans le rapport 2018¹⁷ qui a été remis au SGAR. En Suisse, les critères ont été établis sur la base du rapport ECOTEC et revus par le Département du territoire.

France	Suisse
<p>Captage eau potable : périmètre immédiat et rapproché.</p> <p>Zone rouge d'un plan de prévention des risques naturels (PPRN inondation ou mouvement de terrain) et/ou technologiques.</p> <p>Inventaire des zones humides.</p> <p>Inventaire régional des tourbières.</p> <p>Zone Natura 2000 : ZSC (zone spéciale de conservation) et ZPS (zone de protection spéciale) – habitats ou espèces prioritaires. Un déclassement en orange pourrait être envisagé en cas de nécessité, lorsqu'il est établi que la zone ne comporte pas d'habitats ou d'espèces prioritaires.</p> <p>Arrêté de protection de biotope (APB) et autres zonages réglementaires : RNN (réserve naturelle nationale), RNR (réserve naturelle régionale), RBI (réserve biologique intégrale), RBD (réserve biologique dirigée), ENS (espace naturel sensible), cœur de PN (parc national).</p> <p>Espace naturel sensible ou zone naturelle protégée (Np).</p> <p>Surface inconstructible associée au cours d'eau.</p> <p>Conflit avec le réseau routier principal et ferroviaire.</p> <p>Conflit avec les ouvrages souterrains existants : servitude I1 relative aux pipelines d'intérêt général.</p> <p>Conflit avec des projets à venir identifiés et détaillés au PLU.</p> <p>Conflit avec des zones denses construites avec des logements.</p> <p>Site classé au titre de la loi 1930.</p> <p>Site inscrit au titre de la loi 1930.</p> <p>Site archéologique connu.</p>	<p>Inventaire fédéral de protection de la nature.</p> <p>Zone alluviale et marécageuse d'importance nationale.</p> <p>Prairie et pâturage secs d'importance nationale.</p> <p>Paysage d'importance nationale.</p> <p>Ordonnance sur les réserves d'oiseaux d'eau et migrants (OROEM).</p> <p>Ordonnance sur la protection des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale (OBat).</p> <p>Site Émeraude.</p> <p>Réserve naturelle cantonale.</p> <p>Zone renaturée.</p> <p>Site de la convention de Ramsar.</p> <p>Secteur de sondages géothermiques interdits.</p> <p>Zones de protection des eaux (RDPPF).</p> <p>Secteur Au de protection des eaux souterraines.</p> <p>Secteur B de protection des eaux.</p> <p>Secteur Ao de protection des eaux superficielles.</p> <p>Surface inconstructible associée au cours d'eau.</p> <p>Espace minimal réservé au cours d'eau.</p> <p>Vignes protégées.</p> <p>Inventaire fédéral des sites construits d'importance nationale à protéger en Suisse (ISOS).</p> <p>Plans de site.</p> <p>Conflit avec le réseau routier principal et ferroviaire.</p> <p>Conflit avec les ouvrages souterrains existants.</p> <p>Conduite de chauffage.</p> <p>Divers points.</p> <p>Tube télécom.</p> <p>Surfaces diverses.</p> <p>Sonde de chauffage.</p> <p>Conduites diverses.</p> <p>Géotechnique surface.</p>

	<p>Géotechnique ligne.</p> <p>Géotechnique point.</p> <p>Zones de sondes de chauffage.</p> <p>Conflit avec des projets à venir.</p> <p>Conflit avec des décharges.</p> <p>Conflit avec les gravières.</p> <p>Inventaire fédéral des voies de communication historiques de la Suisse (IVS).</p> <p>Inventaire fédéral des paysages, sites et nouements naturels (IFP).</p> <p>Sites Unesco (sites palafittiques dans le lac).</p> <p>Autres sites archéologiques.</p> <p>Zones de villages protégées (4B protégée).</p> <p>Zones de développement protégée (ZD 4A protégée et ZD 4B protégée).</p> <p>Zones de hameaux (LaLAT).</p> <p>Périmètres naturels protégés (LPRArve, LPRLac, LPRRhône, LPRVers).</p> <p>Objets classés et les objets inscrits à l'inventaire.</p>
--	---

Tableau 3 : **Zones indésirables (en orange)** pour lesquelles, si elles ne peuvent être évitées, l'impact doit être réduit au cas par cas pour un scénario spécifique (FCC-2004171130 V2.0 du 8 décembre 2021). En France, les critères ont été établis sur un plan technique avec le Cerema et intégrés dans le rapport 2018¹⁷ qui a été remis au SGAR. En Suisse, les critères ont été établis sur la base du rapport ECOTEC et revus par le Département du territoire.

France	Suisse
<p>Périmètre de protection de monuments historiques.</p> <p>Site de compensation au titre des demandes de dérogation à la destruction des espèces protégées et/ou à la loi sur l'eau et/ou des espaces identifiés et évités par les projets d'aménagement dans le cadre des mesures d'évitement.</p> <p>Site abritant des espèces protégées connues.</p> <p>Zonage lié aux plans nationaux d'actions espèces menacées (PNA).</p> <p>Habitat d'espèces protégées connues.</p> <p>Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) de type 1.</p> <p>Zone d'importance pour la conservation des oiseaux (ZICO).</p> <p>Espace boisé classé (EBC).</p> <p>Corridor écologique à préserver au titre du PLU.</p> <p>Zonage AU (à urbaniser) du PLU (plan local d'urbanisme) lorsqu'il n'a pas d'OAP (orientations d'aménagement et de programmation), ni de réglementation.</p> <p>Zonage agricole protégé (Ap) au titre de l'intérêt paysager ou écologique. Arrêté préfectoral.</p> <p>Captage d'eau potable : périmètre éloigné.</p> <p>Réservoir de biodiversité du schéma régional de cohérence écologique (SRCE).</p> <p>Monument historique protégé par le plan local d'urbanisme (PLU).</p> <p>Sol pollué inscrit dans la base de données BASOL (base de données nationale qui récolte et conserve la mémoire de plusieurs milliers de « sites et sols pollués ou potentiellement pollués »).</p>	<p>Inventaire cantonal de protection de la nature.</p> <p>Milieux naturels dignes de protection, flore et faune protégées selon les annexes de l'Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN).</p> <p>Forêt.</p> <p>Secteur inscrit au cadastre des sites pollués.</p> <p>Surface SDA.</p> <p>Degré de sensibilité I de protection contre le bruit.</p> <p>Eaux superficielles sensibles.</p> <p>Zone de dangers dus aux crues.</p> <p>Conflit avec les ouvrages existants.</p>

Tableau 4 : Zones tolérables (en jaune) pour lesquelles l'impact doit toujours être réduit avec des efforts limités, au cas par cas, pour un scénario spécifique (FCC-2004171130 V2.0 du 8 décembre 2021). En France, les critères ont été établis sur un plan technique avec le Cerema et intégrés dans le rapport 2018¹⁷ qui a été remis au SGAR. En Suisse, les critères ont été établis sur la base du rapport ECOTEC et revus par le Département du territoire.

France	Suisse
Zone agricole (A) ou milieu naturel non protégés (N). Forêt non protégée. Corridor écologique SRCE (schéma régional de cohérence écologique). Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) de type 2. Zone bleue ou blanche d'un plan de prévention des risques naturels. Réserve nationale de chasse et de faune sauvage (RNCFS). Servitude PT1 : protection des centres de réception radioélectriques contre les perturbations électromagnétiques.	Tous les autres secteurs et objets à protéger d'importance communale. Corridor à faune d'importance régionale et suprarégionale. Site prioritaire flore. Site prioritaire faune. Inventaire des voies de communication historiques de la Suisse (IVS). Degré de sensibilité II de protection contre le bruit. Zones instables. OPAM moyennant des mesures constructives. Espaces agricoles du canton de Genève hors SDA.

En appliquant l'approche « Éviter », l'analyse écarte toutes les zones d'exclusion indiquées en rouge, et ce, dès les premiers stades de l'élaboration du scénario initial au niveau macroscopique. Il convient de souligner que, dans tous les cas, le processus d'élaboration de scénarios vise également à éviter les surfaces déjà bâties si elles sont considérées comme activement utilisées (par exemple, résidences, fermes, parkings, constructions industrielles et infrastructures publiques). Seules les friches ou des constructions pouvant être qualifiées de manière fiable d'inutilisées (maisons en ruine, hangars industriels abandonnés, etc.) sont examinées au cas par cas. En outre, pour tous les sites de surface pris en considération, les choix ont été opérés en s'efforçant d'éviter le défrichement de forêts protégées ainsi que la destruction de zones humides et de haies en zones agricoles.

Les zones classées « orange » sont généralement évitées, mais une analyse manuelle plus détaillée de la justification sous-jacente de cette classification est toujours effectuée pour comprendre si et dans quelles conditions une telle zone pourrait être envisagée pour certaines parties des infrastructures de recherche. Cette étape nécessite une étude plus détaillée des différentes couches de contraintes qui composent les couches de synthèse. Elle nécessite également des informations complémentaires que les autorités régionales et locales de planification des deux États hôtes sont les plus à même de fournir (par exemple, les différents Offices du Département du territoire et du Département des infrastructures à Genève, la DREAL, la DDT 74 et la DDT 01 en France).

En France, la loi du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et le renforcement de la résilience face à ses effets fixe un objectif de zéro artificialisation nette des sols (ZAN). La démarche ZAN est un objectif fixé pour 2050. Il demande aux territoires, communes, départements, régions de réduire de 50 % le rythme d'artificialisation et de consommation des espaces naturels, agricoles et forestiers d'ici à 2030 par rapport à la consommation mesurée entre 2011 et 2020. Cet élément de contrainte devra être traité au niveau national, comme c'est le cas pour les surfaces d'assolement (SDA) en Suisse.

Dès le début des études, il s'est avéré qu'il n'existait, dans les deux États hôtes, aucune zone « verte » ne présentant que des contraintes négligeables. Le nombre minimal de contraintes dans les deux pays correspond à la classe « jaune », c'est-à-dire aux zones tolérables. En outre, en Suisse, des restrictions particulières existent, imposées au niveau fédéral pour un certain type de terrains agricoles appelés surfaces d'assolement²¹ (SDA), les meilleures terres cultivables à l'échelle de la Suisse. Un plan sectoriel fédéral fixe une surface minimale à maintenir par canton (répartition entre les cantons par quotas). La Confédération surveille le maintien de la surface minimale SDA. Des SDA peuvent être affectées, dans certaines conditions, à des projets spécifiques, à condition que toutes les parties prenantes au niveau fédéral et cantonal se mettent d'accord et que le minimum soit maintenu. Cette contrainte liée aux SDA à l'échelle du canton de Genève est forte, mais le canton a été classé en zone « orange » pour laisser la possibilité d'un déclassement et offrir une option de scénario pour l'implantation du FCC. Une coordination spécifique aux niveaux fédéral et cantonal est néanmoins nécessaire. C'est pourquoi des travaux ont été menés avec les représentants du canton, avec la Mission permanente de la Suisse auprès des organisations internationales et avec le Département fédéral des affaires étrangères afin de comprendre les contraintes juridiques d'un plan sectoriel pour les projets de construction et les installations du CERN et d'affecter des terrains au développement de telles infrastructures²².

Les espaces agricoles du canton de Genève (hors SDA) sont classés en zones « jaunes » tolérables si on prend l'hypothèse que, si un scénario est validé au niveau administratif et politique, un plan sectoriel pour les projets de construction et installations du CERN pourra alors être élaboré pour permettre l'ancrage d'un projet de développement de ce type d'infrastructures au niveau fédéral. Ce plan sectoriel constituera un instrument d'aménagement de territoire pour pouvoir ancrer les décisions territoriales côté Suisse, notamment en ce qui concerne le choix des terrains en surface.

Il est également important de préciser que la classification initiale des couches de sensibilité n'est pas figée mais change constamment en fonction de l'évolution du territoire. Entre 2014 et 2022, environ 400 ha sont devenus des zones d'exclusion dites « rouges » (contraintes intolérables) dans le département de la Haute-Savoie. Dans le canton de Genève, environ 100 ha ont été touchés par de nouvelles restrictions et font désormais partie des zones d'exclusion, principalement en raison de la plus grande sévérité des règles de protection des eaux de surface et des eaux souterraines, résultant d'une meilleure connaissance du sous-sol. Cette évolution a conduit au rejet de la candidature de plusieurs sites proposant une configuration et un emplacement initialement considérés comme possibles. Une telle évolution a rendu encore plus difficile la poursuite de l'élaboration de scénarios tout en mettant en évidence l'aspect itératif du processus.

²¹ <https://www.are.admin.ch/are/fr/home/developpement-et-amenagement-du-territoire/strategie-et-planification/conceptions-et-plans-sectoriels/plans-sectoriels-de-la-confederation/sda.html>

²² <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiqués.msg-id-86379.html>

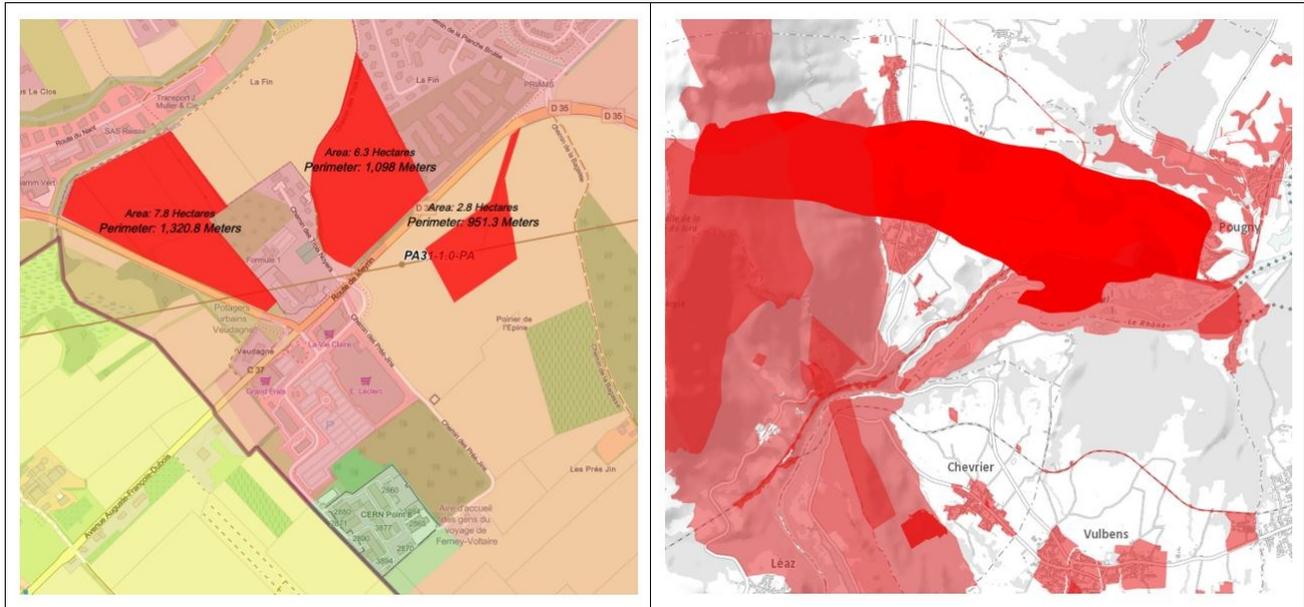


Illustration 9 : Exemples d'évolution du territoire. À gauche, 17 ha de nouvelles zones d'exclusion à Ferney-Voltaire (France). À droite, 790 ha d'inventaire des tourbières au bord du Rhône en France : en rouge clair, les zones précédemment en orange devenues des zones rouges.

L'illustration 9 ci-dessus présente deux exemples de ces « espaces perdus pour les scénarios d'emplacement ». Le premier concerne des secteurs de Ferney-Voltaire qui sont désormais dédiés à un projet de développement (6,3 ha pour un projet d'hôpital au nord de la D35, route de Meyrin) et le classement d'un secteur en zone de compensation (2,8 ha au Sud de la D35), qui ne peut donc pas être à nouveau compensé. Le deuxième concerne une vaste zone située au nord du Rhône, en France, qui a été qualifiée d'« inventaire des tourbières ».

2.5.2. Contraintes souterraines

Parmi les contraintes figurent certaines contraintes souterraines, telles que la présence de secteurs de protection des eaux (qui inclut la présence d'aquifères stratégiques, de zones tampons et zones d'interdiction de forage entre autres), de zones de captage d'eau potable, de canalisations, de lignes électriques et de conduites de gaz souterraines, mais également d'emplacements réservés d'intérêt public tels que les zones d'exploration géothermique.

Une zone d'exclusion²³ a été définie par les entreprises de conseil en géologie GADZ et ILF afin de bien tenir compte des conditions géologiques. Ces entreprises ont également examiné la situation géologique²⁴ et hydrologique²⁵ documentée par le Cerema, en s'appuyant sur les éléments suivants :

- a) lignes de faille représentant un risque suffisamment élevé d'activité sismique et de problèmes en cas de creusement de tunnels ;
- b) interface entre le calcaire et la molasse ;
- c) potentielles pénétrations d'eau à haute pression ou formations karstiques qui exposeraient le projet à un risque inacceptable (Illustration 10).

²³ ILF et GADZ *Geological high risk site investigation study*, ILF-SUI-OD-0004, rapport en date du 9 octobre 2021.

²⁴ Cerema, *Pré faisabilité géologique et géotechnique*, rapport en date du 8 septembre 2020.

²⁵ Cerema, *Synthèse des contraintes hydrogéologiques de pré faisabilité*, rapport en date du 18 septembre 2020.

Étant donné l'expérience acquise lors de la construction des structures souterraines du LEP et de la construction d'ouvrages souterrains de transport dans la région (par exemple, le tunnel routier du Vuache), les risques que présenteraient la construction d'un tunnel et de cavernes de grande taille, qui pourraient être instables, bouger, s'effondrer, ou dans lesquels les travailleurs de la construction pourraient être exposés à des pénétrations d'eau à haute pression susceptibles d'entraîner des accidents mortels sont considérés comme inacceptables et doivent être évités. Toutes les structures souterraines doivent se trouver dans la mesure du possible dans la couche de molasse, qui constitue une barrière fiable contre les aquifères.

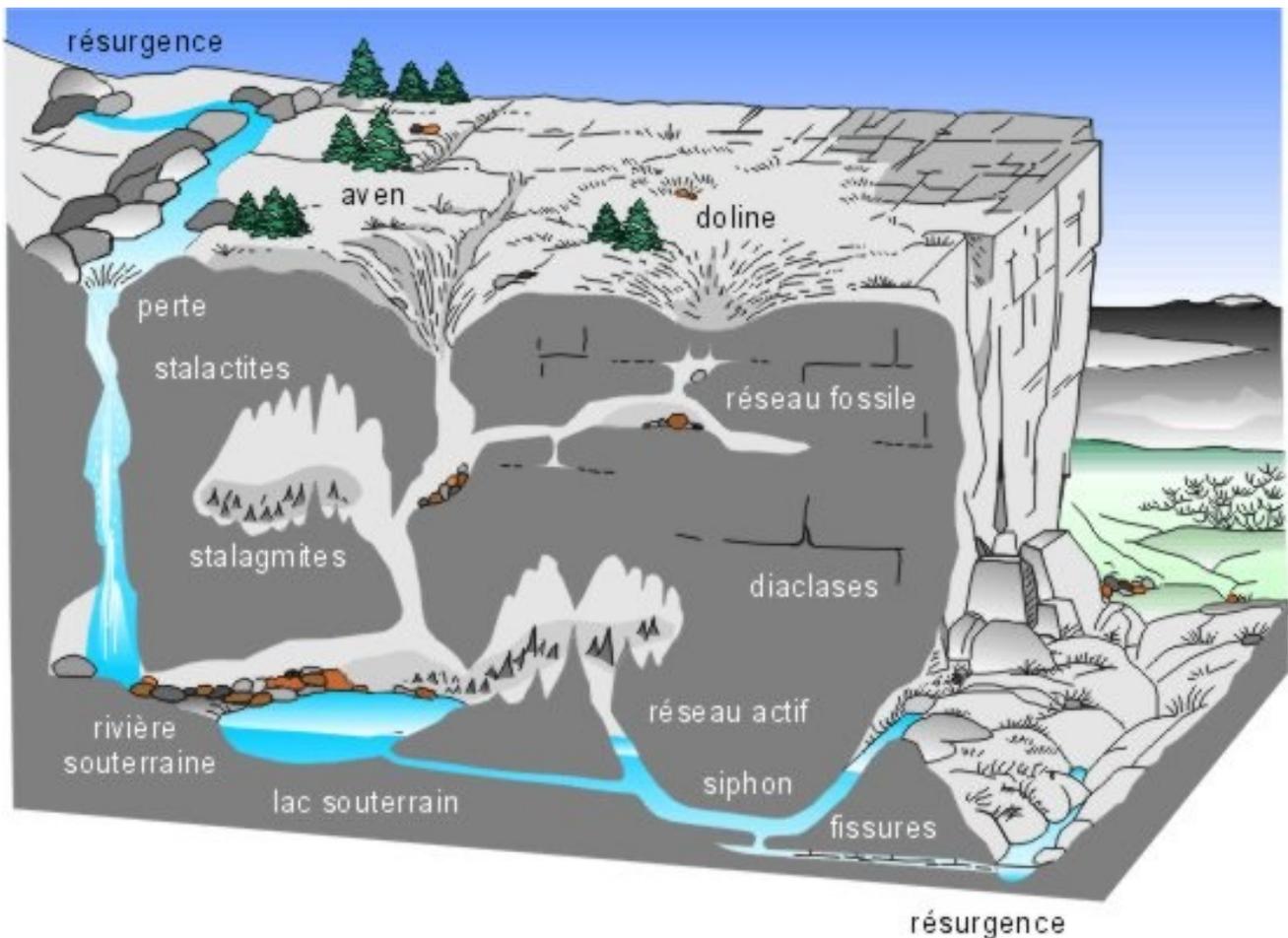


Illustration 10 : Défis posés par les formations calcaires karstiques et les nappes d'eau à haute pression.

Entre 2014 et 2020, le périmètre d'étude initial du projet (tracé en jaune sur l'illustration 11 ci-dessous) a dû être restreint au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles connaissances et de leur intégration dans un modèle 3D du sous-sol (tracé en rouge sur l'illustration 11).

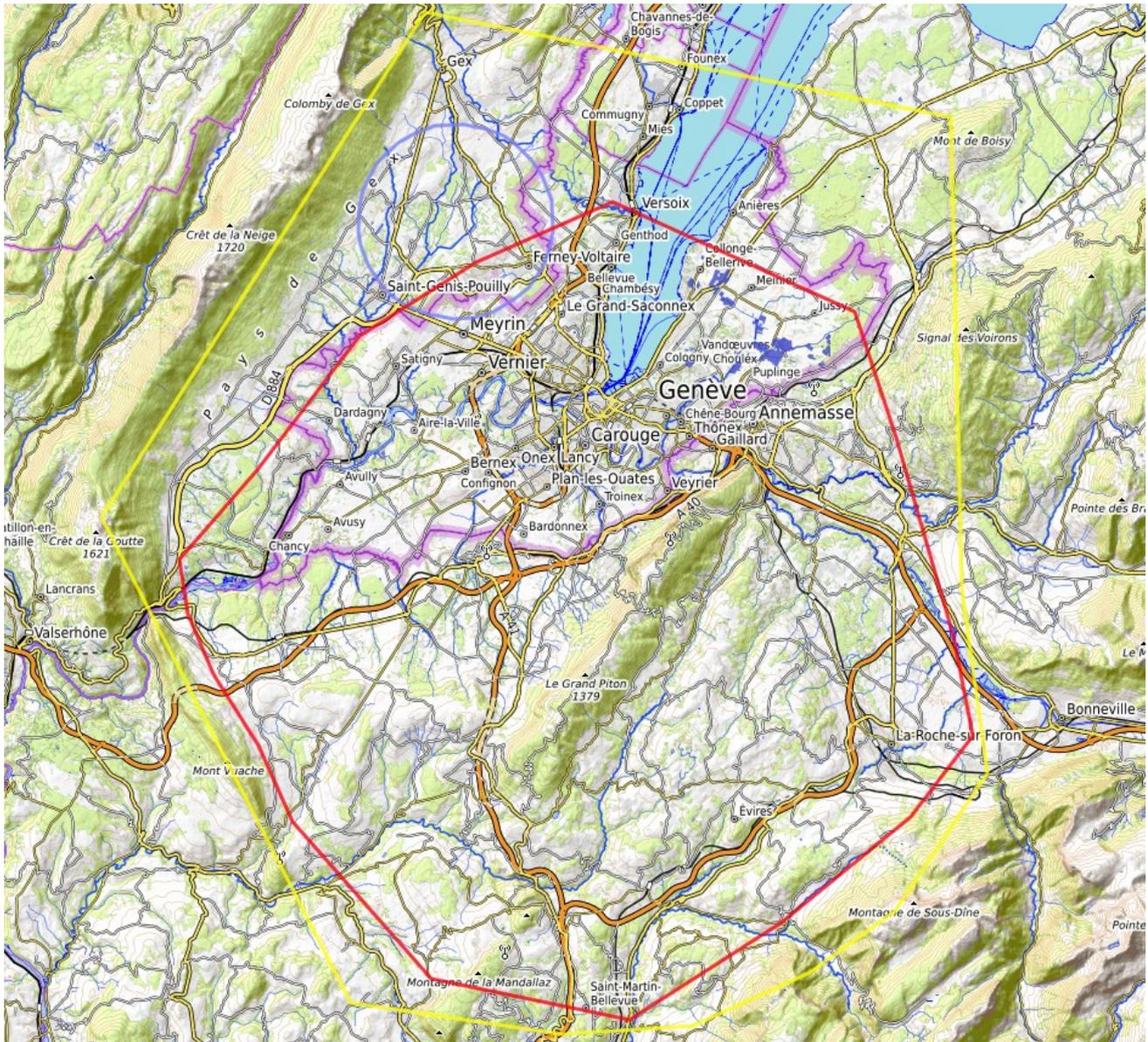


Illustration 11 : En jaune, le périmètre initial défini en 2014 pour l'élaboration du scénario de configuration et d'emplacement. Le polygone rouge représente le périmètre obtenu en se fondant sur les informations et les données recueillies entre 2014 et 2021 et en suivant les recommandations du Cerema, du GESDEC, d'ILF et de GADZ, demandant d'éviter les formations calcaires karstiques et les failles actives connues, de respecter la bathymétrie du lac et de rester autant que possible dans la couche de molasse étanche et stable. Comme le montre l'illustration, le tunnel du LEP/LHC se trouve partiellement en dehors de ce périmètre défini. Tout d'abord, le tunnel du LEP/LHC est moins profond et s'élève vers le Jura. Ce tunnel ne traverse donc l'interface molasse/calcaire qu'en dehors de cette ligne rouge de délimitation. D'importants problèmes dus au calcaire et aux volumes karstiques instables et contenant de l'eau, rencontrés lors de la construction du tunnel du LEP, ont conduit à cette recommandation.

Même si les cartes et les travaux de modélisation ont fourni des informations complémentaires, des informations fiables sur la profondeur des interfaces des différentes couches géologiques dans les zones du Vuache et du Jura font aujourd'hui défaut. Les zones calcaires inévitables de la Mandallaz et des Bornes doivent encore être étudiées. En outre, on sait peu de choses sur les conditions de stabilité sous le lac, sous l'Arve et sous le Rhône. Étant donné que ces conditions ont une incidence majeure sur la faisabilité du FCC, il est maintenant nécessaire d'obtenir plus d'informations concernant le sous-sol dans les zones clés identifiées et de les vérifier en procédant à des explorations géophysiques et géotechniques spécifiques (Illustration 12).

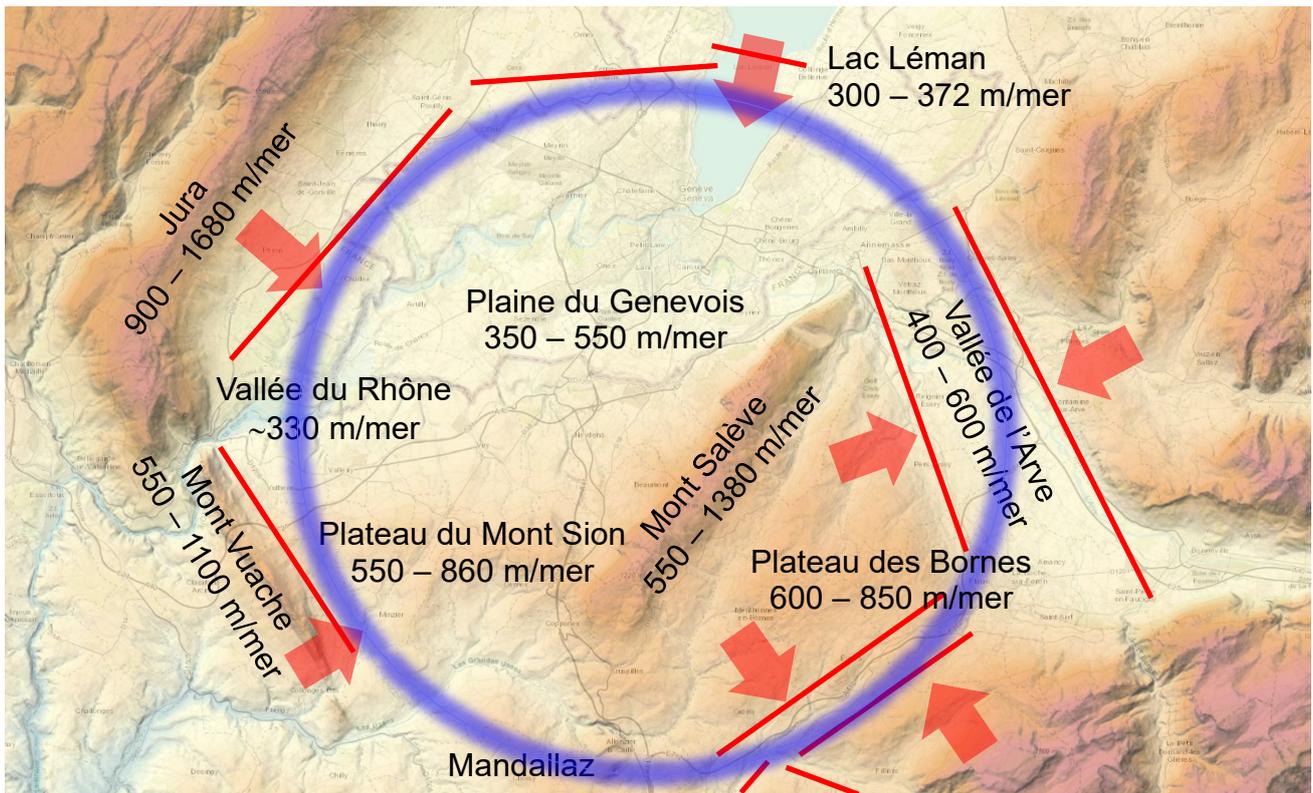


Illustration 12 : La situation géologique et topographique limite la circonférence d'un futur collisionneur circulaire à moins de 100 km. Les études d'emplacement menées entre 2017 et 2021 ont conclu que, pour atteindre une circonférence de plus de 90 km permettant de fournir une bonne performance, et donc une infrastructure de recherche d'excellence, et compte tenu des différentes contraintes que la configuration doit respecter simultanément en différents endroits, la liberté d'emplacement de l'anneau est limitée à une bande dont la largeur s'est progressivement réduite de 3 000 m à 300 m selon la zone concernée.

2.5.3. Topographie, bathymétrie et autres caractéristiques de surface

Des informations concernant les conditions topographiques de surface sont également prises en compte dès le début de l'étude. Les pentes raides supérieures à 30 % et présentant des risques de terrain instable et de mouvement de terrain doivent être exclues, de même que les falaises, les vallées étroites et les formations de type « canyon ». Étant donné que le tunnel doit être placé à une profondeur suffisante sous le lit du lac, les élévations supérieures à 750 m constituent des obstacles du fait de la profondeur des puits et de surcharges inacceptables (Illustration 13).

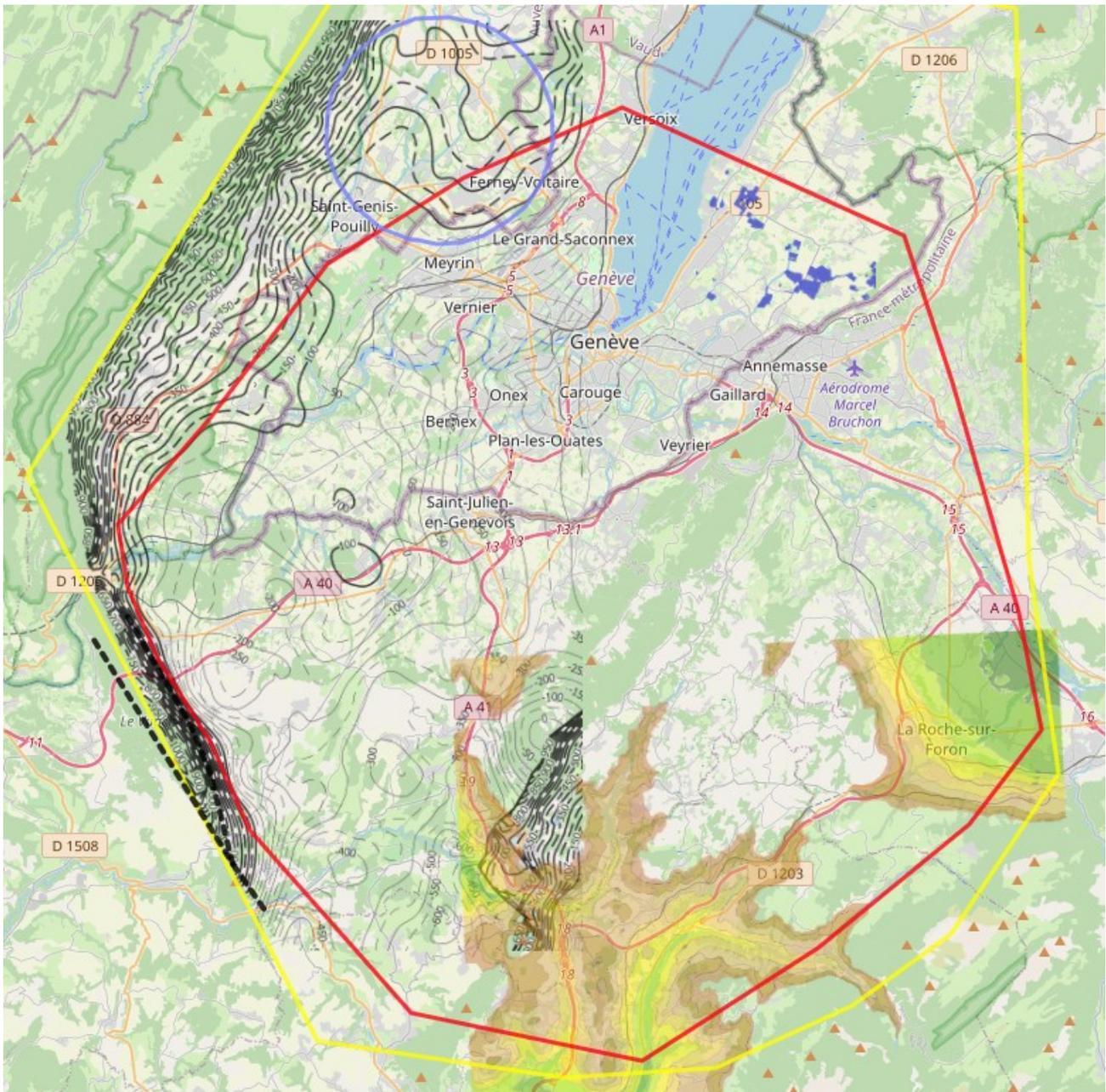


Illustration 13 : Outre la ligne de délimitation de l'étude géologique (rouge), d'autres contraintes géologiques et topographiques doivent être prises en compte dès le début. Les lignes de faille indiquées dans la partie inférieure gauche de l'illustration (Vuache) en sont un exemple. Les isolignes du sommet du calcaire sont spécifiques en différents endroits. Elles sont indiquées à titre d'exemple dans les parties gauche et supérieure de l'illustration. Des exemples de zones d'élévations élevées sont indiqués dans les parties inférieure et droite de l'illustration (les zones vertes et jaunes sont des vallées qui se révèlent être des emplacements plus favorables).

La bathymétrie du lac doit être prise en compte pour s'assurer que le tunnel peut être placé à partir du substratum mollassique du lac (situé sous les sédiments quaternaires potentiellement peu consolidés), avec une traversée aussi courte que possible (Illustration 14). Dans le même temps, d'autres secteurs du tunnel ne doivent pas être situés trop profondément sous des zones montagneuses.

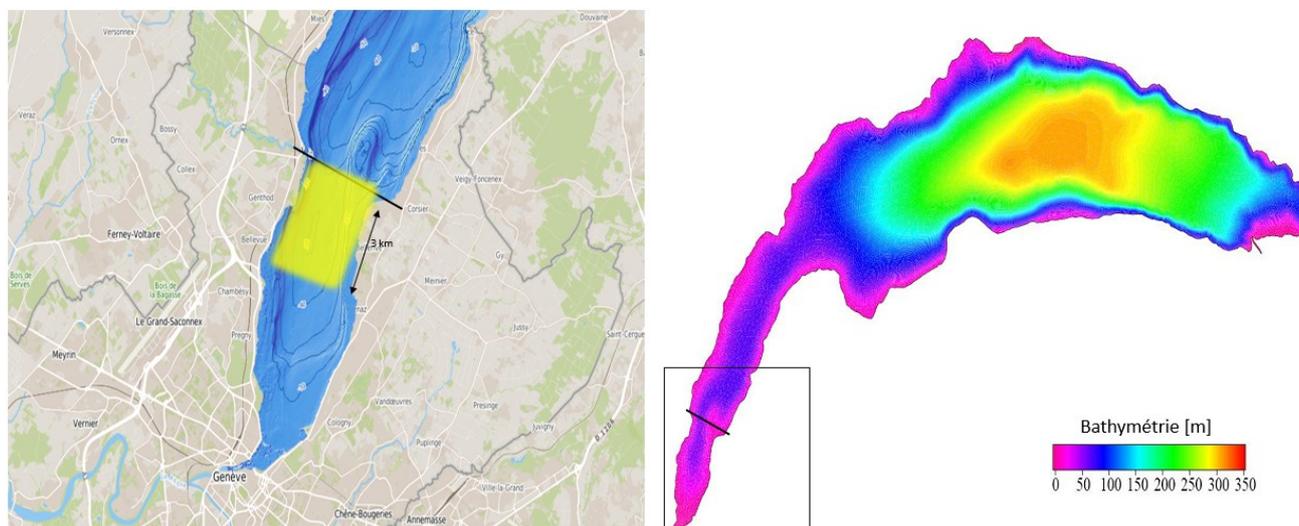


Illustration 14 : La profondeur du lac Léman est supérieure à 50 m au-delà de la ligne Versoix-Corsier. Pour éviter que le tunnel ne soit trop profond sur l'ensemble du tracé, il est nécessaire de rester en dessous de cette ligne. La traversée du lac là où il est étroit permet d'éviter les zones d'instabilité et de limiter le plus possible les risques liés à la présence d'eau.

Ces contraintes initiales de surface et ces contraintes souterraines constituent un point de départ pour une recherche semi-automatique permettant la détermination approximative des zones d'exclusion et des zones candidates.

Cependant, les zones marquées en orange (zones indésirables) et en jaune (zones tolérables), qui semblent à première vue compatibles avec l'emplacement d'un site de surface, peuvent s'avérer inacceptables en raison de restrictions qui ne sont pas « encodées » dans les cartes disponibles et les documents accessibles au public. Ces informations complémentaires peuvent être obtenues en partie par l'étude de cartes haute résolution, d'orthophotographies et de données, par des entretiens avec les autorités régionales et les parties prenantes locales, et à l'aide de visites à pied (inspection visuelle des environs).

Ces restrictions comprennent, sans s'y limiter, les éléments suivants : zones à la forme défavorable (surface disponible trop faible, trop étroite, non monolithique ou de forme trop irrégulière), présence de contraintes adjacentes (zones de protection de la nature nécessitant des zones tampons, zones de risques naturels telles que des zones inondables ou des berges instables, zones résidentielles, zones sensibles), accès limité (pas de route ou pas de possibilité d'en créer une en raison des conditions topographiques ou d'autres restrictions, route rudimentaire non adaptée à une circulation régulière et ne pouvant être améliorée pour répondre aux exigences), opposition probable ou politiques de développement conflictuelles connues, projets conflictuels connus. Ces contraintes supplémentaires indirectes sont prises en compte à l'étape 3 (Contrôler) et ont des conséquences sur l'étape 4 (Ajuster).

2.5.4. Paramètres essentiels de l'accélérateur de particules

Un ensemble de paramètres fondamentaux pour la conception de l'accélérateur de particules constituent les conditions de départ pour l'élaboration d'un scénario. Ces paramètres incluent notamment la géométrie de la configuration (par exemple, une symétrie ou une périodicité des secteurs impliquant un nombre spécifique de sites de surface), la longueur de la « cellule d'arc » de base (répétée comme les différents éléments d'une chaîne pour construire les secteurs courbes du collisionneur de particules), le nombre de cellules d'arc à répéter et les longueurs des différents types de sections droites entre les arcs. L'illustration 15 ci-dessous montre deux géométries fondamentales de configuration utilisées dans les études de configuration et d'emplacement. La première géométrie (image de gauche) sert de point de départ : elle regroupe trois sites d'expérience dans la partie supérieure de la géométrie. Elle offre plus de liberté quant au déplacement des différents sites de surface, mais elle nécessite douze sites de surface. La deuxième géométrie (image de droite) représente l'évolution actuelle : les quatre sites d'expérience sont répartis de manière égale (en haut, à droite, en bas, à gauche) et seuls huit sites de surface sont nécessaires. Cependant, la liberté de déplacement des sites est plus faible qu'avec la première géométrie.

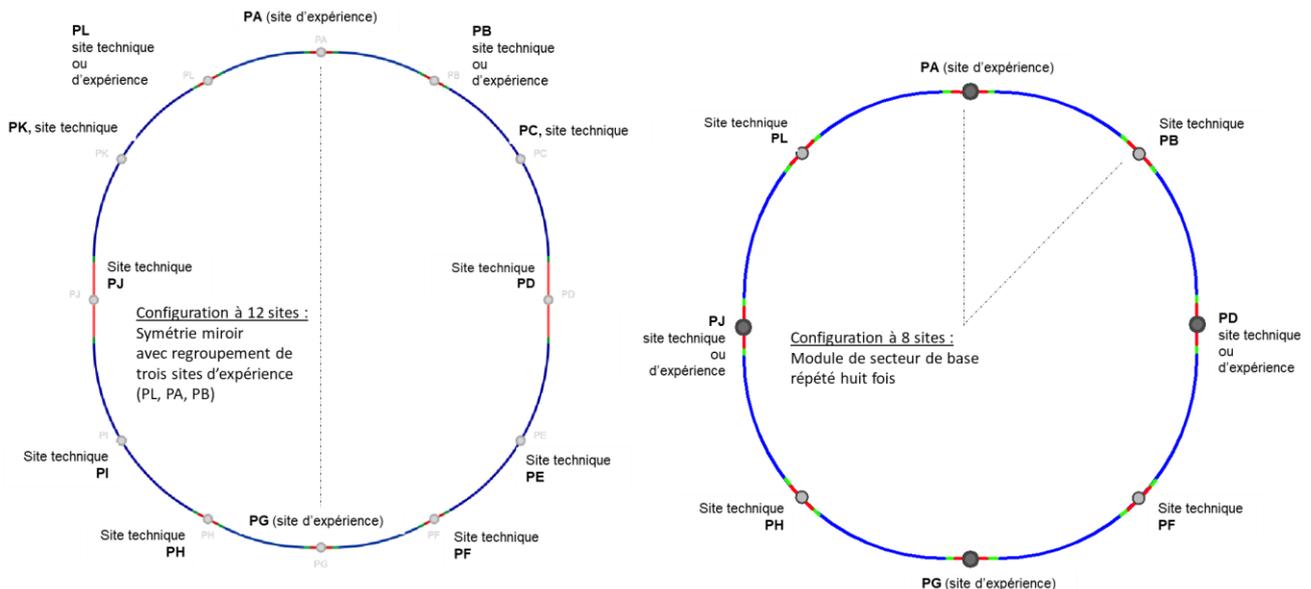


Illustration 15 : Deux géométries différentes de configuration du collisionneur. L'image de gauche montre une configuration comprenant douze sites, basée sur une géométrie en symétrie miroir. L'image de droite montre une configuration comprenant huit sites, basée sur la répétition d'un module de secteur de base. Les arcs (bleus) sont séparés par des sections droites (segments verts et rouges). Les deux configurations peuvent accueillir jusqu'à quatre sites d'expérience (PL, PA, PB et PG pour la configuration à douze sites, et PA, PD, PG et PJ pour la configuration à huit sites).

Les paramètres de conception déterminant la taille globale de la configuration ne peuvent pas être choisis arbitrairement. Le Tableau 5 présente et décrit brièvement l'ensemble des paramètres initiaux ainsi que leur évolution actuelle.

Tableau 5 : Paramètres de conception du collisionneur de particules, leurs valeurs initiales pour les études de configuration et d'emplacement, et leur évolution au terme de sept années d'étude.

Paramètre	Valeur initiale	Valeur actuelle	Description
Géométrie	Symétrie miroir simple	4 répétitions d'un secteur de 90 degrés, soit une symétrie d'ordre 4	<p>La configuration initiale (12 sites) permettait de regrouper 3 sites d'expérience proches les uns des autres à proximité du site principal du CERN, conduisant à des distances plus courtes entre les sites de surface et à une plus grande flexibilité pour rallonger et réduire les côtés Nord et Sud.</p> <p>La géométrie actuelle (8 sites) permet une conception plus régulière et facilite donc les processus d'optimisation des performances. Le collisionneur de leptons peut également avoir 4 points d'interaction.</p>
Nombre de sites de surface	12	8	12 sites de surface étaient requis dans la configuration initiale en raison de la nécessité d'insérer 4 accès supplémentaires au milieu des arcs longs. Finalement, il s'est avéré trop difficile de trouver un scénario d'emplacement approprié, compatible avec les contraintes territoriales et les risques liés à la mise en œuvre du projet. Un scénario comprenant 8 sites offre moins de souplesse pour l'étude d'emplacement puisque les sites d'interaction fixes sont géographiquement opposés, mais le nombre d'emplacements appropriés à trouver est moins élevé.
Nombre de points d'interaction possibles	2 pour le collisionneur de leptons, 4 pour le collisionneur de hadrons	4 pour le collisionneur de leptons, 4 pour le collisionneur de hadrons	Le concept initial permettait de regrouper 3 sites d'expérience, mais l'intégration des équipements s'est avérée difficile en raison de la nécessité de combiner les expériences et l'injection aux points PL et PB.
Longueur de la cellule d'arc	213,03 m	275,79 m	La longueur de la cellule doit être compatible avec les 2 collisionneurs de particules (machine leptannique et machine hadronique).
Harmonique (h) du système de radiofréquence	<p>$h = 121440$ ($2^5 \times 3 \times 5 \times 11 \times 23$) donne une bonne performance, avec une circonférence de 90,8369 km</p> <p>$h = 121380$ ($2^2 \times 3 \times 5 \times 7 \times 17^2$) donne une performance acceptable, avec une circonférence de 90,792 km</p> <p>$h = 121200$ ($2^4 \times 3 \times 5^2 \times 101$) donne une performance tolérable, avec une circonférence de 90,6574 km (circonférence choisie pour le scénario PA31)</p>		La stabilité et la performance du système radiofréquence (accélération des particules) dépend de la circonférence du collisionneur, qui doit être déterminée sur la base de la circonférence des accélérateurs SPS et LHC et des fréquences qui permettent de contrôler les paquets de particules dans les faisceaux. Pour 91 km, 3 possibilités ont été identifiées. Un collisionneur d'une circonférence comprise entre 90,7 et 90,8 km représente la meilleure option. Une longueur de 90,6 km est réalisable, mais réduit les fréquences des cavités du système radiofréquence plus que les autres.

Longueur de la section droite aux points d'interaction	1 400 m	1 400 m	700 m sont nécessaires de chaque côté du point d'interaction pour focaliser les faisceaux du collisionneur. Les 2 collisionneurs ont des besoins en espace différents pour croiser les deux faisceaux, donc le tunnel nécessite un élargissement d'environ 10 m jusqu'à une distance de 1 400 m de chaque côté du point d'interaction.
Longueur de la section droite aux sites radiofréquence	2 800 m	2 032 m	Une distance de 2 800 m entre 2 sections droites était initialement jugée adéquate pour accueillir les équipements radiofréquence qui accélèrent les faisceaux. Après diverses études d'intégration des équipements, on a constaté que cette valeur pouvait être réduite. Une distance de 2 x 2 030 m est aujourd'hui considérée comme la limite inférieure.
Nombre total de cellules d'arc	(4 secteurs x 19 cellules courtes) + (4 secteurs x 73 cellules longues) = 368	8 secteurs x 26 cellules = 208	La taille des courbures du collisionneur de particules ne peut être augmentée ou diminuée qu'en insérant ou en retirant une cellule d'arc dans chaque courbure. La configuration générale doit rester symétrique.
Longueur des arcs	4,72 km pour les arcs courts 16,22 km pour les arcs longs, avec un accès intermédiaire nécessaire tous les 8,11 km.	9,835 km	Si la configuration à 12 sites comporte 4 arcs courts, elle comporte également 4 arcs longs, trop longs pour rester sans accès intermédiaire pour des raisons techniques et de sécurité du personnel. Un site supplémentaire doit être placé à mi-chemin, à une distance d'environ 8 à 10 km de chaque extrémité.
Longueur totale des arcs	83,75 km	76,929 km (longueur plus courte d'environ 8 % par rapport au scénario initial)	La somme de toutes les sections courbes doit être la plus longue possible afin de réduire les courbures, donc les pertes d'énergie, et ainsi atteindre une meilleure performance. Une circonférence de 80 km est considérée comme acceptable pour fournir les performances requises pour le programme scientifique. La circonférence actuelle est un compromis qui reste acceptable, mais elle ne devrait pas être réduite davantage car cela limiterait trop la portée des performances.

Circonférence totale	97,75 km	90,65739 km	L'objectif initial était de concevoir une infrastructure de collisionneur de particules d'une circonférence d'environ 100 km. Une réduction de 10 %, à une circonférence de 90 km, est considérée comme une limite stricte acceptable, en dessous de laquelle les performances obtenues pour la recherche scientifique seraient trop limitées. En effet, plus la circonférence est petite, plus le rayon des sections courbes diminue et plus la courbure est prononcée, ce qui entraîne des pertes d'énergie plus importantes et nécessite des aimants plus puissants, technologiquement hors de portée.
Besoins en eau de refroidissement	4,9 millions de m ³ /a	Environ 2 millions de m ³ /a mais moins de 3 millions de m ³ /a pour le mode d'exploitation utilisant l'énergie maximale (ttbar)	Dans un objectif d'utilisation responsable des ressources, les études en cours ont déjà permis de réduire les besoins. On peut s'attendre à des réductions supplémentaires du fait de l'inclusion du concept de la réutilisation de la chaleur, de la prise en compte des évolutions technologiques et du développement des synergies en matière de réutilisation de l'eau.
Besoins en électricité	1,2 – 2,0 TWh/a, 1,5 TWh/a en moyenne	1,0 – 1,77 TWh/a, 1,3 TWh/a en moyenne, basé en grande partie sur des sources d'énergie renouvelable	Dans un objectif d'utilisation responsable des ressources, les études en cours permettent de réduire les besoins de 11 à 16 %. On peut s'attendre à des réductions supplémentaires du fait de l'élaboration d'un plan d'exploitation plus détaillé et des développements technologiques s'agissant des aimants et de la radiofréquence.

La mise au point d'une configuration possible de collisionneur de particules requiert la réalisation d'une étude initiale macroscopique confirmant qu'une orbite fermée (Illustration 16) peut être obtenue et que le scénario permet au collisionneur de fournir les performances requises pour mener à bien le programme de recherche scientifique.

Une « orbite fermée » signifie que les particules, qui se déplacent le long de l'accélérateur circulaire selon une trajectoire oscillante ondulatoire, arrivent après un tour exactement au point d'où elles sont parties afin de pouvoir entamer un nouveau tour. La circulation est donc continue. En outre, les deux faisceaux de particules qui circulent en sens opposé doivent se croiser aux quatre points d'interaction. Cela n'est possible qu'avec un nombre limité de fréquences du système de radiofréquence. En outre, la circonférence doit être compatible avec la circonférence des infrastructures des accélérateurs d'injection existants (SPS, LHC), même si, à l'avenir, les injecteurs seront de nouvelles machines dans ces tunnels. Par conséquent, on ne peut pas choisir la circonférence librement. Pour chaque circonférence ciblée une analyse de faisabilité technique s'impose. Elle donne les possibilités de longueur faisables les plus proches possible de la circonférence voulue (par exemple, pour un collisionneur d'une circonférence d'environ 91 km, trois options seulement existent : 90,8369 km, 90,792 km ou 90,65739 km).

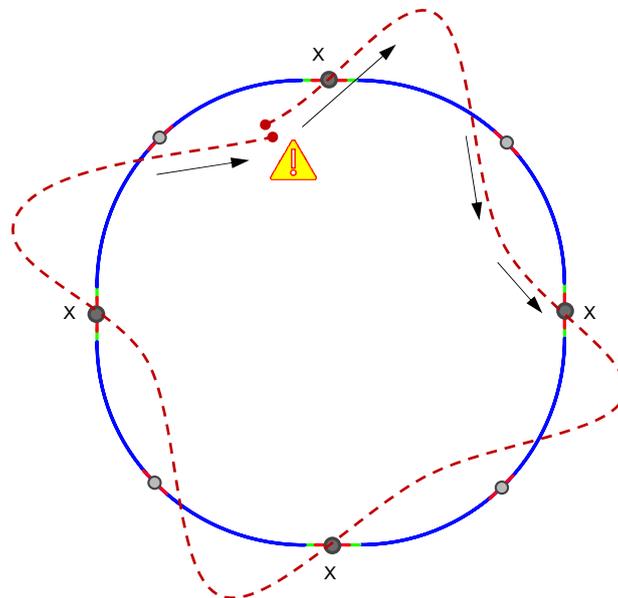


Illustration 16 : La trajectoire du faisceau des particules, indiquée en rouge autour de l'anneau, est en forme d'onde. La trajectoire doit être parfaitement fermée pour faire fonctionner l'accélérateur. En outre, les particules circulent dans deux faisceaux de sens opposé. Ces faisceaux doivent se croiser aux points d'interaction indiqués par des X sur l'illustration. Un choix limité de circonférences est possible, fondé sur la contrainte des fréquences réalisables avec le système d'accélération radiofréquence. En outre, la circonférence doit être compatible, suivant les valeurs harmoniques permises, avec la circonférence des infrastructures circulaires existantes du SPS et LHC.

La portée des performances de la configuration doit être calculée pour un collisionneur de particules électron-positon et pour un collisionneur de hadrons. Pour le collisionneur de leptons (électron-positon), une circonférence plus petite entraîne des courbures plus prononcées qui se traduisent par des pertes d'énergie plus importantes. Pour ce qui est du collisionneur de hadrons (protons), des courbures plus prononcées nécessitent des aimants plus puissants afin de maintenir les particules sur leur trajectoire (Illustration 17).

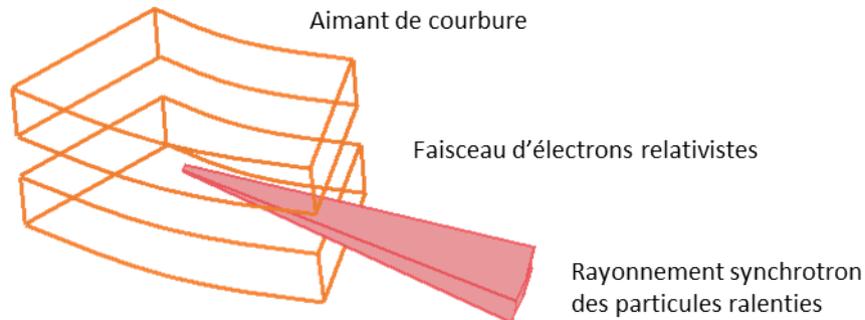


Illustration 17 : Plus la courbure de l'anneau est prononcée, plus les aimants doivent être puissants pour maintenir les particules sur leur trajectoire et, par conséquent, plus les particules perdent en énergie. Dans certaines installations, cet effet est exploité pour utiliser le rayonnement émis comme un microscope très puissant permettant de visualiser des interactions chimiques en temps réel. Pour un grand collisionneur destiné à la recherche fondamentale en physique, ces pertes d'énergie doivent être limitées. Le concept visé est donc un anneau très large présentant des courbures faibles.

Pour la machine leptonique, l'intensité qui peut être atteinte, qui correspond au nombre de particules interagissant à chaque point d'interaction à un moment donné, doit être optimisée pour chacune des quatre étapes d'énergie. La réalisation de cet objectif nécessite également une section droite suffisamment longue pour focaliser les faisceaux avant l'interaction et les défocaliser après leur croisement (Illustration 18).

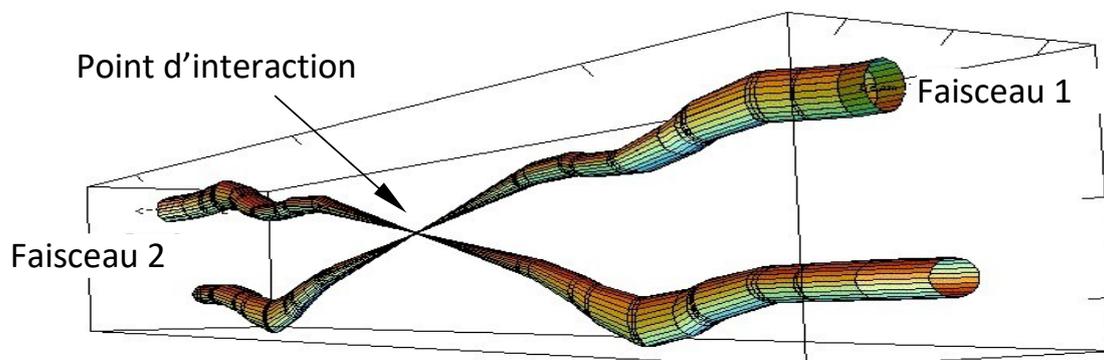


Illustration 18 : La forme de l'enveloppe des faisceaux doit pouvoir varier le long de leur trajectoire. Un minimum de 700 m est nécessaire pour focaliser le faisceau de chaque côté du point d'interaction afin d'obtenir la densité de particules nécessaire pour le programme de recherche prévu.

Pour la machine hadronique, l'énergie de collision des particules doit être optimisée dans la configuration prise pour hypothèse, en tenant compte de la technologie des aimants supraconducteurs potentiellement disponibles et des limites de consommation d'énergie. Pour une longueur totale d'arcs de 77 km (par opposition aux 83,75 km de la configuration de base postulée dans le rapport technique de conception), l'intensité du champ magnétique nécessaire augmenterait de 16 à 17,5 teslas, ce qui nécessiterait la mise au point d'un nouveau type de matériau supraconducteur (Illustration 19). Étant donné le faible degré de maturité de la technologie et la nécessité de produire en série des milliers d'éléments, de tels développements ne peuvent être envisagés que sur un horizon d'au moins 25 ans.

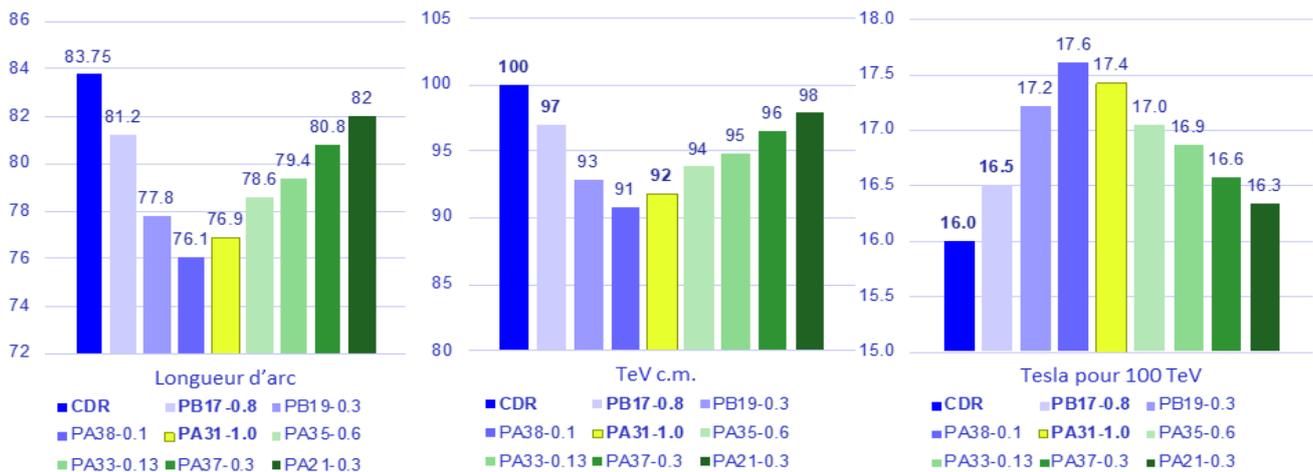


Illustration 19: Exemples mettant en évidence l'impact de la longueur d'arc, donc de la circonférence, sur l'énergie de collision atteinte (centre de masse) et sur l'intensité du champ magnétique nécessaire à l'aimant de courbure du collisionneur de hadrons.

Par conséquent, pour les deux machines, il est nécessaire, pour la configuration étudiée, d'estimer les pertes d'énergie et les performances des éléments critiques de l'accélérateur de particules (par exemple les aimants de courbure, les aimants de focalisation et les cavités radiofréquence) et leurs caractéristiques essentielles requises doivent être considérées comme technologiquement réalisables aux échéances envisagées (disponibilité dans les 15 ans pour le collisionneur de leptons et dans les 35 ans pour le collisionneur de hadrons pour la production en série et l'installation, y compris la recherche et développement, la fabrication de prototypes et la présérie).

La réalisation des objectifs de performance scientifique requiert une circonférence du collisionneur de particules supérieure à 90 km, ce qui a entraîné la définition de limites inférieures acceptables de courbure pour les deux machines.

Ces travaux de conception préliminaire nécessitent une équipe d'environ 15 personnes pendant une période continue d'environ trois mois. Une fois qu'un scénario particulier est envisagé, il doit être analysé de manière plus approfondie, ce qui requiert environ six mois supplémentaires de travail avec le même nombre de personnes. C'est pourquoi seuls deux scénarios de configuration de base (l'un comprenant douze sites, l'autre huit sites) ont pu être initialement envisagés et qu'un nombre limité de scénarios peut être retenu pour une analyse plus détaillée avant le lancement d'une étude de faisabilité technique.

2.6. DÉTERMINATION DE LA CONFIGURATION ET DE L'EMPLACEMENT (ÉTAPE 2, DÉVELOPPER)

Afin de déterminer la configuration et l'emplacement, il convient tout d'abord de définir un ensemble de zones présentant un intérêt sur la base de la configuration initiale du collisionneur de particules et des emplacements approximatifs des sites de surface désignés en se fondant sur les cartes des contraintes territoriales et géologiques.

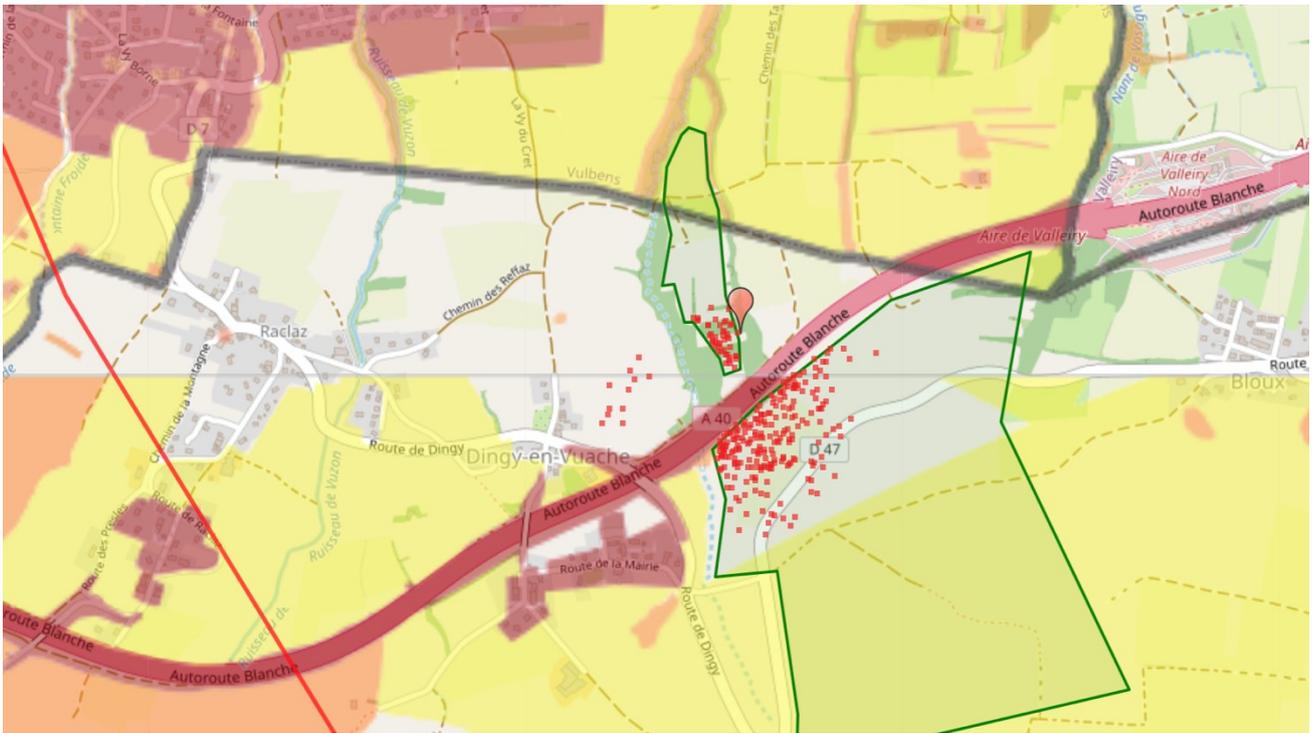


Illustration 20 : Exemple de recherche automatisée d'un scénario initial comprenant huit sites. L'image montre deux régions intéressantes, envisagées sur la base des études cartographiques, de l'analyse de documents de planification urbaine et de la réalisation d'entretiens avec des personnes connaissant les aspects régionaux comme la DDT 74. L'image montre que, en combinaison avec les sept autres zones cibles, les points rouges, qui représentent les points milieux de la section droite s'étendant sur 700 m de part et d'autre du point d'interaction, se concentrent dans une zone assez restreinte. De nombreux points se situent dans les zones à privilégier, mais certains scénarios se retrouvent également en dehors de ces zones. Des études plus détaillées examineront la pertinence de ces scénarios qui n'entrent pas dans ces zones à privilégier. Ces études automatisées permettent également de repérer des types de scénarios récurrents grâce aux regroupements de points.

Un outil de recherche semi-automatique utilisant une génération aléatoire d'emplacement permet de mettre en évidence des scénarios d'emplacement à analyser (voir une vue en gros plan d'un processus de recherche semi-automatique d'un site de surface particulier dans l'illustration 20). Des polygones situés à divers endroits, considérés comme potentiellement appropriés, sont dessinés manuellement dans cet outil, et ce, en fonction des contraintes de surface et souterraines déjà définies. Un algorithme génère ensuite de manière aléatoire des scénarios d'emplacement pour un ensemble spécifique de paramètres du collisionneur de particules (nombre de sites de surface, nombre de cellules d'arc, donc circonférence totale). Pour cela, l'algorithme déplace un point de départ initialement défini dans un polygone de départ également défini (longitude et latitude) en faisant tourner le collisionneur de particules dans des limites définies. L'algorithme permet également de modifier automatiquement les longueurs acceptables des sections droites entre les portions d'arcs. Le polygone de départ et les paramètres variables sont également choisis de manière à obtenir des performances scientifiques acceptables et à pouvoir créer, à terme, des lignes de transfert reliant le nouveau collisionneur de particules aux accélérateurs de particules existants du CERN (SPS et/ou LHC).

Une version interactive de l'outil de recherche d'emplacement peut être consulté et utilisé sur le Web :

https://fcc-gis-data.web.cern.ch/fcc-gis-data/FFE/v02b/FFE3_8P.html

Après cette recherche initiale, tous les emplacements générés aléatoirement dont les points nominaux se situent à l'extérieur des polygones définis (les quatre sites d'interaction qui nécessitent des puits d'accès situés à une localisation précise et un espace suffisant à la surface) sont rejetés.

Les points identifiés étant généralement regroupés, les autres scénarios sont examinés par « types de scénarios » et un modèle-type de scénario est déterminé sur la base de ces regroupements de points, permettant une analyse plus détaillée.

À l'étape suivante (étape 3, Contrôler), des versions soigneusement sélectionnées de ces types de scénarios seront importées dans trois outils distincts pour une analyse approfondie :

1. Un outil d'optimisation de la profondeur du tunnel (*tunnel optimisation tool*, TOT²⁶) ;
2. Un flux de travail pour l'optique des faisceaux et le transfert de faisceaux qui s'appuie sur le logiciel de conception d'accélérateurs MAD-X²⁷ ;
3. Un système d'information géographique (SIG²⁸).

L'outil d'optimisation de tunnel permet de réaliser un recouplement entre le tracé circulaire à différentes profondeurs et un modèle 3D du sous-sol. Cette étape est utilisée pour élaborer un scénario à une profondeur spécifique avec une inclinaison spécifique autour de deux axes (Illustration 21).

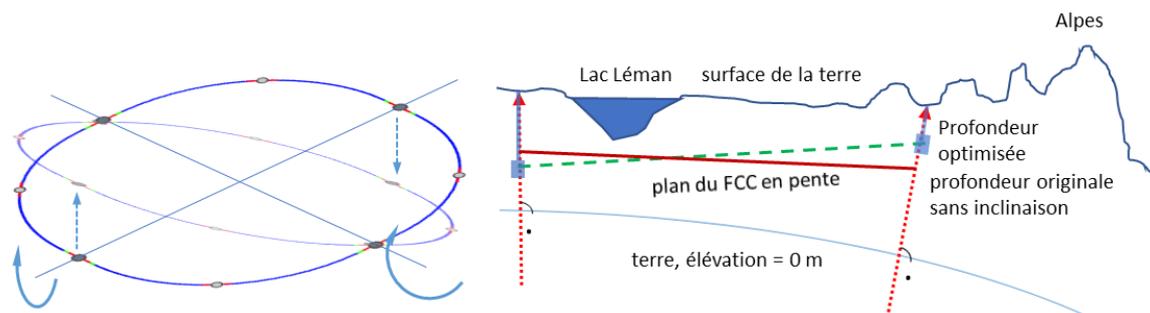


Illustration 21 : Sélection d'une profondeur et d'une inclinaison de l'anneau autour de deux axes dans le but d'analyser les conditions géologiques et la profondeur des puits.

L'outil d'optimisation de la profondeur du tunnel indique les couches géologiques rencontrées et fournit des informations sur la profondeur des puits aux emplacements théoriques des points milieux. Il est important de garder à l'esprit que, à ce stade de l'étude, ces informations sont encore imprécises pour les deux raisons expliquées ci-dessous.

Premièrement, la qualité du modèle volumétrique (en 3D) du sous-sol nécessite des données nombreuses fournies par des tiers. Actuellement, on ne dispose que de rares informations sur plusieurs zones considérées comme décisives pour la faisabilité du projet. Par interpolation entre des emplacements dont les informations sont connues, on obtient des informations plus ou moins précises sur l'état du sous-sol en fonction des données disponibles et de la façon dont ces données ont été traitées par le passé. Le positionnement en profondeur ne peut donc être considéré aujourd'hui que comme approximatif, insuffisant pour confirmer les conditions de faisabilité du point de vue du génie civil. Des études géophysiques et géotechniques spécifiques sont indispensables dans les zones critiques pour obtenir davantage d'informations sur la stabilité du sol et sur les interfaces entre les différentes couches géologiques.

²⁶ <https://accelconf.web.cern.ch/ipac2015/papers/tupty033.pdf>

²⁷ <https://mad.web.cern.ch/mad/>

²⁸ https://ge.ch/sitg/media/sitg/files/documents/cern_fcc_sitg_corrige.pdf

Les lignes de transfert ne doivent pas dépasser certaines courbures, qui s'étendent dans trois dimensions dans l'espace : la courbure latérale, la courbure verticale et l'inclinaison de la pente des lignes de transfert. La pente est limitée par le refroidissement des équipements, en particulier des aimants supraconducteurs, qui nécessite le pompage de fluides cryogéniques (par exemple, hélium liquide, voire hélium suprafluide). À nouveau, des courbures trop prononcées entraîneraient des pertes d'énergie inacceptables et nécessiteraient des aimants dont l'intensité de champ ne peut potentiellement pas être atteinte, d'un point de vue technologique. L'illustration 24 ci-dessous donne une idée du type de travail à effectuer à cette étape pour chacun des scénarios.

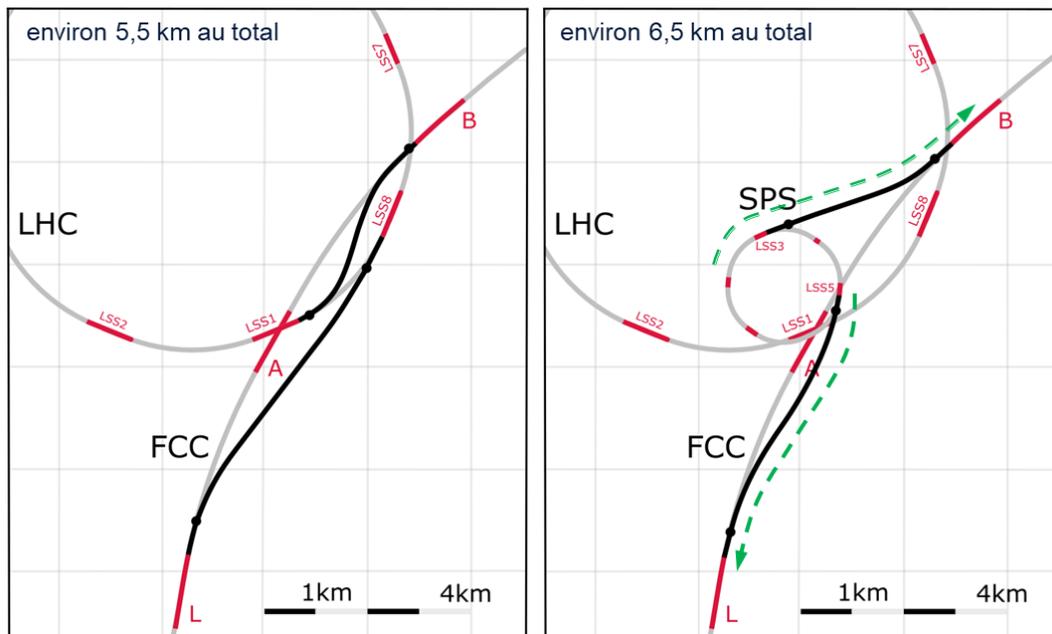


Illustration 24 : Exemple d'analyse des courbures et des distances des lignes de transfert en provenance du LHC et du SPS pour le scénario initial du FCC. L'analyse met également en évidence les caractéristiques techniques que les éléments de la ligne de transfert doivent posséder (principalement les intensités de champ magnétique requises des aimants, qui indiquent si l'utilisation d'aimants résistifs est possible, la technologie d'aimants supraconducteurs envisageable ou l'irréalisabilité du scénario en raison de difficultés techniques).

Une optimisation des lignes de transfert a été faite pour le scénario de référence actuel, conduisant à une diminution importante des longueurs entre le FCC, le SPS et le LHC (voir Tableau 6). En effet, le scénario d'emplacement permet d'utiliser en partie des tunnels existants du CERN (Illustration 25), ce qui entraîne une réduction du coût du projet, une accélération du calendrier de construction et une diminution des nuisances pour les résidents du secteur. La liaison entre le FCC et le LHC a été également optimisée (Illustration 26).

Tableau 6 : Longueur des lignes de transfert du scénario de référence PA31.

Ligne de transfert	Longueur du tunnel
Prévessin - FCC	1,4 km (4,4 km au total, utilisant 3 km de tunnel existant, 1,4 km à construire)
FCC - SPS	4,5 km
FCC - LHC	4,7 km

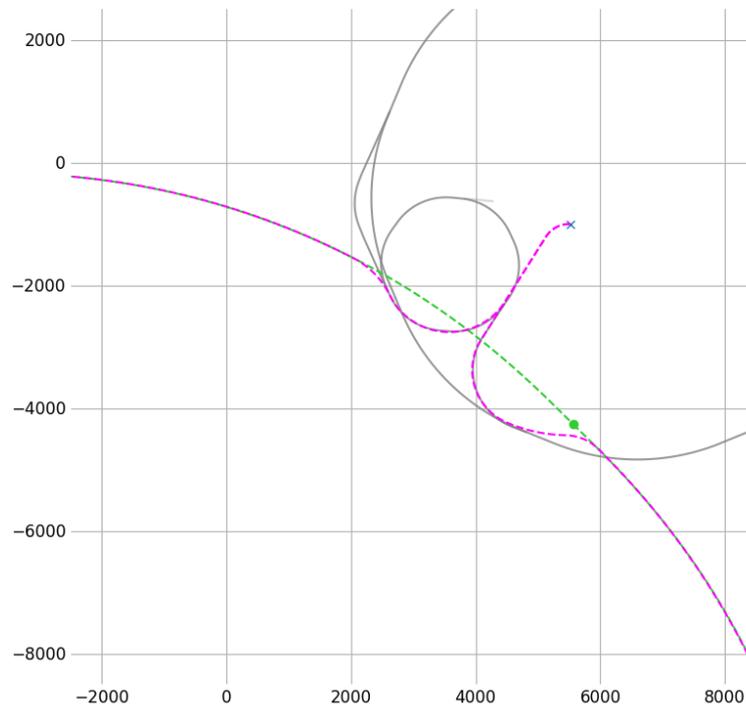


Illustration 25 : Concept de ligne de transfert (couleur magenta) entre le site CERN Préveessin (indiqué par x sur l'illustration) et le FCC (anneau en vert). Le SPS est le petit anneau en gris et le LHC est le grand anneau en gris.

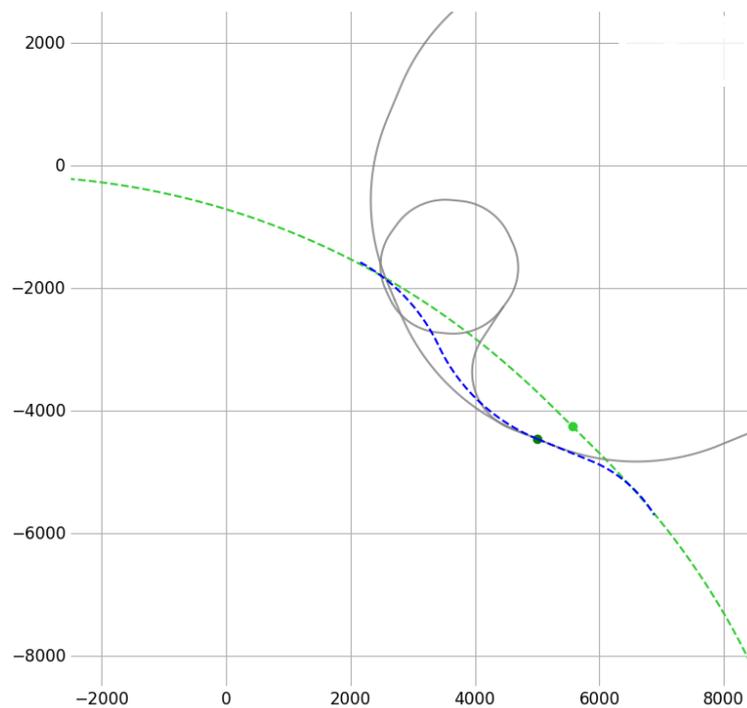


Illustration 26 : Concept de ligne de transfert entre le FCC (en vert) et le LHC (grand anneau en gris) ou le FCC (en vert) et le SPS (petit anneau en gris).

2.7. ANALYSE MULTICRITÈRES (ÉTAPE 3, CONTRÔLER)

Un schéma d'analyse multicritères a été développé en s'inspirant d'une approche présentée par le Cerema dans ses lignes directrices pour l'analyse environnementale des infrastructures linéaires de transport²⁹. Cette approche a été complétée en utilisant les *Directives internationales pour les parcs industriels* de l'ONUDI, publiées en novembre 2019³⁰.

Comme l'exigent les cadres réglementaires en France et en Suisse, le projet est compris de manière large, en étendant l'analyse à différents aspects tels que les parties prenantes indirectement concernées, les facteurs juridiques, réglementaires, sociaux et économiques, les réseaux (routes, voies ferrées, eau, électricité, canaux, infrastructures de service public et de sécurité), le patrimoine, l'aspect visuel, les nuisances (bruit, poussière, lumière, odeur, pollution) et les bénéfices potentiels. Comme l'explique le guide du Cerema (page 103), cette approche peut ensuite, au cours des phases ultérieures du projet, être utilisée pour rendre compte de l'intérêt respectif de chaque scénario et contribuer à l'élaboration transparente des mesures de réduction, de compensation et d'accompagnement. En Suisse, plus spécifiquement au niveau du canton de Genève, un parallèle peut être fait avec l'outil d'accompagnement de l'évaluation environnementale stratégique (EES). Lorsque des plans, des programmes ou des projets (PPP) sont élaborés, l'EES est parfois conçue pour assurer une prise en compte systématique et précoce des enjeux environnementaux et de la santé humaine, comme le prévoit la loi sur la protection de l'environnement. Elle constitue ainsi un outil d'aide à la décision et de pesée des intérêts selon plusieurs scénarios³¹.

L'analyse multicritères permet d'aboutir à une analyse qualitative normalisée et de comparer le caractère adéquat de différents scénarios. Son utilisation au cours du processus d'élaboration de scénarios permet de repérer rapidement les types de scénarios qui présentent des avantages ou des inconvénients notables et de déterminer si les différences entre les scénarios sont majeures ou mineures. Cette approche présente également l'avantage d'apporter des éclaircissements sur les éléments qui influent le plus ou le moins sur la valeur du scénario et guide donc l'élaboration de nouveaux types de scénarios. Cette approche est ensuite utilisée dans les étapes ultérieures d'optimisation, par exemple en ce qui concerne le déplacement des puits et des sites de surface vers des endroits plus appropriés et la prise en compte de la disponibilité des infrastructures existantes (par exemple, routes, voies ferrées, fourniture et traitement de l'eau, électricité), des documents de planification urbaine (PLU, PLUi, PADD, SCoT, PDcn, PDcom) et des synergies et des opportunités (par exemple, fourniture de chaleur résiduelle, partage d'infrastructures techniques ou réduction des distances de transport).

²⁹ Cerema, *L'évaluation environnementale des projets d'infrastructures linéaires de transport*, document mis à jour en 2020, p. 69 : <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/evaluation-environnementale-projets-infrastructures>

³⁰ https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-08/IP_FR_spreads.pdf

³¹ État de Genève, DT, OCEV, SERMA, *Évaluation environnementale stratégique - Guide d'aide à l'exécution*, décembre 2022 : <https://www.ge.ch/document/guide-evaluation-environnementale-strategique>

La liste macroscopique est constituée de **neuf catégories de critères**, comprenant chacune plusieurs critères détaillés. Ces critères couvrent les différentes thématiques du projet et ont permis au CERN d'effectuer des analyses multicritères des différents scénarios lors des premières phases de l'étude. **32 critères sont pris en compte** :

1. Statut du terrain

- 1.1. Disponibilité des parcelles
- 1.2. Un titre clair et net
- 1.3. Prix de la parcelle
- 1.4. Temps d'acquisition et difficultés attendues pendant l'obtention des droits
- 1.5. Coût du développement

2. Connectivité

- 2.1. Distance par rapport aux infrastructures de transport, industrielles et autres
- 2.2. Distance par rapport aux zones peuplées

3. Matières premières et services

- 3.1. Disponibilité des matières premières pour la construction et des ressources pour l'exploitation
- 3.2. Proximité des prestataires de services

4. Caractéristiques physiques

- 4.1. Taille et forme des parcelles
- 4.2. Topographie
- 4.3. Profondeur des puits
- 4.4. Conditions de drainage et d'assainissement pour la construction
- 4.5. État des sols en surface
- 4.6. Ressources en eau
- 4.7. Accessibilité
- 4.8. Conditions du sous-sol (physiques)
- 4.9. Conditions du sous-sol (réglementaires)

5. Infrastructures

- 5.1. Accessibilité de l'énergie électrique
- 5.2. Réseau de communication
- 5.3. Eau à usage industriel
- 5.4. Eau potable
- 5.5. Points d'évacuation des eaux usées, de collecte des eaux pluviales, d'élimination et de traitement
- 5.6. Zones de stockage et de traitement temporaire pendant la construction

6. Facteurs environnementaux et sociaux

- 6.1. Contraintes environnementales existantes
- 6.2. Faune et flore
- 6.3. Existence de contraintes de construction
- 6.4. Contraintes environnantes adjacentes
- 6.5. Nuisances
- 6.6. Disponibilité et accessibilité de la main-d'œuvre
- 6.7. Engagement des collectivités locales
- 6.8. Soutien de la société civile

7. Configuration

- 7.1. Géométrie
- 7.2. Taille
- 7.3. Lignes de transfert

8. Coût

9. Risques liés à la mise en œuvre

Pour chaque scénario, six macro-critères sont déterminés pour chacun des emplacements candidats pour les sites de surface de ce scénario (statut du terrain, connectivité, matières premières et services, caractéristiques physiques, infrastructures, facteurs environnementaux et sociaux) et trois critères de haut niveau sont déterminés pour le scénario global (configuration, coût et risque).

Tableau 7: Critères appliqués pour évaluer chaque emplacement candidat pour les sites de surface d'un scénario.

Critère	Description	-2	-1	0	+1	+2
STATUT DU TERRAIN						
Disponibilité des parcelles	Quel est le niveau de difficulté pour avoir le terrain disponible pour le site ?	Construites et difficiles à obtenir	Construites	Réservées	Nues avec contraintes	Nues et disponibles
Un titre clair et net	Quel est le niveau de difficulté pour obtenir juridiquement les droits sur les parcelles ou la propriété des parcelles de terrain ?	Très difficile	Difficile	Neutre	Facile	Parcelles mises à disposition par une entité (État ou collectivités)
Prix de la parcelle	Quel est le coût prévu du terrain ?	Très cher	Cher	Normal	Peu cher	Pas cher ou gratuit
Temps d'acquisition et difficultés attendues pendant l'acquisition	Quels sont les délais prévus et les défis à relever pour obtenir les droits d'utilisation du site pour la construction et l'exploitation ?	Très longs ou difficiles	Longs et difficiles	Longs	Normaux et faciles	Courts et faciles
Coût du développement	Quel est le coût prévu pour développer le terrain afin qu'il réponde aux besoins du projet ?	Très cher	Cher	Normal	Peu cher	Pas cher ou gratuit
CONNECTIVITÉ						
Distance par rapport aux infrastructures de transport, industrielles et autres	Quelle est la distance entre le site et les infrastructures pertinentes requises ?	Très loin	Loin	Neutre	Proches	Très proches
Distance par rapport aux zones peuplées	Quelle est la distance entre le site et les zones peuplées qui seront gênées par la construction et l'exploitation ?	Très proches	Proches	Neutre	Loin	Très loin

Critère	Description	-2	-1	0	+1	+2
MATIÈRES PREMIÈRES ET SERVICES						
Disponibilité des matières premières	Quelle est la situation concernant l'accessibilité des matériaux (p. ex. béton, acier, câbles) ?	Très loin	Loin	Neutre	Proches	Très proches
Proximité des prestataires de services	Comment est prévue l'accessibilité des services d'exploitation du site (y compris la main-d'œuvre pour l'exploitation) ?	Très loin	Loin	Neutre	Proches	Très proches
CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES						
Taille et forme des parcelles	Quel est l'espace disponible ? La forme du site est-elle favorable pour le projet ?	Défavorable ou trop petite	Petite	Normale	Satisfaisante	Plus d'espace que nécessaire
Topographie	Dans quelle mesure les conditions topographiques sont-elles bénéfiques ou défavorables ?	Défavorables ou en pente	Aménagements nécessaires	Acceptables	Adaptées	Bénéfiques pour le projet
Profondeur de puits	Quelle est la profondeur du puits ?	Très profond (> 300 m)	Profond (250 à 300 m)	Acceptable (170 à 250 m)	Peu profond (100 à 170 m)	Très peu profond (< 100 m)
Conditions de drainage et d'assainissement	Dans quelle mesure les conditions de drainage sont-elles difficiles ou avantageuses pendant la construction ?	Difficiles	Aménagements nécessaires	Acceptables	Adaptées	Avantageuses pour le projet (p. ex. : gravité)
État des sols (surface)	Dans quelle mesure les conditions du sol sont-elles difficiles/avantageuses pour la construction (p. ex. : sol boueux, gonflé ou instable) ?	Difficiles	Aménagements nécessaires	Acceptables	Adaptées	Avantageuses pour le projet

Critère	Description	-2	-1	0	+1	+2
Ressources en eau	Quel est le niveau de ressources en eau prévu pour le fonctionnement (refroidissement) ?	Difficile	Aménagements nécessaires	Acceptable	Adapté	Avantageux pour le projet
Accessibilité	Quel est le niveau de difficulté d'accès au site pour les besoins de la construction (existence de routes, gabarit en hauteur et en largeur, structure) ?	Difficile	Aménagements nécessaires	Acceptable	Adapté	Avantageux pour le projet
Conditions du sous-sol (physiques)	Quel est le niveau des risques techniques en ce qui concerne les constructions souterraines ?	Risque élevé	Risque modéré	Neutre	Bon	Bon avec réutilisation potentielle
Conditions du sous-sol (réglementaires)	Quelle est l'importance des contraintes relatives aux constructions souterraines ?	Contraintes majeures	Contraintes mineures	Procédures de contrôle seulement	Procédures normales	Pas de contraintes
INFRASTRUCTURES						
Accessibilité de l'énergie électrique	Quel est le niveau de difficulté pour amener l'électricité sur le site ?	Isolé et difficile	Isolé et faisable	Moyen et faisable	Proche et faisable	Très proche
Réseaux de communication	Quel est le niveau de disponibilité prévu des réseaux de communication (données et voix) ?	Isolés et difficile	Isolés et faisable	Moyens et faisable	Proches et faisable	Très proches
Eau à usage industriel	Quel est le niveau de disponibilité prévu de l'eau industrielle ?	Isolé et difficile	Isolé et faisable	Moyen et faisable	Proche et faisable	Très proche
Eau potable	Quel est le niveau de disponibilité prévu de l'eau potable ?	Isolé et difficile	Isolé et faisable	Moyen et faisable	Proche et faisable	Très proche

Critère	Description	-2	-1	0	+1	+2
Points d'évacuation des eaux usées, de collecte des eaux pluviales, d'élimination et de traitement	Quelle est la situation concernant le drainage et les capacités d'élimination et de traitement à des fins d'exploitation ?	Isolé et difficile	Isolé et faisable	Moyen et faisable	Proche et faisable	Très proche
Zones de stockage et de traitement temporaire pendant la construction	Quelle est la situation de l'espace relatif au stockage temporaire pendant la construction ?	Isolé et difficile	Isolé et faisable	Moyen et faisable	Proche et faisable	Très proche
FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX						
Contraintes environnementales existantes	Quel est le niveau des contraintes identifiées pour les parcelles qui appartiennent au site ?	Contraintes élevées	Contraintes modérées	Pas de contraintes	Environnement plutôt favorable	Environnement favorable et synergies potentielles (opportunités)
Faune et flore	Quelle est la probabilité de rencontrer des espèces protégées et d'interférer avec des corridors écologiques ?	Extrêmement élevée	Élevée	Moyenne	Basse	Négligeable
Existence de contraintes de construction	Quel est le niveau des contraintes identifiées pour les parcelles qui appartiennent au site (p. ex. : construire un pont suffisamment large pour la rivière) ?	Difficulté potentiellement insurmontable	Contraintes élevées	Contraintes normales attendues	Pas de contraintes particulières connues	Constructible immédiatement
Contraintes environnantes adjacentes	Quel est le niveau de contraintes autour du site (p. ex. : visibilité, covisibilité, impact visuel sur le paysage) ?	Contraintes élevées	Contraintes modérées	Pas de contraintes	Environnement plutôt favorable	Environnement favorable et synergies potentielles (opportunités)

Critère	Description	-2	-1	0	+1	+2
Nuisances	Quel est le niveau de nuisances potentielles générées par une implantation sur le site (bruit, poussière, circulation, pollution, etc.) ?	Extrêmement élevé	Élevé	Moyen	Bas	Négligeable
Disponibilité et accessibilité de la main-d'œuvre	Dans quelle mesure est-il facile/difficile de transporter les travailleurs et les opérateurs vers et depuis le site (distance, modalités différentes) ?	Isolé et difficile	Isolé et faisable	Moyen et faisable	Proche et faisable	Très proche
Participation des collectivités locales	Quel niveau d'aide à la construction sur les parcelles peut être accordé par les autorités locales ?	Non recommandé	Non encouragé	Neutre	Recommandé	Encouragé
Soutien de la société civile	Quelle sera la probabilité de rencontrer une opposition à la construction sur les parcelles ?	Difficulté insurmontable	Opposition	Neutre	Plutôt favorable	Favorable

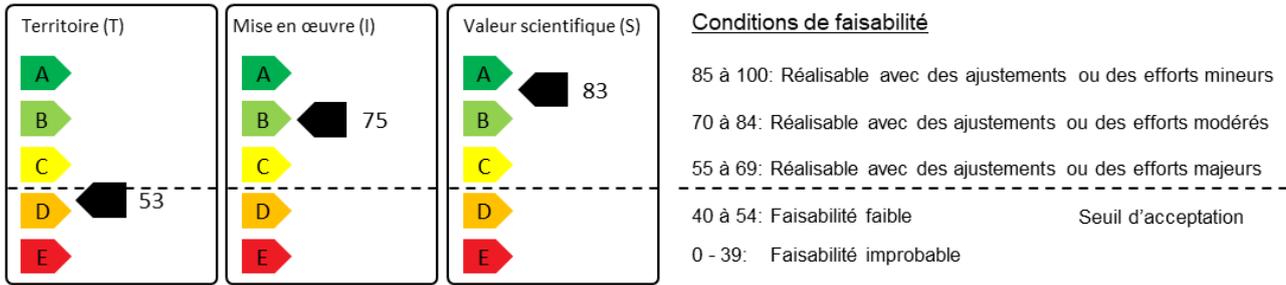
Tableau 8 : Critères pris en compte pour le scénario dans son ensemble.

Critère	Description	-2	-1	0	+1	+2
CONFIGURATION						
Géométrie	Dans quelle mesure la géométrie diffère-t-elle de la géométrie idéale ?	Le déplacement affecte notablement les performances physiques.	Le déplacement affecte les performances physiques de façon acceptable.	Les puits d'accès sont déplacés sans impact sur les performances physiques, mais les fonctionnalités pourraient être réduites.	Les puits d'accès sont déplacés de façon mineure, sans impact sur les performances physiques ou les fonctionnalités.	Conforme aux calculs
Taille	Quelle est la taille de l'anneau ?	<= 89 km	> 89 km <= 90 km	> 90 km <= 93 km	> 93 km <= 96 km	> 96 km
Lignes de transfert	Comment se font les liaisons au SPS et LHC par les lignes de transfert ?	À la limite du techniquement possible ou très longues	Difficiles à construire ou longues	Comme dans le rapport préliminaire de conception (faisable et acceptable)	Faciles à construire ou courtes, mais seulement pour une des machines (SPS ou LHC)	Faciles à construire ou courtes pour les deux machines (SPS et LHC)
COÛT						
Coût de construction	Quel est le coût attendu ?	Plus de 10 % plus cher que dans le scénario du rapport préliminaire de conception (CDR) (> 20 %)	5 à 10 % plus cher que dans le scénario du CDR	Comparable à ce qui figure dans le scénario du CDR (moins de 5 % de différence de coût)	5 à 10 % moins cher que dans le scénario du CDR	Plus de 10 % moins cher que dans le scénario du CDR
RISQUES						
Risques liés à la mise en œuvre du projet	Quel est le niveau de risque lié à la mise en œuvre (p. ex. : en tenant compte des failles géologiques) ?	Très élevé	Plus élevé que dans le scénario du CDR	Comparable à ce qui figure dans le scénario du CDR	Moins élevé que dans le scénario du CDR	Bien moins élevé que dans le scénario du CDR

Une feuille de calcul est utilisée pour attribuer à chaque critère une note qualitative comprise entre -2 et +2, selon une grille d'évaluation définie (voir liste). La note « 0 » représente une évaluation neutre de l'indicateur. Pour chaque critère de haut niveau, les notes des sous-critères qui le composent sont additionnées pour fournir un indicateur de ce critère. La feuille de calcul indique également les notes des macro-critères et présente, pour la totalité des critères, une note finale sous la forme d'un pourcentage compris entre 0 et 100. Enfin, les valeurs des critères sont synthétisées pour fournir des indicateurs pour 1) l'excellence scientifique, 2) l'intérêt territorial et 3) le caractère adéquat de la mise en œuvre du projet. Cette approche permet non seulement d'estimer rapidement la valeur d'un scénario et de le comparer à d'autres, mais aussi de mettre en évidence les critères insuffisamment connus et nécessitant une étude approfondie.

L'attribution de valeurs pour les indicateurs qualitatifs s'appuie sur un processus collaboratif de l'équipe pluridisciplinaire, fondé sur des études cartographiques et l'analyse de bases de données, les entretiens sur les tracés les plus adaptés effectués avec le personnel des services administratifs des deux États hôtes (par exemple, DT, GESDEC, OCEV, OCAN, OCT, DDT 01 et DDT 74), la consultation d'experts œuvrant dans différents domaines techniques (Cerema, Ecotec, HydroGéo, ILF, GADZ, concepteurs d'accélérateurs de particules travaillant dans de nombreux instituts partenaires, géologues employés dans de nombreuses universités partenaires) et les retours des acteurs locaux pendant les réunions de travail avec les municipalités, les intercommunalités et des élus. Le fait de se contenter d'additionner et de calculer la moyenne des valeurs constitue un inconvénient de cette approche : dans certains cas, un obstacle lié aux aspects territoriaux ou scientifiques ou à la mise en œuvre du projet peut exister. Cependant, le calcul de la moyenne fait qu'une seule valeur faible dégradera le classement général, mais ne fera pas nécessairement apparaître le point de blocage dans la synthèse. L'analyse multicritères doit donc être complétée par une évaluation globale du scénario, laquelle mettra en évidence l'intérêt potentiel d'un scénario qui le rend particulièrement préférable aux autres ou qui indiquera si le scénario est difficile ou irréalisable. Ainsi, les scénarios présentant des obstacles continuent d'être analysés et enregistrés, mais ils sont rejetés même si la valeur d'un indicateur thématique (performance scientifique, compatibilité territoriale ou mise en œuvre du projet) est supérieure à la valeur de seuil acceptable pour cet élément. On peut citer comme exemple de telles situations la forte probabilité de faire face à des caractéristiques géologiques qui exposeraient le projet à un risque élevé inacceptable (rencontre de karst, traversée d'une faille, présence d'aquifères à haute pression), l'opposition quasi certaine et inacceptable à un site de surface en raison de son incompatibilité avec des politiques de développement locales ou régionales, une circonférence de collisionneur qui ne permettrait pas de mener le programme de recherche scientifique pour des raisons techniques ou ne permettrait pas la viabilité de son exploitation (par exemple, une circonférence de collisionneur nettement inférieure à 91 km). Le classement est mis en évidence dans des diagrammes récapitulatifs comme ceux représentés dans la section 3.4. Un exemple est présenté dans l'illustration 28.

Les enjeux territoriaux (T), de mise en œuvre (**implementation, I**) et **scientifiques (S)** peuvent être facilement visualisés et comparés grâce à cette approche qualitative normalisée. L'illustration 28 met en évidence l'intérêt de l'hypothèse de travail actuelle PA31, qui en fait un scénario privilégié par rapport aux autres pour l'analyse territoriale et technique détaillée. La vue d'ensemble montre aussi clairement que les scénarios comprenant douze sites ne répondent pas aux conditions requises pour être soumis à une étude approfondie. L'illustration montre également les limites de l'analyse multicritères : par exemple, deux emplacements de sites de surface du scénario PA0 avec douze sites sont situés dans des zones considérées comme des points de blocage, mais cela est seulement visible dans l'affiche individuelle de chaque site. La seule approche synthétique en trois colonnes ne permet cependant pas de visualiser ces critères d'exclusion et doit par conséquent être complétée par une brève description textuelle.



PA0-0.1	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	Tracé	Total	
FCC-ee	EXP			RF			EXP			RF			97,75 km		
FCC-hh	EXP	EXP	Cryo		Cryo	Col		RF	Cryo	Col	Cryo	EXP			
Site															
Score	89	52	51	61	75	40	41	36	49	45	33	36	84	53	

Illustration 28 : Exemple de visualisation de la synthèse de l'analyse multicritères d'un scénario (PA0-0.1). Le scénario semble faisable, même si la faisabilité territoriale serait faible. En réalité, en examinant chaque site, on peut constater de nombreux points de blocage.

2.8. ÉVITER-RÉDUIRE-COMPENSER (ÉTAPE 4, AJUSTER)

Une fois que la version plus détaillée obtenue à l'issue de l'étape 3 (Contrôler) a été jugée intéressante pour un scénario, l'approche Éviter-Réduire-Compenser (ERC) est de nouveau utilisée pour élaborer une nouvelle version de ce scénario, laquelle servira à son tour de point de départ pour de nouvelles itérations. Il est alors possible de modifier la configuration et l'emplacement dans certaines limites afin de trouver éventuellement un meilleur scénario, comme l'indique le Tableau 9 ci-dessous.

Tableau 9 : Possibilités d'ajustement du scénario de configuration et d'emplacement.

Possibilités de modification de la configuration et de l'emplacement	Description et limites
Déplacement de l'ensemble du scénario	Déplacement vers le nord, le sud, l'ouest et l'est, à l'intérieur du périmètre d'étude établi, en veillant à ce qu'une liaison avec les accélérateurs du CERN reste possible.
Rotation de l'ensemble du scénario	Sélectionner le point milieu d'une section droite et faire pivoter l'ensemble du scénario dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, afin de garantir qu'une liaison avec les accélérateurs du CERN reste possible. Les sites de surface proches du point de pivot seront moins déplacés que les sites de surface plus éloignés.
Déplacements de sites techniques	<p>Déplacement dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens contraire des aiguilles d'une montre des puits d'accès et des sites de surface vers des points techniques ne dépassant pas les extrémités des sections droites (généralement moins de 1 000 m de chaque côté), en limitant autant que possible les déplacements afin de ne pas accroître les exigences de performance et de fiabilité des systèmes techniques.</p> <p>Possibilité d'éloigner un puits d'accès et un site de surface du tunnel du collisionneur. Le nouvel emplacement se situe de préférence à l'intérieur de l'anneau. Un emplacement à l'extérieur n'est pas exclu, mais induit des surcoûts significatifs. Par consensus entre tous les domaines d'ingénierie techniques, le déplacement est limité à 400 m, ce qui nécessite un tunnel d'accès horizontal entre le puits et le collisionneur au niveau du tunnel du collisionneur.</p>
Sites de surface fractionnés	Possibilité d'établir des sites de surface fractionnés pour lesquels les infrastructures essentielles pour l'exploitation sont situées à proximité du puits (p. ex. : installations de ventilation et de refroidissement) alors que les autres infrastructures peuvent être situées à une distance allant jusqu'à 500 m (p. ex. : sous-station électrique, tours de refroidissement, station de traitement des eaux).

Réduction de la superficie des sites de surface	<p>En ce qui concerne les besoins initiaux formulés en 2014 (12 x 9 ha = 108 ha), les exigences relatives aux sites de surface³² fixées en 2014 ont servi de base de travail pour l'étude d'emplacement, nécessitant un total de 62 ha (9 ha pour un site d'expérience primaire, 6 ha pour un site d'expérience secondaire et 4 ha pour un site technique, pour la configuration comprenant 12 sites).</p> <p>Adaptation du périmètre des sites en fonction des conditions topographiques et de l'environnement, en acceptant une réduction des possibilités pour le chargement, le déchargement, l'installation et la création de zones tampons et de zones de renaturation.</p> <p>Suppression des puits d'accès pour les interventions d'installation, de maintenance et de réparation, en acceptant une augmentation du coût et de la complexité pour les phases d'installation et d'exploitation.</p>
Modification des sections droites aux points d'interaction	<p>Élargissement ou réduction des sections droites aux points d'interaction. La longueur totale ne doit pas être inférieure à 1 400 m.</p> <p>Toutes les sections droites doivent être modifiées selon le même paramètre pour toujours être de la même longueur.</p>
Modification des sections droites techniques	<p>En fonction de la configuration (8 ou 12 sites), différents types de sections droites peuvent être agrandis ou réduits.</p> <p>Dans le scénario initial comprenant 12 sites, la longueur minimale acceptable des 4 petites sections droites est de 1 400 m et la longueur minimale des 2 sections droites longues est de 2 800 m. Un agrandissement excessif des sections droites entraînerait un gaspillage de matériaux et de fonds.</p> <p>Dans le scénario comprenant 8 sites, la longueur minimale acceptable des 4 sections droites techniques est de 2 032 m, afin de permettre l'intégration des équipements.</p> <p>Toutes les sections droites d'un même type (section courte ou section longue) doivent être modifiées selon le même paramètre pour avoir la même longueur.</p>
Modification de la taille des arcs	<p>En fonction de la configuration (8 sites ou 12 sites), les arcs peuvent être agrandis ou réduits en ajoutant ou en retirant des cellules d'arc du collisionneur de particules.</p> <p>Dans la configuration comprenant 8 sites, tous les arcs doivent être modifiés selon le même paramètre pour toujours être de la même longueur.</p> <p>La configuration comprenant 12 sites possède des arcs courts et des arcs longs. Tous les arcs d'un même type (arc court ou arc long) ont la même longueur.</p>
Modification de la circonférence totale	<p>La circonférence totale peut être légèrement ajustée (environ dix mètres), en insérant ou en retirant des espaces de quelques centimètres de long, répartis également dans tous les arcs du collisionneur. Cet ajustement sert principalement à s'assurer que la circonférence totale est un multiple particulier des accélérateurs existants du CERN, le SPS et le LHC, afin de garantir que l'injection de paquets de particules équidistants fonctionnera. Cet ajustement mineur de la circonférence n'a pas d'impact significatif sur l'emplacement territorial.</p>

³² J. Gutleber, V. Mertens, *Preliminary layout review*, FCC-INF-SPC-0001, V2.0, EDMS 1816972, 23 octobre 2017.

L'illustration 29 ci-dessous montre à nouveau, sous forme graphique, les possibilités d'ajustement de la configuration en prenant pour exemple le scénario actuel comprenant huit sites.

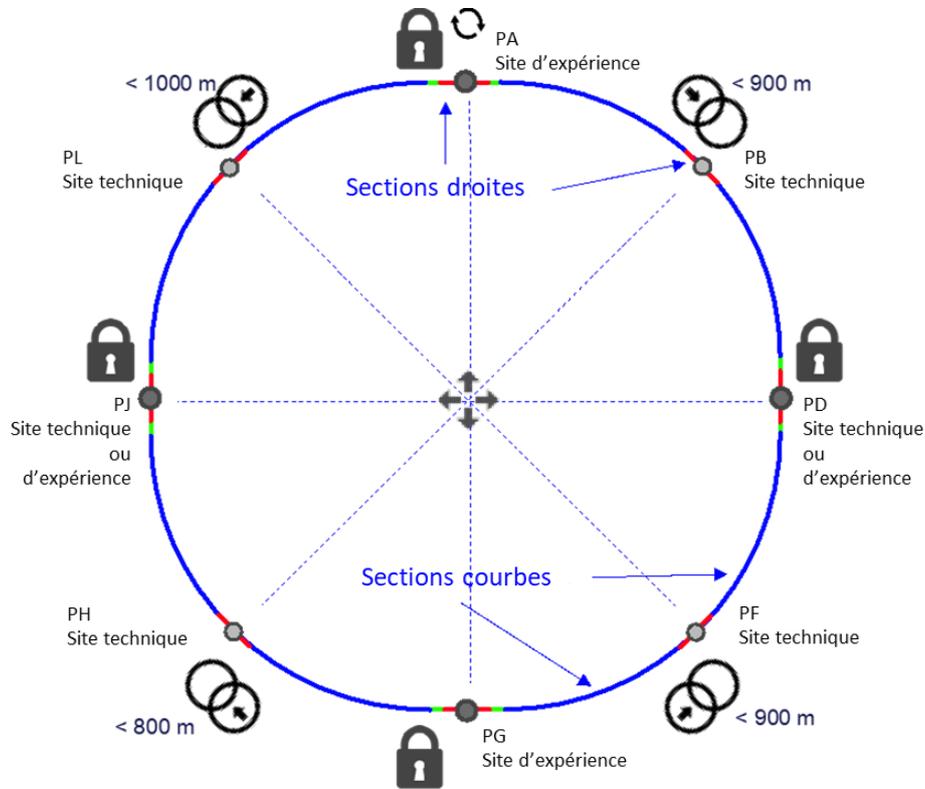


Illustration 29 : L'image montre les possibilités d'ajuster un scénario particulier de configuration et d'emplacement, en prenant pour exemple la configuration comprenant huit sites. La position des sites d'expérience est figée : ils ne peuvent pas être déplacés. Leurs besoins immobiliers peuvent être réduits, soit en tirant parti de synergies avec un site de surface existant du CERN à proximité, soit en supprimant l'un des deux puits d'accès prévus pour les expériences, en acceptant les inconvénients de ces solutions. L'ensemble de l'anneau peut être déplacé vers le nord, le sud, l'est et l'ouest. L'anneau peut également être tourné autour de l'emplacement d'un des sites de surface, choisi comme point de pivot. Le déplacement des sites techniques peut se faire le long de l'anneau, à l'intérieur de l'anneau ou mêler ces deux possibilités. La longueur des sections droites peut être modifiée de manière identique aux points PA, PD, PG et PJ et aux points PB, PH, PF et PL. Les longueurs d'arc peuvent être modifiées de manière égale sur tout le tour de l'anneau.

Si le contrôle effectué lors de l'étape 3 conclut que la faisabilité du scénario semble improbable ou le deviendrait si d'autres actions étaient menées dans le cadre de l'approche ERC, le scénario est rejeté et la raison de cet abandon est expliquée.

L'analyse multicritères permet de déterminer les éléments du projet et les emplacements pour lesquels les étapes ERC seraient les plus efficaces. L'approche adoptée consiste à éviter tout d'abord les inconvénients non souhaités. Si l'évitement n'est pas possible ou ne conduit pas au résultat souhaité, une mesure de réduction est élaborée. Les mesures de compensation ne sont élaborées qu'une fois le scénario sélectionné pour une analyse plus détaillée, car ces mesures dépendent en général de l'emplacement étudié.

Ce processus nécessite plusieurs étapes d'itération du schéma Planifier-Développer-Contrôler-Ajuster. En effet, pour chaque proposition d'évitement, de réduction et de compensation, des vérifications concernant les effets de chaque mesure sur la compatibilité territoriale, les risques liés à la mise en œuvre et les performances scientifiques doivent être effectuées.

Les actions spécifiques de l'approche ERC sont mises en œuvre conformément aux lignes directrices du Cerema³³. Le Tableau 10 présente les principaux points concernant la mise en œuvre de ces mesures. Compte tenu du niveau de détail requis pour l'application des mesures ERC pour les différentes phases du projet et les différents sites, ainsi que de la nécessité de faire participer activement les parties prenantes au processus et des ressources nécessaires à cet effet, une base de données détaillées selon l'approche ERC n'est créée que pour le scénario qui sera analysé de manière détaillée lors de la phase de l'étude de faisabilité.

³³ Cerema, *Évaluation environnementale - Guide d'aide à la définition des mesures ERC*, janvier 2018 : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Théma%20-%20Guide%20d'aide%20à%20la%20définition%20des%20mesures%20ERC.pdf>

Tableau 10 : Concept de mise en œuvre des mesures d'évitement, de réduction et de compensation en fonction des différentes phases du projet et en prévoyant un accompagnement pour suivre et évaluer l'efficacité des mesures proposées.

Phase	Éviter	Réduire	Compenser
En amont	<p>Exclusion des zones accueillant des espèces protégées et des zones à forts enjeux.</p> <p>Évitement des sites paysagers et des sites du patrimoine.</p> <p>Éloignement du projet vis-à-vis des populations et des sites sensibles.</p> <p>Adaptation des choix d'aménagement (enterré, semi-enterré).</p>	<p>Limitation des emprises, choix de la conception et des matériaux et bonne intégration dans l'environnement pour limiter les effets négatifs.</p> <p>Planification des moyens de transport.</p>	<p>Planification des mesures de compensation et d'accompagnement en amont et développement conjoint de ces mesures avec les parties prenantes concernées pour les phases de construction et d'exploitation.</p>
Construction	<p>Utilisation d'autres accès, éloignement des activités de construction, évitement des rejets et des déchets, adaptation des travaux à la période et adaptation des horaires.</p>	<p>Adaptation des périodes et des horaires.</p> <p>Planification de la gestion des rejets et des déchets, en incluant leur valorisation.</p> <p>Choix de technologies qui permettent la réduction des nuisances et de la pollution.</p> <p>Protection des espèces et de la population.</p>	<p>Mise en œuvre et suivi des mesures de compensation, avec suivi de leur efficacité.</p>
Exploitation	<p>Évitement des rejets et des déchets, adaptation des périodes et des horaires pour certaines interventions.</p>	<p>Mesures d'accompagnement pour assurer le suivi des effets négatifs, avec la limitation des effets négatifs.</p> <p>Choix de technologies causant le moins d'effets négatifs.</p>	<p>Mise en œuvre et suivi des mesures de compensation, avec suivi de leur efficacité.</p>

2.9. EXEMPLES D'APPLICATION DE MESURES ERC LORS DE L'ÉLABORATION DE SCÉNARIOS

Dans cet aperçu, nous présentons trois exemples spécifiques de l'approche ERC qui mettent en évidence les diverses possibilités offertes et la manière dont elles dépendent du scénario particulier étudié.

2.9.1. Éviter : déplacer un site de surface.

L'approche ERC a été utilisée pour examiner les différentes configurations d'implantation possibles et éviter au maximum les impacts.

Le premier exemple concerne l'emplacement d'un site de surface spécifique qui, à l'étape 3 (Contrôler), a été jugé adapté, mais qui présentait encore deux inconvénients : un accès délicat et la nécessité de défricher. La contrainte de la forêt est tolérable (en zone de contrainte jaune). En revanche, l'accès mérite pose problème, car il devrait s'effectuer à travers un petit village à l'ouest ou à travers un hameau à l'est (nuisances possibles pour les habitations voisines). La création d'une voie d'accès à la route départementale la plus proche pourrait entraîner des nuisances pour les résidences voisines dues à la circulation des véhicules du chantier. Enfin, au moins deux agriculteurs seraient touchés par la création du site, l'un en raison de l'utilisation de terrains nécessaires pour le site, l'autre en raison de la nécessité de créer une route d'accès.

Aussi, dans le cadre de la démarche ERC, d'autres possibilités d'implantation ont-elles été examinées pour chercher à résorber ces deux contraintes.

Le site envisagé est un site technique utilisé pour les systèmes radiofréquence. Il peut être déplacé dans certaines limites. Une analyse menée grâce au système d'information géographique montre que le puits d'accès pourrait être déplacé de 800 m dans le sens des aiguilles d'une montre le long de l'anneau vers un autre emplacement plus favorable s'agissant des accès. En effet, il serait situé directement au niveau d'une route départementale, les accès évitant ainsi les hameaux. De plus, ce nouvel emplacement est également proche d'une ligne à haute tension de 400 kV et d'un emplacement pour la création éventuelle d'une station de captage d'eau (Illustration 30). En revanche, cette nouvelle implantation consomme un terrain agricole, ce qui constitue une contrainte forte.

Finalement, le choix de l'emplacement du site devrait se fonder sur la comparaison des avantages et des inconvénients d'un déplacement pour l'implantation territoriale, les impacts en ce qui concerne le génie civil et les équipements techniques, ainsi que les effets sur la performance scientifique.

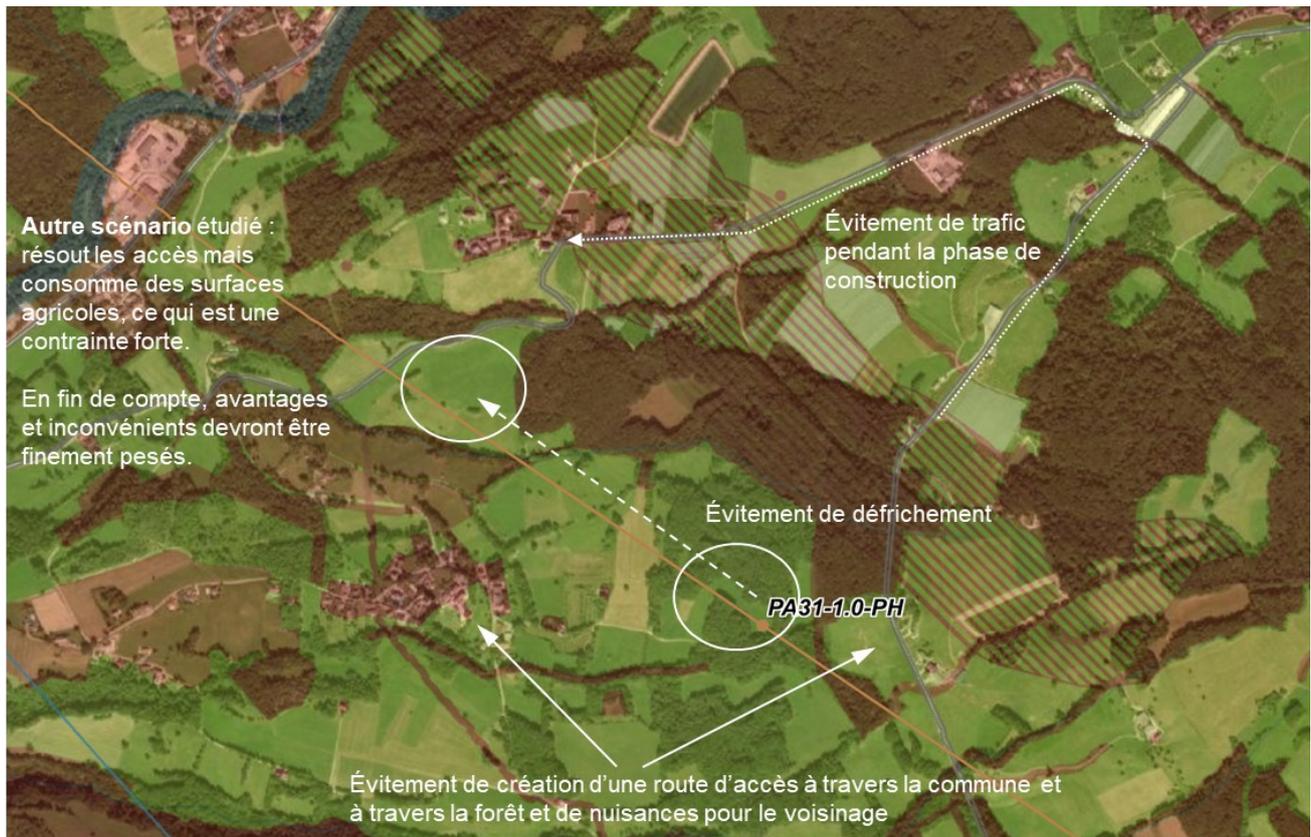


Illustration 30 : Exemple de recherche d'évitement lors de l'amélioration d'un scénario à un stade très précoce. Le déplacement du site de 800 m éviterait la création d'une route d'accès, la traversée de hameaux et des travaux de défrichement. La solution trouvée résout la question des accès mais consomme des surfaces agricoles, ce qui constitue une contrainte forte. Le choix devra être effectué après une pesée fine des avantages et des inconvénients.

2.9.2. Réduire : adapter la conception de l'accès routier

Un exemple de mesure de réduction envisagée à un stade très précoce concerne la limitation du terrain nécessaire pour un site de surface. Ce site en question ne pouvait pas être déplacé (« évité ») puisqu'il s'agit d'un site d'expérience situé exactement à l'opposé d'un autre site d'expérience et qui nécessite un puits menant à la caverne d'expériences. La création d'une route d'accès en pente entraînerait un besoin de terres agricoles supplémentaires. Une tentative d'assouplissement des exigences relatives à la route par une augmentation de la pente de 6 % à 15 % permet de réduire la consommation de terrain de 5 ha (Illustration 31). Cette augmentation de la pente réduit les emprises mais nécessite l'application d'une méthode de type « pousser/tirer » pour les transports de très gros équipements.

Une réduction supplémentaire a été effectuée : des études complémentaires ont permis de confirmer le principe de connexion à l'autoroute via l'aire de service située au nord du site pour les phases de travaux. Cette possibilité de connexion au nord (Illustration 32) par un chemin forestier existant (à élargir) réduit encore les emprises. De plus, la vue depuis le bas de la pente serait largement préservée, débouchant ainsi sur une meilleure intégration paysagère.

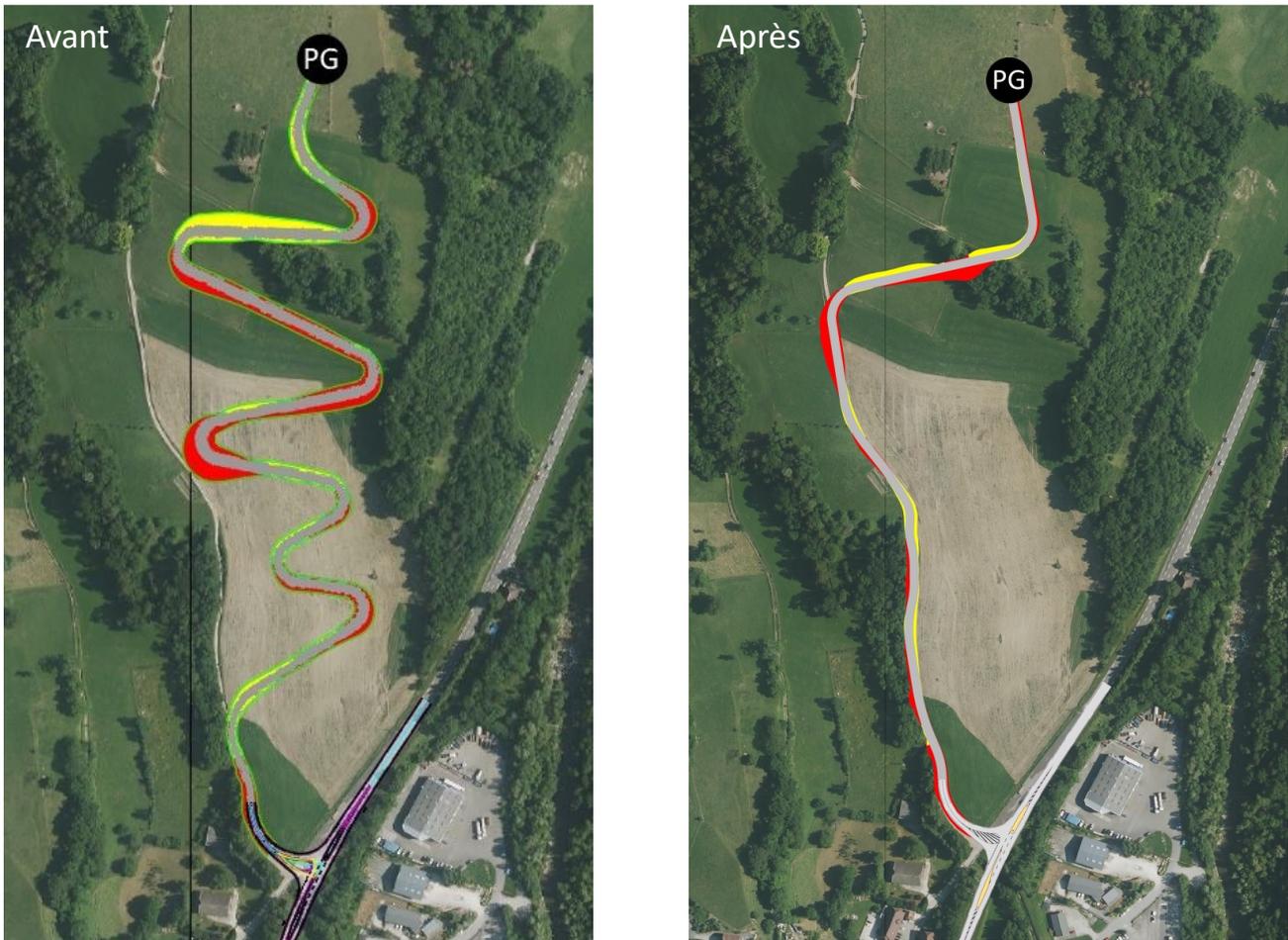


Illustration 31 : L'exemple montre la réduction du besoin en terrains et l'amélioration de l'intégration paysagère grâce à la réutilisation d'un chemin rural existant qui pourrait être agrandi pour servir d'accès au site. L'inclinaison de la route passe de 6 %, avec une route en lacets, à 15 %, ce qui nécessite une technique particulière pour l'acheminement des équipements lourds et de grande taille (p. ex. : pousser/tirer). Cette optimisation n'a finalement pas été retenue car une nouvelle optimisation a permis de concevoir un accès encore moins contraignant du côté Nord du périmètre ciblé (voir illustration suivante).

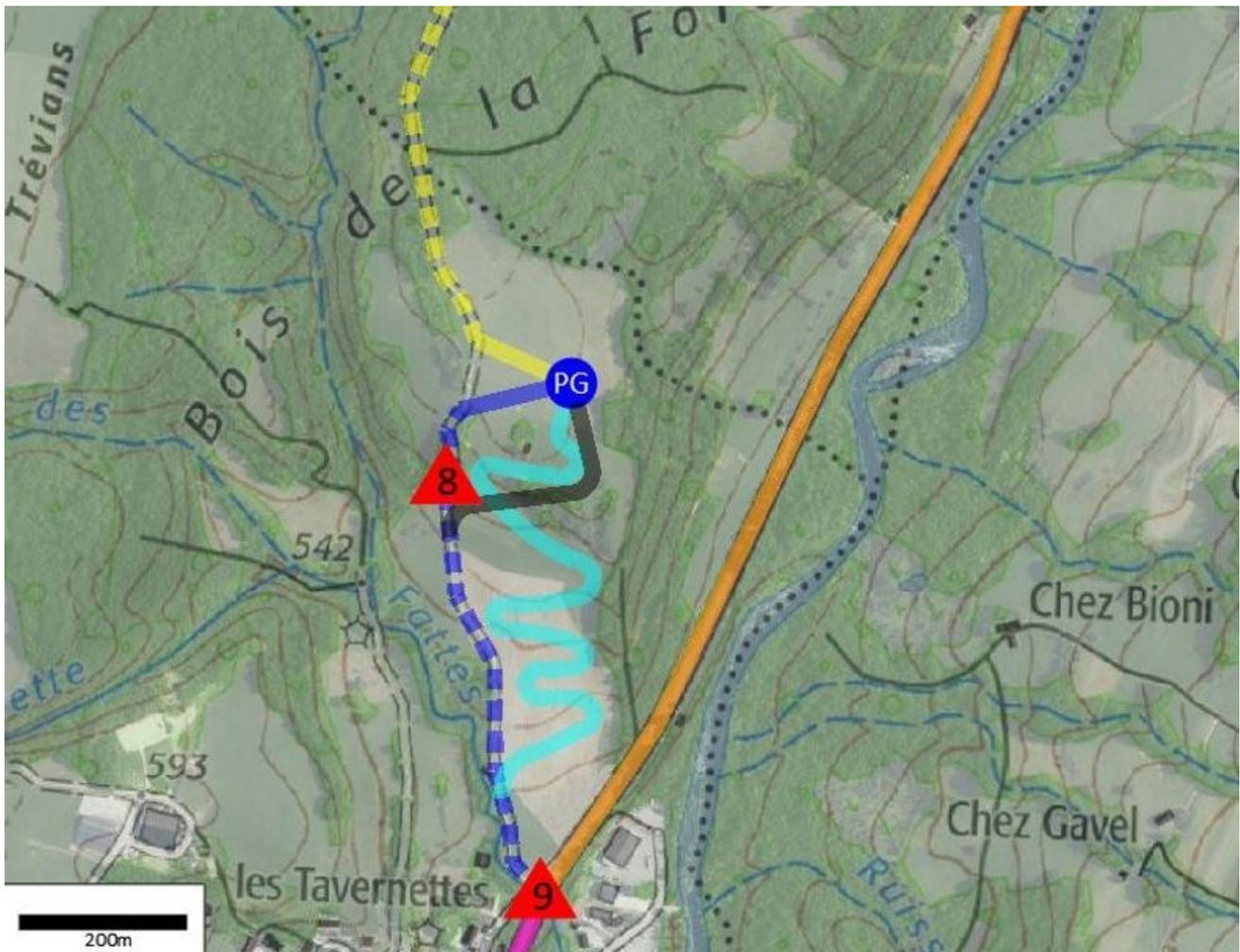


Illustration 32 : Une réduction supplémentaire a été effectuée. Des études complémentaires ont permis de confirmer la faisabilité d'une connexion à l'autoroute via l'aire de service située au nord du site pour les phases de travaux (tracé jaune), ce qui limite encore les emprises et améliore l'insertion paysagère.

2.9.3. Compenser : exemple de mise à disposition de la chaleur résiduelle

À certains endroits, il n'est peut-être pas possible de prendre des mesures d'évitement ou de réduction pour le site de surface. Néanmoins, la proximité d'autres projets peut offrir des possibilités permettant de compenser en grande partie la consommation de terrains. Par exemple, à proximité d'un des sites candidats à Ferney-Voltaire (département de l'Ain, France), un écoquartier³⁴ résidentiel est en cours de construction et la construction d'un hôpital³⁵ est en projet (Illustration 33). Ils pourraient bénéficier de la chaleur produite par le centre de calcul et le refroidissement des équipements techniques sur le site. Les gains économiques et écologiques font partie de la gamme de mesures de compensation existantes : par exemple, une centaine de GWh sont disponibles sur ce site de surface ce qui ouvre la possibilité de fournir **40 GWh d'énergie par an** à des fins de chauffage et 12 GWh à des fins de refroidissement par an³⁶. Cela correspond pour la commune à une **économie potentielle de 4 millions d'euros par an** (environ 100 euros/MWh). En ce qui concerne l'énergie fournie par des sources non renouvelables, cela correspond à une **diminution potentielle d'environ 5 000 tonnes d'émissions de CO₂(eq) par an**.

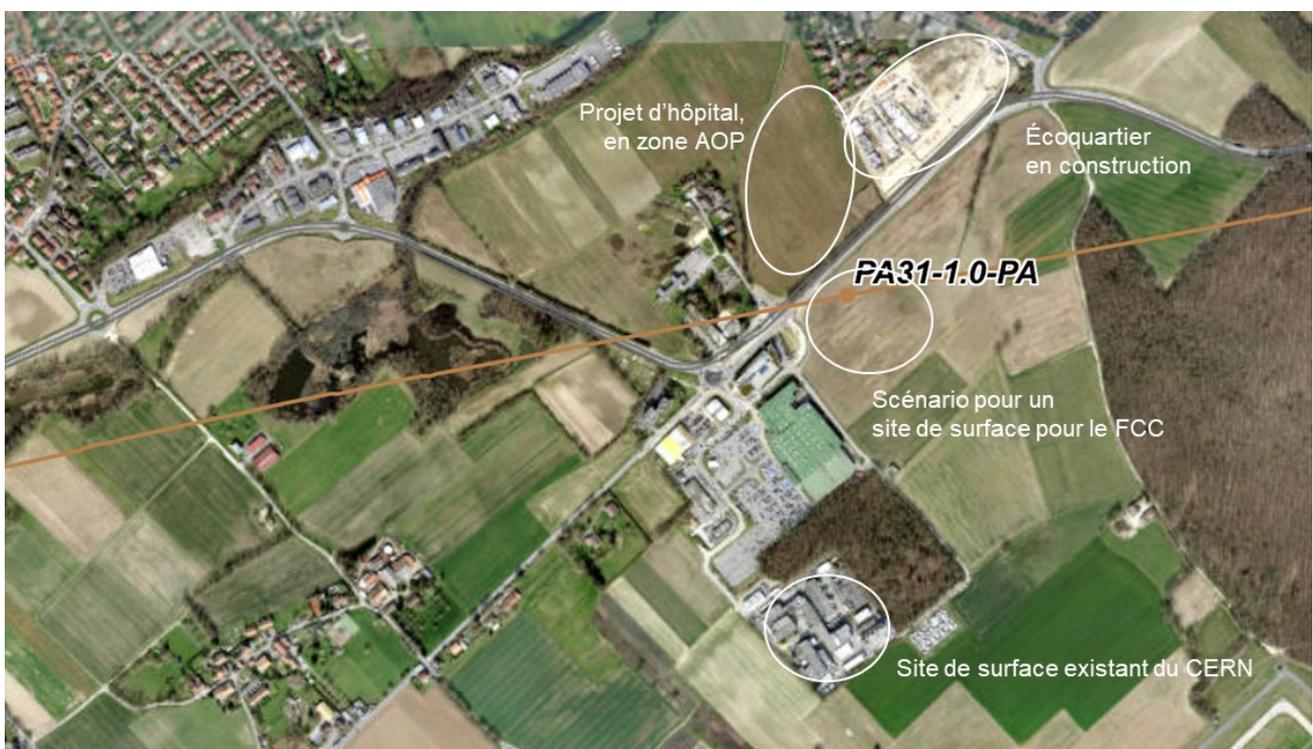


Illustration 33 : Zone cible identifiée pour le site d'expérience PA à proximité immédiate du point 8 du LHC du CERN. Les zones initialement disponibles au nord de la route sont devenues indisponibles en raison de la construction d'appartements et d'un hôpital. Ces évolutions sont aujourd'hui l'occasion de développer des synergies, comme la fourniture de chaleur résiduelle. Un réseau de fourniture de chaleur a été récemment mis en place par le CERN en coopération avec des partenaires locaux pour les appartements récemment construits.

³⁴ <https://52histoires2020.ademe.fr/histoire/recuperer-la-chaleur-produite-par-le-cern-pour-alimenter-le-quartier-d-a-cote>

³⁵ <https://www.ferney-voltaire.fr/wp-content/uploads/2022/04/FM59-avril-mai-juin-2022-planche-ok.pdf>

³⁶ Données basées sur des informations concernant le système de récupération et de réutilisation de la chaleur résiduelle actuellement développé dans le cadre d'une coopération entre le CERN et la ville de Ferney-Voltaire :

<https://www.terrinnov-spl.fr/le-reseau-danergie-de-la-zac-ferney-geneve-innovation-soutenu-par-france-relance/>

Ce type de mesure de compensation est possible pour plusieurs sites de surface. C'est pourquoi, lors de l'analyse territoriale des études de configuration et d'emplacement, on veille à prendre en compte la proximité de clients potentiels (institutions publiques, écoles et universités, quartiers résidentiels, exploitations agricoles). Cette analyse s'inscrit actuellement dans le cadre d'une étude menée sur les territoires suisse et français avec l'appui d'une entreprise spécialisée dans l'évaluation techno-économique de la réutilisation et de la fourniture de chaleur résiduelle.

La fourniture de chaleur résiduelle (ou chaleur fatale) du FCC permet de créer des retombées en agissant sur trois axes :

1) La compensation de l'empreinte carbone liée au l'approvisionnement en électricité

L'approvisionnement du FCC en électricité (l'hypothèse de travail se base sur une utilisation d'électricité provenant en partie de sources renouvelables) représenterait une empreinte carbone moyenne d'environ 40 000 tCO₂(eq)/a. Cette empreinte peut être entièrement compensée par la fourniture annuelle d'environ 320 GWh d'énergie par la chaleur résiduelle. Étant donné que la capacité de chaleur résiduelle maximale totale est d'environ 1 600 GWh par an, la compensation de l'empreinte carbone peut être possible à condition de pouvoir mettre en œuvre cette mise à disposition de chaleur (Tableau 11). L'étude de valorisation a permis d'établir que 220 GWh à 300 GWh de chaleur peuvent être consommés dans un rayon d'environ 5 km autour des sites de surface.

Tableau 11 : Potentiel de fourniture de chaleur résiduelle par mode de fonctionnement et adaptation de l'infrastructure.

Description	Mode de fonctionnement				
	Z	W	H	Entretien	ttbar
Minimum	223 GWh	239 GWh	256 GWh	60 GWh	296 GWh
Avec adaptation du calendrier de fonctionnement	308 GWh	339 GWh	371 GWh	60 GWh	441 GWh
Maximum, avec redistribution entre les sites	414 GWh	471 GWh	529 GWh	68 GWh	710 GWh

2) La réduction de l'empreinte carbone du chauffage et du refroidissement sur le territoire

La fourniture d'énergie par un réseau de chaleur utilisant une proportion élevée d'énergies renouvelables (y compris de la chaleur résiduelle) permet d'éviter d'autres sources de chaleur. D'après l'hypothèse de réutilisation minimale (220-300 GWh/an), la production de 27 500 à 38 500 tCO₂(eq) pourrait être évitée chaque année. L'adaptation du calendrier de fonctionnement pendant l'année permettrait de compenser l'empreinte carbone de l'électricité consommée.

3) L'augmentation du pouvoir d'achat de la population

L'organisation exploitant le FCC n'a pas pour but d'enregistrer des gains économiques. L'énergie peut donc être fournie par des opérateurs de réseaux à des prix très compétitifs. Selon la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE³⁷), les Unités de Valorisation Énergétique, qui disposent de chaleur fatale, vendent cette chaleur à un prix très compétitif, compris entre 10 et 25 €/MWh. Cela a pour effet que la chaleur fournie peut alors constituer le choix préféré pour le chauffage, l'eau chaude et le refroidissement. Dans le cadre du réseau Anergie (Ferney-Voltaire), le prix de la chaleur fatale fournie par les équipements du CERN est encore plus modique. Selon l'étude de l'AMORCE et de l'ADEME, le prix de vente moyen des réseaux majoritairement alimentés par des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R), s'élevait à 78,2 € TTC/MWh en 2020³⁸ (ces prix ne considèrent pas les coûts d'investissement initiaux des réseaux). Selon le cabinet d'études Ginger BURGEAP, le prix moyen se situait au même niveau plus récemment. En se basant sur ce modèle, le potentiel d'économie réalisable est aujourd'hui estimé à 50 €/MWh³⁹ par rapport au chauffage par gaz et à 140 €/MWh⁴⁰ par rapport à l'électricité, si on prend pour référence les prix d'énergie au 1^{er} novembre 2023.

4) La limitation de la consommation d'eau

La réutilisation de la chaleur résiduelle permettrait également de réduire les besoins en eau pour le refroidissement. Cette possibilité peut être étudiée à un stade ultérieur quand les concepts des systèmes seront mieux connus.

³⁷<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l'e%CC%81nergie.pdf>

³⁸ AMORCE et ADEME, *Enquête sur le prix de vente de la chaleur et du froid en 2020, 2022*.

³⁹ 50 €/MWh = 0,05 €/GWh

⁴⁰ 140 €/MWh = 0,14 €/GWh

3. CONTEXTE ET SCÉNARIOS INITIAUX D'EMPLACEMENT

Le chapitre 3 expose les éléments de contexte qui débouchent sur la nécessité d'élaborer un scénario d'implacement dans la région frontalière franco-suisse. Il explique pourquoi des scénarios alternatifs à l'ouest du Jura ont été examinés, puis écartés au profit de scénarios à l'est du Jura. Il rappelle ensuite que l'implantation envisagée lors de la phase exploratoire de l'étude FCC (2014-2018) démontrait la faisabilité du FCC, mais que l'implantation précise examinée présentait des obstacles rédhibitoires pour certains lieux. Enfin, il évoque la variante relative à un collisionneur linéaire qui n'a pas été retenue.

3.1. HYPOTHÈSES ET CONDITIONS INITIALES

L'élaboration d'un scénario de configuration et d'emplacement du FCC dans la région était fondée sur l'idée de tirer parti de l'existence des infrastructures du CERN pour le projet. La construction d'un collisionneur circulaire requiert l'existence d'accélérateurs de particules en fonctionnement avec les infrastructures techniques qui peuvent servir d'injecteurs, la disponibilité d'un espace de travail, d'ateliers, d'équipements et d'une main-d'œuvre qualifiée, ainsi que de cadres juridiques, administratifs et de gestion de projet favorables (Illustration 34). Il est donc fondamental que l'emplacement choisi reste à proximité raisonnable d'un site existant du CERN.



Illustration 34 : Facteurs essentiels motivant l'emplacement d'un futur collisionneur circulaire au CERN dans la région frontalière franco-suisse.

En outre, le collisionneur de particules devra avoir une circonférence supérieure à 90 km pour pouvoir accueillir ultérieurement deux collisionneurs de particules différents (un collisionneur électron-positon et un collisionneur de hadrons) et chacun d'eux devra fournir les performances nécessaires pour mener à bien le programme de recherche scientifique souhaité.

La zone de recherche immédiate se situerait au sud des sites de Meyrin et de Prévessin du CERN, éloignée du massif du Jura. En effet, dès la phase de construction du LEP, des obstacles importants ont été rencontrés en raison de la présence de formations karstiques et de pénétrations d'eau à haute pression (Illustration 35), même si le tunnel du LEP se situait à une profondeur nettement moindre que les structures souterraines du FCC.

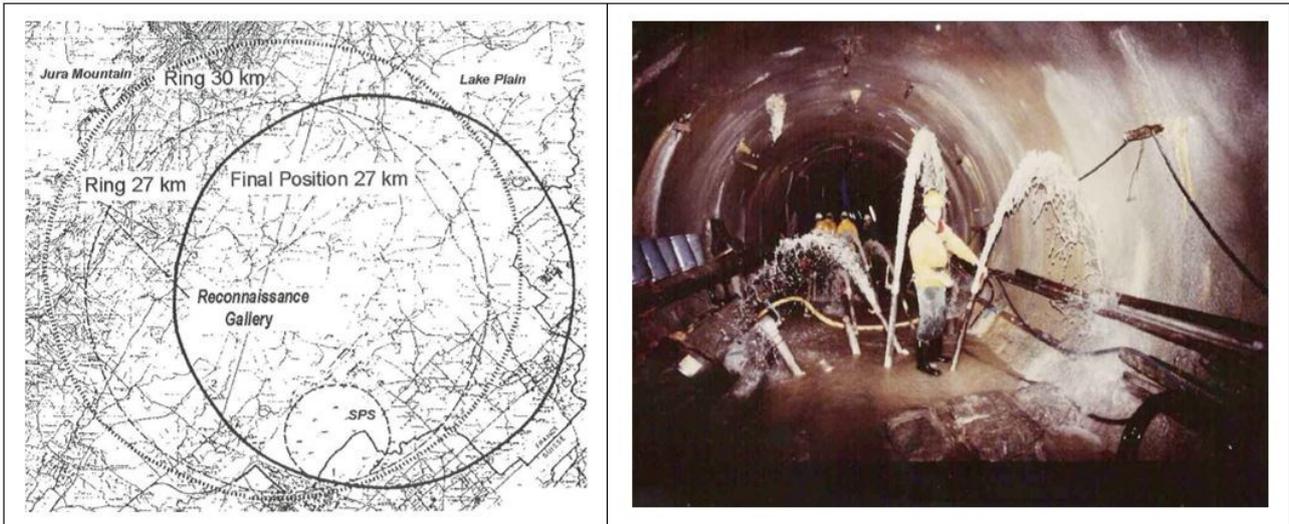


Illustration 35 : En raison d'incertitudes géologiques, l'emplacement initial du LEP a dû être revu plusieurs fois avant le début de la construction. Des obstacles majeurs tels que des pénétrations d'eau de 100 l/s à une pression de 8,5 bars ont été néanmoins rencontrés lors de la construction du tunnel du LEP.

Néanmoins, comme le souligne la section suivante, un examen sans a priori de la situation a été mené afin de ne négliger aucun autre scénario possible.

3.2. SCÉNARIOS À L'OUEST DU JURA

Une étude a envisagé un emplacement dans la plaine de la Bresse (pays dolois), à l'ouest du massif du Jura (Illustration 36 ci-dessous). L'anneau aurait été situé en dehors des formations jurassiques, à une profondeur d'environ 40 mètres, mais l'infrastructure aurait, dans tous les cas, empiété sur des parcs nationaux et régionaux existants et sur des zones étendues de protection de la nature. En outre, la liaison requise avec le complexe d'accélérateurs de particules du CERN aurait nécessité un long tunnel d'environ 60 km pour les lignes de transfert. Ce tunnel traversant la chaîne montagneuse du Jura serait passé par des formations géologiques très défavorables, avec d'importantes surcharges. Étant donné que la distance entre le Jura et la Petite Montagne du Jura est inférieure à 20 km, il paraît impossible de placer un collisionneur circulaire de particules suffisamment grand dans cette zone. Ces options avaient déjà été étudiées en 1997 et en 2001 et elles ont été à nouveau vérifiées entre 2014 et 2019⁴¹.

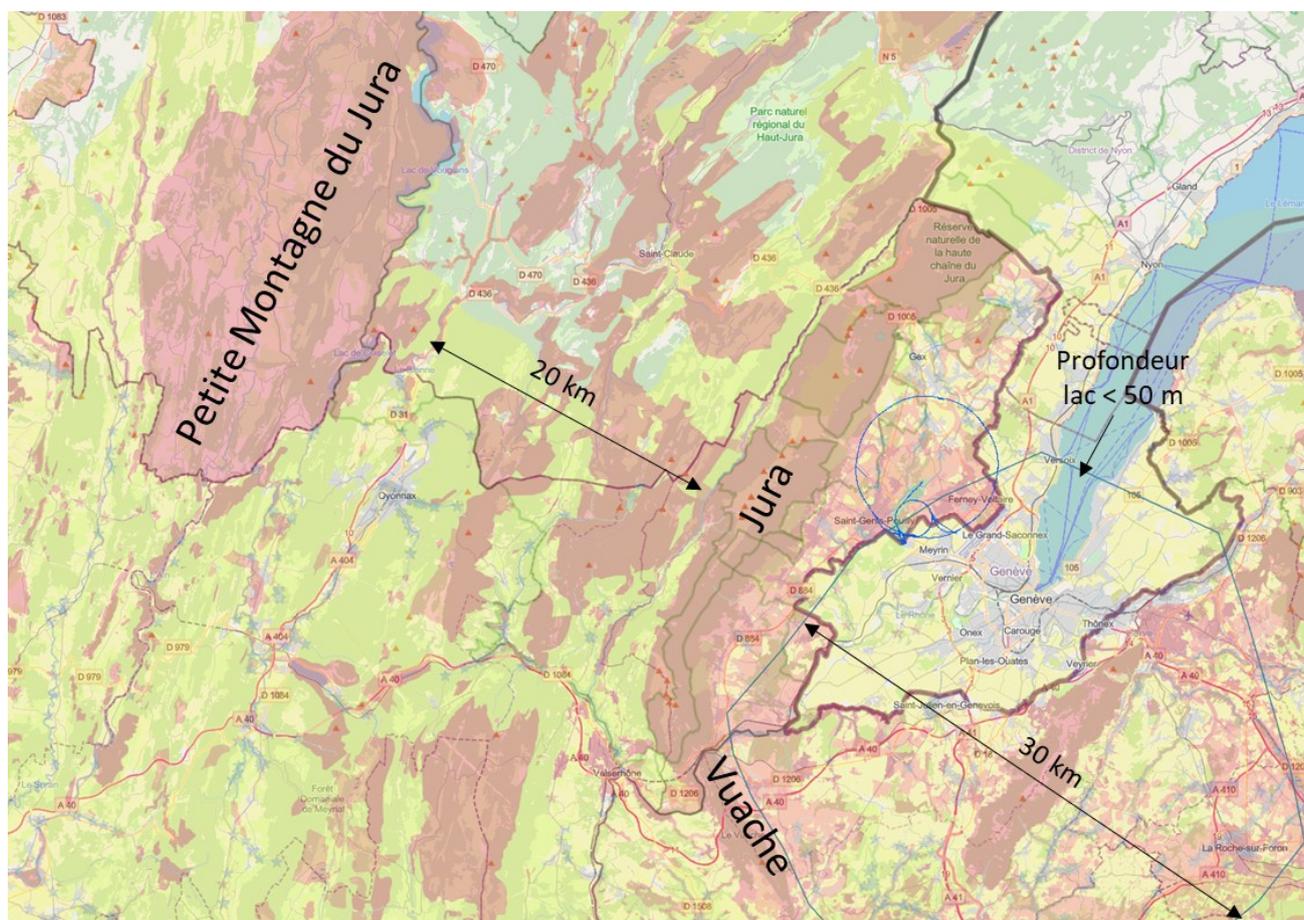


Illustration 36 : Comparaison des superficies et des zones de protection à l'ouest et à l'est de la chaîne du Jura.

⁴¹ A. Tudora, J. Osborne, V. Mertens, *Feasibility Study of a Trans-Jura FCC Scenario with one Transfer Line from the LHC*, <https://doi.org/10.5281/zenodo.4545604>.

Finalement, cette option a été écartée de la suite des études pour les raisons suivantes :

- Un long tunnel pour la ligne de transfert du faisceau traversant la chaîne montagneuse du Jura poserait trop de difficultés, tant du point de vue du génie civil que du point de vue technique. La durée et le coût global de la construction augmenteraient considérablement, d'au moins 30 %.
- Ce scénario nécessiterait des puits d'accès profonds dans des régions montagneuses et difficiles d'accès du massif du Jura qui sont, en grande partie, des zones de protection de la nature. La roche y est très instable et la pénétration d'eau à haute pression certaine.
- Le sol meuble de la région de la Bresse nécessiterait des mesures de stabilisation et de protection. Le gypse hydrophile gonfle considérablement (mouvements du sol de l'ordre du mètre relevés dans le tunnel routier du Chienberg), ce qui n'est pas compatible avec la construction de cavernes à grande échelle, ni avec l'exigence d'un tunnel très stable. Les coûts de maintenance seraient beaucoup plus élevés que sur un terrain stable.
- L'installation interférerait très probablement avec les contraintes de protection de la nature et engendrerait des nuisances importantes pour les habitants pendant la phase de construction.
- L'espace disponible entre le massif du Jura, son parc national et la zone de la Petite Montagne du Jura, plus au nord-ouest, est trop restreint pour accueillir un accélérateur circulaire de particules de taille suffisante.
- Il n'existe aucune possibilité raisonnable d'exploiter et de maintenir l'infrastructure à partir du CERN ou de toute autre organisation partenaire appropriée à proximité.

3.3. SCÉNARIOS À L'EST DU JURA

En ce qui concerne la zone située à l'est du Jura, un premier grand périmètre de recherche a été initialement défini en 2014 sur la base des conditions suivantes :

- Afin que la stabilité du tunnel soit assurée, le tunnel doit traverser le lac Léman suffisamment en dessous de son lit. Les idées initiales consistant à placer le tunnel dans un sol instable (moraines, dépôts glaciaires quaternaires) ou encore dans une construction sur le lit du lac ont dû être écartées en raison a) d'une stabilité insuffisante et b) de l'impossibilité de créer des interfaces appropriées entre le tunnel de chaque côté du lac et la construction dans le lac.
- Afin d'être situées à une profondeur acceptable sous le lit du lac et de rester autant que possible dans la couche de molasse, les structures souterraines doivent se trouver à environ 250 m au-dessus du niveau de la mer en évitant, idéalement, de traverser les interfaces calcaire/molasse.
- Une ligne de délimitation a été tracée au nord-ouest (zone du Jura) et à l'ouest (zone du Vuache) afin de garantir un éloignement suffisant des hautes élévations entraînant des surcharges inacceptables, des zones inaccessibles et protégées, des roches instables, des failles, des zones sismiques actives et des formations karstiques instables où la pénétration d'eau à haute pression est certaine.
- Au sud-ouest, la zone montagneuse de la Mandallaz forme une frontière naturelle. Sa traversée ne peut être évitée. Par conséquent, les scénarios privilégiés sont ceux pour lesquels la surcharge et la longueur de traversée sont faibles.
- Au sud, une ligne de délimitation a été établie au nord-ouest de la réserve naturelle de la montagne des Frêtes afin d'éviter les élévations supérieures à 750 m (inacceptables, car elles conduiraient à des puits trop profonds), les zones inaccessibles et topographiquement inacceptables ainsi que les zones de protection au sud. Cette ligne traverse la vallée de la Fillière au niveau de Thorens-Glières et enjambe les élévations acceptables du plateau des Bornes jusqu'à La Roche-sur-Foron.
- À l'est, une ligne de délimitation a été établie pour éviter les zones montagneuses et rester ainsi dans la vallée de l'Arve.

Le périmètre d'étude obtenu est compatible avec une infrastructure circulaire de 90 à 100 km de circonférence et peut supporter les contraintes géologiques, topographiques, environnementales et urbanistiques (Illustration 37). La distance maximale réellement exploitable est de 29 km entre le nord et le sud et de 30 km entre l'ouest et l'est. On obtient ainsi une zone permettant d'intégrer un collisionneur circulaire d'une circonférence de 92 km au maximum avec une configuration comprenant huit sites ou de 98 km au maximum avec une configuration comprenant douze sites.

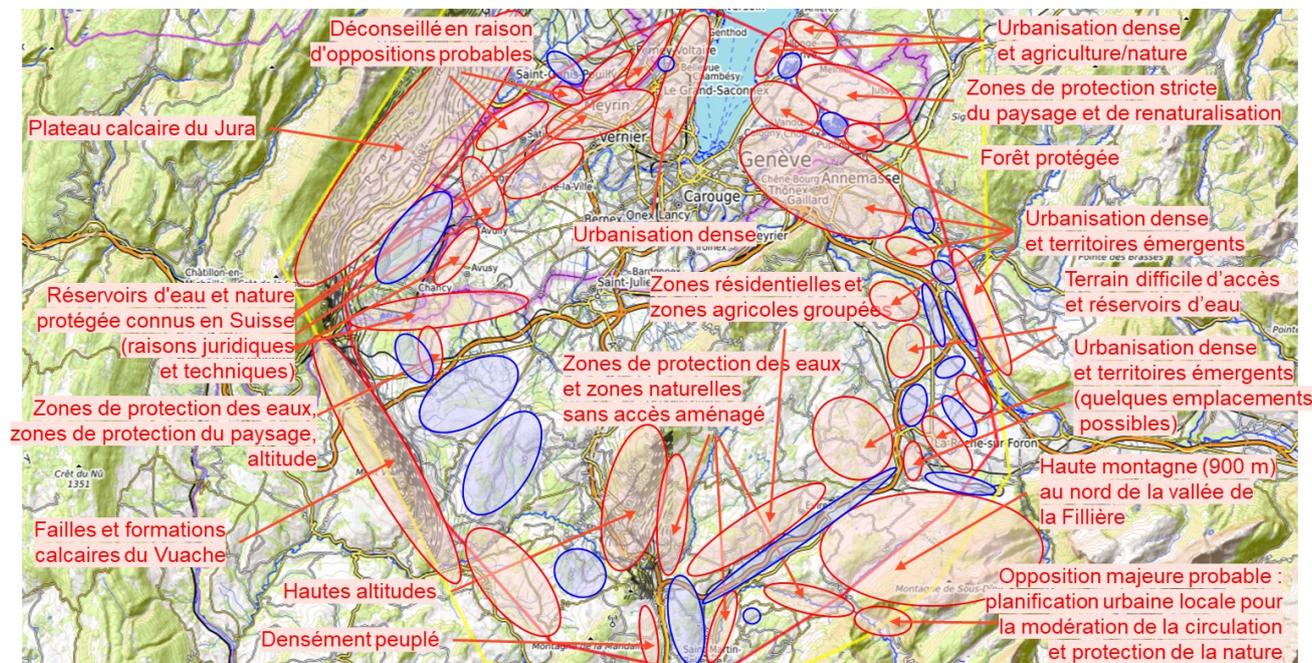


Illustration 37 : Périmètre d'étude établi (ligne rouge). Les zones d'exclusion et les zones présentant trop de difficultés pour les sites de surface sont indiquées en rouge ; les zones favorables sont indiquées en bleu.

3.4. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE POUR LES ÉTUDES INITIALES

Initialement, l'étude FCC avait pour objectif d'établir la faisabilité technique de collisionneurs circulaires de particules électron-positon et de hadrons de telles dimensions. L'étude d'emplacement s'est donc limitée à la définition d'un emplacement qui pourrait servir à vérifier la faisabilité des travaux de génie civil et à obtenir une première estimation des risques et des coûts. Le travail s'est appuyé sur une configuration, comprenant douze sites, qui permettrait d'intégrer le plus grand collisionneur de particules dans la zone définie. À ce stade, seules les informations géologiques servaient de base de travail (Illustration 38). Les emplacements des sites de surface ont été choisis pour répondre aux exigences de liaison entre le collisionneur de particules et les accélérateurs existants du CERN (SPS et LHC), et pour éviter les caractéristiques de surface manifestement incompatibles avec le projet telles que a) les élévations extrêmes, b) la topographie inadaptée, c) les zones de protection, connues grâce aux cartes accessibles au public au niveau national, d) la connectivité routière insuffisante et e) l'absence de synergies possibles avec les infrastructures techniques existantes telles que les sites de Meyrin et de Prévessin du CERN, les infrastructures du réseau électrique national et les ressources existantes pour le refroidissement par eau.

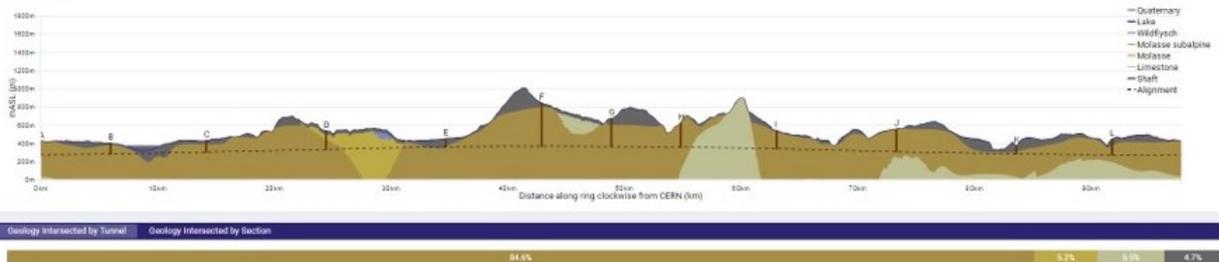


Illustration 38 : Coupe du scénario d'emplacement de base révélant les caractéristiques géologiques attendues. 84 % du tunnel seraient situés dans la couche de molasse. L'augmentation de ce pourcentage et la réduction de la probabilité de rencontrer des couches karstiques et quaternaires constituent des mesures de diminution des risques pour le projet.

Le scénario portant le numéro PA0-0.1 (également appelé « scénario de Berlin 2017 ») a été analysé par l'entreprise Ecotec et l'organisme français Cerema en ce qui concerne différents enjeux territoriaux afin d'acquérir une première compréhension de la compatibilité avec les conditions locales. Ces travaux ont abouti à l'établissement de deux rapports (FCC-INF-RPT-007⁴² et FCC-INF-RPT-0040⁴³) qui ont permis de mieux comprendre les aspects pertinents à prendre en compte dans les études ultérieures. Ces rapports ont également servi à normaliser les indicateurs qui seront utilisés lors de ces études futures et à développer une méthodologie suivant l'approche Éviter-Réduire-Compenser (ERC), laquelle pourra servir à l'élaboration d'un scénario de configuration et d'emplacement équilibré en ce qui concerne les performances scientifiques, la compatibilité territoriale et les questions relatives à la mise en œuvre du projet (Tableau 12).

Tableau 12 : Analyse multicritères de chaque emplacement de site et du tracé de 97,75 km de long pour le scénario PA0-0.1 du rapport préliminaire de conception en 2018.

PA0-0.1	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	Tracé	Total
FCC-ee	EXP			RF			EXP			RF			97,75 km	
FCC-hh	EXP	EXP	Cryo		Cryo	Col		RF	Cryo	Col	Cryo	EXP		
Site														
Score	89	52	51	61	75	40	41	36	49	45	33	36	84	53

⁴² Ecotec, *Layout review in Switzerland*, V2.0, 13 décembre 2017, FCC-INF-RPT-0007, EDMS 1838912

⁴³ Cerema, *Étude de sensibilité du scénario d'implantation du projet FCC en France et de ses opportunités*, V2.0, FCC-INF-RPT-0040

En conclusion (Illustration 39), la faisabilité du FCC sur cet emplacement particulier était peu probable pour plusieurs raisons. Parmi les douze sites de surface, trois présentent de facto des obstacles d'un point de vue territorial (PH et PK en France, PL en Suisse). Un des points est considéré comme difficile en raison de son élévation, de sa topographie et de son accès (PF en France). La faisabilité d'un site d'expérience PG au sud de Thorens-Glières, dans une zone à forte valeur écologique aujourd'hui inaccessible, est considérée comme faible. Les huit autres sites sont situés dans des zones présentant des contraintes modérées, voire importantes, et nécessitent des déplacements ou des adaptations majeures. Un site se situant à proximité immédiate du CERN, sur un territoire non clôturé de l'organisation, se heurte lui aussi à des obstacles.

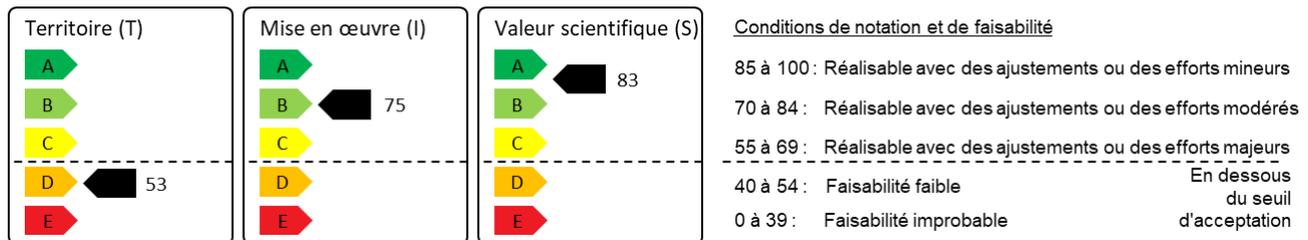


Illustration 39 : Résultats de l'analyse multicritères du scénario de base initial utilisé pendant la phase d'étude exploratoire de 2014 à 2018.

Bien que des efforts aient été faits pour rechercher le plus de synergies possibles avec le site de Meyrin du CERN, le point **PA** serait situé directement sous la ligne électrique de 400 kV de Swissgrid, ce qui poserait des défis de compatibilité majeurs. Le projet de nouveau centre de visite (Portail de la science) et la présence de plusieurs autres tunnels souterrains rendent l'intégration difficile. Bien que le site soit situé sur un territoire non clôturé de l'organisation, le voisinage est déjà aujourd'hui touché par la proximité immédiate d'une installation d'expériences et une nouvelle extension pourrait se heurter à une opposition croissante qui aurait, au minimum, une incidence sur le calendrier. Des adaptations et des accords devraient alors être trouvés par consensus avec les voisins du site de Meyrin du CERN, ce qui pourrait entraîner le déplacement de tous les autres sites et la nécessité de procéder à une nouvelle analyse du scénario.

Le site d'expérience secondaire **PB** serait situé à Bellevue (Suisse), dans une zone d'interdiction de forage et de protection des eaux, caractérisée par la présence de deux aquifères qui se superposent. Bien que l'emplacement ne soit pas considéré comme impossible, il faut s'attendre à ce qu'il présente des difficultés techniques et que le choix des puits nécessite une attention particulière. La création d'au moins deux puits, comme l'exige un site d'expérience, doit être considérée comme une difficulté importante. La petite taille du champ fait que l'acquisition d'une résidence privée située sur le terrain voisin doit être envisagée comme nécessaire. En outre, cette parcelle serait nécessaire pour créer un bon accès routier. Ce champ privé appartient à un grand nombre de propriétaires privés, ce qui allongerait le processus d'acquisition. Une adaptation de la loi fédérale sur l'encouragement de la recherche et de l'innovation est en préparation et créera la possibilité juridique d'acquérir les parcelles. L'emplacement est considéré comme difficile, mais pas impossible.

Le site technique **PC** serait situé dans le périmètre immédiat d'un site du patrimoine et la construction d'un site de surface dans cette zone est interdite. Un léger déplacement n'amènerait pas d'amélioration significative en raison des exigences actuelles relatives à la protection du paysage. Un déplacement du site plus loin vers l'ouest le placerait à proximité d'un autre site du patrimoine. Un déplacement vers l'est pourrait améliorer la situation. Dans ce cas, le site serait situé sur un espace agricole comprenant des surfaces d'assolement (SDA), nécessitant l'établissement d'un plan sectoriel spécifique au niveau fédéral, ainsi qu'une négociation d'acquisition directe entre le CERN et le propriétaire privé afin d'obtenir l'autorisation juridique d'acquérir le terrain à des fins de construction. L'emplacement de ce site est donc considéré comme présentant des difficultés de mise en œuvre.

Les contraintes territoriales du site technique **PD** et de ses alentours sont fortes, rendant l'emplacement inadéquat et son déplacement à une distance de moins de 1 000 m difficile. Les zones concernées sont soumises à une interdiction de construction.

Le site technique **PE** serait situé dans une zone présentant de fortes contraintes, mais un déplacement mineur d'une distance de 100 m permettrait d'atteindre un emplacement potentiellement approprié.

Le site **PF** serait situé dans une zone montagneuse de haute élévation, avec des pentes très raides. La profondeur du puits serait supérieure à 475 m, à la limite de la faisabilité technique, ayant un impact potentiellement élevé sur l'exploitabilité et la capacité de maintenance. Les documents locaux de planification urbaine indiquent, sur ce site et dans son périmètre, la présence de nombreuses zones naturelles et de zones de protection, ainsi qu'un site historique. En outre, le site PF se trouverait dans une zone de risques naturels et dans une zone de protection contre les inondations. Un déplacement d'une distance de 200 m du site d'accès et du puits pourrait placer le site à un endroit plus approprié, mais l'élévation de 920 m et les conditions topographiques poseraient toujours des difficultés importantes de faisabilité.

L'emplacement du deuxième site d'expérience principal **PG** au sud de Thorens-Glières ne serait pas satisfaisant. Bien que le site soit situé à l'extérieur de la commune, il se trouverait dans un environnement naturel de grande qualité au sud de la Fillière, ce qui susciterait très probablement une forte opposition. La zone est aujourd'hui inaccessible et nécessiterait la création d'un accès routier spécifique traversant la commune de Thorens-Glières suivant la route de montagne D2. Cette situation entraînerait, là encore, des nuisances importantes et, par conséquent, une forte opposition probable. La profondeur des trois puits serait supérieure à 300 m, ce qui offre des difficultés pour l'installation, l'exploitation et la maintenance. Cette analyse a permis de conclure qu'il serait préférable de sélectionner d'autres scénarios afin de limiter la profondeur des puits à 300 m.

Le site technique **PH** serait situé au centre de Charvonnex, sans possibilité de déplacement vers un emplacement raisonnable qui présenterait des conditions topographiques et d'accès appropriées et ne présenterait pas de contraintes naturelles. Cet emplacement est donc considéré comme très difficile.

Le site technique **PI** serait situé dans une zone à fortes contraintes territoriales et un déplacement vers une autre zone distante d'au moins 450 m serait nécessaire.

Le site technique **PJ** serait situé dans une zone agricole considérée comme indésirable. Des adaptations ou des déplacements pourraient être envisagés pour trouver une solution réalisable.

Le site technique **PK** près du Rhône se trouverait dans une zone d'exclusion juste au nord de la rive du Rhône. L'ensemble de la zone est caractérisé par des contraintes fortes, allant des zones Natura 2000 aux zones de protection de la faune et de la flore, en passant par des zones de protection des eaux. À l'origine, ce site était déjà considéré comme très difficile et un déplacement potentiel aurait pu être envisagé vers un emplacement plus éloigné. Cependant, entre le moment de l'analyse (2017) et celui de la rédaction du présent rapport, plusieurs centaines d'hectares de terrain ont été requalifiés dans cette zone, qui constitue désormais une vaste zone d'exclusion. Ainsi, même en déplaçant le site d'une distance de près de 2 000 m vers le nord, aucun emplacement approprié n'a pu être trouvé. La zone forestière de Vulbens, au sud du Rhône, est désormais également considérée comme une zone à éviter. Les enjeux de la protection de la nature sont de taille et il faut s'attendre à une forte opposition. L'impossibilité de trouver un emplacement approprié pour ce site rend donc hautement improbable le type de scénarios s'appuyant sur ce schéma.

Le site d'expérience secondaire **PL** de Dardagny (Suisse) serait situé sur un espace agricole avec des SDA nécessitant une procédure de mise en zone selon le droit d'aménagement du territoire (par exemple par l'établissement d'un plan sectoriel au niveau fédéral), ainsi qu'une négociation d'acquisition directe avec les propriétaires privés afin d'obtenir l'autorisation juridique d'acquérir le terrain à des fins de construction. Bien que ces conditions soient difficiles, elles ne sont pas impossibles. Cependant, l'emplacement est désormais situé dans une zone de protection des eaux et d'interdiction de forage. En outre, l'espace agricole n'est exclu de la zone de protection stricte de la faune et de la flore environnante qu'au niveau de l'Allondon, car il est historiquement utilisé à cet effet. La faisabilité de l'emplacement initial serait donc aujourd'hui considérée comme improbable, mais pas impossible.

3.5. VARIANTE DU COLLISIONNEUR LINÉAIRE

3.5.1. Introduction

La communauté internationale scientifique de la recherche fondamentale en physique des particules, prenant en considération les directives concernant les évaluations environnementales dans l'Union européenne, en France et en Suisse, a présenté plusieurs variantes de futurs collisionneurs. C'est pourquoi la présente section présente le concept de collisionneur linéaire. Les études les plus avancées concernent le CLIC⁴⁴ (*Compact Linear Collider*) et le ILC⁴⁵ (*International Linear Collider*). Deux sites étaient envisagés pour l'implantation du CLIC : l'un situé en France et en Suisse, en connexion avec le CERN, notamment le site de Prévessin ; l'autre au Japon dans les monts Kitakami, dans la région de Tohoku, à environ 400 km au nord de Tokyo. La construction de ce collisionneur linéaire permettrait de mener un programme de recherche intégrée fondé sur deux collisionneurs circulaires faisant partie d'une même infrastructure. Cependant, la première phase du CLIC (CLIC 380, Illustration 40) peut susciter certaines questions de recherche pouvant aussi être traitées pendant la première phase du FCC, le FCC-ee. On verra qu'un collisionneur linéaire présente un intérêt moindre en termes de performance scientifique et d'impacts sur le territoire que le FCC.

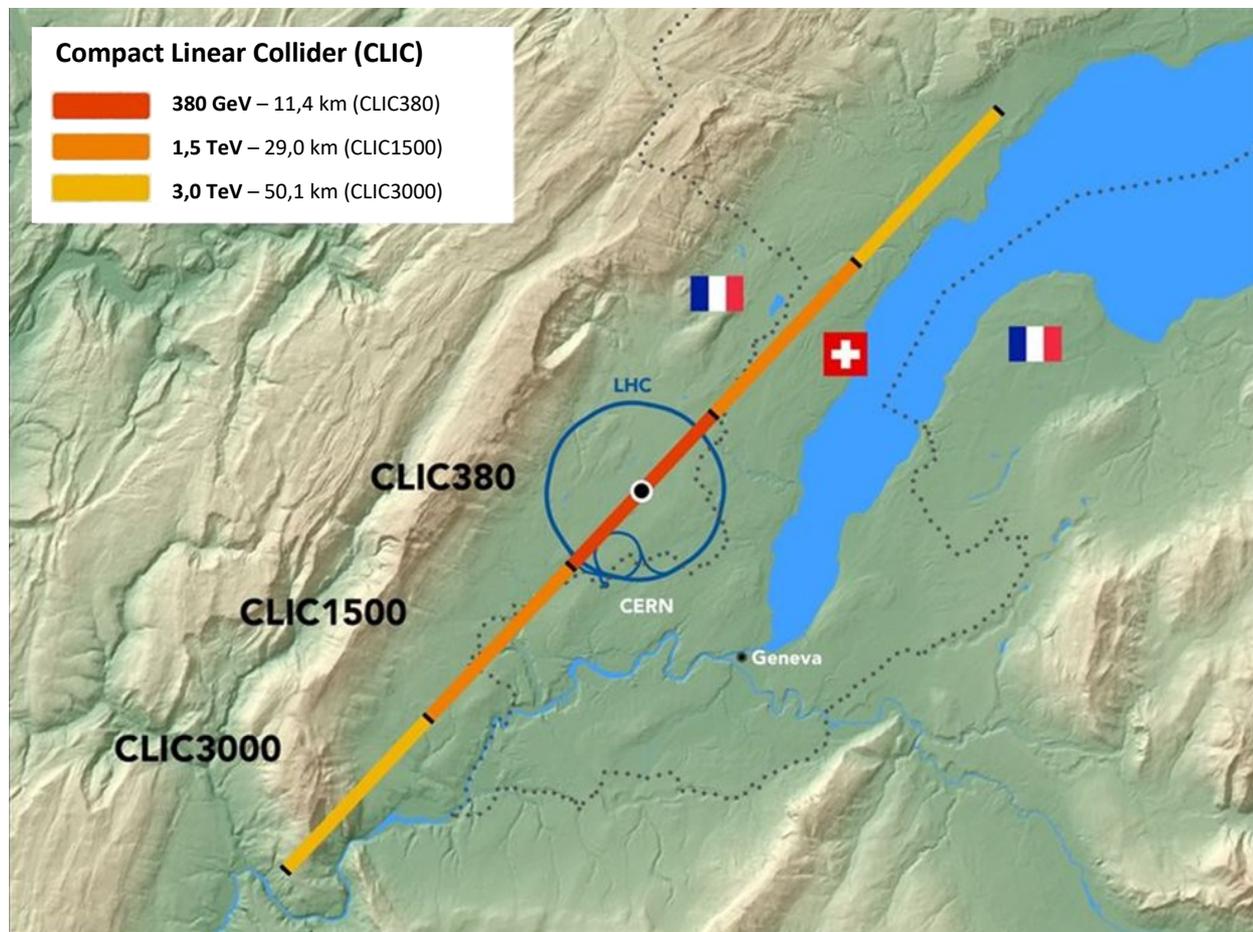


Illustration 40 : Variante d'un collisionneur linéaire en trois étapes. La première étape (longueur de 11,4 km) peut, sous certaines conditions, être comparée à la phase électron-positon du FCC (FCC-ee).

⁴⁴ Updated baseline for a staged Compact Linear Collider, 2016, arXiv:1608.07537v3 : <https://cds.cern.ch/record/2210892/files/arXiv:1608.07537.pdf>

⁴⁵ The International Linear Collider technical design report, arXiv:1306.6328, 2013 : https://cds.cern.ch/record/1601969/files/ILCTDR-VOLUME_3-PART_II.pdf,

Le concept du CLIC prévoit plusieurs versions successives, qui se distinguent par la longueur du collisionneur, leur coût, et la technologie d'accélération des particules. Le scénario choisi pour la synthèse des apports potentiels de cette variante d'infrastructure de recherche basée sur un collisionneur linéaire repose sur la longueur la plus courte (environ 11 km) pour un collisionneur utilisé pour l'étude détaillée du boson de Higgs, dénommé « CLIC 380 GeV ». Cette version peut être comparée au FCC-ee, car l'énergie de collision atteinte avec les deux faisceaux de 380 GeV est comparable à l'énergie de collision la plus haute du FCC-ee, 365 GeV. Cependant, le FCC-ee prévoit aussi un fonctionnement à des énergies plus basses, notamment à 91,2 GeV, 160 GeV et 240 GeV, pour répondre à des questions scientifiques précises.

Le CLIC 380 est basé sur l'accélération des particules par des systèmes radiofréquence utilisant des amplificateurs de type « klystron ». Le klystron est un tube à vide qui amplifie les radiofréquences. Il est souvent utilisé dans les radars, dans les accélérateurs de particules utilisés en radiothérapie, dans les stations de télévision et dans les stations satellitaires de diffusion. L'accélérateur circulaire FCC-ee utilise la même technologie. Un accélérateur linéaire déploie ces éléments sur toute la longueur de l'accélérateur (Illustration 40). En revanche, un accélérateur circulaire les utilise seulement dans une petite partie de l'anneau et accélère les particules par étapes à chaque révolution. Lors de chacune de ces révolutions, les faisceaux des particules « légères » (électrons et positons) perdent un peu de leur énergie par rayonnement synchrotron dans la section d'accélération. Cette perte doit être compensée après chaque révolution. Le taux de perte est inversement proportionnel à la circonférence de l'accélérateur. Plus l'anneau est petit, plus la perte d'énergie à chaque révolution est élevée. Dans un accélérateur linéaire, les faisceaux ne perdent pas d'énergie pendant l'accélération, mais les particules doivent être accélérées pour atteindre l'énergie de collision pour chaque collision sur la longueur d'une section du collisionneur.

Un accélérateur circulaire d'une circonférence suffisamment grande et optimisé pour atteindre l'énergie de collision la plus haute souhaitée présente une meilleure efficacité énergétique qu'un accélérateur linéaire. Si la circonférence est trop petite, les pertes d'énergie par rayonnement synchrotron deviennent trop importantes, et ne justifient plus l'utilisation de ce type d'accélérateur. La perte d'énergie par révolution dans le FCC-ee s'élève à 0,06 % pour l'énergie de collision la plus basse et à 6 % pour l'énergie de collision la plus haute.

Par ailleurs, pour accélérer des particules plus « lourdes » telles que des protons ou les noyaux des atomes (ions), l'accélération linéaire est inefficace alors que la perte d'énergie par rayonnement synchrotron est faible dans un accélérateur circulaire. C'est pourquoi il est préférable d'utiliser un accélérateur circulaire pour faire entrer en collision des protons et des ions à des énergies hautes, comme le prévoit la phase 2 du FCC, le FCC-hh.

Un collisionneur linéaire ne comporte qu'un seul point d'interaction, à l'emplacement où les deux faisceaux se croisent, alors que le collisionneur circulaire FCC en comporterait quatre. Au-delà du point d'intersection, les particules accélérées disparaissent dans des éléments conçus pour absorber les faisceaux.

L'accélération par étapes, la possibilité d'injecter des particules supplémentaires en continu et la multiplicité des possibilités de mesure et de manipulation du faisceau lors de chaque révolution dans l'accélérateur circulaire permettent d'obtenir de plus grandes concentrations de particules que dans les accélérateurs linéaires. Cette densité de particules par unité de surface et de temps est essentielle pour la recherche scientifique car elle augmente le nombre de collisions intéressantes à étudier et à interpréter.

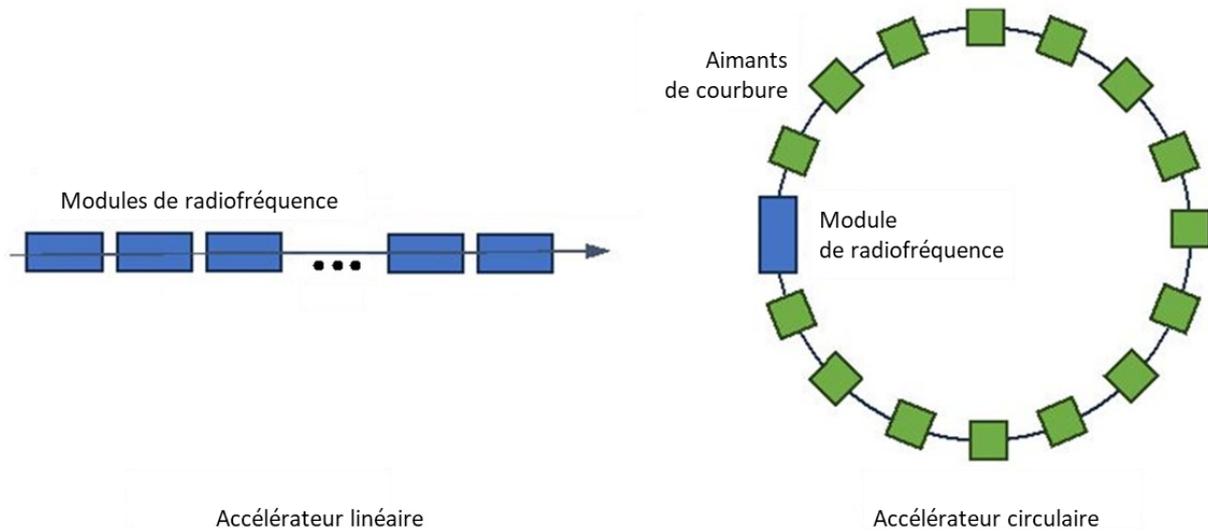


Illustration 41 : À gauche, concept d'accélérateur linéaire et, à droite, concept d'accélérateur circulaire.

Le projet de collisionneur CLIC prévoit son évolution en plusieurs phases. Lors de la deuxième phase, la longueur totale serait de 29 km et l'énergie de collision serait portée à 1,5 TeV. Lors de la troisième phase, la longueur serait de 50,1 km et l'énergie de collision atteindrait 3 TeV. Ces deux phases nécessiteront des travaux de génie civil et l'aménagement des infrastructures techniques avec l'ajout de sites de surface. La première phase (Illustration 42) est moins précise pour l'étude du boson de Higgs et offre des perspectives de physique bien plus restreintes que la première phase du FCC (FCC-ee). La montée en énergie proposée par les deux phases suivantes couvre un domaine déjà exploré par le LHC et sa portée scientifique est nettement limitée par rapport à celle que permettrait la deuxième phase du FCC (FCC-hh), qui réutilisera la même infrastructure que celle conçue pour le FCC-ee.

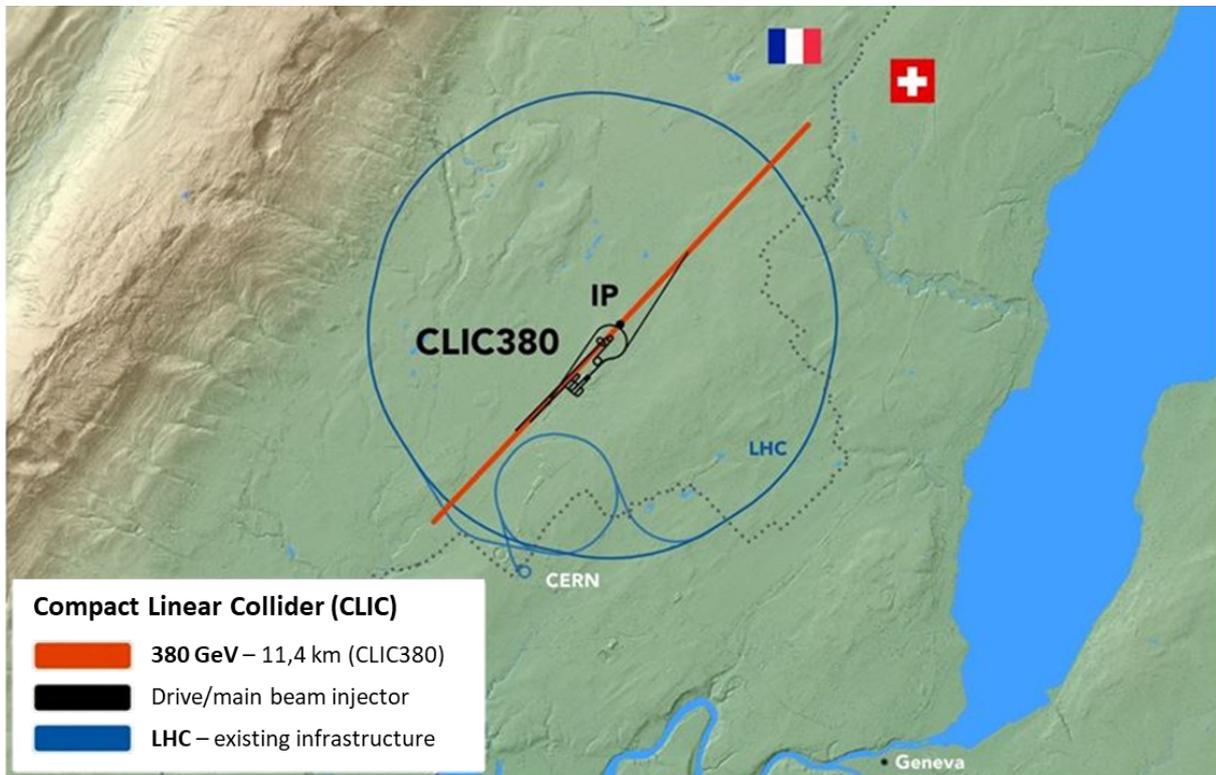


Illustration 42 : Première phase de du collisionneur linéaire (CLIC 380 GeV).

3.5.2. Potentiel de recherche scientifique

Le CLIC 380 (11 km de longueur, énergie de collision fixe de 380 GeV) permet seulement l'étude détaillée du boson de Higgs et du quark top. La conception de l'accélérateur permettrait peut-être un fonctionnement à des énergies plus basses sous certaines conditions, mais au prix d'une perte de luminosité importante⁴⁶. La luminosité est une valeur clé qui décrit combien de particules par cm^2 et par seconde peuvent entrer en interaction au point de croisement des faisceaux. Un fonctionnement à des énergies de collision de 91 GeV (boson Z), 160 GeV (boson W), 240 GeV (boson de Higgs) et 350-365 GeV (boson de Higgs et quark top) prévu pour le collisionneur circulaire est indispensable pour pouvoir exécuter le programme de physique souhaité par les théoriciens et les physiciens expérimentateurs. Il est à souligner que, selon l'énergie de collision requise, la luminosité du collisionneur circulaire est 10 à 1 000 fois plus élevée que celle du collisionneur linéaire, ce qui influe sur le temps de recherche nécessaire et la précision des résultats. Les quatre points d'interaction jouent un rôle important à cet égard.

Un collisionneur linéaire ne comprend qu'un seul détecteur au centre des deux faisceaux. Cela limite l'ampleur de la participation des scientifiques et ne permet pas de concevoir des expériences complémentaires fondées sur différentes méthodes de détection des particules, ni de corroborer les résultats obtenus grâce au travail et aux observations de plusieurs équipes de recherche. Un point encore plus important est que chaque expérience supplémentaire installée dans l'anneau d'un collisionneur circulaire augmente le nombre de collisions observées et permet de réduire le temps de recherche, par conséquent la consommation d'énergie de cette recherche.

L'intérêt qu'il présente pour la recherche et l'impératif de sobriété énergétique conduisent déjà à privilégier un collisionneur circulaire comportant plusieurs points d'interaction et permettant de pratiquement quadrupler le nombre de scientifiques pouvant effectuer des recherches complémentaires, sans pour autant augmenter sa consommation d'énergie électrique et l'empreinte carbone du collisionneur pendant son exploitation.

La technologie d'accélération linéaire ne permet pas de tirer le meilleur parti de l'accélération des particules : l'intensité des faisceaux est plus faible que celle d'un accélérateur circulaire et les particules accélérées qui ne participent pas aux collisions au point d'interaction sont perdues. Ces deux éléments, ainsi que le fait que la production de bosons de Higgs à 380 GeV est presque deux fois moindre qu'à 240 GeV, entraînent une conséquence importante : **150 000 bosons de Higgs seraient produits avec un collisionneur linéaire en huit ans, alors qu'il suffit de trois ans au FCC-ee, équipé de quatre détecteurs, pour en produire dix fois plus.** La dégradation de la précision des mesures effectuées au moyen d'un collisionneur linéaire aurait un effet direct sur les retombées scientifiques. Pour que le CLIC atteigne approximativement le même niveau de précision que le FCC-ee, il faudrait qu'il fonctionne pendant près d'un siècle à 380 GeV, ce qui n'est guère réaliste. L'augmentation de l'énergie lors des deux phases suivantes permettrait de combler partiellement l'écart avec le FCC-ee en une trentaine d'années, mais le CLIC ne pourrait pas concurrencer la précision offerte par le FCC-hh au terme de quelques années de fonctionnement seulement.

⁴⁶ *The Compact Linear Collider (CLIC) 2018 Summary Report* : <https://cds.cern.ch/record/2652188/files/1812.06018.pdf>

3.5.3. Compatibilité territoriale

La réalisation du scénario d'implantation du CLIC (aujourd'hui non optimisé) constituerait un défi. L'emplacement du point d'interaction se trouve au nord-est du site clôturé CERN de Préveessin (Illustration 43) sur des terrains qui sont mis à la disposition de l'organisation, aujourd'hui utilisés comme espaces agricoles. Cependant, seule une partie de ces terrains est aujourd'hui affectée au CERN par le PLU (zone UAcern, voir Illustration 43). La majeure partie des 40 ha à 50 ha affectés est inscrite comme zone naturelle protégée (Np) et zone agricole protégée (Ap).

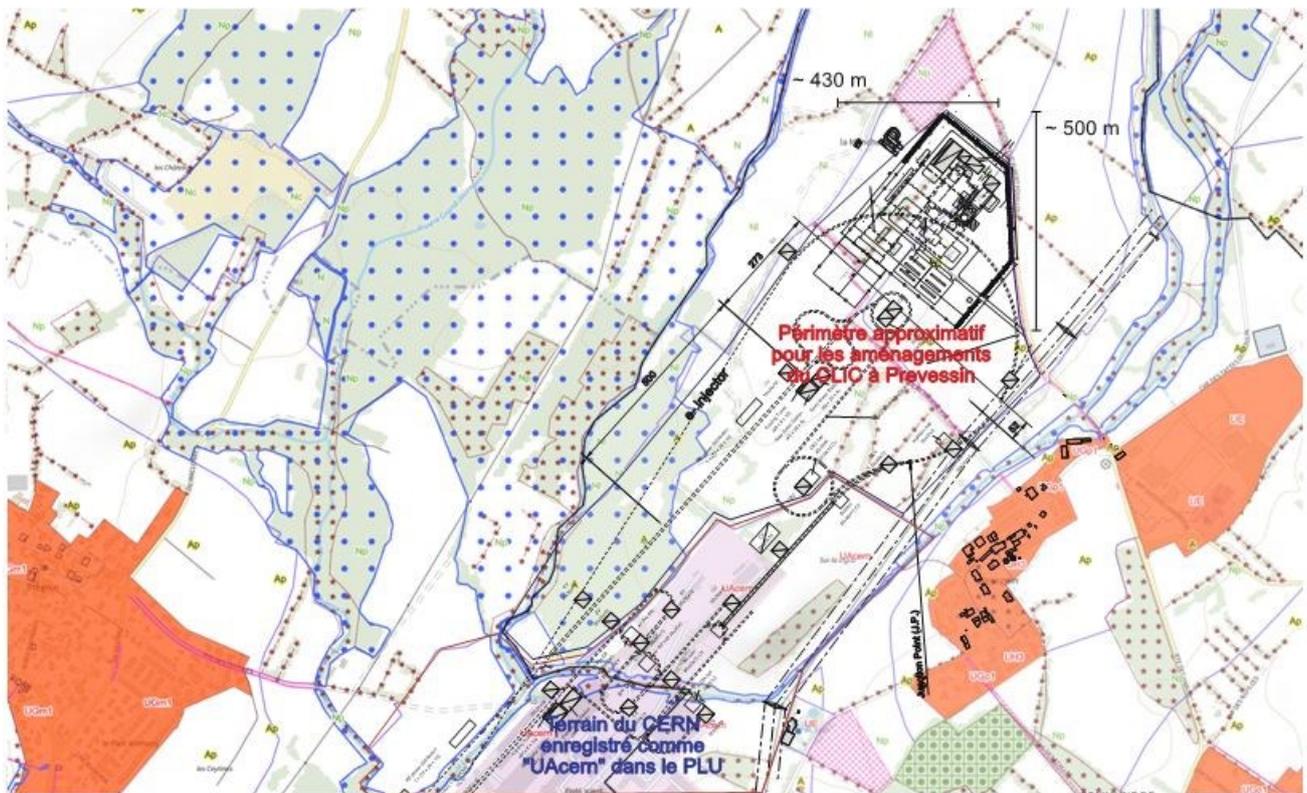


Illustration 43 : Périmètre approximatif du site de surface du CLIC, en violet avec le point d'interaction au nord-est du site de Préveessin du CERN en orange clair (« terrain du CERN ») en France dans des zones Np et Ap.

En ce qui concerne la version la plus courte du collisionneur, couvrant une partie du programme de recherche du FCC-ee, le site de surface 3, à l'ouest du point d'interaction, se trouverait à Saint-Genis-Pouilly dans une zone déjà planifiée pour un aménagement (Zone à urbaniser de centralité, 1AUC, dans un périmètre concerné par des orientations d'aménagement et de programmation, la Porte de France). Même si les enjeux environnementaux sont faibles, la compatibilité du FCC avec ce projet d'aménagement (en phase d'enquête publique⁴⁷ en septembre 2023) doit encore être analysée et validée. Il n'existe pas d'autres emplacements possibles semblant faisables à la distance requise du point d'interaction dans cette direction.

Le site 2, à l'est du point d'interaction, à Sauvigny, se trouve dans une zone de protection naturelle (Np) à préserver pour des motifs d'ordre écologique. L'emplacement est considéré comme indésirable, mais pas comme infaisable.

Pour les options d'extension du collisionneur linéaire, les puits situés à l'ouest du point d'interaction se trouvent aujourd'hui dans des zones considérées comme infaisables. Le puits 5 est localisé dans la zone de protection absolue de l'Allondon en Suisse et il n'y a pas de localisation considérée comme faisable dans un rayon

⁴⁷ Requalification du secteur de la Porte de France :

<https://www.ain.fr/app/uploads/2023/09/dossier-concertation-porte-france-web-2023.pdf>

d'environ un km. Le puits 7, à l'ouest de Challex, se trouve dans une zone considérée comme indésirable pour des raisons de protection naturelle (Np), mais pas comme infaisable.

Le puits 9, au sud de Collonges, se trouve dans la zone de protection absolue du marais de l'Étournal et sur la nappe d'eau de Pougny. Cet emplacement est considéré comme infaisable. Le puits 11 se trouve dans la zone de la Haute-Chaine du Jura, le défilé de Fort l'Écluse, l'Étournal et le Vuache. Cette zone de protection absolue est considérée comme infaisable, non seulement du fait de la présence de multiples zones de protection mais aussi en raison de la topographie difficile, de la présence d'une zone à fort risque de glissement de terrain et du manque d'accès. Le puits 4 (Divonne), qui se situe dans la zone de protection absolue du marais de Prodon, est considéré comme non faisable. Les puits 6, 8 et 10 se trouvent en Suisse dans le canton de Vaud. Aujourd'hui, peu de données sont disponibles pour en déterminer la faisabilité. Selon les éléments connus, le puits 6 se trouve dans une zone présentant des enjeux environnementaux, située sur une SDA. Le puits 8 se trouve sur une surface d'assolement protégée. Enfin, le puits 10 semble infaisable car il se trouve en pleine zone de vignes protégées, dans le Domaine de Serreaux-Dessus⁴⁸.

3.5.4. Risques liés à la réalisation et coûts

Les risques liés à la réalisation du projet CLIC dans la région sont comparables à ceux que comporte le FCC. Si deux phases supplémentaires sont envisagées, une extension dans le canton de Vaud nécessitera l'engagement de parties prenantes supplémentaires en Suisse. Comme cela a été mentionné dans la section précédente, les risques liés aux impacts sur l'environnement dans des zones protégées ne sont pas négligeables. L'absence de toute enquête relative à la stabilité du sous-sol et à l'hydrogéologie rend la réalisation du projet CLIC au même horizon temporel que le FCC peu crédible. La réalisation d'investigations du sous-sol, au moins dans les zones présentant des difficultés particulières, s'imposerait.

À ce stade, aucun dialogue au sujet de cette variante n'a été entamé avec les parties prenantes dans les deux États hôtes. S'il est question de poursuivre ce projet, ces étapes seraient à engager. Il est nécessaire, dans les plus brefs délais, d'opérer un choix entre la poursuite du projet CLIC ou le lancement du projet FCC car le CERN et les États hôtes disposent de ressources limitées.

D'un point de vue technique, l'accélérateur et l'expérience sont réalisables car des prototypes ont été construits et testés en laboratoire. Cependant, la très petite section transversale des faisceaux (119 nm x 2,9 nm), au diamètre plus petit encore que celui de l'ADN, restera une difficulté à surmonter s'agissant de la maîtrise des collisions de particules. À titre de comparaison, les dimensions du faisceau du FCC-ee sont 10 à 1 000 fois plus grandes que celles du faisceau du CLIC, de 22 000 nm x 45 nm à 121 000 x 250 nm selon l'énergie des faisceaux, ce qui diminue le risque lié à la maîtrise de la technologie.

S'agissant des coûts, à première vue, les investissements requis pour le CLIC 380 semblent sensiblement inférieurs à ceux que nécessiterait le FCC-ee (environ 8,4 milliards de francs suisses, contre 12,8 milliards de francs suisses valeur 2023). Cependant, les phases suivantes du CLIC nécessiteraient des investissements pour des travaux de génie civil. En ce qui concerne le FCC, l'infrastructure du FCC-hh est la même que le FCC-ee, n'occasionnant pas de coût supplémentaire. S'agissant des coûts de fonctionnement, la plus grande partie sera consacrée aux dépenses de personnel, en particulier à la rémunération des chercheurs et des ingénieurs employés par les universités et centres de recherche participant au projet. Ces investissements bénéficieront à la recherche scientifique et auront des retombées directes : production scientifique et amélioration de la qualité de l'enseignement et de la formation permettant aux personnes concernées d'obtenir un meilleur salaire tout au long de leur carrière, comme on a pu le constater avec les projets existants du CERN). Étant donné que le CLIC mobiliserait beaucoup moins de scientifiques que le FCC, ses retombées seraient elles aussi moins importantes, ce qui remet en question la valeur du projet.

⁴⁸ Domaine Serreaux Dessus, Begnins, Vaud, Suisse : <https://www.serreaux-dessus.ch/>

3.5.5. Synthèse

Le Tableau 13, qui compare différents éléments des deux variantes (collisionneur linéaire et collisionneur circulaire), met en évidence leurs avantages et inconvénients respectifs. Les valeurs, présentées dans un format synthétique et simplifié, ne peuvent pas faire l'objet d'une comparaison directe et doivent être interprétées dans leur contexte respectif.

Le scénario d'un collisionneur linéaire court (longueur totale de 11,4 km, énergie de 380 GeV) présente certains avantages, tels que le coût, l'empreinte carbone de la construction et le nombre de sites de surface requis, qui ne semblent cependant valables que pour une première phase de recherche, comparable à la phase du FCC-ee, et qui doivent être estimés plus finement en tenant compte du matériel de construction utilisé. Lors des phases 2 et 3 du CLIC, les travaux et les coûts connexes sont lourds, ce qui remet en cause la pertinence d'un tel projet.

En revanche, le collisionneur circulaire présente des avantages notables compte tenu de la flexibilité qu'il offre, du nombre de scientifiques pouvant participer aux recherches, de la taille totale des sites de surface, de la consommation d'électricité et d'eau nécessaire pour le programme de recherche, des impacts sur les zones naturelles et de sa portée scientifique.

En conclusion, une infrastructure de recherche basée sur deux collisionneurs circulaires successifs est préférable à une variante fondée sur un collisionneur linéaire (voir aussi Tableau 13). C'est pourquoi cette première variante a été choisie pour être examinée de manière plus approfondie et le scénario de réalisation du FCC a bénéficié du lancement d'études de faisabilité dans les deux États hôtes du CERN.

Tableau 13 : Comparaison collisionneur linéaire/collisionneur circulaire : aspects scientifiques, intégration territoriale et réalisation. Les valeurs et commentaires sont à interpréter dans leur contexte respectif. Une comparaison directe n'est pas possible.

Aspect	Avantage variante linéaire	Avantage variante circulaire	Linéaire	Circulaire
Longueur en km	X		11,5 km-50 km	90,7 km
Nombre de sites de surface	380 GeV seulement	Pour le périmètre total	3 pour la version plus courte, 11 pour les extensions	8
Consommation de terrains		X	40 ha pour l'extension du site CERN Prévessin, environ 50 ha au total pour la version de 380 GeV, environ 80 ha pour l'extension jusqu'à 3 TeV	Environ 40 ha au total pour les deux phases FCC-ee et FCC-hh
Quantité de matériaux excavés (in situ)	380 GeV seulement		~ 2 millions de m ³ pour la version la plus courte avec 380 GeV. Le volume total de matériaux pour les phases d'extension n'est actuellement pas connu.	~ 6 millions de m ³
Impacts sur des zones naturelles protégées		X	Élevé	Modéré
Durée de la phase de chantier	380 GeV seulement		4,5 ans pour la phase 1 (9 ans au total avec l'extension à 50 km)	8 ans, un seul projet de génie civil
Possibilité de fonctionnement avec plusieurs niveaux d'énergie sans nouveau projet de construction		X	Une augmentation de l'énergie de collision nécessite un allongement de l'accélérateur. Des énergies plus basses que l'énergie envisagée pour la conception (380 GeV) sont possibles, mais entraîneraient une baisse importante des performances.	Possible. Les modes de fonctionnement prévus actuellement sont : 91,2 GeV, 160 GeV, 240 GeV et 365 GeV.
Luminosité du faisceau de particules		X	Basse à moyenne, dépendant de l'énergie de collision	Haute à très haute, en fonction de l'énergie de collision
Nombre d'expériences		X	1	4

Possibilité de réutilisation		X	Possibilité d'augmentation de l'énergie de collision avec les mêmes particules à 1,4 TeV et à 3 TeV avec des projets de génie civil supplémentaires et l'aménagement d'infrastructures techniques supplémentaires	La même infrastructure peut être utilisée pour un collisionneur à protons et à ions de haute énergie (jusqu'à 100 TeV) en fonction de la technologie des aimants qui sera disponible vers l'année 2060. D'autres utilisations sont envisageables ensuite, par exemple pour un collisionneur à muons de haute énergie.
Flexibilité d'adaptation du fonctionnement aux résultats intermédiaires de la recherche		X	Faible (énergie de collision fixe)	Élevée (énergie de collision variable)
Possibilité d'attirer de nombreux scientifiques sur une longue période		X	Faible (environ 3 fois moins de scientifiques que pour un collisionneur circulaire avec 4 expériences, et 10 fois moins que pour la phase hadronique du collisionneur circulaire)	Élevée
Consommation d'énergie pour la recherche sur le boson de Higgs		X	4,8 TWh (0,6 TWh par an * 8 ans)	2,9 TWh (0,75 TWh par an * 1,3 TWh * 3 ans)
Consommation d'énergie la plus élevée		X	2,8 TWh/an pour la phase d'exploitation à 3 TeV pendant 6 ans ; 16,8 TWh au total	1,8 TWh/an pour la phase d'exploitation appelée « ttbar » pendant 5 ans ; 8,9 TWh au total
Besoins en eau de refroidissement		X	1 170 m ³ /h pour la version de 380 GeV	< 900 m ³ /h (sans l'injecteur, avec 4 expériences, accélérateur booster et les lignes de transfert)
Efficacité de la machine		X	Faible (les particules ne sont pas réutilisées)	Élevée (les particules sont remises en circulation et accélérées une nouvelle fois)
Complexité technique		X	Élevée	Modérée

Complexité du fonctionnement		X	Élevée (l'optimisation du faisceau en continu est difficile)	Modérée (l'optimisation du faisceau peut se faire en continu)
Réutilisation des aménagements du CERN		X	Extension de 40 ha à 50 ha du site de Prévessin dans la zone protégée nécessaire, raccordement à l'eau de refroidissement du lac, raccordement à la ligne de 400 kV du Bois-Tollet (France)	Site de Prévessin, site du point 8 du LHC, raccordement à l'eau de refroidissement du lac, raccordement à la ligne de 400 kV du Bois-Tollet (France)
Aménagements nécessaires en Suisse	380 GeV seulement	Pour le périmètre total	Aucun pour la version plus courte de 11 km. 4 sites de surface, raccordement au réseau à haute tension en Suisse pour les phases ultérieures.	Un site de surface
Aménagements nécessaires en France	380 GeV seulement	Pour le périmètre total	3 sites de surface en France pour la phase 1 (raccordement à la ligne de 400 kV en France pour les phases ultérieures et 7 sites de surface pour la phase 3)	7 sites de surface, deux raccordements à la grille de 400 kV en France
Coûts de mise en place	380 GeV seulement	Pour le périmètre total	7,3 milliards de CHF (valeur 2019) pour la version la plus courte de 380 GeV, montant actualisé à 8,4 milliards de CHF (valeur 2023)	Entre 14 et 16 milliards de CHF selon nombre d'expériences et incluant les systèmes de radiofréquences pour l'opération « ttbar ». (valeur 2024)
Empreinte carbone de la construction	380 GeV seulement	Pour le périmètre total	~ 290 ktCO ₂ (eq) pour la phase 1 de 380 GeV	~ 527 ktCO ₂ (eq) ⁴⁹

⁴⁹ Mauree, D. (2024). FCC Construction Carbon Footprint Benchmark and Optimisation Strategies, V2.0. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13899160>

4. ÉLABORATION D'UN SCÉNARIO ÉQUILBRÉ

Le chapitre 4 détaille pour chacun des sites les zones favorables à une implantation et les zones présentant des contraintes. Dans un second temps, les conditions devant être remplies par tous les scénarios acceptables (invariants) et les conditions que le maître d'ouvrage se fixe pour rendre le scénario territorialement plus acceptable (objectifs volontaires) sont énumérées.

4.1. ZONES À ÉVITER ET ZONES PRIVILÉGIÉES

L'examen initial de la configuration a permis de définir une méthodologie systématique permettant d'élaborer et d'évaluer les scénarios d'emplacement et de déterminer les zones à éviter et les lieux qui peuvent, au contraire, être considérés comme prometteurs pour l'élaboration de nouveaux scénarios équilibrés.

En fin de compte, une centaine de scénarios différents (environ soixante-dix scénarios comprenant huit sites, une trentaine de scénarios à douze sites) ont été élaborés selon cette approche. Afin qu'aucun scénario potentiellement réalisable ne soit oublié lors de la création manuelle de scénarios, l'algorithme de recherche automatique de l'outil d'emplacement interactif a été utilisé avec l'ensemble des paramètres à privilégier pour confirmer qu'un scénario est le plus adapté aux contraintes rencontrées.

Les scénarios ont été étudiés en appliquant différents niveaux de détail, selon qu'ils devaient être écartés rapidement ou être soumis à une étude approfondie des différentes conditions. Certains scénarios aboutissaient à un dépassement de la limite géographique établie pour l'étude. Néanmoins, ils ont été examinés pour vérifier si les avantages découlant de la compatibilité territoriale l'emportaient sur les inconvénients dus aux conditions géologiques et topographiques.

4.1.1. Emplacements présentant un intérêt en Suisse, à proximité du CERN

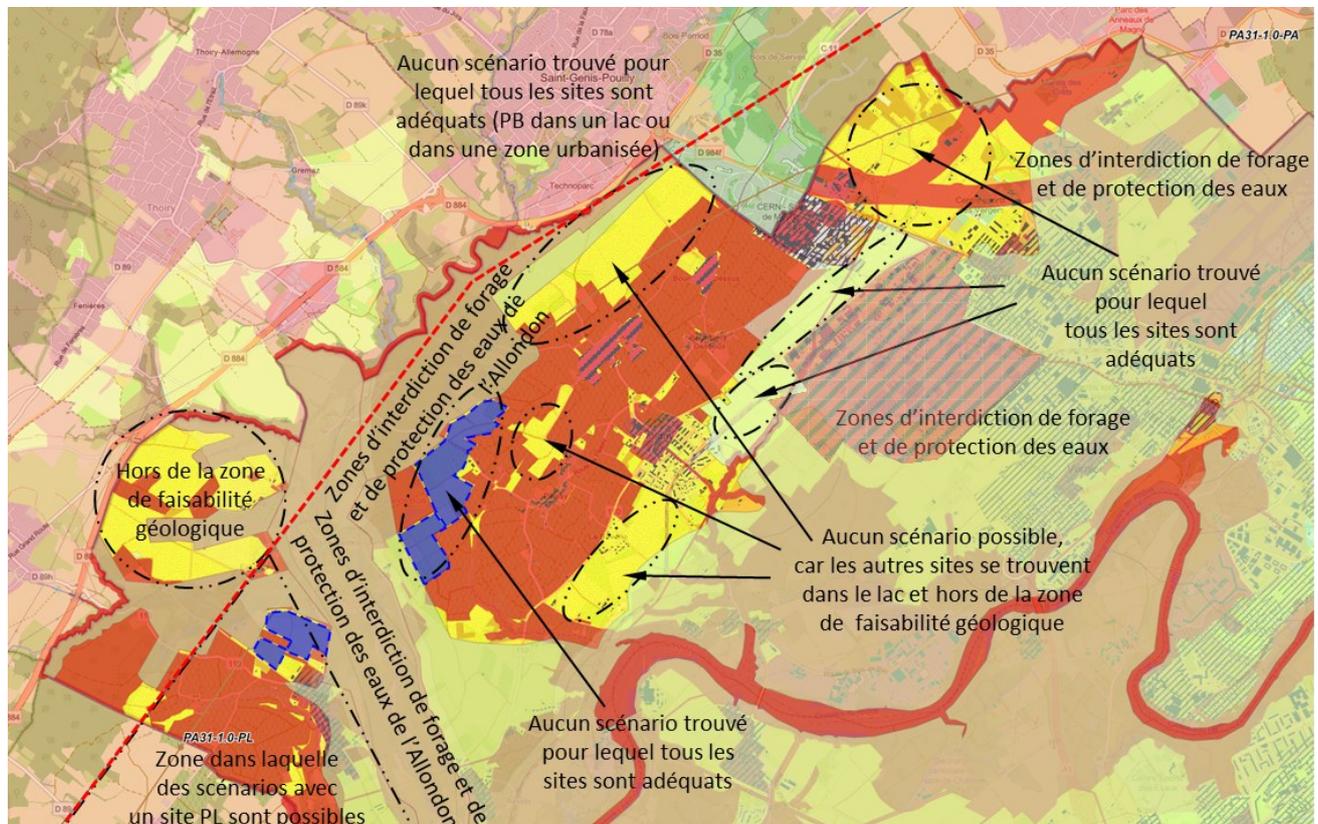


Illustration 44 : Emplacements intéressants présentant des contraintes souterraines et des contraintes de surface entre Challex (France) et Ferney-Voltaire (France) en Suisse.

L'illustration 44 ci-dessus met en évidence les zones du territoire suisse situées à l'ouest et à l'est du site de Meyrin du CERN qui se sont avérées appropriées ou inappropriées pour un site de surface. Finalement, seul le secteur situé à l'ouest de la zone de l'Allondon s'est avéré approprié pour les scénarios comportant des sites de surface à l'intérieur de la limite géologique et pour lesquels les sites de surface de tous les autres points sont potentiellement réalisables. Seules deux parcelles situées sur la route de Malval, entre la frontière française et Dardagny, se sont révélées potentiellement appropriées dans ce secteur, l'ensemble de la zone étant soumis à de fortes contraintes de protection (nature, zones humides, protection des eaux, vignobles et bâtiments du patrimoine). Les parcelles théoriquement possibles sont indiquées en bleu sur l'illustration. Les emplacements pour un site PL, comprenant des sites de surface potentiellement réalisables pour les autres points, sont situés dans le triangle délimité par des lignes noires discontinues, dans la partie inférieure gauche de l'image. Les limites de la reproduction graphique font que les zones hachurées en orange apparaissent en jaune foncé dans l'illustration. Les zones d'interdiction de forage et de protection des eaux se superposent et ne sont pas encore encodées en tant que zones rouges, à éviter. La ligne discontinue rouge indique la ligne de délimitation de la faisabilité géologique. Les scénarios doivent rester au sud-est de cette limite de faisabilité géologique. Un site technique PL ne peut pas être situé plus à l'est du triangle matérialisé par les lignes noires discontinues et au sud de la limite géologique rouge, car aucun emplacement de site technique PL dans cette zone n'aboutit à un scénario d'emplacement dans lequel l'ensemble des autres sites seraient réalisables. L'illustration 45 montre que l'emplacement d'un site PL à l'est de Challex déboucherait sur un scénario non faisable en raison d'un dépassement important de la limite géologique (à gauche) et de l'emplacement d'un site PF dans le périmètre construit et urbanisé de La Roche-sur-Foron. Plusieurs autres emplacements comportant des zones à éviter peuvent être cités, mais, comme on pourrait générer des milliers des scénarios différents, de telles analyses sortent du cadre de ce rapport.

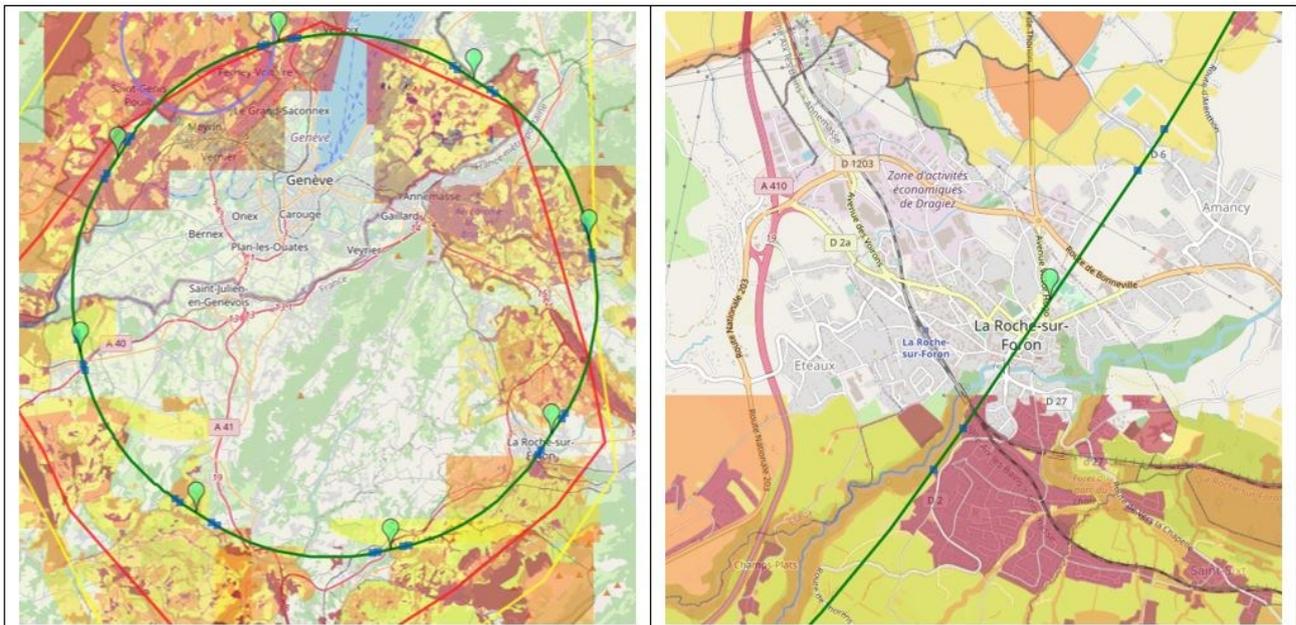


Illustration 45 : Exemples de contraintes aboutissant à un scénario non faisable avec un emplacement du site PL à l'est de Challex. À gauche, le scénario dépasse largement la limite géologique. À droite, un gros plan sur le site PF montre que le site se trouverait nécessairement dans le centre urbanisé de la ville de La Roche-sur-Foron.

Le tracé du scénario de l'hypothèse de travail actuelle PA31-1.0 est représenté en orange foncé sur la carte de gauche de l'illustration 45, comprenant le site de surface PL à Challex (France) et un site d'expérience (site scientifique) à Ferney-Voltaire.

Si l'on s'appuie sur un point théorique situé dans le site technique PL à Challex, à la limite entre la France et la Suisse, on pourrait imaginer un déplacement du puits jusqu'à environ 800 m de part et d'autre de ce point théorique.

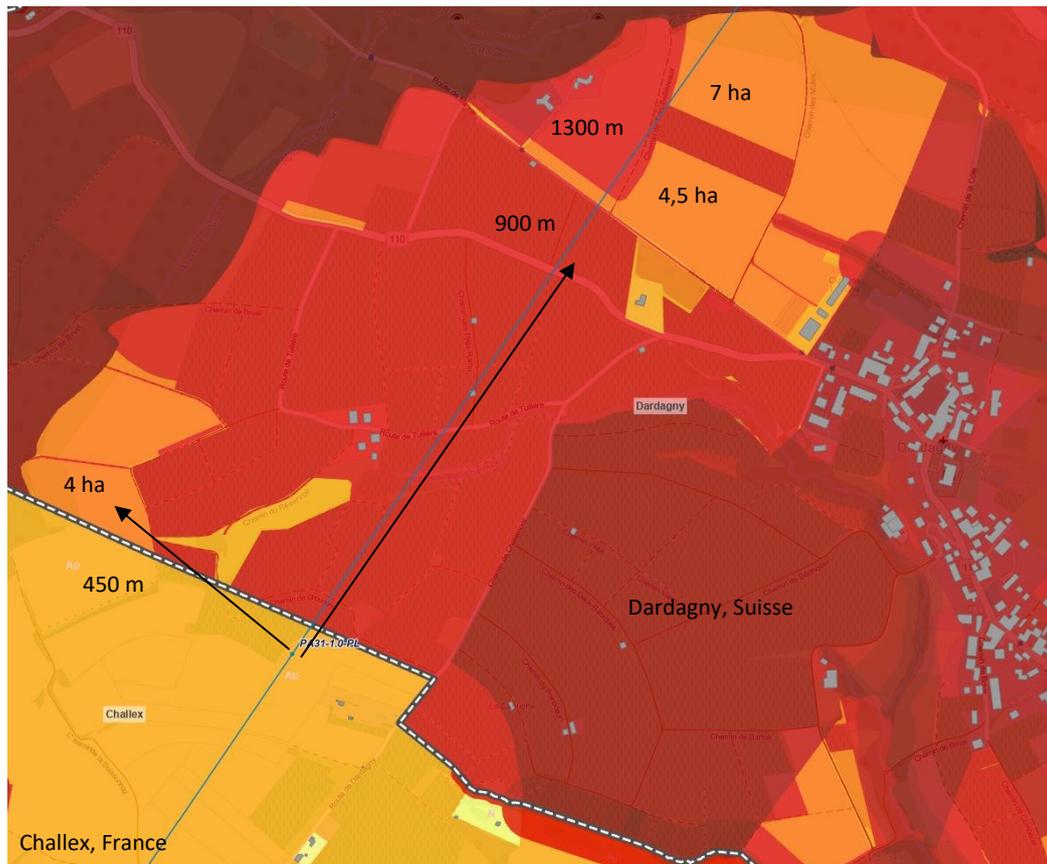


Illustration 46 : Situation des emplacements envisagés à l'est de Challex, à Dardagny (Suisse).

Comme le montre l'illustration 46, toute une zone est classée à éviter (zone « rouge ») sur 900 m à l'est côté suisse. Un champ de 4 ha situé à cheval sur les territoires français et suisse, cultivé par le même exploitant, se trouve sur le territoire suisse. Ce champ se trouve à 450 m à l'extérieur du tracé (PA31-1.0, en marron). D'une part, il est trop éloigné du tracé, à la limite de l'acceptabilité du point de vue des conditions géologiques. Du calcaire se trouve probablement à une profondeur de 250 m, mais les incertitudes liées à la localisation, à la profondeur et à la présence d'eaux souterraines à forte pression sont grandes. Au début de l'année 2023, le modèle des nappes d'eau souterraines et les documents de planification de la gestion des eaux en Suisse ont été mis à jour pour indiquer la présence d'une nappe d'eau temporaire dans la zone à la suite de la campagne de mesure GÉothermie 2020⁵⁰. Cette zone est désormais incluse dans la planification transfrontalière de la ressource en eau potable. Conformément à l'approche ERC, cette nouvelle contrainte supposait le déplacement du puits encore plus à l'ouest (Illustration 47). Avant l'apparition de cette nouvelle contrainte souterraine, l'accès au champ nécessitait soit la création d'une route d'accès côté français avec la mise en place d'un accès transfrontalier (poste de douane), soit la création d'un accès avec des routes en lacets dans des zones protégées côté suisse. Ces deux scénarios ne sont pas réalistes et ont donc été abandonnés.

Les premiers emplacements théoriquement possibles à Dardagny sont deux champs cultivés à une distance de 1 300 m et de 1 400 m. Un déplacement du puits à cette distance n'est techniquement pas faisable car le puits doit rester dans la section droite (1 050 m de chaque côté du point théorique), avec suffisamment de marge jusqu'au début de la section courbe (environ 150 à 200 m dans ce cas précis).

⁵⁰ Schéma de protection, d'aménagement et de gestion des eaux (SPAGE) - Allondon - Mandement, mis à jour le 28 juin 2022 : <https://www.ge.ch/document/eau-spaga-allondon-mandement>.

Différents scénarios d'emplacement ont été mis au point et analysés. Si un site technique était situé à cheval sur les territoires français (Challex) et suisse (Dardagny), à environ 450 m au nord du tracé indiqué dans l'illustration 48, le site scientifique PA se trouverait dans le centre-ville de Ferney-Voltaire (carte de gauche). Dans l'hypothèse d'un emplacement au nord de Dardagny, le site PA se situerait dans une zone qui n'est désormais plus disponible du fait de l'examen ou de la validation de projets d'aménagement à Ferney-Voltaire (carte de droite).

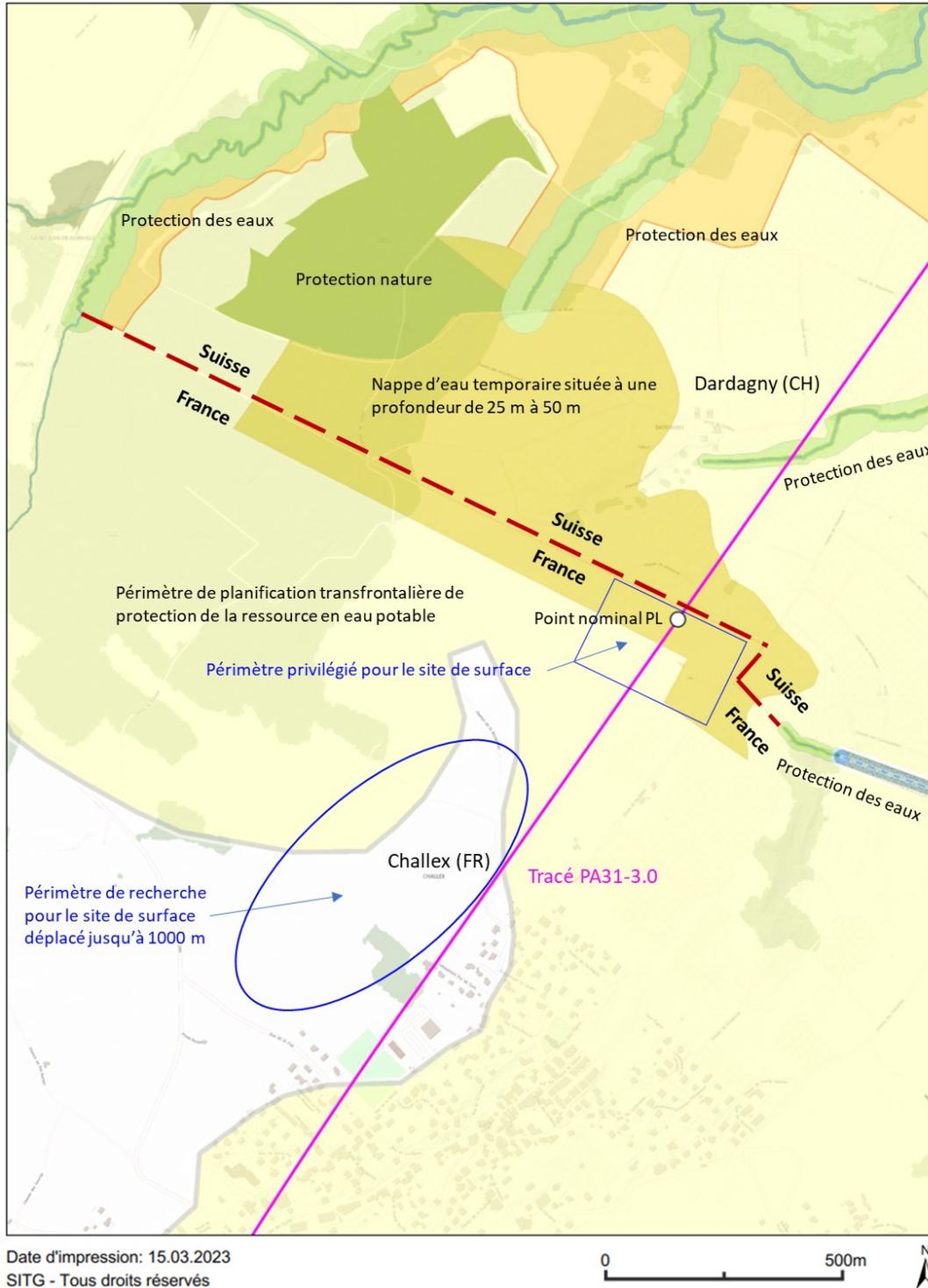


Illustration 47: Nouvelles contraintes souterraines (2023) dans le secteur de Dardagny (Suisse)/Challex (France).



Illustration 48 : À gauche, carte indiquant l'emplacement pour le site scientifique PA si le site technique PL choisi se situe à cheval sur les territoires français et suisse, entre Challex et Dardagny. À droite, une carte indiquant l'emplacement pour le site scientifique PA si le site technique PL se situe à Dardagny, en Suisse. Il se trouve dans une zone restée libre sur la commune de Prévessin-Moëns mais sa faisabilité est peu réaliste. L'accès à la zone s'effectuerait à travers la zone urbanisée de Ferney-Voltaire, dans un secteur densément peuplé.

Le choix d'un emplacement encore plus distant, au nord de Dardagny, déplacerait un site dans une zone récemment aménagée par la ville dans le centre de Ferney-Voltaire (Illustration 49, carte de gauche). Des difficultés élevées existeraient aussi pour le site scientifique PG (Illustration 49, carte de droite), qui se trouverait dans des zones inadaptées d'un point de vue topographique (élévation comprise entre 800 et 900 m, fortes pentes et vallée) et difficiles d'accès au sud, à Fillière, la seule route existante étant la D5, une route de montagne à gabarit limité. Par conséquent, ces scénarios ont été abandonnés.

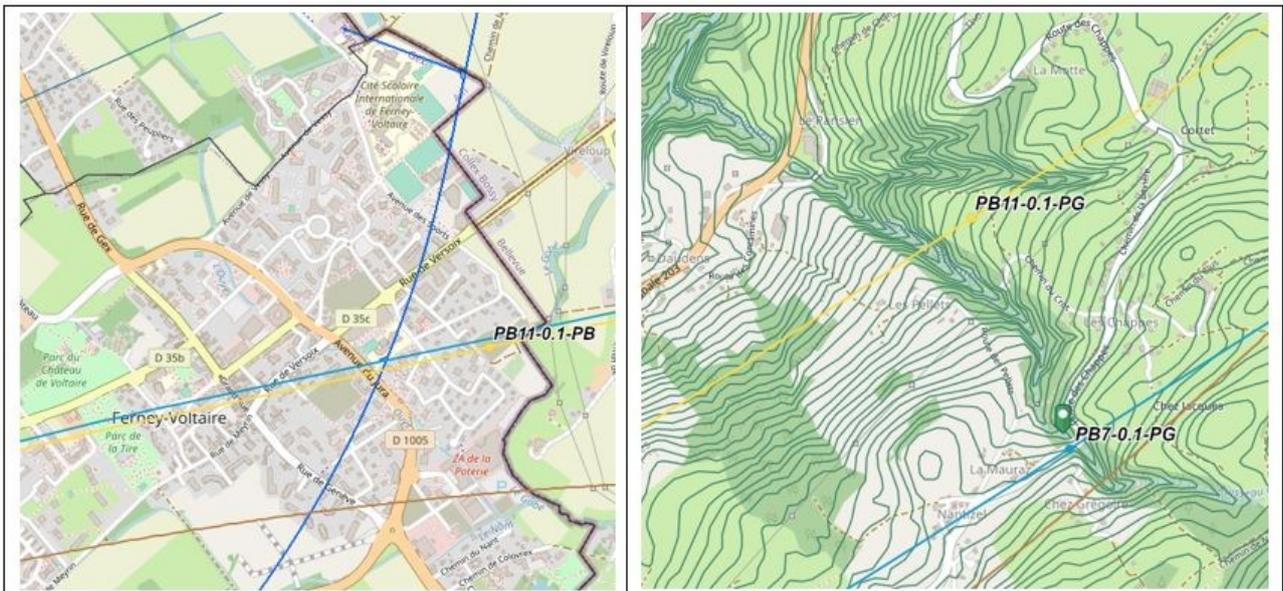


Illustration 49 : À gauche, emplacement d'un site technique ou scientifique PB au centre de Ferney-Voltaire. À droite, emplacement d'un site scientifique PG au sud de La Motte et au nord de Nantizel, à Fillière, en zone montagneuse, résultant de l'emplacement d'un site technique PL à Dardagny (Suisse). La faisabilité des scénarios comportant de telles caractéristiques est considérée comme peu probable.

D'autres emplacements se situeraient dans des zones fortement urbanisées (parcelles 4, 5, 6 et 7 sur l'illustration 50), mais leur petite taille fait qu'il est peu probable qu'ils soient retenus comme candidats. Deux secteurs (parcelles 8 et 9 sur l'illustration 50) sont réservés à des projets de construction et sont donc devenus des zones d'exclusion entre 2014 et 2021. Une vaste zone au nord de l'aéroport (zone 10 sur l'illustration 50) est considérée comme le dernier secteur naturel de Ferney-Voltaire et est donc exclue des études. Ce secteur est également concerné par l'interdiction de forage et la zone de protection des eaux, qui s'étend à l'ouest et à l'est de ce secteur, sur le territoire suisse.

Des emplacements potentiels ont été définis à proximité de la route D35 qui mène au site de Prévessin du CERN. Les zones 12 et 13 figurant sur l'illustration sont très proches de Prévessin et sont donc moins privilégiées que la zone 11, indiquée sur l'illustration 50. Pour les scénarios comportant un site d'expérience PA dans cette zone, les sites PD, PF et PG se situeraient à des emplacements défavorables et le site PJ serait difficile d'accès. Ces scénarios ont donc été abandonnés.

Deux zones (zones 14 et 15 sur l'illustration 50), situées à proximité immédiate du point 8 du LHC du CERN, conduisent à des scénarios dans lesquels tous les autres emplacements candidats pour les sites de surface se trouveraient dans des zones théoriquement compatibles. Elles se distinguent également par les synergies avantageuses qu'elles permettraient avec le site existant du CERN. Cependant, la zone 14 est construite (centre commercial Espace Candide et hypermarché Leclerc) et la zone 15 est un bois classé que la commune de Ferney-Voltaire souhaite conserver.

4.1.3. Emplacements présentant un intérêt en Suisse (rive gauche du lac)



Illustration 51 : Emplacements en Suisse, sur la rive gauche du lac. Frontière avec la France à Annemasse et à Ville-la-Grand, au sud-est, et à Veigy-Foncenex, au nord-est.

Le secteur situé sur la rive gauche du lac, en Suisse (Illustration 51), revêt un caractère urbanisé dans la zone qui s'étend du lac vers l'intérieur des terres sur environ 2,5 km. Un seul emplacement (délimité par les lignes discontinues noires sur l'illustration) s'avère approprié dans le couloir étroit qui doit être respecté en raison de la bathymétrie du lac et de la ligne de délimitation géologique sur l'ensemble du périmètre.

La frange située à l'ouest du périmètre d'activités de la Pallanterie (zone bleue n° 1 sur l'illustration 51) constitue une zone qui peut être envisagée pour les sites de surface. La saturation de la circulation dans cette zone reste toutefois une difficulté à prendre en compte. Les zones situées plus à l'intérieur des terres sont considérées comme très difficiles en raison de la proximité immédiate de périmètres strictement protégés, de sites du patrimoine, de zones humides et de projets de renaturation. Certaines parcelles agricoles sélectionnées le long de la route de Compois (zone bleue n° 2 sur l'illustration 51) peuvent être considérées comme des zones candidates appropriées pour des sites de surface, à condition de respecter les distances de sécurité par rapport aux cours d'eau, aux zones humides, à la forêt et aux arbres, ainsi qu'à la zone archéologique. Toute la zone située entre Meinier et Jussy, incluant les hameaux protégés de Corsinge et de Sionnet, est considérée comme trop difficile pour l'emplacement d'un site de surface. Les espaces agricoles protégés, la qualité du paysage et les sites du patrimoine font qu'un espace libre suffisamment grand et raisonnablement éloigné des contraintes identifiées dans cette zone est trop difficile à trouver. Aucun scénario n'a pu être trouvé comprenant un site de surface plus à l'est de cette zone jusqu'à la frontière française à Annemasse, étant donné que l'ensemble des autres sites de surface, ainsi que le tracé du collisionneur de particules, doivent rester à l'intérieur de la ligne de délimitation géologique et qu'aucun site de surface ne se trouve dans le lac. Des scénarios comprenant des sites de surface situés entre la frontière franco-suisse et la voie ferrée reliant Annemasse à Évian ont été identifiés, mais ils franchissaient la ligne de délimitation géologique et ne permettaient pas de trouver des emplacements appropriés pour tous les autres sites de surface.

Des emplacements techniquement appropriés ont été trouvés dans le secteur de Presinge et de Choulex, à l'est des zones protégées de Carre d'Aval et du cours d'eau de la Seymaz et à l'ouest de la Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (HEPIA) à Jussy, sur la route de Jussy (zones bleues n° 3 et n° 4 sur l'illustration 51). Cependant, une attention particulière sera portée aux zones protégées du village de Presinge et à la zone archéologique protégée de Presinge. L'État de Genève est propriétaire d'un grand terrain dans cette zone, ce qui rend l'emplacement intéressant pour un site de surface. Cela permettrait de créer des synergies directes avec l'école, l'exploitation agricole biologique du Domaine de l'Abbaye et le centre d'accueil situés sur la même parcelle pour la récupération et la réutilisation de chaleur résiduelle (chauffage de l'école et des serres) et pour le partage d'infrastructures telles que l'électricité, l'eau et les télécommunications.

4.1.4. Emplacements présentant un intérêt en France, dans la vallée de l'Arve

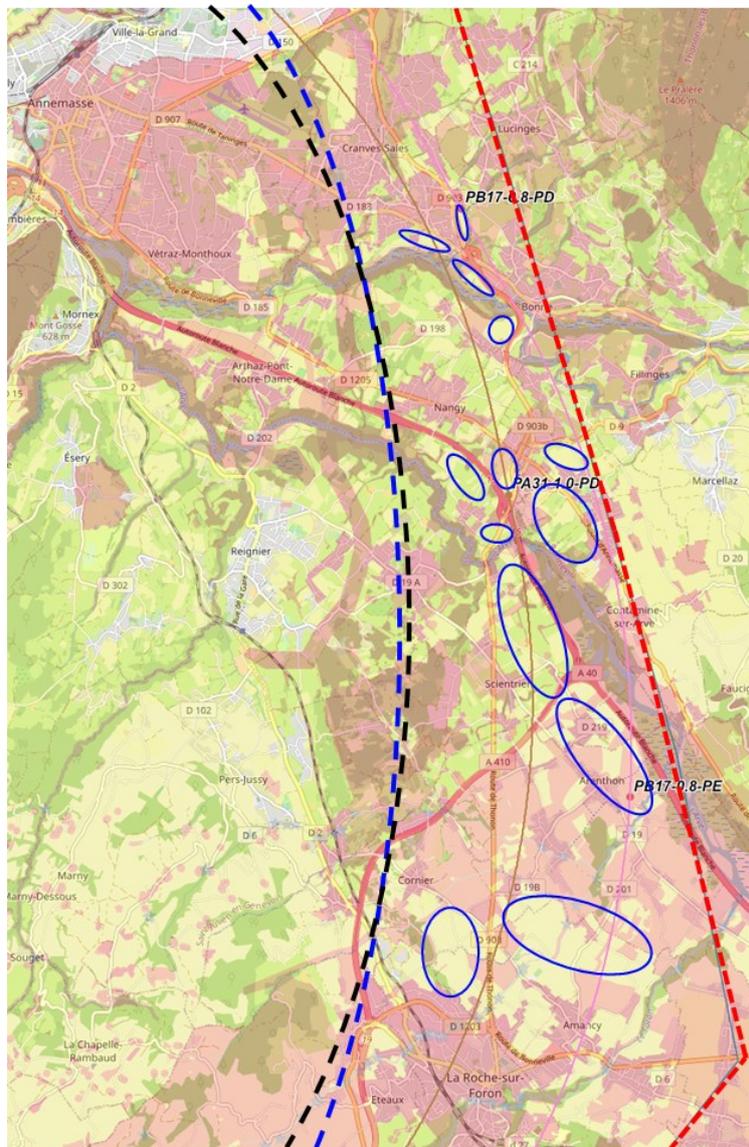


Illustration 52 : Zones présentant un intérêt dans la vallée de l'Arve.

L'illustration 52 ci-dessus apporte un éclairage sur la zone de la vallée de l'Arve. Les emplacements des sites de surface doivent rester à l'ouest de la ligne de délimitation géologique (ligne rouge discontinue) et à l'est de la courbe discontinue bleue qui indique la limite des configurations appropriées pour le collisionneur de particules. Au nord, toute la zone d'Annemasse jusqu'à Cranves-Sales est inadaptée en raison de son fort taux d'urbanisation. Il existe plusieurs emplacements isolés de taille limitée (3 à 4 ha) le long de la route D903 et à proximité de l'autoroute A40 qui semblent appropriés (entourés en bleu sur l'illustration). La zone de la rivière de l'Arve est une zone classée Natura 2000 et ZNIEFF et doit donc être évitée. De nombreuses zones situées à l'ouest de l'autoroute A40 semblent appropriées, mais s'avèrent souvent, en définitive, difficiles d'accès. La zone de Reignier, de L'Éculaz et de Scientrier, au nord de l'autoroute A410, est urbanisée, et se caractérise par la présence de fermes, de maisons isolées et dispersées et de zones forestières. La zone située au sud de l'autoroute A410 et à l'ouest de l'autoroute A40 est plus appropriée. Sur le plan topographique, la zone la plus proche de l'autoroute A40 est la plus favorable. Il n'est pas possible de définir de grandes zones cibles, car la présence de petits villages, de maisons et de fermes dispersées requiert une recherche à un niveau plus fin. La zone appropriée se termine au nord de La Roche-sur-Foron, au niveau du poste de distribution électrique de Cornier.

4.1.5. Emplacements présentant un intérêt en France, dans le secteur du plateau des Bornes à Fillière

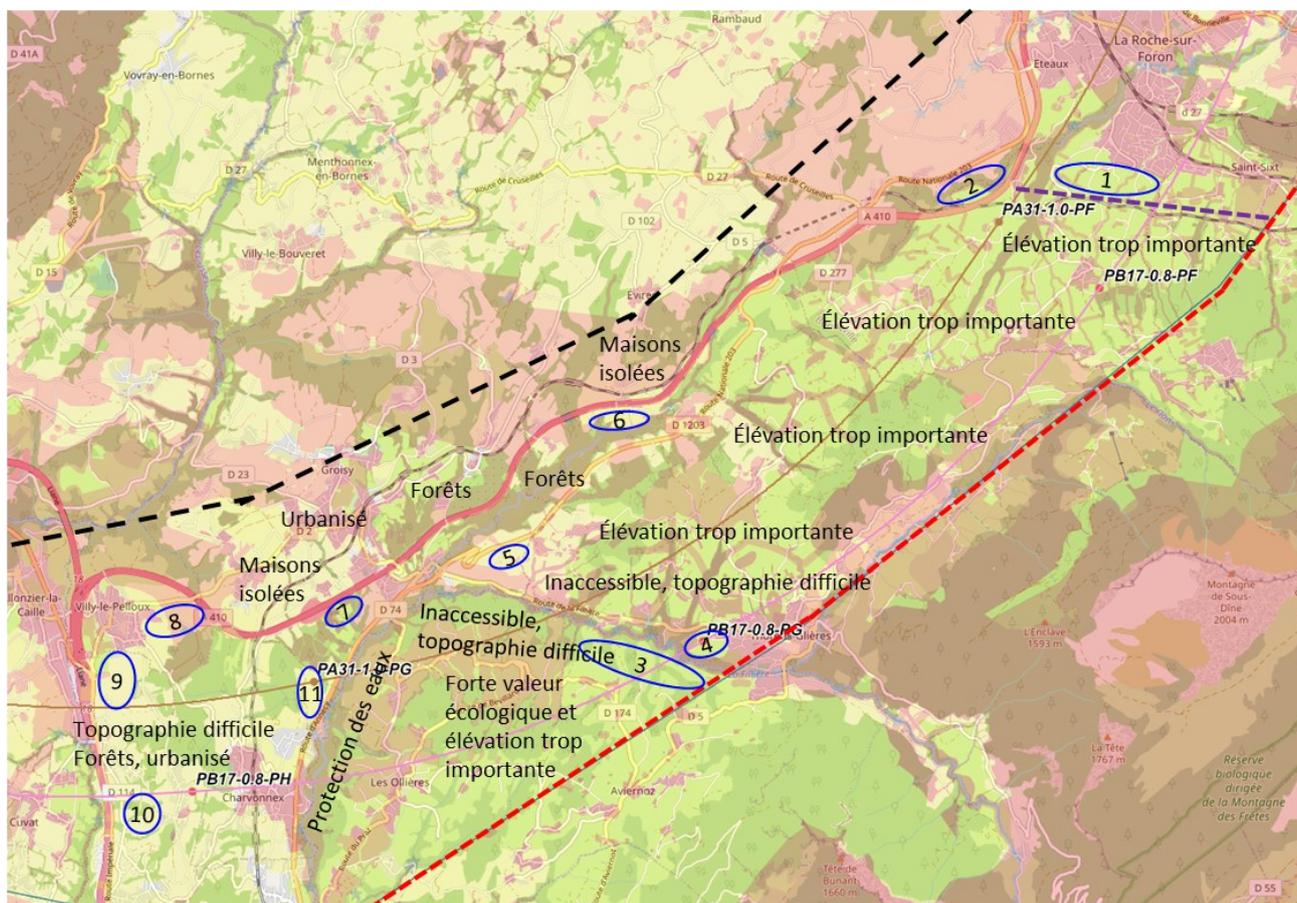


Illustration 53 : Zone située au Sud de La Roche-sur-Foron, jusqu'à Charvonnex.

L'illustration 53 présente la zone allant du sud de La Roche-sur-Foron jusqu'à Charvonnex. Le tracé du collisionneur doit rester au nord de la ligne rouge de délimitation géologique. Pour obtenir une circonférence de collisionneur suffisamment grande, c'est-à-dire supérieure à 89 km, avec des emplacements réalisables pour les sites de surface situés au nord, il est nécessaire que le tracé du collisionneur reste nettement en dessous de la ligne discontinue noire, dans l'idéal au sud de l'autoroute A410 (scénarios avec une circonférence supérieure à 90 km). Au sud de La Roche-sur-Foron, des emplacements situés avant la voie ferrée, représentée sur l'illustration par la ligne violette discontinue, sont en principe possibles (zone entourée en bleu n° 1 sur l'illustration 53). Cependant, la pente est raide et la zone n'est accessible que par une seule route étroite qui traverse des hameaux au sud de la ville. Les maisons et les fermes isolées ne facilitent pas la définition d'une surface suffisamment grande. Cette zone n'est donc envisagée que pour les sites techniques dont l'emplacement devrait être déplacé vers le nord, le long du tracé du collisionneur de particules, afin de les placer à une élévation moins importante. Une seule zone située au nord de l'autoroute A410 et au sud de la route RN203 à Éteaux, à l'écart des habitations, des zones humides et de la ZNIEFF, a été également identifiée comme appropriée pour le déplacement de sites. Les zones situées au nord de la route RN203 ne peuvent cependant pas être retenues en raison de la forte densité de l'urbanisation et de la présence de fortes pentes.

Toute la zone située au sud de la ligne ferroviaire reliant Annecy à La Roche-sur-Foron ne peut être envisagée en raison de son élévation importante. Les secteurs ne sont généralement pas accessibles et les routes sont largement inadaptées. Toutefois, certains endroits isolés (par exemple, zones n° 5 et n° 6, entourées en bleu sur l'illustration 53) se trouvent à proximité de la route D1203 et de l'autoroute A40 et devront faire l'objet d'un examen au cas par cas. Leur superficie est cependant généralement très limitée.

La vallée de la Fillière est trop étroite pour qu'on puisse y envisager l'implantation d'un site de surface. Le premier emplacement approprié serait situé sur un champ en terrain plat à l'extérieur de Thorens-Glières (zone n° 4 entourée en bleu sur l'illustration 53), et se trouverait à proximité d'une ferme patrimoniale. Bien que cet emplacement soit considéré comme très approprié pour un site de surface, la politique locale de développement, la difficulté d'accès au site et les nuisances probables pour la population ont fini par diminuer considérablement le caractère adéquat de cet emplacement. Il existe de vastes secteurs dans les zones de forêts mixtes et de prairies au sud de la Fillière (zone n° 3 entourée en bleu sur l'illustration 53) qui pourraient en principe être envisagés pour l'emplacement d'un site scientifique (site d'expérience). Cependant, leur forte valeur écologique, l'absence de routes et la mise en œuvre de politiques de développement protectrices soulèvent des questions quant à leur caractère adéquat.

En s'approchant de Charvonnex, quelques petits emplacements isolés semblent appropriés le long de l'autoroute A410 (par exemple, la zone n° 7 entourée en bleu sur l'illustration 53). Plus à l'est, d'autres zones semblent adéquates à la périphérie de Villy-le-Pelloux (zones n° 8 et n° 9 sur l'illustration 53). Cependant, la présence de sites d'expérience dans ces zones entraînerait un franchissement de la délimitation géologique dans la zone du Vuache, ce qui poserait problème en raison de la présence de failles actives et de formations calcaires karstiques avec des risques de pénétration d'eau, ainsi que du fait de l'existence de risques d'instabilité sismique.

Les emplacements au sud de Villy-le-Pelloux ne peuvent être retenus en raison du fort taux d'urbanisation et de la présence de forêts. Seuls quelques emplacements isolés, situés au niveau des routes A41 et D1201, pourraient convenir comme lieux de déplacement des sites techniques de certains scénarios, qui, dans le cas contraire, se trouveraient dans des zones montagneuses et forestières à l'est de Charvonnex (par exemple, zone n° 10 sur l'illustration 53).

L'emplacement le plus approprié dans cette zone pour un site scientifique PG (site d'expérience), à l'opposé du site PA, se trouverait au nord de Charvonnex, sur la route d'Annecy (zone n° 11 sur l'illustration 53). Cet emplacement permettrait d'éviter les nuisances pour les habitants et de tirer parti des possibilités d'accès qu'offrent la route départementale, voire l'aire d'autoroute de Groisy. La zone n° 11 (entourée en bleu sur l'illustration 53) représente un secteur d'environ 15 ha. Un site de surface sur cet emplacement permettrait également un accès facile et rapide depuis le LAPP du CNRS/IN2P3, au nord d'Annecy, offrant des possibilités d'exploitation durable du site.

4.1.6. Emplacements présentant un intérêt en France, entre la Mandallaz et les Usse

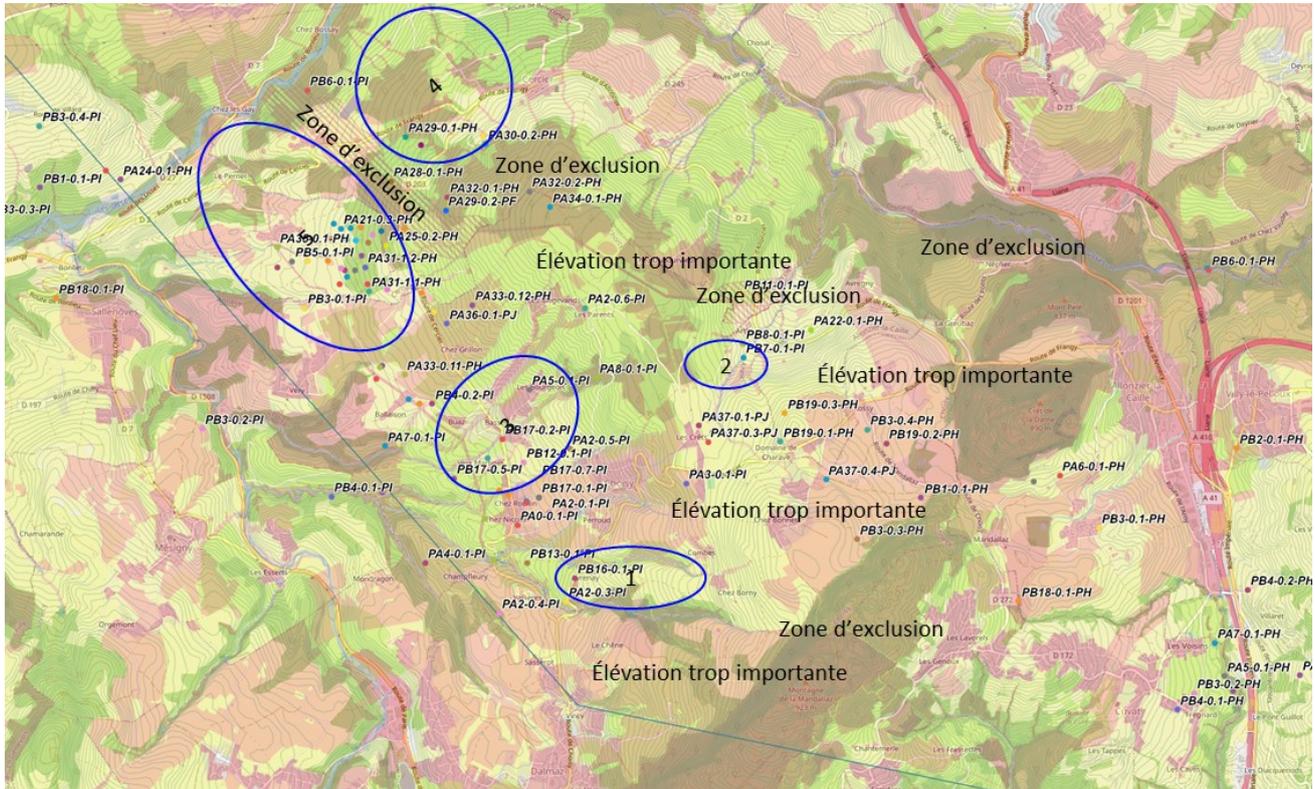


Illustration 54 : Zone de montagne de la Mandallaz, entre l'autoroute A41 à l'est et la vallée des Usse à l'ouest.

La zone située à l'ouest de Charvonnex et de Villy-le-Pelloux (à l'ouest de l'autoroute A41, Illustration 54) atteint rapidement l'élévation de 900 m, voire plus. Elle compte plusieurs secteurs protégés, notamment des zones naturelles et des forêts. Même s'il n'est pas possible que le tunnel évite cette zone, avec les risques de traversée de volumes calcaires difficiles que cela implique, la zone à l'est de Choisy est largement inappropriée pour l'emplacement de sites de surface. Certains emplacements candidats ne sont parfois définis que dans des secteurs isolés et soigneusement sélectionnés (par exemple, zones n° 1 et n° 2 sur l'illustration 54). D'autres emplacements plus propices se trouveraient à l'ouest de Choisy. Il convient également de veiller à respecter les sites du patrimoine, comme le château de la Balme, situé entre les zones n° 1 et n° 3 sur l'illustration 54. Au nord de cette zone, l'élévation monte à nouveau rapidement au-dessus de 700 m et le secteur est recouvert d'une forêt dense. En s'approchant de la vallée des Usse plus au nord (zones n° 4 et n° 5 sur l'illustration 54), les emplacements appropriés se trouveraient entre les routes départementales D203 et D2. Il existe, dans ce secteur, une zone d'exclusion stratégique, des forêts et des zones de protection de l'eau potable qu'il faut éviter.

L'accessibilité pose problème sur l'ensemble du secteur. La proximité de la route départementale permettrait de réduire les nuisances, à condition d'éviter de traverser les hameaux. La proximité d'établissements de production industrielle et agricole dans ce secteur permet de prévoir des synergies en ce qui concerne, par exemple, la fourniture de chaleur résiduelle. Le fait de se rapprocher de la rivière des Usse impliquerait également une profondeur plus faible des puits. Par conséquent, la zone la plus propice dans ce secteur se situerait au sud de la route départementale D2 et à l'ouest de la zone forestière de Marlioz.

4.1.7. Emplacements présentant un intérêt en France, dans la zone du Vuache et du Rhône

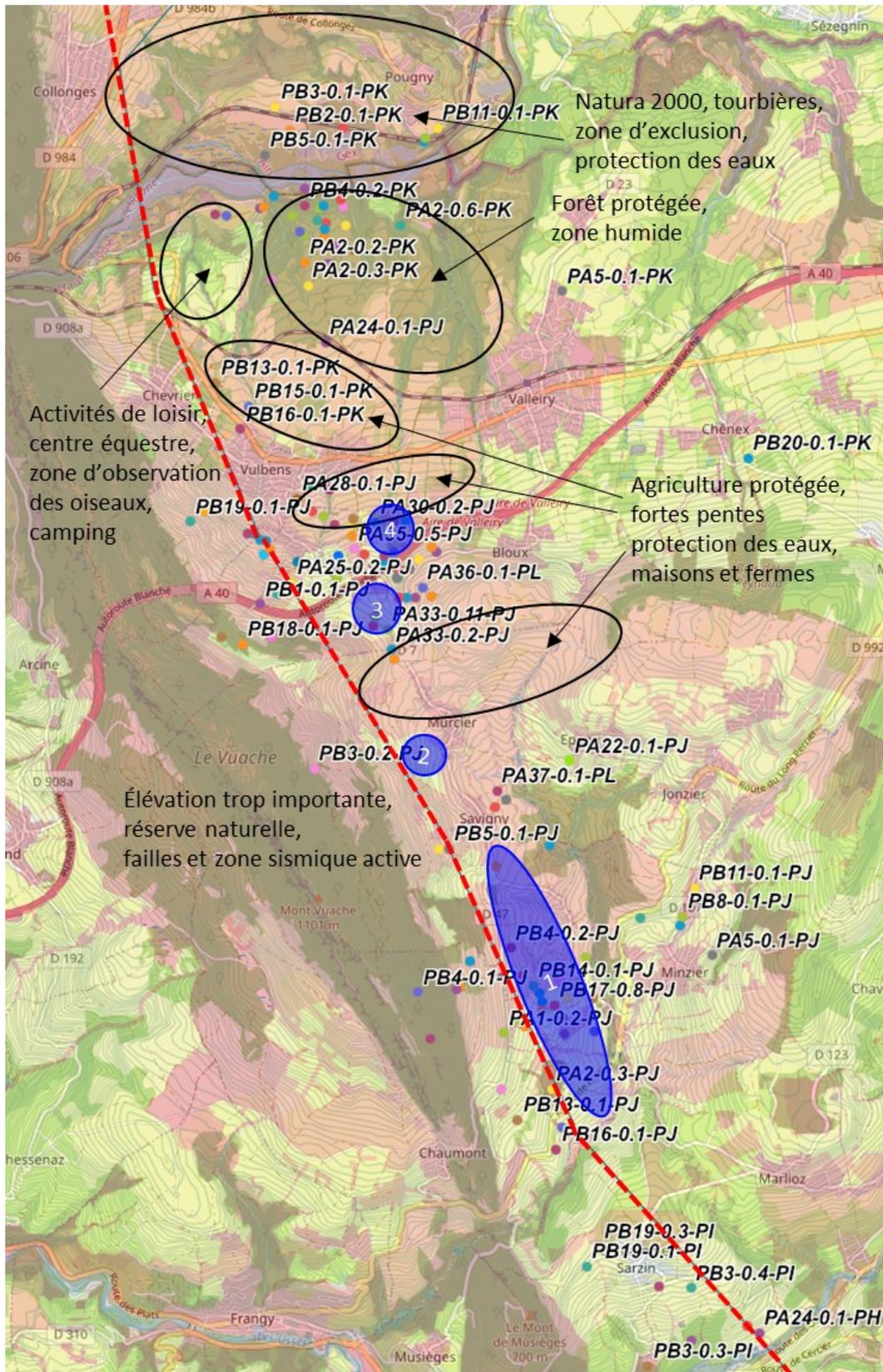


Illustration 55 : Zone allant du Vuache jusqu'au Rhône, au nord.

L'illustration 55 représente la zone allant du nord de Marlioz jusqu'à Pougny. Cette zone est délimitée par la montagne du Vuache à l'ouest et dominée au nord par la vaste zone fluviale du Rhône. Les scénarios de collisionneur de particules doivent être les plus éloignés possible de la montagne du Vuache, et ce, afin de diminuer les risques de traversée de failles connues, d'éviter de traverser l'interface molasse/calcaire et les zones caractérisées par des activités sismiques et d'éviter également les élévations importantes et les pentes raides. Parallèlement, l'emplacement doit être le plus proche possible du Vuache pour que l'anneau du collisionneur soit suffisamment grand, pour éviter de franchir la ligne de délimitation géologique dans d'autres secteurs (par exemple à l'est) et pour éviter les zones défavorables au sud (plateau des Bornes, vallée de la Fillière). Cela rend la recherche de scénarios appropriés particulièrement difficile.

En outre, il existe de nombreuses restrictions s'agissant des zones situées au nord et au sud de l'autoroute A40, telles que la protection d'activités agricoles présentant un intérêt régional particulier (par exemple, cultures d'arbres fruitiers) et la présence de nombreuses zones de protection de l'eau potable, de maisons résidentielles et de fermes dans un environnement paysager à forte valeur.

La zone située au nord de Vulbens comporte une forêt protégée et un réservoir d'eau stratégique. Bien que la zone des rives puisse en principe être envisagée, elle est moins favorable en raison de la probabilité d'une opposition locale et de la création de nuisances potentiellement inacceptables dans une zone fréquentée et sensible (activités de loisirs, centres équestres, camping, zone d'observation des oiseaux migrateurs).

Tout le secteur du Rhône ainsi que le secteur situé au nord du Rhône constituent des zones d'exclusion en raison du statut de protection Natura 2000 et de la présence de tourbières, de zones humides (marais de l'Étournal) et de nombreux sites stratégiques de protection de l'eau potable.

Des zones appropriées isolées se trouveraient à proximité de petits villages situés à l'est du Vuache (zones bleues n° 1 et n° 2 sur l'illustration 55, secteurs de Savigny et de Murcier).

Des emplacements plus appropriés se trouveraient au nord et au sud de l'autoroute A40, à l'ouest de l'aire de service de Valleiry, à l'ouest de la zone de protection de l'eau potable et à l'est de l'entrée du tunnel du Vuache. Cette zone, assez facile d'accès par la route départementale D1206, répond au critère d'accès ferroviaire ou de proximité d'un accès ferroviaire existant et peut potentiellement donner lieu à des synergies avec l'aire d'autoroute existante.

4.1.8. Emplacements présentant un intérêt en France, dans la zone du Jura

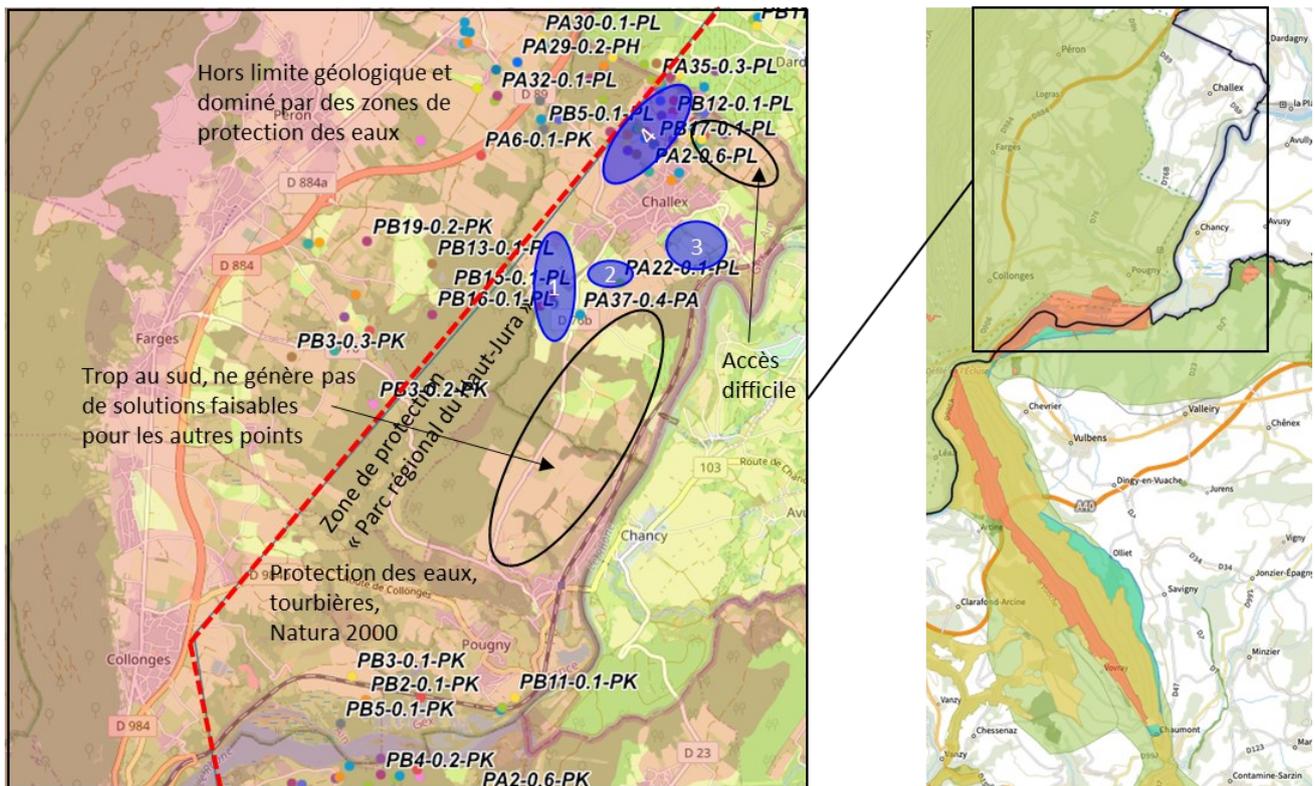


Illustration 56 : Zone située au nord du Rhône, au sud et à l'est du Jura.

L'illustration 56 ci-dessus montre la zone située au nord du Rhône, à l'est et au sud du massif du Jura. La partie droite de l'illustration présente les différentes zones de protection à éviter dans la région Jura-Rhône-Vuache. L'encadré noir indique la zone présentée de manière plus détaillée sur la partie de gauche de l'illustration. La ligne rouge discontinue figure la ligne de délimitation géologique. Le tracé du collisionneur de particules doit rester au sud et à l'est de cette ligne. La zone située au nord de cette délimitation géologique se caractérise par la présence de formations calcaires karstiques dès une faible profondeur. Par conséquent, on trouve plusieurs puits artésiens avec de l'eau à haute pression jusqu'à Challex. Ces puits sont fréquemment utilisés pour capter l'eau potable et sont soumis à des périmètres de protection des eaux. La zone située au sud-ouest de Challex fait partie du parc régional du Haut-Jura et doit donc être totalement évitée. Une zone potentiellement adéquate, située à la frontière suisse, au sud de Challex, est considérée comme inappropriée en raison de sa difficulté d'accès et du fait que Challex subirait des nuisances importantes si une route devait être construite pour accéder à cette zone.

Il existe des zones appropriées au nord du parc régional et au sud-ouest de Challex, au niveau de la route D76B (zones bleues n° 1 et n° 2 sur l'illustration 56). Une autre zone, moins adaptée (zone bleue n° 3 sur l'illustration 56), serait située au sud de Challex, à l'ouest de la route D89, mais elle nécessiterait la création d'une route contournant Challex pour éviter les nuisances. La zone la plus appropriée (zone bleue n° 4 sur l'illustration 56) se trouverait au nord de Challex et au sud du bois de Gambet, qui comprend une forêt et une zone humide. Les zones situées sur des champs protégés permettraient la création d'un accès à la route D89 menant à la route départementale D889 à quatre voies et à la ligne électrique de 400 kV alimentant aujourd'hui le CERN. Il conviendra de veiller à la bonne intégration du site dans cette zone, en maintenant une distance avec les habitations et en respectant les différentes zones naturelles et les corridors écologiques pour la faune qui relie la forêt à la zone fluviale du Rhône.

4.2. INVARIANTS ET OBJECTIFS VOLONTAIRES

Le travail initial relatif à la configuration et à l'emplacement, le développement de méthodologies qui lui a succédé, ainsi que l'examen de toute la région, ont conduit à la définition d'invariants permettant d'élaborer un scénario de projet équilibré (compatibilité territoriale, mise en œuvre du projet, performance scientifique).

4.2.1. Invariants de scénario

Le Tableau 14 ci-dessous présente, de manière concise, l'ensemble des invariants qui doivent être respectés pour rendre le projet acceptable du point de vue de la recherche scientifique et de la mise en œuvre du projet.

Tableau 14 : Conditions et limites des invariants du scénario.

Sujet	Conditions	Limites
Conditions géologiques	Éviter le calcaire, le karst, les sols instables, les zones d'eau à haute pression, les activités sismiques et les lignes de faille ainsi que les surcharges importantes.	Optimiser l'alignement vertical dans la couche de molasse. Rester à 100 m en dessous du lit du lac (la possibilité d'assouplir cette exigence est soumise à une vérification géophysique et géotechnique).
Zones d'exclusion	Éviter tout conflit avec les zones de protection et les infrastructures stratégiques établies ainsi qu'avec les zones bâties, et ce, dans les deux États hôtes.	Éviter les zones classées en rouge dans la grille de sensibilité territoriale.
Longueur totale des sections courbes (arcs)	En ce qui concerne la configuration initiale, la diminution acceptable de la longueur totale des arcs ne doit pas dépasser 10 % de la longueur totale initiale des arcs (c'est-à-dire que la longueur totale doit atteindre au moins 91 % de la longueur totale initiale) afin de pouvoir maintenir un équilibre entre la luminosité, l'énergie atteinte et les pertes d'énergie.	Une longueur totale des arcs supérieure à 76,2 km (91 % de 83,75 km) conduirait à une circonférence totale acceptable qui ne serait pas significativement inférieure à 91 km, par rapport aux 97,75 km de la circonférence initiale.
Liaison avec les accélérateurs existants du CERN	Éviter les scénarios de configuration et d'emplacement qui conduiraient à des scénarios de lignes de transfert non viables entre le FCC et les accélérateurs SPS et LHC.	Chaque scénario nécessite au moins une analyse de haut niveau en ce qui concerne la compatibilité des lignes de transfert.
Distance entre les sites de surface	La distance entre deux sites d'accès doit être inférieure à 12 km pour assurer la faisabilité du génie civil et la fourniture efficace et abordable des ressources à l'accélérateur (eau, air, cryogènes, électricité) et pour permettre l'élaboration d'un concept de sécurité des personnes convaincant.	Distance entre les puits d'accès des sites de surface inférieure à 12 km.
Nombre de sites de surface	Le nombre minimum de sites de surface est déterminé par a) la distance minimale requise entre les puits d'accès et b) l'obligation de fournir des cryogènes de manière fiable et efficace pour le collisionneur de hadrons. Des contraintes supplémentaires découlent de la nécessité de fournir une ventilation efficace et fiable.	Huit sites.

Superficie minimale des sites de surface	<p>Le terrain minimum requis pour un site scientifique (site d'expérience) doit permettre d'installer les équipements nécessaires aux infrastructures et d'assurer l'accès pour le transport. Des sous-stations électriques de 400 kV, qui nécessitent chacune 1,5 ha, doivent être prévues sur trois des emplacements. Pour toutes les autres sous-stations électriques, une surface de 0,4 ha est suffisante.</p>	<p>5 ha pour un site scientifique (site d'expérience), voire moins si un site existant du CERN peut être réutilisé ou utilisé conjointement.</p> <p>4 ha pour un site technique, 5 ha si une sous-station de 400 kV est nécessaire sur le site, sauf pour un site qui est destiné à l'accueil des infrastructures techniques pour l'accélération des particules.</p> <p>Surface clôturée de 3 ha pour un site technique sans sous-station électrique, sans zone tampon et ne faisant pas l'objet de mesures de renaturation.</p>
Accès transfrontalier	<p>Maintenir les questions juridiques et administratives relatives à l'accès transfrontalier entre les deux États hôtes à un niveau aussi bas que raisonnablement possible. Les traités d'État relatifs aux questions transfrontalières peuvent entraîner d'importants retards dans la mise en œuvre des projets, voire créer des blocages.</p>	<p>Exclure les scénarios qui nécessiteraient des sites de surface situés de part et d'autre de la frontière.</p>
Nombre de sites scientifiques	<p>Quatre emplacements sont requis pour les sites scientifiques (sites d'expérience) du collisionneur de hadrons.</p> <p>Au moins deux sites scientifiques sont nécessaires pour le collisionneur de leptons et une option pour deux sites supplémentaires doit être prévue.</p>	<p>Quatre emplacements requis.</p>
Routes d'accès	<p>Les routes d'accès doivent être compatibles avec les exigences d'installation des équipements.</p>	<p>Routes de 7 m de large, deux voies, rayon de courbure de 20 m, pente inférieure à 10 %, hauteur libre minimale de 4,4 m, contraintes de poids à étudier au cas par cas.</p>
Accessibilité des sites de surface	<p>Les sites scientifiques doivent se trouver à moins de 30 minutes en voiture du siège du CERN ou d'un pôle de services équivalent afin de permettre des interventions d'installation, d'entretien, de maintenance et de réparation efficaces.</p> <p>Il est acceptable que les sites techniques soient très légèrement plus éloignés.</p>	<p>Distance entre le CERN et PA et entre le CERN et PJ ou PD : inférieure à 30 km.</p> <p>Distance entre le LAPP et PG ou PD ou PJ : inférieure à 30 km.</p> <p>Distance entre le LAPP et PF ou PH : inférieure à 30 km.</p> <p>Distance entre le CERN et PL et le CERN et PB : inférieure à 30 km.</p> <p>Accessibilité par des routes standard à deux voies.</p>

Nombre de puits d'accès au niveau des sites de surface	<p>Accès au site d'expérience nécessaire par deux côtés situés à l'intérieur de l'anneau pour pouvoir installer, entretenir et mettre à niveau les systèmes sans avoir à traverser l'accélérateur de particules et contourner le détecteur.</p> <p>Un accès aux sites techniques depuis l'intérieur de l'anneau est requis pour éviter de traverser l'accélérateur de particules.</p>	<p>2 puits au minimum par site d'expérience, 3 puits sont préférables.</p> <p>1 puits par site technique, à l'intérieur de l'anneau.</p> <p>Sous réserve d'une étude détaillée et d'une analyse au cas par cas, 1 puits directement au-dessus de l'anneau, au niveau des sites radiofréquence.</p>
Déplacements des accès aux sites techniques	<p>Les puits d'accès au niveau des sites techniques peuvent être déplacés le long des sections droites, mais ils doivent rester bien à l'intérieur des limites de ces sections droites pour éviter toute interférence avec les équipements et les conditions de fonctionnement des interfaces entre les sections droites et les arcs.</p>	<p>Déplacement limité, pour chaque site technique, à une distance de 900 m du point nominal du site. Plus l'accès est proche du point nominal, mieux c'est.</p> <p>Les déplacements des puits vers l'intérieur de la machine sont limités à 400 m pour les sites techniques.</p>
Topographie	<p>S'assurer que les sites de surface peuvent être construits de manière fiable et exploités en toute sécurité.</p>	<p>Exclure les sols instables et les pentes supérieures à 30 %. Éviter les terrains discontinus (de plus de 5 m de profondeur ou de largeur). Éviter les zones présentant des risques d'inondation.</p>
Élévation	<p>Privilégier les scénarios comprenant des sites de surface à basse élévation.</p>	<p>Emplacement des puits à une élévation inférieure à 750 m. Accepter les déplacements, dans les limites établies, vers une élévation inférieure à 750 m si le point nominal se situe au-dessus de cette élévation.</p>
Profondeur des puits	<p>Privilégier les scénarios avec des puits profonds.</p>	<p>Moins de 250 m pour les sites d'expérience, avec une limite stricte de 400 m pour les sites techniques.</p>

4.2.2. Objectifs volontaires d'élaboration de scénarios

L'étude pluriannuelle a également permis d'identifier des objectifs volontaires qui contribueraient à rendre le projet plus équilibré et réalisable du point de vue de l'acceptation territoriale. Ces objectifs sont récapitulés dans le Tableau 15 ci-dessous. Ils ont été pris en compte dans l'évolution du scénario et dans l'élaboration d'un scénario d'emplacement privilégié, présenté dans les sections ultérieures du présent document.

Tableau 15 : Objectifs volontaires d'élaboration de scénarios.

Sujet	Objectifs	Conséquences pour les scénarios
Exploitation et maintenance durables	S'assurer que le scénario peut être exploité et entretenu de manière durable. Pour cela, la proximité de pôles techniques pertinents (ateliers de haute technologie, bureaux) est nécessaire.	Privilégier les scénarios qui tirent parti des synergies avec les sites existants du CERN et qui sont proches du LAPP du CNRS/IN2P3.
Protection des terres agricoles	Réduire les besoins d'utilisation des terres agricoles dans les deux États hôtes.	Éviter les zones agricoles protégées/surfaces d'assolement, sauf si elles sont décisives pour la faisabilité.
Accessibilité des sites de surface par la route	Afin de limiter les besoins en construction de nouvelles routes et d'éviter le gaspillage de terrains, les sites de surface doivent soit se trouver directement sur les routes départementales existantes, soit ne nécessiter qu'une amélioration des routes d'accès existantes, soit limiter au maximum la nécessité de création de nouvelles routes d'accès.	Amélioration des routes ou des chemins ruraux existants limitée à 1 km par site. Création de nouvelles routes limitée à environ 800 m.
Nuisances	Éviter les nuisances directes pour les habitants.	Éviter le voisinage des zones résidentielles, la visibilité et la covisibilité. Éviter les emplacements sur des routes traversant des zones résidentielles. Éviter la proximité des sites du patrimoine naturel et du patrimoine humain. Prévoir des moyens d'évacuation des déblais par convoyeur en évitant les passages de camions.
Intégration paysagère	Travailler, autant que possible, à la préservation des vues et des zones de protection du paysage.	Des études spécifiques réalisées par des architectes paysagistes sont nécessaires pour un scénario privilégié.
Protection des eaux	Se tenir à l'écart des zones de protection des eaux, des rivières et des ruisseaux.	Éviter d'avoir à stabiliser ou à modifier les berges. Des études spécifiques sont nécessaires pour un scénario privilégié.
Forêts	Respecter les zones forestières protégées et les arbres. Éviter le défrichement des forêts et l'abattage des arbres dans les deux États hôtes pour maintenir la biodiversité.	Éviter les zones forestières de bonne qualité, dans la mesure du possible. Améliorer la résistance climatique par reconstitution des forêts faibles.

Synergies	<p>Privilégier les emplacements susceptibles de créer des synergies avec les clients et les infrastructures publiques voisins.</p>	<p>Privilégier la proximité des écoles et des hôpitaux, à condition que les nuisances puissent être évitées (distance de 300 m).</p> <p>Rechercher la proximité d'installations industrielles et commerciales, d'aires de service d'autoroute et de voies ferrées.</p> <p>Identifier la possibilité de fourniture de la chaleur résiduelle dans un rayon de 5 km.</p> <p>Développer un concept de sécurité en coopération avec les pompiers et les services de premiers secours locaux.</p> <p>Discuter avec les communes de leur volonté ou non d'accueillir un centre de visite.</p>
Réduction des besoins en infrastructures électriques	<p>Pour limiter les effets et les impacts du développement d'infrastructures électriques, privilégier les scénarios situés à proximité de sous-stations et de lignes électriques.</p>	<p>Lignes et sous-stations de 225 kV et 400 kV à proximité.</p>
Volume de matériaux excavés	<p>Limiter les volumes de matériaux excavés annuellement et réduire les transports routiers dans la mesure de la faisabilité technique et économique.</p> <p>Favoriser la réutilisation locale.</p>	<p>L'objectif est de maintenir le volume de matériaux excavés annuellement à moins de 10 % des volumes générés dans chaque territoire (région Auvergne-Rhône-Alpes, canton de Genève).</p>
Questions immobilières	<p>Travailler à un scénario efficace de mise en œuvre qui évite les négociations avec de nombreux propriétaires de parcelles privées, ces négociations pouvant déboucher sur des compensations insatisfaisantes pour ces propriétaires.</p>	<p>Privilégier les terrains publics aux terrains privés.</p> <p>Éviter les zones dans lesquelles des projets de développement sont connus.</p>
Biodiversité et nature	<p>Privilégier des lieux de faible qualité environnementale.</p>	<p>En application de l'approche ERC, préserver au maximum les éléments dignes d'intérêt du point de vue de la biodiversité et de la nature dans le périmètre. Étudier avec des bureaux d'études l'état existant et projeté des lieux concernés et réaliser sur le site envisagé des relevés des milieux, de la flore et de la faune pour identifier les éléments de valeur et le rôle du site dans l'infrastructure écologique. Proposer des mesures de reconstitution, de remplacement et de compensation adéquates en fonction des impacts déterminés avec un mandataire spécialisé. Maintenir ou renforcer le fonctionnement de l'infrastructure écologique, notamment des corridors à faune.</p>

5. ÉVOLUTION DES SCÉNARIOS

"I have gotten a lot of results! I know several thousand things that won't work."

(« J'ai obtenu beaucoup de résultats ! Je connais quelques milliers de choses qui ne fonctionnent pas. »)

Thomas Edison, *Edison: His Life and Inventions*, 1910.

Le chapitre 5 retrace l'évolution des scénarios selon la démarche itérative Éviter-Réduire-Compenser. Il met tout d'abord l'accent sur l'évolution constante du territoire et l'augmentation continue des contraintes, qui limitent de fait les opportunités d'implantations. Les caractéristiques principales du scénario désormais retenu comme scénario préférentiel, le PA31-1.0, sont exposées, puis l'historique de l'évolution des principaux types de scénarios est présenté. Trois scénarios à douze sites sont tout d'abord présentés, puis quatre scénarios à huit sites, plus favorables à l'implantation. La section 5.5 compare tous les types de scénarios précédemment détaillés et montre que cette démarche itérative a permis le choix d'un scénario équilibré. Enfin, il est procédé à la description des micro-améliorations apportées au scénario préférentiel PA31-1.0, qui a, par itération, permis d'élaborer les versions 2.0, 3.0, et, enfin, 4.0, le scénario le plus abouti et le plus équilibré.

5.1. ÉVOLUTION DU TERRITOIRE

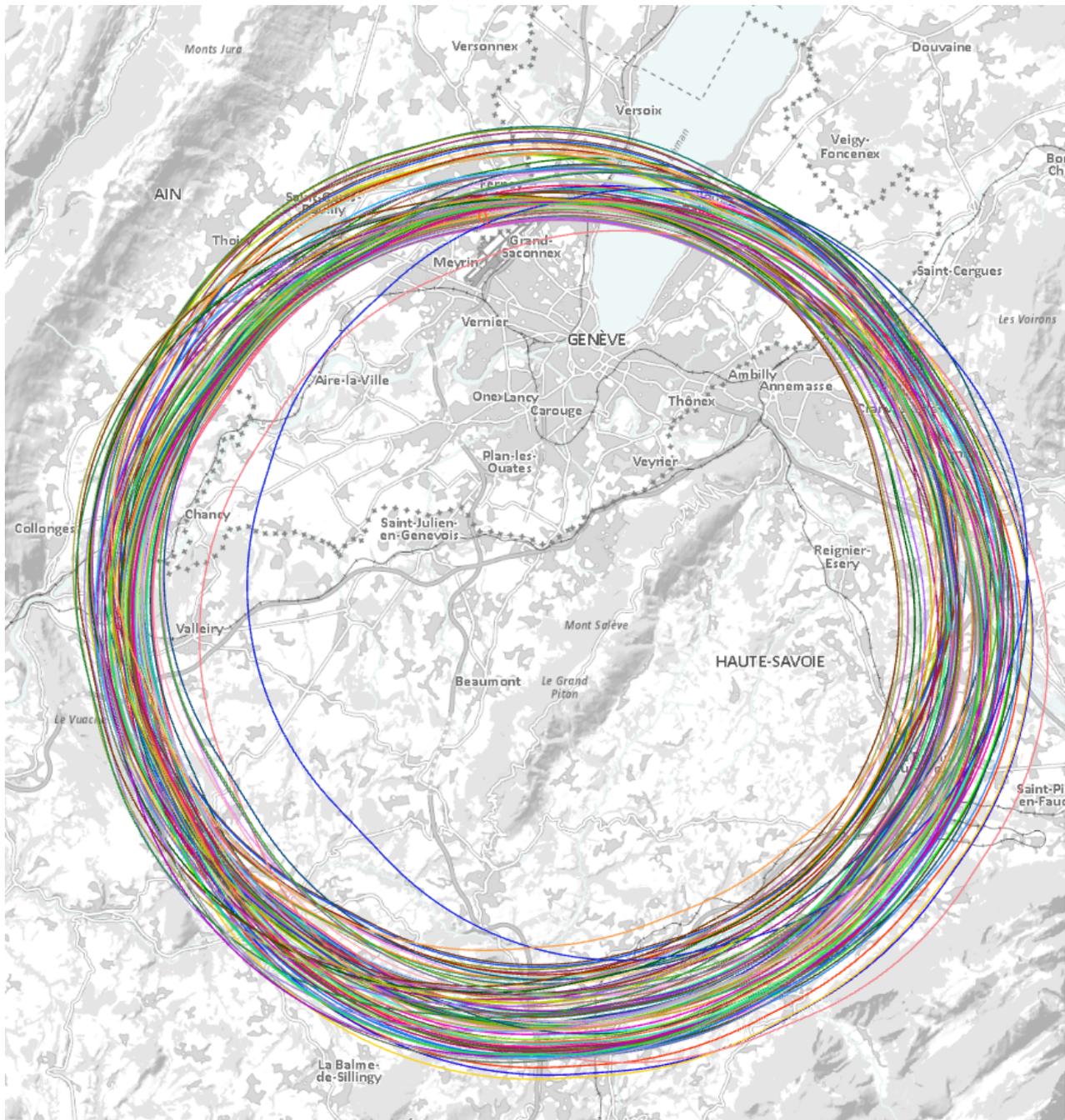


Illustration 57 : Une centaine de scénarios différents d'emplacement ont été étudiés entre 2014 et 2022.

Une centaine de scénarios différents de configuration et d'emplacement ont été étudiés entre 2014 et 2022 (Illustration 57). L'étude a expressément analysé l'équilibre entre les performances scientifiques, la faisabilité technique et la compatibilité territoriale suivant l'approche Éviter-Réduire-Compenser (ERC). Plusieurs scénarios ne répondent pas à la limite de compatibilité géologique établie. Toutefois, les travaux menés jusqu'à présent ont montré que, dans tous les cas envisagés, les scénarios qui ont été optimisés du point de vue des contraintes territoriales rencontreraient des conditions de sous-sol inacceptables en ce qui concerne les risques liés à la construction souterraine. Les avantages de ces quelques sites de surface mieux placés étaient très limités et ne l'emportaient pas sur les autres inconvénients.

En outre, les contraintes territoriales ont sensiblement évolué entre 2014 et 2022 et continuent à évoluer⁵¹, aboutissant à des pertes importantes de terrains adéquats, ce qui a eu pour conséquence l'abandon total de l'hypothèse de travail d'une configuration comprenant douze sites et entraînant des risques réels de pouvoir maintenir l'hypothèse de réalisation d'un projet. En raison de la nécessité de regrouper trois sites au nord et trois sites au sud, avec des contraintes de symétrie, il est devenu impossible de trouver une solution compatible avec les contraintes géologiques, topographiques et territoriales tout en satisfaisant les besoins minimaux s'agissant des performances scientifiques acceptables.

Ces évolutions comprennent, sans s'y limiter, la création d'environ 300 ha de zones de protection dans le secteur du Rhône au sud-est de Collonges, la prise en compte de nouvelles zones de protection des eaux afin d'éviter complètement toute répercussion potentiellement négative sur les ressources en eau potable du territoire, la recommandation de la DDT 74 d'éviter la vallée de la Fillière à forte valeur écologique, et la nécessité de protéger cette zone en tant que lieu calme et résidentiel. Le Cerema a mis en évidence des difficultés d'accès routier dans l'agglomération de La Roche-sur-Foron vers la zone du plateau des Bornes. L'urbanisation continue à l'ouest et à l'est de l'Arve et de l'autoroute A40 entre Annemasse et La Roche-sur-Foron a entraîné la perte progressive de différentes parcelles au fil des ans. Les zones du canton de Genève et du département voisin de l'Ain, en France, ont également été réduites progressivement, notamment par différents projets, plus particulièrement : des projets de renaturation sur le territoire suisse dans la zone située entre le lac et la frontière française ; des projets de construction résidentielle dans la zone de Bellevue signalés par le Département du territoire (travaux débutés en 2020) ; des projets d'aménagement public dans la zone de Bellevue (emplacements communiqués en 2021) ; des projets de construction et de protection de la nature à Ferney-Voltaire, Ornex et Prévessin-Moëns et des projets de transport et d'urbanisation lancés à Saint-Genis-Pouilly. Les investigations géologiques liées aux projets géothermiques (le programme GEothermies, par exemple) ont permis de mieux localiser les zones aquifères entre Bellevue et Challex et de caractériser des nappes d'eau importantes (par exemple, l'illustration 58 montre la superposition de la nappe de Montfleury et de la nappe du Rhône). Cela a également contribué à la diminution des zones potentielles pour l'implantation du projet.

L'étude FCC mène des investigations géotechniques et géophysiques dans les zones avec des incertitudes pour confirmer la présence d'eau et pour optimiser le niveau de profondeur du tunnel afin d'éviter des zones avec des enjeux forts.

⁵¹ Par exemple, lors de l'optimisation de l'emplacement du site PF, un projet d'installation de stockage de déchets inertes a été découvert par un prestataire à La Roche-sur-Foron en décembre 2022 :

<https://www.haute-savoie.gouv.fr/contenu/telechargement/40848/236838/file/AP%20ouverture%20consultation.pdf>

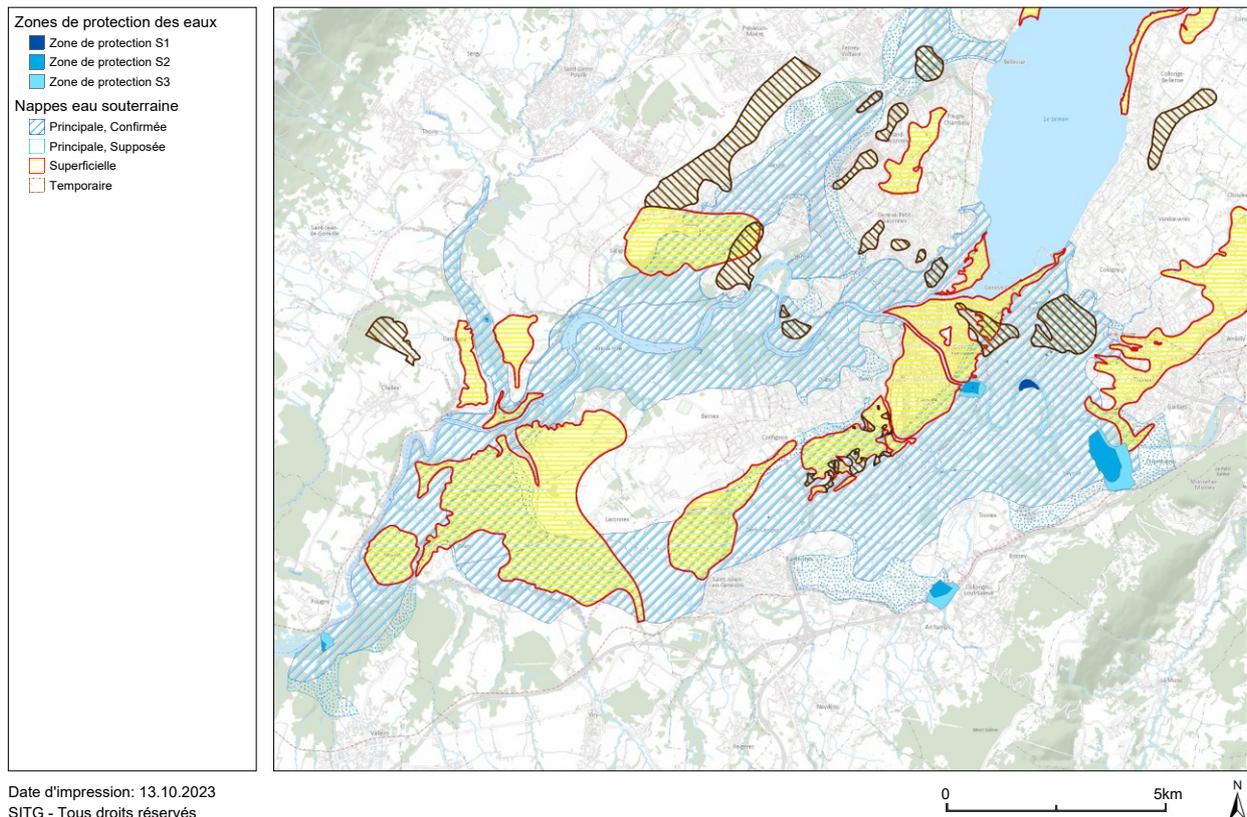


Illustration 58 : Nappes d'eau souterraines et zones de protection des eaux à Genève. Source : SITG⁵²

Par conséquent, les efforts se sont concentrés sur l'élaboration d'un scénario qui permettrait :

- de réduire les besoins immobiliers des sites de surface ;
- d'accepter des terrains moins adaptés du point de vue topographique ;
- d'accepter une profondeur de puits d'accès allant jusqu'à 300 m pour les sites d'expérience ;
- d'accepter une profondeur de puits d'accès allant jusqu'à 400 m pour les sites qui n'ont pas besoin d'accueillir de détecteurs pour des expériences ;
- d'accepter des déplacements importants des points de non-interaction allant jusqu'à 900 m le long de l'anneau et jusqu'à 700 m à l'intérieur de l'anneau ;
- d'assurer un accès routier adéquat aux sites permettant de maintenir les nuisances pour le territoire à un niveau aussi bas que raisonnablement possible ;
- de se raccorder au réseau électrique national avec un impact aussi faible que possible sur le territoire ;
- de favoriser l'accès aux infrastructures ferroviaires ;

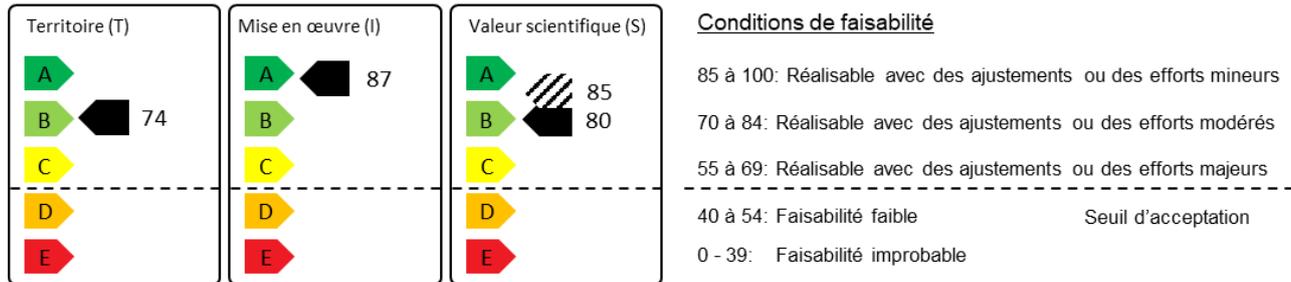
et ce, dans le respect des contraintes territoriales existantes dans chacun des États hôtes.

Ce chapitre énumère un certain nombre de scénarios qui ont finalement abouti au scénario d'hypothèse de travail actuellement privilégié, le scénario PA31-1.0, décrit plus en détail dans les sections suivantes du présent document. Ce tableau présente également les caractéristiques, avantages et inconvénients principaux de ces scénarios, qui ont été étudiés de manière plus détaillée.

⁵²[https://map.sitg.ch/app/?mapresources=GEOLOGIE MODELE GEOL PROFOND%20CGEOTHERMIE%20CGEOTHERMIE&hidden=GEOLOGIE MODELE GEOL PROFOND%20CGEOTHERMIE](https://map.sitg.ch/app/?mapresources=GEOLOGIE%20MODELE%20GEOL%20PROFOND%20CGEOTHERMIE%20CGEOTHERMIE&hidden=GEOLOGIE%20MODELE%20GEOL%20PROFOND%20CGEOTHERMIE)

5.2. HYPOTHÈSE DE TRAVAIL DE BASE PA31-1.0

L'illustration 59 présente la synthèse de l'analyse multicritères du scénario PA31-1.0, hypothèse de travail proposée pour les études approfondies. Ce scénario fondé sur un collisionneur d'une circonférence de 91,1 km paraît avantageux et répond aux besoins scientifiques, est compatible avec les contraintes territoriales et présente des risques de construction acceptables (ces trois critères ont le même poids afin de pouvoir arriver à un scénario équilibré). Étant donné que quatre sites scientifiques sont possibles, le scénario offre ainsi un potentiel scientifique supérieur à celui du scénario figurant dans le rapport préliminaire de conception (PA0-0.1).



PA31-1.0	PA	PB	-	PD	-	PF	PG	PH	-	PJ	-	PL	Tracé	Total
FCC-ee	EXP	Tec		Tec		Tec	EXP	RF		Tec		RF	91,1 km	B
FCC-hh	EXP	Cryo		EXP		Cryo	EXP	Cryo		EXP		Cryo		
Site														
Score	83	70	-	89	-	77	73	68	-	64	-	70	83	75

Illustration 59 : Synthèse de l'analyse multicritères du scénario PA31-1.0 avec huit sites en surface. Une bonne intégration avec le projet RD 903/A40 est à développer pour le site PD.

5.3. RÉSULTATS DU PROCESSUS D'OPTIMISATION DES SCÉNARIOS

Le Tableau 16 ci-dessous décrit les conditions du scénario actuel (2023) par rapport aux hypothèses initiales formulées en 2014.

Tableau 16 : Aperçu de l'évolution des exigences territoriales résultant du processus d'optimisation.

Élément du projet	Conditions initiales entre 2014 et 2018	Conditions après évolution en 2024
Nombre total de sites de surface	12	8
Sites pouvant réutiliser ou exploiter les sites et les infrastructures existants du CERN	1	2 Synergie maintenue avec le point 8 du LHC à Ferney-Voltaire Synergie avec le site du CERN à Pré-vevessin pour la construction du pré-injecteur (Linac) et d'une ligne de transfert optimisé en exploitant le site 4 du SPS
Superficie totale du terrain utilisé par les sites de surface	Année 2014 , configuration à 12 sites : 12 x 9 ha = 108 ha	Année 2017 , configuration à 12 sites : 62 ha = 18 ha (2 x 9 ha) + 12 ha (2 x 6 ha) + 32 ha (8 x 4 ha) Année 2024 , configuration 8 sites : Environ 48,9 ha = 5,2 ha (PA) + 4,5 ha (PB) + 4,9 ha (PD) + 4 ha (PF) + 10,5 ha (PG) + 8,2 ha (PH) + 6,1 ha (PJ) + 5,5 ha (PL)
Proximité des sites avec de grandes infrastructures de transport routier	4 sur 12 (33 %)	7 sur 8 (87 %)
Longueur totale des routes d'accès au site à construire ou à améliorer	Environ 3 500 m	Environ 2 950 m: PA (0 m), PB (0 m), PD (300 m), PF (0 m), PG (750 m), PH (0 m), PJ (600 m), PL (1 300 m)
Possibilité de concevoir un accès ferroviaire à partir du site	2 sur 12 (16 %)	3 à 4 sur 8 (37 %)
Nombre de puits d'accès	20 (12 x 1 accès de service, 4 x 2 accès aux expériences)	12 (8 x 1 accès de service, 4 x 1 accès aux expériences)
Estimation du volume total de matériaux excavés par an	Environ 7 millions de m³ in situ (18,5 Mt) en 7 ans de construction	Environ 6 millions de m³ in situ (16,4 Mt) en 7 ans de construction
Surface d'intérêt écologique ou de forêt affectée	Environ 23 ha au total 6 ha (PD), 8 ha (PG), 3 ha (PH), 6 ha (PK)	Environ 8 ha au total (dont 4 ha de corridor écologique aux emplacements PA et PF)

Synergies possibles avec les infrastructures publiques (écoles, bâtiments publics, prestataires de soins de santé)	2 sur 12 (16 %) (PA, PB)	5 sur 8 (62 %) (PA, PB, PD, PF, PJ)
Synergies possibles avec les infrastructures privées (exploitations agricoles, industries, commerces et zones résidentielles)	5 sur 12 (41 %) (PA, PC, PG, PH, PI)	8 sur 8 (100 %) (PA, PB, PD, PF, PG, PH, PJ, PL)

5.4. RÉSUMÉS DES SCÉNARIOS SÉLECTIONNÉS

5.4.1. PB17-0.8 (douze sites ; non-retenu)

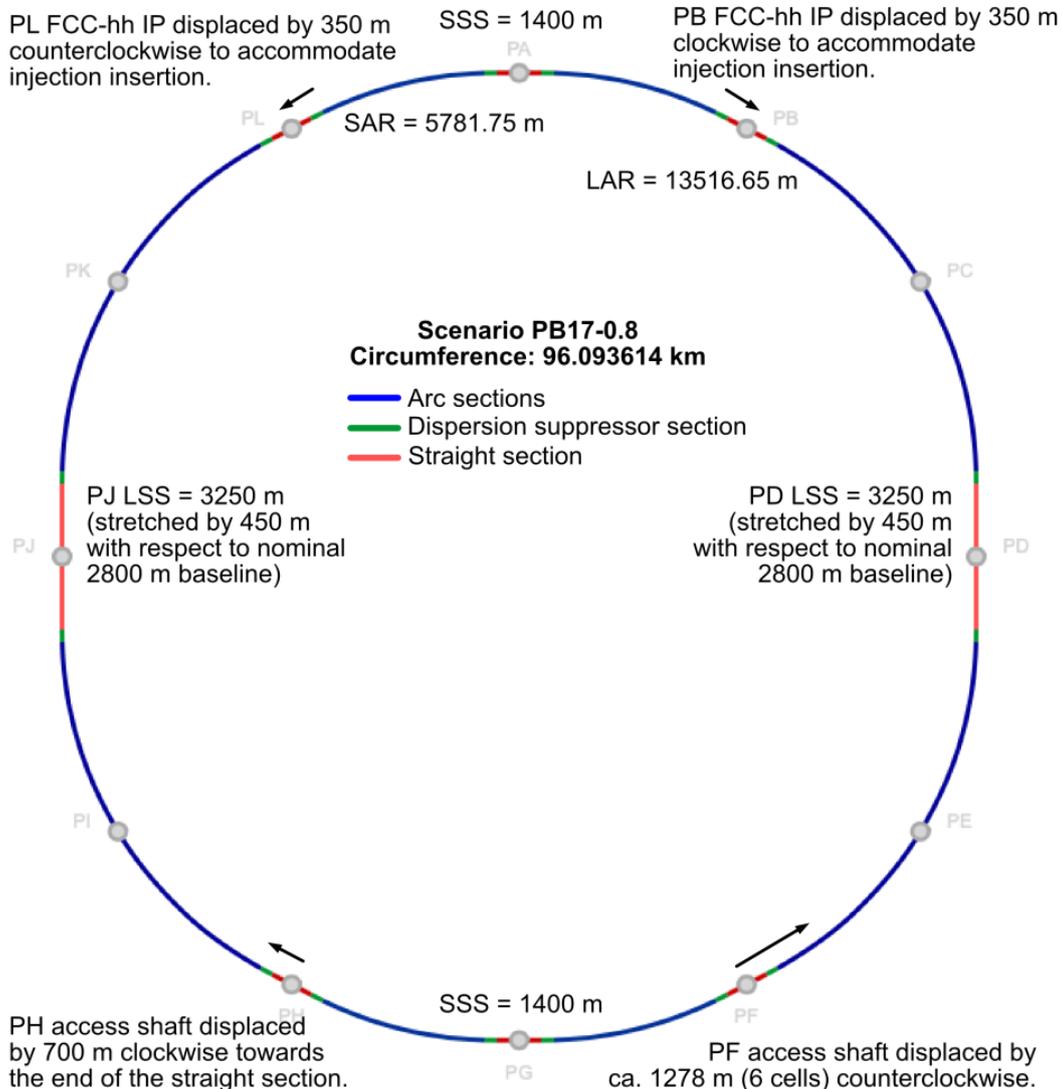


Illustration 60 : Configuration du scénario PB17-0.8, avec douze sites de surface.

Le scénario présenté dans l'illustration 60 comporte douze sites de surface pour un collisionneur d'une circonférence de 96 km. Les deux sections droites aux sites PD et à PJ sont allongées de 900 m pour placer les sites PE, PF, PG, PH, PI, PJ et PK à des emplacements théoriquement être faisables. La longueur totale des sections courbes est de 81,2 km, soit 3 % de moins que les 83,75 km du scénario de base figurant dans le rapport préliminaire de conception (CDR, PA0-0.1). Malgré cette modification de la configuration, les emplacements des sites PF et PH sont déplacés de 1 278 m et de 700 m. L'accès au site PF serait trop difficile et l'élévation de 850 m serait inacceptable. Le site PH se trouverait au milieu d'un village (Les Chapalliers) ou sans accès, sur une colline à 700 m d'élévation à l'ouest de Charvonnex.

Du point de vue géologique, le scénario reste à l'intérieur des limites établies pour éviter les zones karstiques du Jura et les risques de failles dans la zone du Vuache. La topographie et l'élévation constituent encore des difficultés pour ce scénario.

<p>PA : site scientifique sur un site du CERN existant.</p>	<p>PB : site scientifique à Bellevue en Suisse.</p>	<p>PC : site technique à Meinier, au nord de Carre d'Aval en Suisse.</p>
<p>PD : site technique à Cranves-Sales, à proximité de la D 903 (FR).</p>	<p>PE : site technique à Arenthon, à proximité de l'A40 et de l'Arve (FR).</p>	<p>PF : site technique déplacé de 1200 m à La Roche-sur-Foron (FR).</p>
<p>PG : site scientifique à Thorens-Glières, au nord de la Fillière (FR).</p>	<p>PH : site technique déplacé de 700 m à Saint-Martin-Bellevue (FR).</p>	<p>PI : site technique à Choisy (FR).</p>

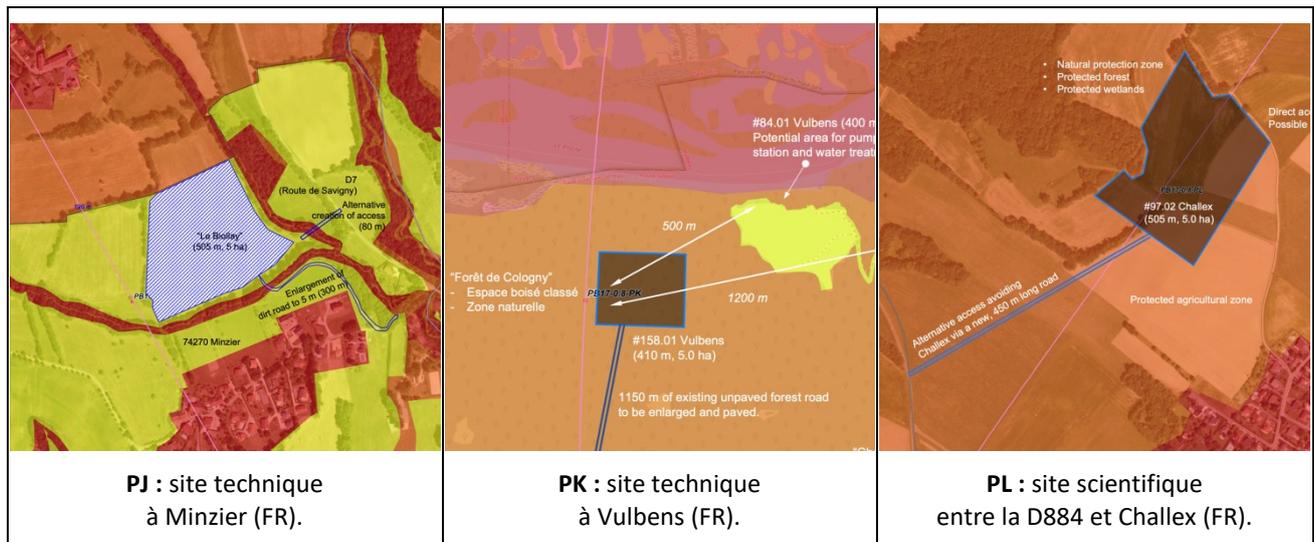


Illustration 61 : Emplacement des sites de surface du scénario PB17-0.8

L'illustration 61 présente l'emplacement possible pour chaque site de surface de ce scénario.

Le site scientifique PA est entièrement situé à l'intérieur du périmètre actuel du site du CERN et permet donc d'exploiter au maximum les infrastructures existantes. Le site technique du FCC-ee et le site scientifique PB du FCC-hh se trouvent à Bellevue. Ce lieu est caractérisé par de fortes contraintes en sous-sol en raison de la présence de la nappe d'eau stratégique de Montfleury, superposée à une nappe moins profonde, et d'eaux superficielles. La situation foncière des différentes parcelles privées est complexe, demandant un processus d'acquisition anticipé. Une seule parcelle, qui serait utilisée pour des constructions en surface, appartient à l'État de Genève. Cette situation, ainsi que les enjeux environnementaux autour du site (ruisseau du Gobé) et la proximité immédiate de l'aéroport et de l'échangeur de l'autoroute A1, imposeraient au projet de nombreuses contraintes.

Le site technique PC à Meinier est également sujet à des contraintes agricoles et paysagères.

Le site technique PD à Cranves-Sales est situé à proximité directe de la route départementale D903, sur une parcelle agricole. Cependant, en raison des contraintes urbanistiques (hameau) et environnementales (rivière, forêt, écurie), la place disponible est très limitée.

Le site PE à Arenthon se situe sur un vaste espace agricole protégé. La proximité de l'Arve représente une opportunité pour le projet.

Le point nominal pour le site PF est difficile d'accès et trop élevé, avec une élévation élevée de 850 m. Un déplacement de 1 300 m à une élévation de 700 m sur un terrain agricole à La Roche-sur-Foron peut résorber cette difficulté. L'emplacement à proximité d'une voie ferrée représente une opportunité pour le projet. Cependant, la topographie, la taille limitée du champ disponible et l'accessibilité routière constituent encore des défis importants.

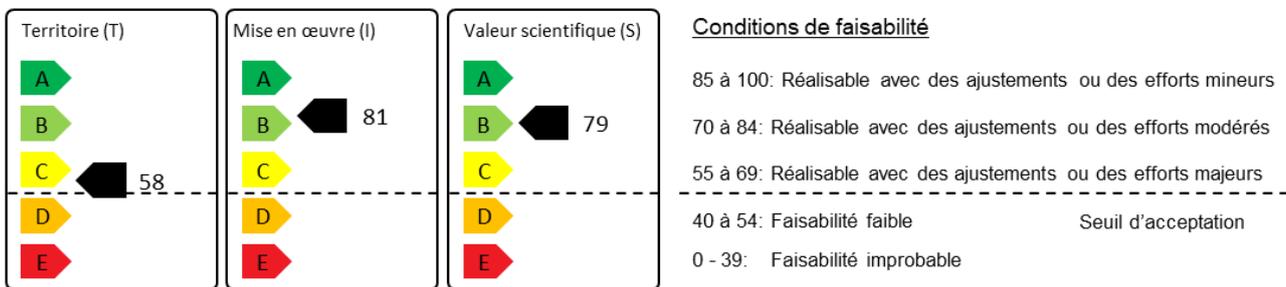
Le site scientifique principal PG, situé à l'entrée est de Thorens-Glières, à proximité de la route départementale D2, est placé sur une grande parcelle agricole dans le périmètre d'une ferme classée (bâtiment patrimonial). Un accès routier d'une longueur de 100 m pourrait être envisagé à partir de la D2, mais il passerait à travers une zone à risque d'inondation et un secteur naturel et forestier. Si cette option n'est pas faisable, le seul accès possible traverserait Thorens-Glières et le hameau de Biot, ce qui pourrait entraîner des nuisances significatives pour les résidents pendant la phase de construction.

Le site technique PH doit être déplacé de 700 m vers l'ouest sur une parcelle agricole située entre deux forêts, car le point nominal se situe précisément dans le village. Un déplacement vers Charvonnex à l'est n'est pas possible car l'endroit n'est pas accessible par la route, la topographie dans la partie boisée n'est pas favorable et l'emplacement se trouve sur une colline de 700 m d'élévation.

Les sites techniques PI à Choisy et PJ à Minzier se trouvent sur des parcelles agricoles. Les sites sont assez isolés. À part une ligne d'électrique de 225 kV à proximité du site PJ, il n'y a pas d'autres éléments notables.

Le site technique PK se trouve sur la rive sud du Rhône, dans la forêt, à Vulbens. Situé hors du périmètre Natura 2000, cet emplacement est soumis à de fortes contraintes environnementales. La proximité d'un dégauchement proche des rives du Rhône représente une opportunité pour le projet si une station de captage d'eau pour le refroidissement peut être envisagée sur cet emplacement. Malgré la nécessité de créer une route de 1 500 m à travers la forêt sur le tracé d'un chemin forestier existant, la possibilité d'un accès à la ligne ferroviaire au sud de la forêt pourrait constituer un avantage. Le déplacement de ce site dans un périmètre de moins de 1 300 m n'est pas possible.

Le site secondaire PL, au nord de Challex, est dans une zone agricole, au sud d'une forêt, avec la possibilité d'accéder à la route départementale de 4 voies D884. Des nuisances pour les résidents du village pourraient être évitées avec cet accès direct au site, qui permet aussi exploiter la proximité des sites du CERN à Meyrin et à Prévessin. La ligne de 400 kV qui alimente actuellement le CERN se trouve à proximité.



PB17-0.8	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	Tracé	Total
FCC-ee	EXP			RF			EXP			RF			96 km	C
FCC-hh	EXP	EXP	Cryo		Cryo	Col		RF	Cryo	Col	Cryo	EXP		
Site														
Score	96	52	44	61	63	43	42	63	58	51	54	70	79	60

Illustration 62 : Résultat de l'analyse multicritères du scénario PB17-0.8.

Ce type de scénarios présente plusieurs avantages : une valeur scientifique élevée, la compatibilité avec les caractéristiques géologiques et la possibilité de développer des synergies avec des infrastructures existantes du CERN. Trois sites scientifiques se trouvent à proximité des infrastructures actuelles du CERN.

Il présente également des faiblesses : la difficulté de concevoir un site scientifique dans la vallée de la Fillière, l'élévation et la difficulté d'accès à l'emplacement des sites PF et PH, les contraintes en sous-sol, urbanistiques et environnementales pour le site PB et la densité d'urbanisation de la zone pour toutes les options d'emplacement du site PD. Les contraintes environnementales pour la zone des rives du Rhône (PK) posent également des questions de faisabilité.

L'analyse multicritères (Illustration 62) met en évidence la faisabilité théorique de ce scénario mais il cumule une multitude de contraintes territoriales à la limite de l'acceptable, qu'il faudrait mieux connaître et surmonter.

5.4.2. PB19-0.3 (douze sites ; non-retenu)

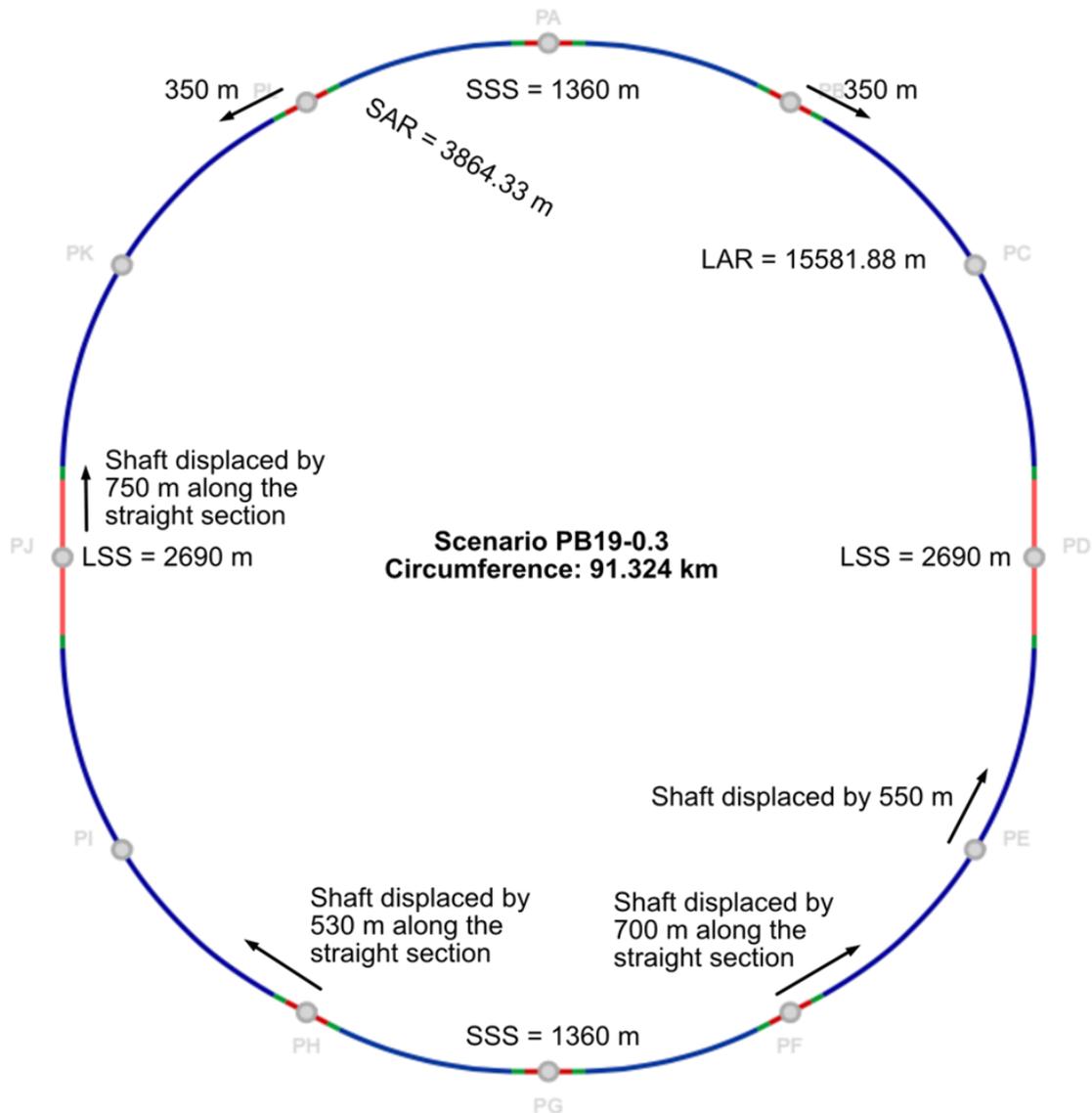


Illustration 63: Configuration du scénario PB19-0.3, avec douze sites de surface.

Le scénario présenté dans l'illustration 63 comporte douze sites de surface pour un collisionneur d'une circonférence de 91,3 km. Les deux sections droites des sites PD et PJ sont rallongées de 340 m pour placer les sites PD, PE, PF, PG, PH, PI et PK à des emplacements théoriquement possibles. La longueur totale des sections courbes est de 77,8 km, soit 7 % de moins que les 83,75 km du scénario de base (CDR, PA0-0.1). Malgré cette modification de la configuration, les sites en surface PE, PF, PH et PJ doivent être déplacés de 550 m, 700 m, 530 m et 750 m respectivement.

Du point de vue géologique, le scénario sort largement des limites établies (Illustration 64) pour éviter les zones karstiques du Jura (2 100 m entre Péron et Saint-Jean-de-Gonville) et les risques de failles dans la zone du Vuache (1 400 m au niveau de Cortagy), avec un tracé directement sous la montagne du Vuache (élévation de 1 101 m). Sachant que le tunnel se trouverait à une élévation d'environ 200 m, la surcharge d'environ 1 300 m de roche sur une longueur d'au moins 5 000 m de tunnel poserait des difficultés techniques et financières très importantes, remettant la faisabilité du projet en question. La topographie, l'élévation et la difficulté d'accès à plusieurs emplacements de sites en surface représentent d'autres défis majeurs pour ce scénario.

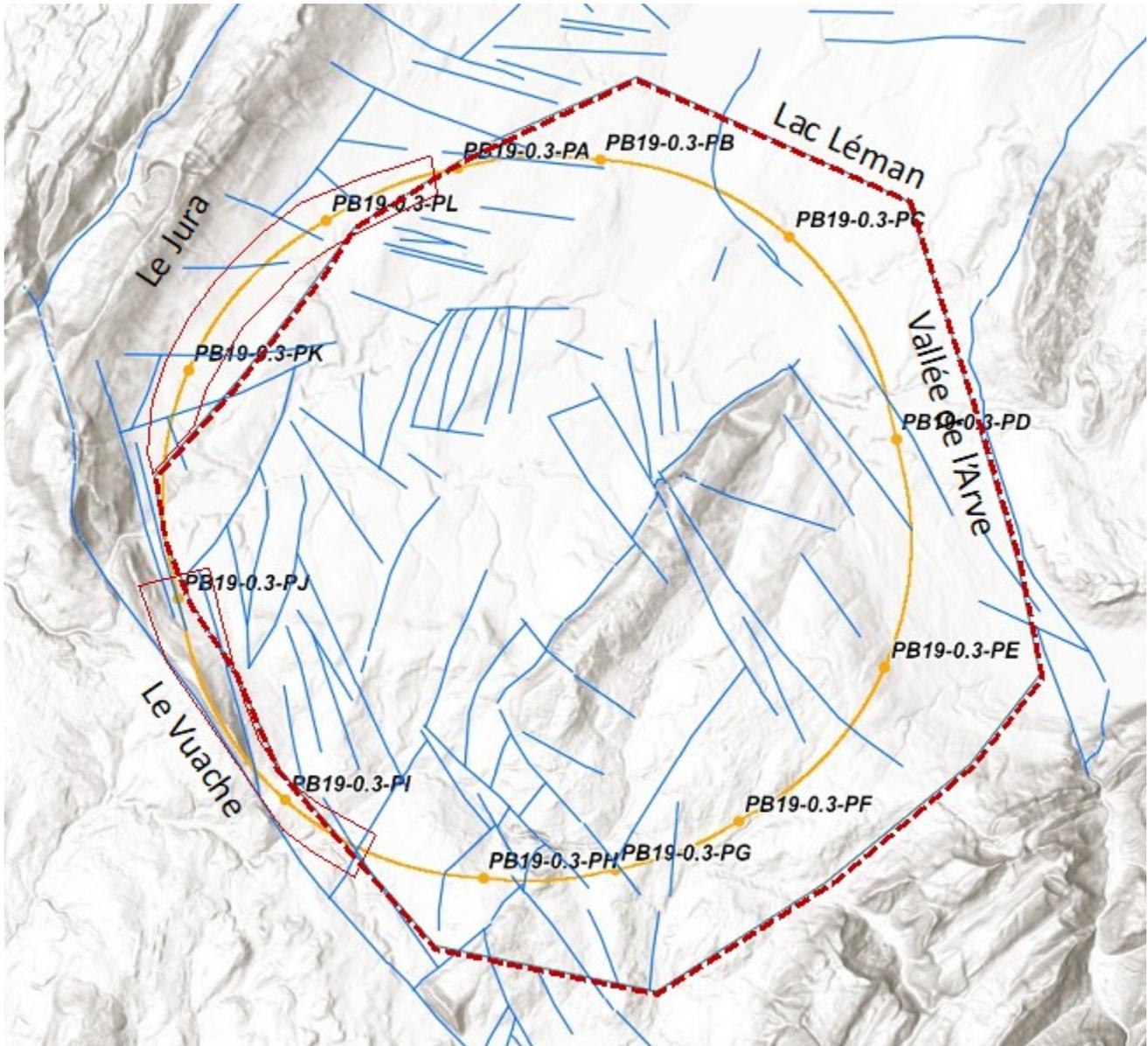


Illustration 64: Zone de limite d'acceptabilité géologique représentée par une ligne rouge et emplacement du scénario PB19-0.3 en jaune. Les lieux proches du Vuache et du Jura présentant des difficultés particulières sont indiqués par un fin trait rouge. Les failles connues sont indiquées en bleu (données datant de 2019).

<p>PA : site scientifique proche d'un site CERN SPS et d'un poste électrique.</p>	<p>PB : site scientifique à Bellevue (CH), voir aussi PB17-0.8.</p>	<p>PC : site technique à Choulex (CH), à déplacer de 350 m vers le sud-est.</p>
<p>PD : site technique à Arthaz-Pont-Notre-Dame, à proximité de l'A40 (FR).</p>	<p>PE : site technique à Éteaux (FR), le puits est déplacé de 550 m.</p>	<p>PF : site technique à Fillière (FR), déplacé de 700 m, à proximité de l'A410.</p>
<p>PG : site scientifique à proximité de l'A 410 à Villy-le-Pelloux (FR).</p>	<p>PH : site technique à Choisy (FR), déplacé de 530 m.</p>	<p>PI : site technique à Contamine-Sarzin (FR).</p>

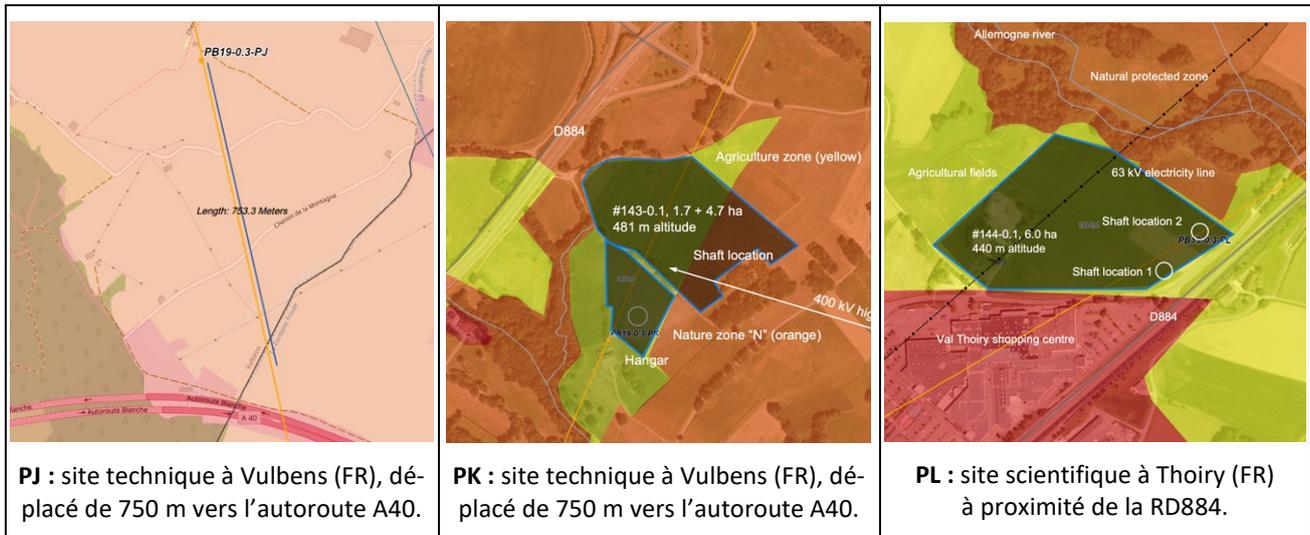


Illustration 65 : Emplacement des sites de surface du scénario PB19-0.3.

L'illustration 65 présente l'emplacement possible pour chaque site de surface de ce scénario.

Le site scientifique PA se situe à Préveessin, en France, en face du site CERN SPS BA4 existant, à proximité de la RD35 et de la sous-station électrique du Bois-Tollot. Cet emplacement permet d'exploiter quelques synergies avec les infrastructures existantes. L'inconvénient de ce site serait sa séparation en deux parties, de part et d'autre de la route départementale.

Le site technique du FCC-ee et le site scientifique du FCC-hh PB se trouvent à Bellevue, en Suisse. L'emplacement est le même que dans le scénario PB17-0.8. Ce lieu est caractérisé par de fortes contraintes en sous-sol en raison de la présence de la nappe d'eau stratégique de Montfleury, superposée à une nappe moins profonde, et d'eaux superficielles. La situation foncière des différentes parcelles privées est complexe, demandant un processus d'acquisition anticipé. Une seule parcelle, qui serait utilisée pour des constructions en surface, appartient à l'État de Genève. Cette situation, ainsi que les enjeux environnementaux autour du site (ruisseau du Gobé) et la proximité immédiate de l'aéroport et de l'échangeur de l'autoroute A1, imposeraient au projet de nombreuses contraintes.

Le site technique PC à Choulex, en Suisse, est situé sur un terrain accueillant un complexe de bâtiments et devrait être déplacé de 350 m vers le sud-est sur une parcelle qui appartient à l'État de Genève. Le site se trouverait entre une petite forêt et la zone naturelle protégée du ruisseau du Nant du Paradis. On retrouve cet emplacement dans le scénario privilégié PA31 comportant huit sites. Le déplacement du site vers l'extérieur de l'anneau représente un défi technique qui entraînerait des coûts et des difficultés supplémentaires dont l'ampleur est inconnue à ce stade.

Le site technique PD, à Arthaz-Pont-Notre-Dame (lieu-dit Les Crottes), se trouve à proximité de l'autoroute A40, à environ 100 m de l'Arve et près de la zone protégée Natura 2000 et de l'aire d'autoroute de Nangy.

Le point nominal PE à Éteaux se situe sur une forte pente dans une forêt sans accès, à une élévation de 725 m. Le site devrait donc être déplacé de 550 m vers le nord le long du tracé à une élévation d'environ 650 m, proche de la ligne de 400 kV qui mène à la sous-station électrique de Cornier et qui se trouve à proximité de l'Élevage de la Madeleine. L'accès par une petite route à travers des hameaux et des fermes représente encore une difficulté importante. La pente de 19 % demeure également une difficulté non négligeable.

Le point nominal pour le site PF près de l'autoroute A410 se trouve à proximité d'un hameau et d'une forêt, dans une zone d'importance écologique et agricole. Une chambre d'hôtes se trouve à une distance de quelques dizaines de mètres (Domaine Les Trois Biches). Le site devrait donc être déplacé de 700 m vers l'est et se trouverait de nouveau à proximité de l'autoroute A410. L'emplacement situé derrière un hangar agricole est classé comme zone de stockage des déchets inertes. Il se trouverait à 685 m d'élévation avec, pour l'instant, un accès temporaire sur un chemin rural qui longe l'autoroute.

Le site scientifique principal PG se trouve à Villy-le-Pelloux, entre l'A410 et la route départementale D2, à proximité du centre de tri. Il s'agit d'une zone agricole dans un secteur d'intérêt paysager.

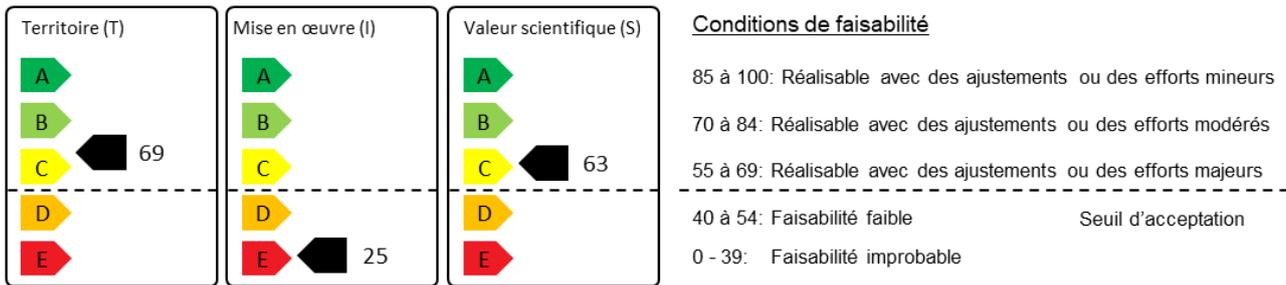
Le site technique PH à Choisy, sur le Crêt de Charave, se trouve à une élévation de 750 m sur une pente, derrière le Domaine de Charave occupé par l'entreprise de construction GAL TP, sur un champ. En raison de l'emplacement défavorable et du manque d'accès, le site devrait être déplacé d'au moins 530 m vers l'ouest sur une autre parcelle agricole à proximité de la route d'Arthaz, à 700 m d'élévation. L'emplacement pose des problèmes car une zone protégée se trouve autour du ruisseau de Mounaz. L'accès reste difficile.

Le site technique PI se trouve à proximité de l'agglomération de Contamine-Sarzin sur un espace agricole, très proche de la route de Musièges. L'accès est difficile, n'étant possible qu'en traversant le village (RD123). L'emplacement a pour avantage la présence de la ligne de 400 kV reliant Cornier à Génissiat, qui passe sur le terrain.

Le site technique PJ, au sud de Vulbens, se trouve sur un terrain construit et doit donc être déplacé d'environ 750 m, soit vers le nord en direction de Vulbens, soit vers le sud, à proximité de l'autoroute A410. Ce dernier emplacement serait proche de l'entrée du tunnel traversant le Vuache à une élévation de 700 m. L'accès se ferait par un chemin rural qui longe l'autoroute et qu'il faudrait aménager pour le relier à la RD7 qui mène à Vulbens.

Le site technique PK se trouve au sud de la route départementale RD884, à Péron, sur un terrain agricole. Un léger déplacement de 200 m s'impose pour rapprocher le site du carrefour existant entre la RD884 et la RD884a. Le site est facile d'accès depuis le CERN.

Le site scientifique secondaire PL, situé à proximité du centre commercial Val Thoiry dispose peut-être d'un accès direct par la D884 et le centre commercial. Le site, très proche du CERN, se trouve sur un terrain agricole, à proximité d'une zone allemande protégée. La ligne de 400 kV passe à proximité, au sud de cet emplacement. L'obtention de cet emplacement serait difficile, car la zone est déjà très urbanisée et connaît de fréquentes difficultés de circulation. En outre, il faudrait préserver l'agriculture et les espaces naturels et éviter l'artificialisation des espaces restés libres.



PB19-0.3	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	Tracé	Total
FCC-ee	EXP			RF			EXP			RF			91 km	C
FCC-hh	EXP	EXP	Cryo		Cryo	Col		RF	Cryo	Col	Cryo	EXP		
Site														
Score	86	52	69	85	43	67	79	54	68	56	77	87	48	67

Illustration 66: Résultat de l'analyse multicritères du scénario PB19-0.3.

Ce type de scénarios présente plusieurs avantages. Les emplacements possibles pour les sites scientifiques PA, PL, PB et PG sont favorables et présentent une profondeur de puits acceptable. Les sites PC et PD se situent également à des emplacements accessibles et qui semblent compatibles avec les contraintes territoriales. Deux sites se trouvent à des emplacements acceptables à condition d'effectuer de légers ajustements (PI et PK). Cependant, quatre sites (PE, PF, PH et PJ) doivent être déplacés afin d'en augmenter la faisabilité. Après leur déplacement, ces sites resteront d'un accès difficile.

La valeur scientifique est moindre que dans le scénario de base et le scénario PB17-0.8. L'excellence scientifique qu'un tel projet devrait offrir n'est pas garantie car le scénario est proche de la limite basse d'acceptation.

Des synergies avec des infrastructures existantes du CERN seraient possibles sur le site PA, mais elles restent limitées. Trois sites scientifiques se trouvent à proximité des infrastructures actuelles du CERN.

La plus grande faiblesse de ce scénario réside dans son incompatibilité avec la situation géologique du fait du croisement du tunnel avec le Vuache ainsi que de la présence de failles connues et d'une zone calcaire dans la région du Jura (Illustration 67). Un quart des emplacements du scénario se trouverait dans des zones calcaires et pourrait être soumis à des aléas inconnus à ce jour.

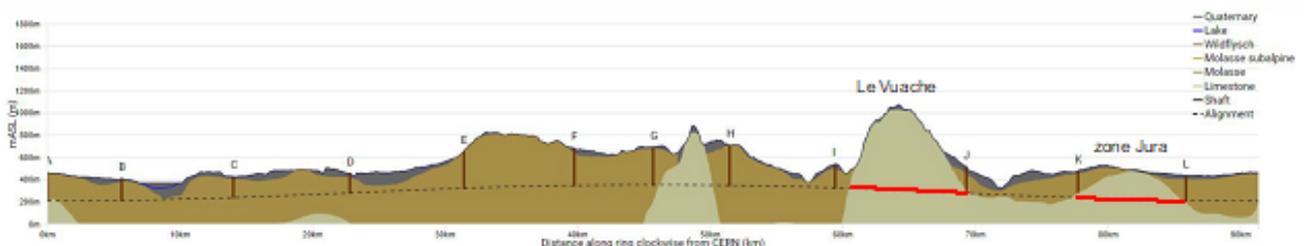


Illustration 67: Profil en long du tracé PB19-0.3. Les lignes rouges indiquent des zones présentant des aléas qui rendent le scénario infaisable par rapport aux risques et aux coûts liés à la construction d'ouvrages souterrains.

L'indisponibilité de l'emplacement du site PB à Bellevue, en Suisse, la zone ayant été affectée à un autre projet public, constitue **un autre obstacle pour ce scénario et pour tout ce type de scénarios**. Cela rend infaisable tout scénario qui prévoit un site sur cet emplacement.

Plusieurs sites en surface devraient subir un déplacement important, de plusieurs centaines de mètres, sans amélioration notable de la situation. Cette contrainte prend le pas sur l'emplacement favorable des sites scientifiques PA, PL, et PG.

L'analyse multicritères (Illustration 66) montre que la compatibilité territoriale de ce scénario est meilleure que celle du scénario PB17-0.8. Cependant, le scénario ne peut pas être considéré comme faisable car le projet serait trop risqué, ne présentant pas un équilibre entre la performance scientifique et la compatibilité territoriale.

5.4.3. PA21-0.3 (huit sites; non-retenu)

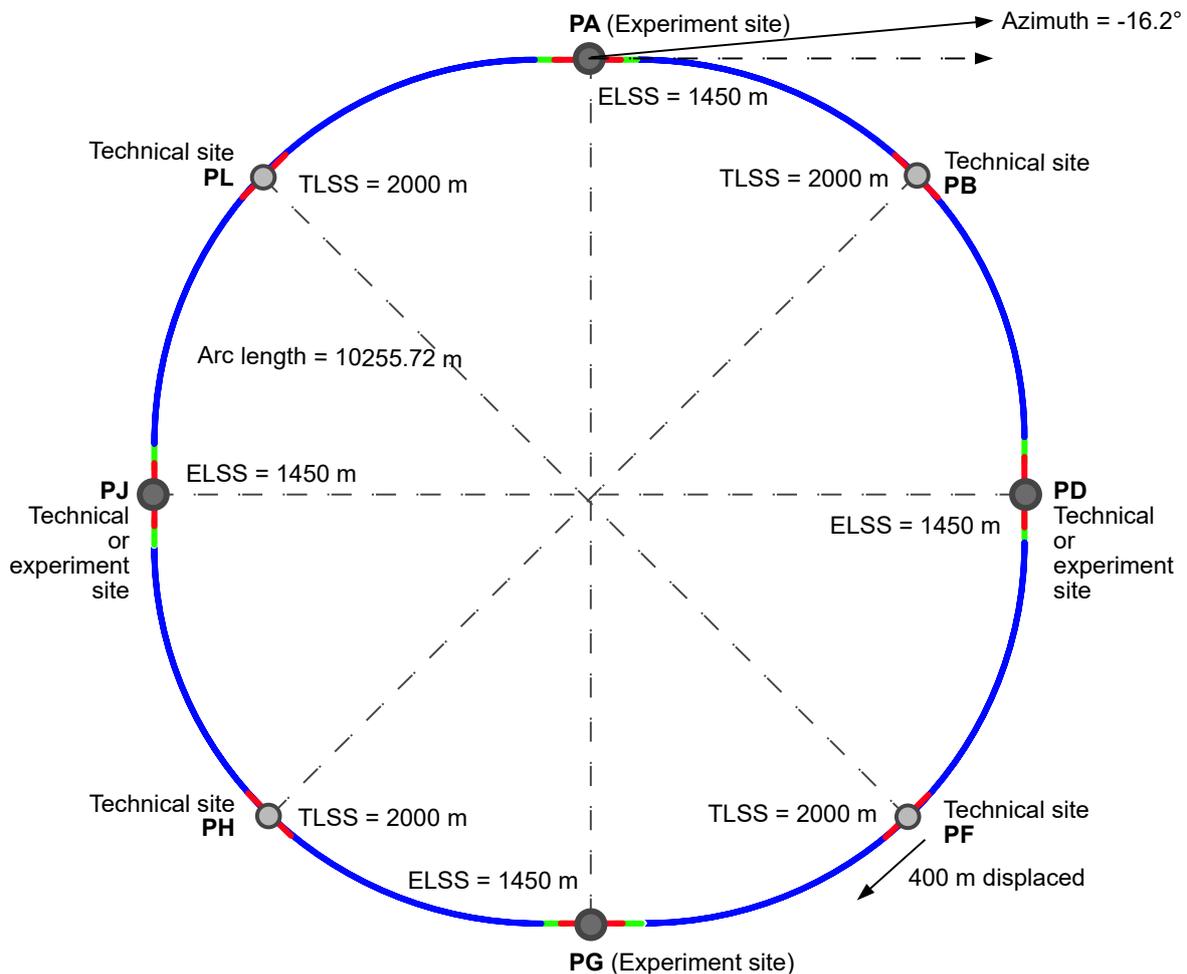


Illustration 68 : Configuration du scénario PB21-0.3, avec huit sites de surface.

Le scénario PA21-0.3 présenté dans l'illustration 68 comporte huit sites de surface pour une circonférence de collisionneur de 95,85 km. Le scénario répond au besoin d'une longueur minimale de 1 400 m pour les sections droites des points d'interaction (PA, PD, PG et PJ), mais il manque 100 m (2 000 m au lieu de 2 100 m) pour les sections droites techniques (PB, PF, PH et PL), ce qui représente un premier défi. Si on y ajoute la contrainte des longues distances entre les accès (10,25 km) et les difficultés pour développer des lignes de transfert entre le collisionneur et les accélérateurs existants du CERN (LHC et SPS), la valeur scientifique de ce type de scénarios est considérée comme basse à moyenne. Cette appréciation reste inchangée même si la longueur totale des sections courbes, soit 82 km, est supérieure à celle figurant dans le scénario PB17-0.8 comportant douze sites, et presque identique aux 83,75 km du scénario de base (CDR, PA0-0.1).

Les sites possibles en surface sont tous favorables. Seul le site technique PF devrait être déplacé de 400 m en raison de son emplacement dans une zone à éviter. Le site technique PH peut être déplacé si nécessaire afin d'éviter le défrichage dans une zone de forêt et pour se trouver à une élévation plus basse, à proximité d'une route départementale.

Du point de vue géologique, le scénario est incompatible : présence des failles dans la zone du Vuache et importance des risques en raison du franchissement de zones calcaires comportant des karsts dans le Jura (voir Illustration 69 et Illustration 70). La probabilité de réalisation de ce type de scénarios est donc considérée faible, du fait des risques que comporterait la réalisation du projet (risques pour les ouvriers, risques liés à la stabilité du tunnel et des cavernes, coûts et délais).

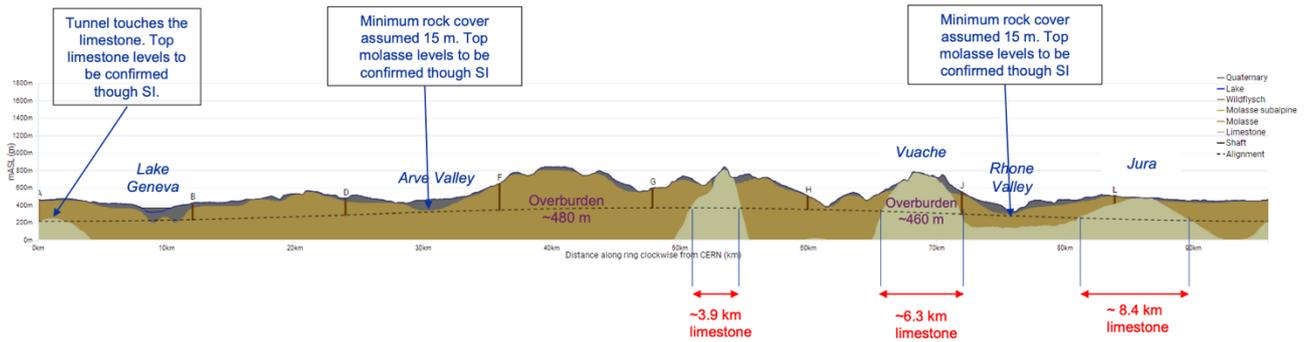


Illustration 69 : Le type de scénarios incluant le scénario PA21-0.3 nécessite le franchissement de longues distances dans les calcaires du Vuache et du Jura, compromettant sérieusement la faisabilité.

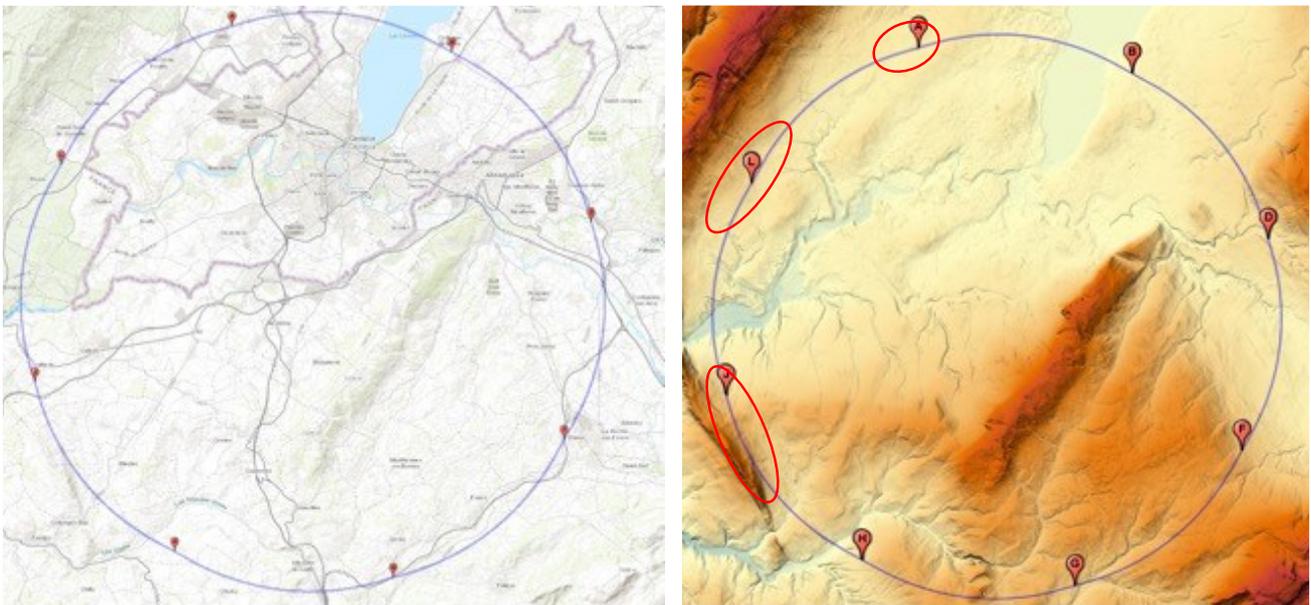


Illustration 70 : Visualisation des difficultés causées par la proximité du tracé avec la zone du Vuache (PJ, à l'ouest) et avec le Jura (zone entre le Rhône, le site PL et le site PA).

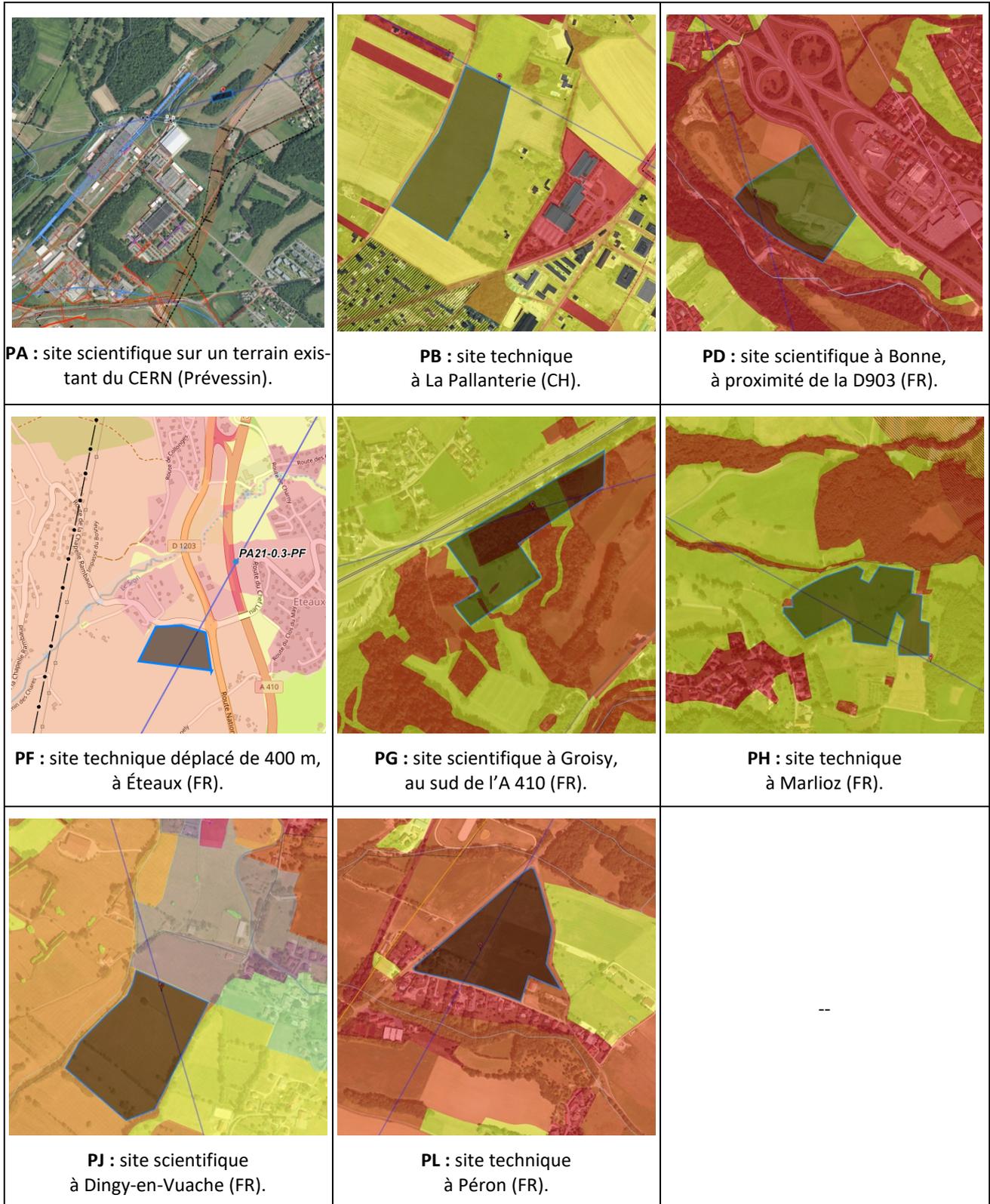


Illustration 71 : Emplacement des sites de surface du scénario PB21-0.3.

L'illustration 71 présente l'emplacement possible pour chaque site de surface de ce scénario.

Le site scientifique PA est intégralement situé sur le territoire du CERN (Prévessin), en France, et permet donc d'exploiter au maximum les infrastructures existantes.

Le site technique PB pour le FCC-ee est situé à La Pallanterie, une zone industrielle et urbanisée en Suisse. Il pourrait y avoir un conflit avec un projet routier de tunnel et/ou de pont sur le lac Léman (« Traversée du lac »), pour lequel on ne dispose pas actuellement de certitudes.

Un site scientifique PD (Bonne) est situé en bordure de la route départementale D903, sur une parcelle agricole et un lieu utilisé pour l'extraction de gravier au bord de la Menoge. L'emplacement offre des synergies potentielles avec une zone commerciale, à l'est de la route départementale.

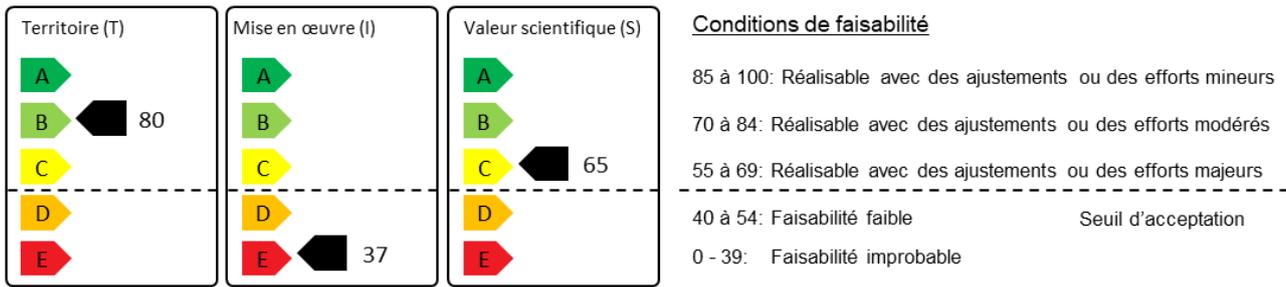
Le point nominal pour le site PF se trouve dans une zone urbanisée et construite à proximité de l'autoroute A410. Il est donc à déplacer. Plusieurs options sont possibles, soit à 150 m au nord, soit à 70 m à l'ouest (côté gauche de l'autoroute), soit à 400 m au sud, ce qui éviterait des nuisances pour les riverains. La création de plusieurs synergies avec Éteaux est possible. La présence de la sous-station électrique « Cornier » à 1 800 m au nord et de la voie ferroviaire à 1 000 m de distance constitue un avantage.

Le site scientifique principal PG se trouve juste au sud de l'autoroute A410, 350 m à l'est de l'aire autoroutière de Groisy. Il existe un accès vers la route départementale D2 à l'est, pour desservir l'aire de l'autoroute. De nombreuses synergies peuvent être imaginées avec la zone artisanale et commerciale à 650 m vers l'est. La halte ferroviaire de Groisy est proche, mais nécessite de traverser l'A410.

Le site technique PH se trouve dans une zone mixte, agricole et forestière, à Marlioz. L'emplacement nécessite la création d'une route d'accès. Un déplacement de 550 m vers l'ouest, à Cercier, placerait le site dans un champ à proximité de la route départementale, à une élévation inférieure à 50 m.

Le site scientifique PJ se trouve à Dingy-en-Vuache, au nord de l'autoroute A40 et au sud de la commune de Vulbens. L'emplacement se trouve sur un terrain agricole en pente d'environ 15 %, descendant vers Vulbens. Le site est isolé et limité au nord par un périmètre de protection de l'eau potable, inconstructible. Un accès existe par la route départementale D7.

Le site technique PL se trouve à Péron dans un champ. Un hameau se trouve à 100 m à l'est et l'accès à la D884 à 2x2 voies au sud nécessite la traversée du hameau de Greny. La proximité de la ligne d'électricité de 400 kV qui alimente actuellement le CERN, entre le Bois-Tollot et Génissiat, est un avantage.



PA21-0.3	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	Tracé	Total
FCC-ee	EXP						EXP						96 km	B
FCC-hh	EXP			EXP			EXP			EXP				
Site														
Score	92	85		92		79	77	82		52		80	54	77

Illustration 72 : Résultat de l'analyse multicritères du scénario PA21-0.3.

L'avantage de ce type de scénarios est sa compatibilité territoriale élevée par rapport à d'autres types de scénarios et la possibilité de pouvoir exploiter des synergies avec les infrastructures existantes du CERN à Prévessin.

Cependant, ce type de scénarios doit être exclu en raison de l'importance des difficultés géologiques dans la zone du Vuache et dans la zone du Jura (failles, karst, calcaire). Sa valeur scientifique reste également limitée, même si la configuration comportant huit sites en surface est plus avantageuse que celle comportant douze sites et si la circonférence du collisionneur est proche de celle figurant dans le scénario de base. Il se heurte à des limites : la longueur des sections droites techniques et la difficulté de planifier et de réaliser des connexions avec les accélérateurs existants LHC et SPS du CERN. On pourrait cependant imaginer que ces difficultés puissent être gérées au moyen d'une optimisation de la configuration et d'approches techniques.

L'analyse multicritères (Illustration 72) met en évidence la faible faisabilité de ce scénario même si l'emplacement des sites en surface semble favorable.

5.4.4. PA38-0.1 (douze sites; non-retenu)

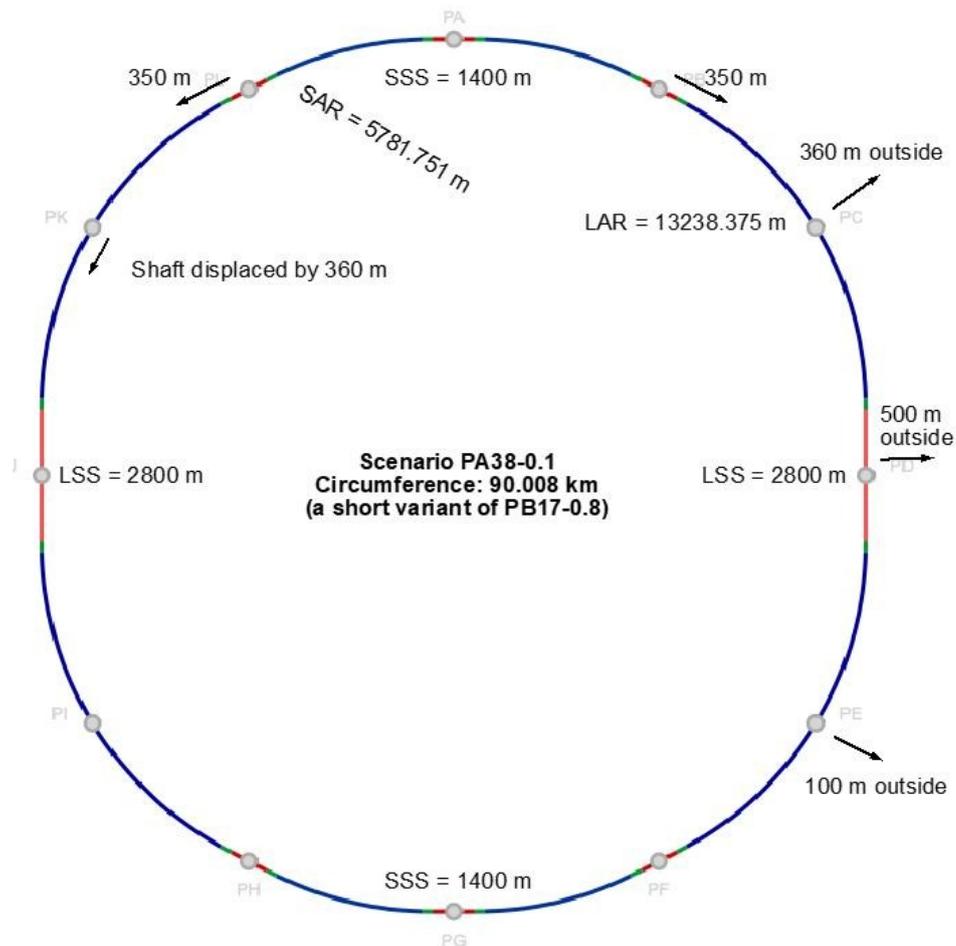


Illustration 73 : Configuration du scénario PA38-0.1, avec douze sites de surface.

Le scénario présenté dans l'illustration 73 comporte douze sites de surface pour une circonférence de collisionneur de 90 km. Il s'agit d'un scénario fondé sur le scénario PB17, mais avec une circonférence de collisionneur plus petite, qui s'efforce d'apporter des améliorations à l'emplacement des sites en surface et, surtout, de trouver un emplacement pour le site PK en dehors de la zone Natura 2000 du Rhône. La longueur des sections droites sur les sites PD et PJ est la même que dans la version de base CDR-PA0-0.1. Le site scientifique PA (CERN, Meyrin, Suisse) et le site technique PB (Bellevue, Suisse) sont les mêmes que dans la version PB17-0.8.

La longueur totale des sections courbes est seulement de 76 km, soit 9 % de moins que les 83,75 km du scénario de base. Malgré les efforts faits pour trouver des solutions pour les sites en surface, trois sites nécessitent un tunnel d'accès par l'extérieur de l'anneau. Cela représente une complication technique dont les impacts n'ont pas été quantifiés à ce jour, mais sont sans doute importants (l'un des tunnels d'accès aura une longueur de 500 m).

Du point de vue géologique, le scénario est favorable, mais le puits PF se situe au même emplacement que dans le scénario PA31 et est très profond (370 m). En outre, le puits du site scientifique principal a une profondeur de 400 m, ce qui constitue une difficulté encore plus importante. Il s'agit de la limite technologique acceptable. La nécessité de disposer de deux puits sur un site scientifique débouche sur des coûts très élevés.

Ce scénario a finalement été rejeté en raison de ses basses performances scientifiques et de la faible compatibilité territoriale des sites PC (site technique) et PG (site scientifique principal) en surface, ces éléments s'ajoutant à la difficulté d'accès aux sites et aux complications techniques.

<p>PA : site scientifique sur un site existant du CERN, voir aussi PB17-0.8.</p>	<p>PB : site scientifique à Bellevue (CH), voir aussi PB17-0.8.</p>	<p>PC : site technique à Meinier (CH), avec un tunnel d'accès de 360 m.</p>
<p>PD : site technique à Cranves-Sales (FR), avec un tunnel d'accès de 500 m.</p>	<p>PE : site technique à Scientrier (FR), avec un tunnel d'accès de 100 m.</p>	<p>PF : site technique à Éteaux (FR), voir aussi PA31-1.0.</p>
<p>PG : site scientifique à Fillière (FR).</p>	<p>PH : site technique à Villy-le-Pelloux (FR).</p>	<p>PI : site technique à Cercier (FR).</p>

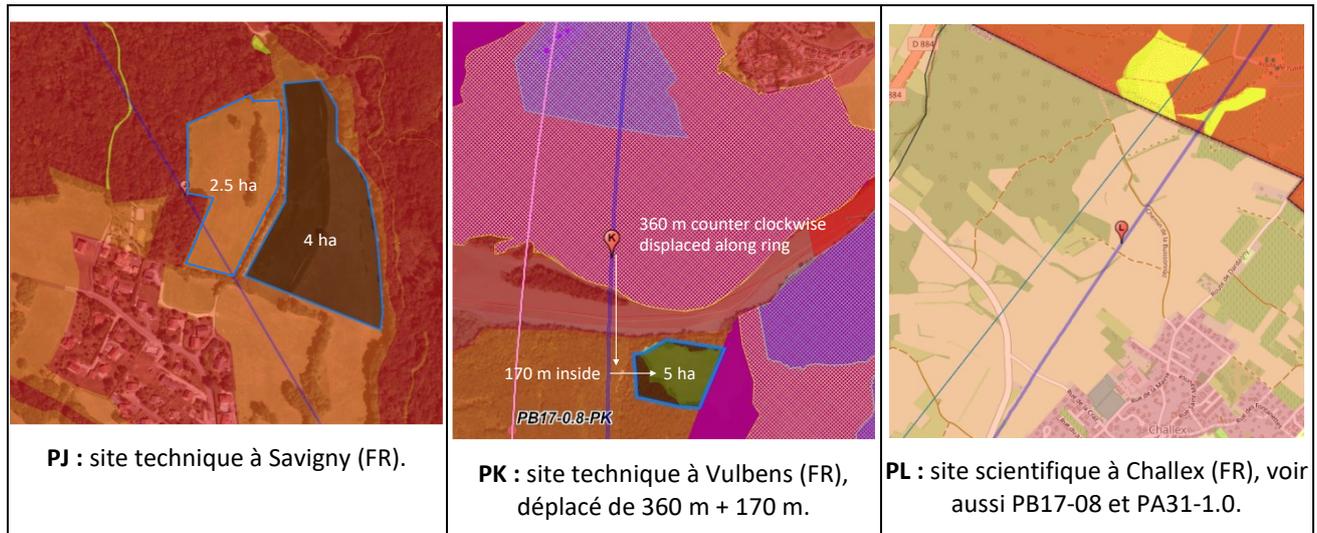


Illustration 74 : Emplacement des sites de surface du scénario PA38-0.1

L'illustration 74 présente l'emplacement possible pour chaque site de surface de ce scénario.

Le site scientifique PA et le site technique PB sont similaires à ceux se trouvant dans le scénario PB17. Le site PA se trouve intégralement à l'intérieur du périmètre actuel du site du CERN et permet donc d'exploiter au maximum les infrastructures existantes. Le site technique pour le FCC-ee et le site scientifique PB pour le FCC-hh sont placés à Bellevue. Cet emplacement est caractérisé par de fortes contraintes en sous-sol en raison de la présence de la nappe d'eau stratégique de Montfleury, superposée à une nappe moins profonde, et d'eaux superficielles. La situation foncière des différentes parcelles privées est complexe, demandant un processus d'acquisition anticipé. Une seule parcelle, qui serait utilisée pour des constructions en surface, appartient à l'État de Genève. Cette situation, ainsi que les enjeux environnementaux autour du site (ruisseau du Gobé) et la proximité immédiate de l'aéroport et de l'échangeur de l'autoroute A1, imposeraient au projet de nombreuses contraintes.

Le site technique PC à Meinier, dans le secteur de Carre d'Aval, se trouve sur l'emplacement de la ferme biologique, La Touvière. Ce site, entouré de zones d'exclusion, doit être déplacé d'au moins 360 m vers l'extérieur de l'anneau, ce qui crée des complications techniques. Même si le site en surface est déplacé, il se trouvera toujours dans une zone humide présentant de fortes contraintes écologiques, agricoles et paysagères.

Le site technique PD se trouve au milieu de Cranves-Sales et doit être déplacé d'au moins 500 m vers l'extérieur de l'anneau, ce qui crée des complications techniques. Une liaison souterraine de 500 m de longueur aura des coûts importants. Le site déplacé se trouverait à proximité de la D903, ce qui présente quelques avantages du point de vue de l'accès. En outre, la zone semble déjà destinée à l'urbanisation ou choisie pour d'autres projets d'intérêt public (PLU zones UH et UE).

Le site technique PE à Scientrier se trouve trop près des habitations et nécessite un tunnel souterrain d'une longueur d'environ 100 m pour accéder à un site en face de la route existante, au nord de l'autoroute A410, en zone agricole.

Le site technique PF se trouve au même emplacement que dans le scénario PA31, à proximité directe de la RD1203. Le lieu comporte deux zones humides, qui seront à éviter. Un emplacement plus à l'ouest s'impose donc.

Le site scientifique principal PG se trouve à Fillière, à une élévation de 767 m. Cette élévation, ajoutée aux difficultés d'accès vers la RD1203 (petite route des Régalets) et à la proximité immédiate des habitations (Le Régalet) rend cet emplacement presque infaisable. Les aménagements existants pour l'exploitation agricole dans les alentours semblent importants.

Le site technique PH se trouve à Villy-le-Pelloux à proximité de la route départementale RD2 et du péage de l'A41. La proximité du site par rapport aux habitations et à un hôtel pourrait générer des nuisances. Le site se trouverait également dans une zone d'importance paysagère.

Le site PI est situé à Cercier, au bout du chemin de Falpot où se trouvent un hangar d'élevage et une prairie.

Le site PJ à Savigny se trouve au nord du hameau de Nyoux, au chemin du Moulin. Au bout du chemin se trouve une habitation. Le site nécessiterait donc une bonne intégration dans l'environnement. Le hameau subirait des nuisances si une nouvelle route d'accès n'était pas construite pour le site, car le site aurait presque la taille du hameau.

Le site technique PK, déplacé de 350 m en dehors de la zone Natura 2000, se trouve sur la rive sud du Rhône, dans une clairière de la forêt de Vulbens. Un accès menant à Vulbens serait à créer, à proximité d'une propriété (chemin de Moisyey). Cela créerait probablement des nuisances.

Le site scientifique secondaire PL a le même emplacement que dans le scénario PB17, au nord de Challex. Il se trouve en zone agricole, au sud d'une forêt, à proximité d'un accès possible à la route départementale à 2x2 voies RD884. Cet accès direct au site permettrait d'éviter des nuisances pour les résidents du village et aussi d'exploiter la proximité des sites du CERN à Meyrin et à Prévessin. La ligne de 400 kV qui alimente actuellement le CERN se trouve à proximité.

Ce type de scénarios présente les avantages suivants : les emplacements favorables des sites scientifiques PA, PL, PB et PG et une meilleure compatibilité avec les contraintes géologiques (Illustration 75) que la version de base PA0-0.1 et le scénario PB17-0.8. Les difficultés présentées par l'emplacement du site PK dans le secteur du Rhône et du site PF sur le plateau des Bornes sont également minimales. Les possibilités de synergie avec des infrastructures existantes du CERN sont de grande valeur pour le site PA. Trois sites scientifiques se trouvent à proximité des infrastructures actuelles du CERN.

Cependant, le site scientifique PG se trouve à une profondeur de plus de 400 m, sur un emplacement en montagne difficilement accessible, et comporte le risque de créer des nuisances importantes. Cela constitue une difficulté majeure du scénario. Plusieurs autres sites sont également soumis à de fortes contraintes environnementales et urbanistiques, notamment le site technique PC en Suisse, le site technique PD à Cranves-Sales en France, le site PH à Villy-le-Pelloux en France, le site technique PJ à Savigny en France, et le site PK à Vulbens en France. Le site technique PF à Éteaux serait à optimiser pour éviter les deux zones humides à proximité. Une solution semble possible.

La valeur scientifique est la plus basse de tous les scénarios présentés à titre d'exemples dans ce rapport, car la longueur totale des sections courbes de l'accélérateur est seulement de 76 km, à la limite basse d'acceptation.

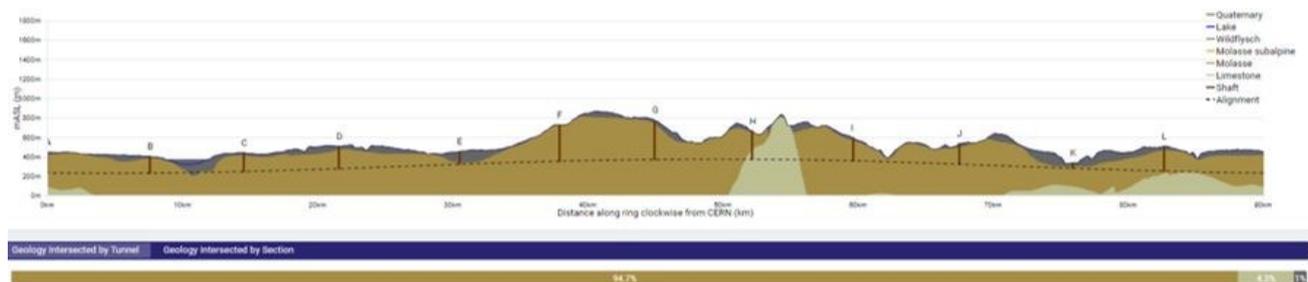
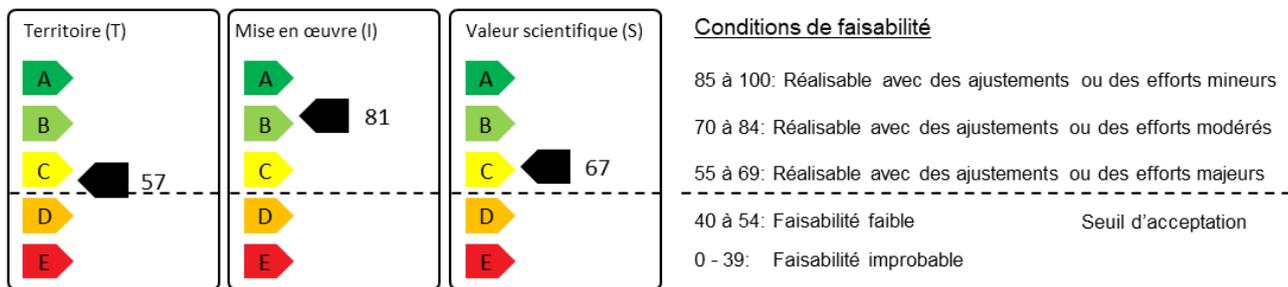


Illustration 75 : Le profil en long du PA38-0.1 est plus éloigné du Jura et du Vuache que le scénario PB17-0.8. Il est comparable à celui du scénario PB31.

L'emplacement du site PB à Bellevue, en Suisse, pose problème car un autre projet public pourrait être lancé. Il constitue **actuellement un point de blocage pour ce scénario et pour ce type de scénarios**. Tout scénario envisageant un site sur cet emplacement est donc infaisable. La réalisation du site PC à Meinier, dans une zone humide étendue autour de l'étang de Rouelbeau comportant des zones naturelles très protégées, semble également peu réaliste. On retrouve une situation similaire pour le site PK au bord du Rhône.

L'analyse multicritères (Illustration 76) indique que la valeur scientifique de ce scénario est plus basse que celle du scénario PB17-08. La compatibilité territoriale et la valeur pour la mise en œuvre restent inchangées, malgré les efforts d'amélioration. Cela est dû au fait que les améliorations du tracé entraînent des surcoûts et des complications pour la réalisation des sites en surface. L'emplacement du site scientifique principal PG fait baisser la note, en dépit des quelques améliorations apportées aux emplacements. Par conséquent, ce scénario, moins équilibré, n'a pas été pris en considération.



PB38-0.1	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	Tracé	Total
FCC-ee	EXP			RF			EXP			RF			90 km	C
FCC-hh	EXP	EXP	Cryo		Cryo	Col		RF	Cryo	Col	Cryo	EXP		
Site														
Score	96	49	40	61	63	77	34	61	61	41	34	70	72	59

Illustration 76 : Résultat de l'analyse multicritères du scénario PA38-0.1.

5.4.5. PA33-0.13 (huit sites; non-retenu)

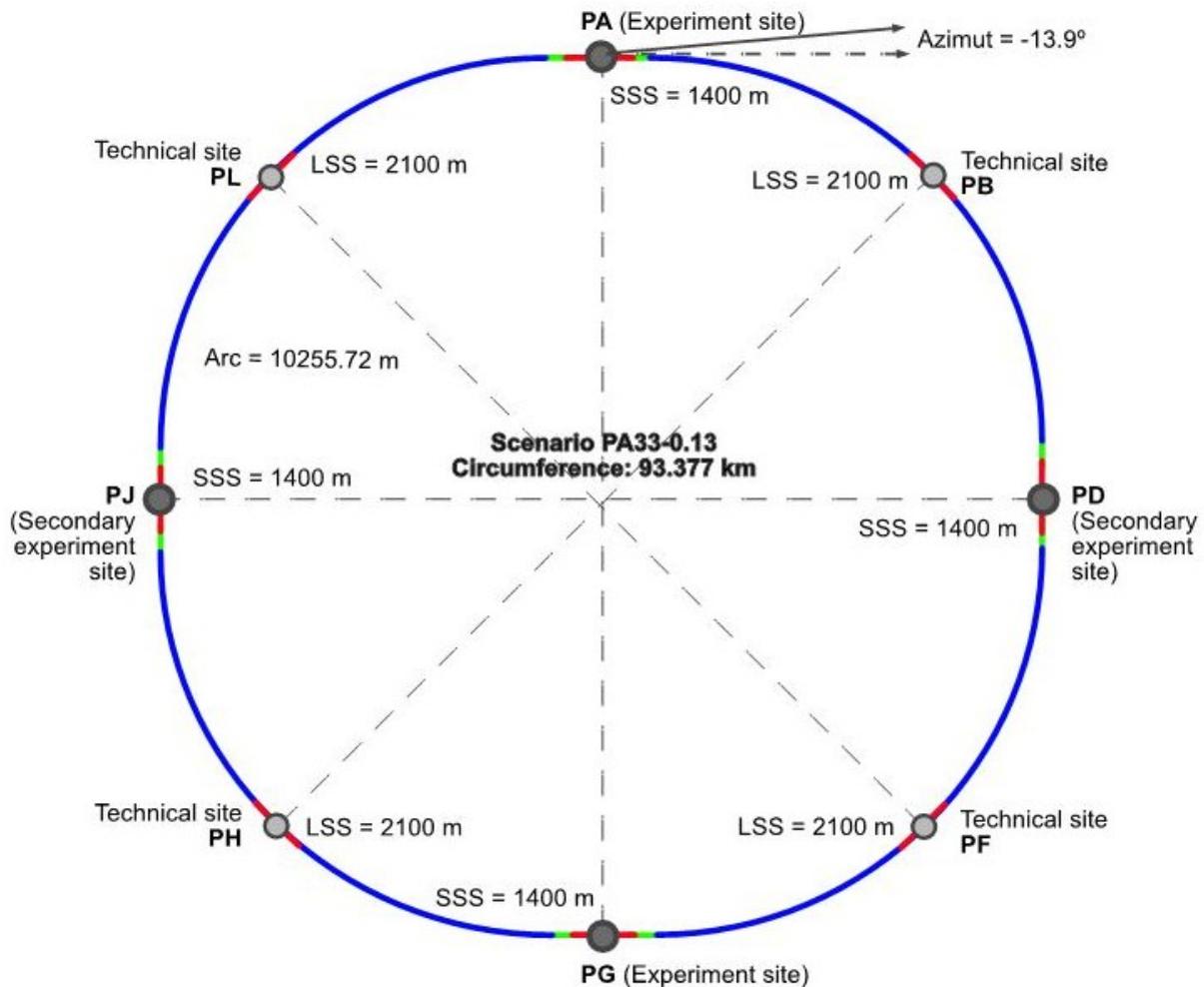


Illustration 77 : Configuration du scénario PA33-0.13, avec huit sites de surface.

Le scénario PA33-0.13 présenté dans l'illustration 77 comporte huit sites de surface pour une circonférence de collisionneur de 93,377 km. Il répond au besoin d'une longueur minimale de 1 400 m pour les sections droites des points d'interaction (PA, PD, PG et PJ) et de 2 100 m pour les sections droites techniques (PB, PF, PH et PL).

Avec une longueur totale des sections courbes de 79,377 km contre les 81,193 km du scénario PB17-0.8 (longueur plus courte de 2,2 %), les deux scénarios sont quasiment comparables du point de vue de la performance scientifique. Les lignes de transfert entre le collisionneur et les accélérateurs existants du CERN (LHC et SPS) sont cependant plus difficiles à réaliser pour un scénario comportant huit sites en surface et les accès se trouvent éloignés les uns des autres (9,9 km).

Les sites possibles en surface se trouvent presque tous à des emplacements soumis à de fortes contraintes, dont plusieurs seraient très probablement non réalisables. Cela est le cas pour cinq des huit sites (presque deux tiers des sites) : site scientifique PA à Préveessin (France), site technique PB à Meinier (Suisse), site scientifique PD à Fillinges (France), site technique PF à La Roche-sur-Foron (France) et site scientifique PG à Fillière (France).

Du point de vue géologique, le scénario est moins compatible que le scénario PB17-08 car il se trouve plus proche du Vuache (Illustration 78).

Ce scénario est considéré comme non faisable, essentiellement en raison de sa faible compatibilité territoriale.

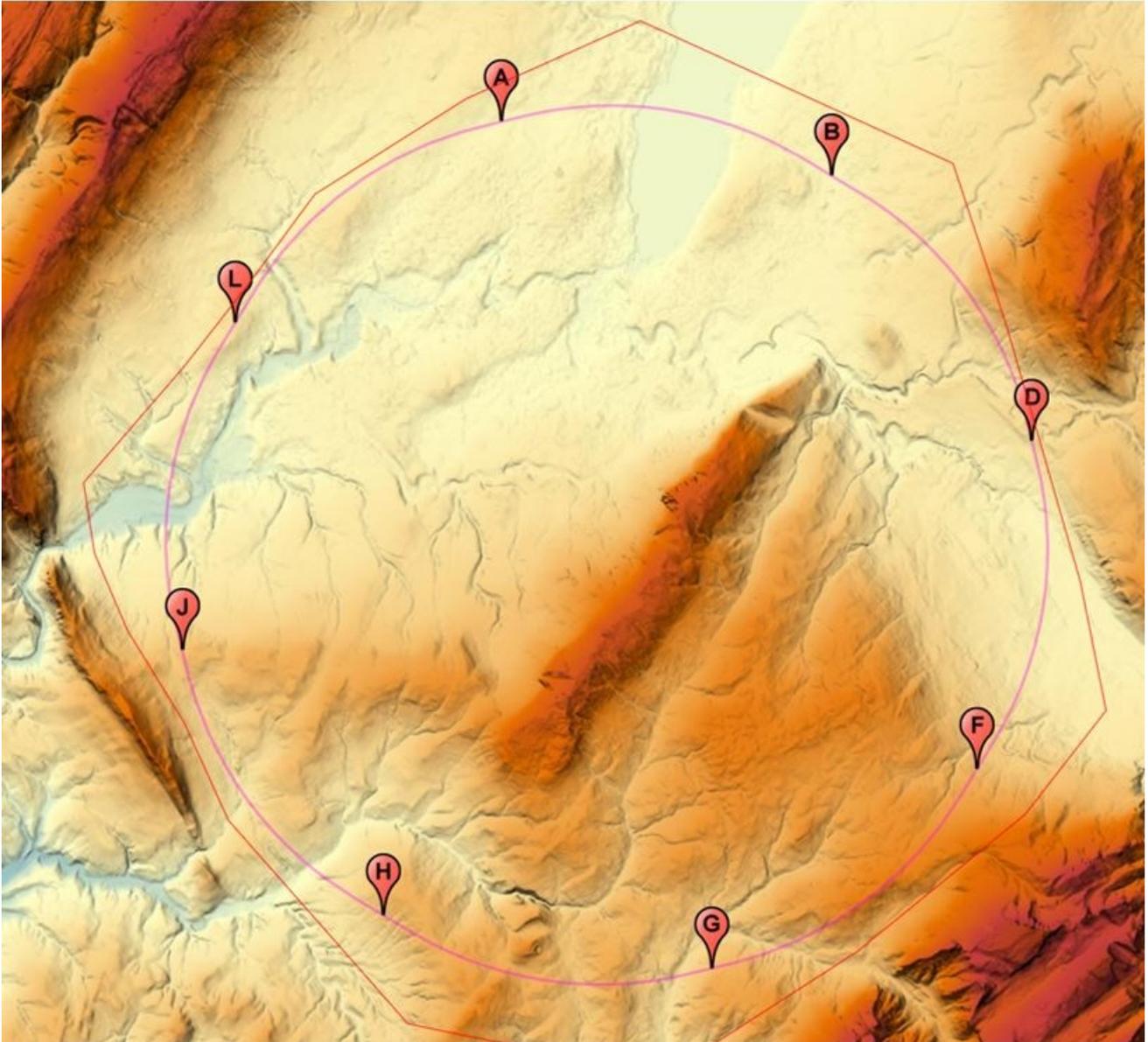


Illustration 78 : Visualisation de la situation géologique du scénario PA33-0.13. Le polygone rouge indique les limites de l'acceptabilité d'un scénario du point de vue de la géologie.



Illustration 79 : Emplacement des sites de surface du scénario PA33-0.13.

L'illustration 79 présente l'emplacement possible pour chaque site de surface de ce scénario.

Le site scientifique PA se trouve à Prévessin, limitrophe de la commune de Ferney-Voltaire. Ce site se trouverait entièrement en zone urbanisée. De nouveaux projets d'urbanisation sur les deux parcelles à l'ouest et au sud-est sont désormais programmés. De 2014 à 2018, cet emplacement pouvait encore être considéré comme possible. Aujourd'hui, cet emplacement semble peu réaliste compte tenu du lancement de projets, de l'absence de perspective de création d'un accès réaliste et de la présence d'habitations et d'un centre de soins à venir.

Le site technique PB à Meinier, en Suisse, se trouve dans une vaste zone de protection naturelle, une zone humide proche du marais de Sionnet (Les Prés Pourris), qui appartient à l'État de Genève. Malgré cet avantage administratif, la zone à éviter est considérée comme non faisable en raison de contraintes directes et de contraintes à proximité.

Le site scientifique PD à Fillings, à proximité de la RD9 et de la RD903, bénéficie d'une bonne liaison routière. Cependant, il se trouve au milieu d'une zone urbanisée. Aujourd'hui le site se trouverait sur une parcelle agricole protégée, près d'une parcelle indiquée « À urbaniser ». Le champ, entouré d'habitations et présentant des covisibilités, semble un emplacement difficilement utilisable.

Le site technique PF au sud de La Roche-sur-Foron, à proximité de la RD2, se trouve sur un espace agricole à proximité d'un grand hangar destiné à l'exploitation agricole. L'accès se ferait exclusivement à travers les hameaux situés au sud de la ville et entraînerait des nuisances. L'impact sur l'exploitation agricole semble important. Il existe un fort contraste avec l'identité du lieu.

Le site scientifique PG à Fillière se trouve à proximité de la RD74, en réalité une petite route de montagne, ce qui en rend l'accès très difficile. Le site se trouve dans un secteur à forte valeur écologique, à proximité d'habitations individuelles et d'une forêt de grande valeur écologique. La topographie et l'élévation (640 m) sont très défavorables pour ce site. Il existe un fort contraste avec l'identité du lieu. Le site, isolé, serait difficile à valoriser.

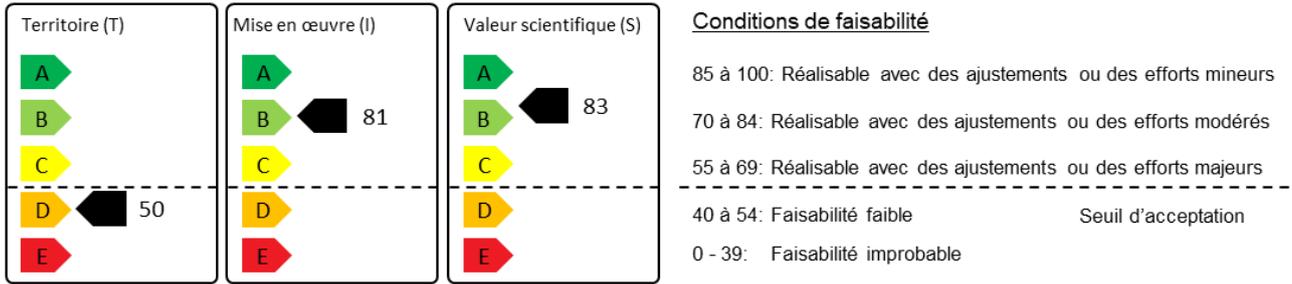
L'emplacement du site PH est celui du site PI dans le scénario PA38-0.1. Il se trouve à Cercier, au bout du chemin de Falpot où se trouvent un hangar d'élevage et une prairie.

Le site scientifique PJ se trouve à Dingy-en-Vuache, au sud de l'autoroute A40, à 500 m à l'est du chef-lieu. Il s'agit d'une zone agricole caractérisée par la présence de corridors écologiques.

Le site technique PL à Challex figure dans plusieurs autres scénarios, comme le scénario PB17, et dans l'hypothèse de travail préférée PA31. Il se trouve au nord de Challex et en zone agricole, au sud d'une forêt, à proximité d'une possibilité d'accès à la route départementale à 2x2 voies RD884. Des nuisances pour les résidents du village pourraient être évitées grâce à un accès direct au site, qui permettrait aussi d'exploiter la proximité des sites du CERN à Meyrin et à Prévessin. La ligne de 400 kV qui alimente actuellement le CERN se trouve à proximité.

L'avantage de ce scénario est sa bonne performance scientifique, comparable à celle des scénarios du CDR et du scénario PB17-0.8, mais avec une configuration de huit sites en surface. Le scénario reste compatible avec les contraintes géologiques connues. Cependant, il présente des faiblesses sur le plan de la compatibilité territoriale, car la plupart des emplacements des sites en surface se trouvent sur des terrains soumis à des contraintes naturelles et urbanistiques, certaines parcelles étant en outre d'une taille limitée. Certaines parcelles, initialement envisagées, ont été affectées à d'autres projets. Ce scénario offre par ailleurs très peu de possibilités de développer des synergies avec les infrastructures existantes et le territoire.

L'analyse multicritères (Illustration 80) montre donc qu'un tel scénario est considéré comme non faisable, même si la performance scientifique est bonne et la compatibilité avec les conditions géologiques probable.



PA33-0.13	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	Tracé	Total
FCC-ee	EXP						EXP						93 km	D
FCC-hh	EXP			EXP			EXP			EXP				
Site														
Score	70	40		45		41	30	57		50		70	83	54

Illustration 80 : Résultat de l'analyse multicritères du scénario PA33-0.13.

5.4.6. PA35-0.6 (huit sites; non-retenu)

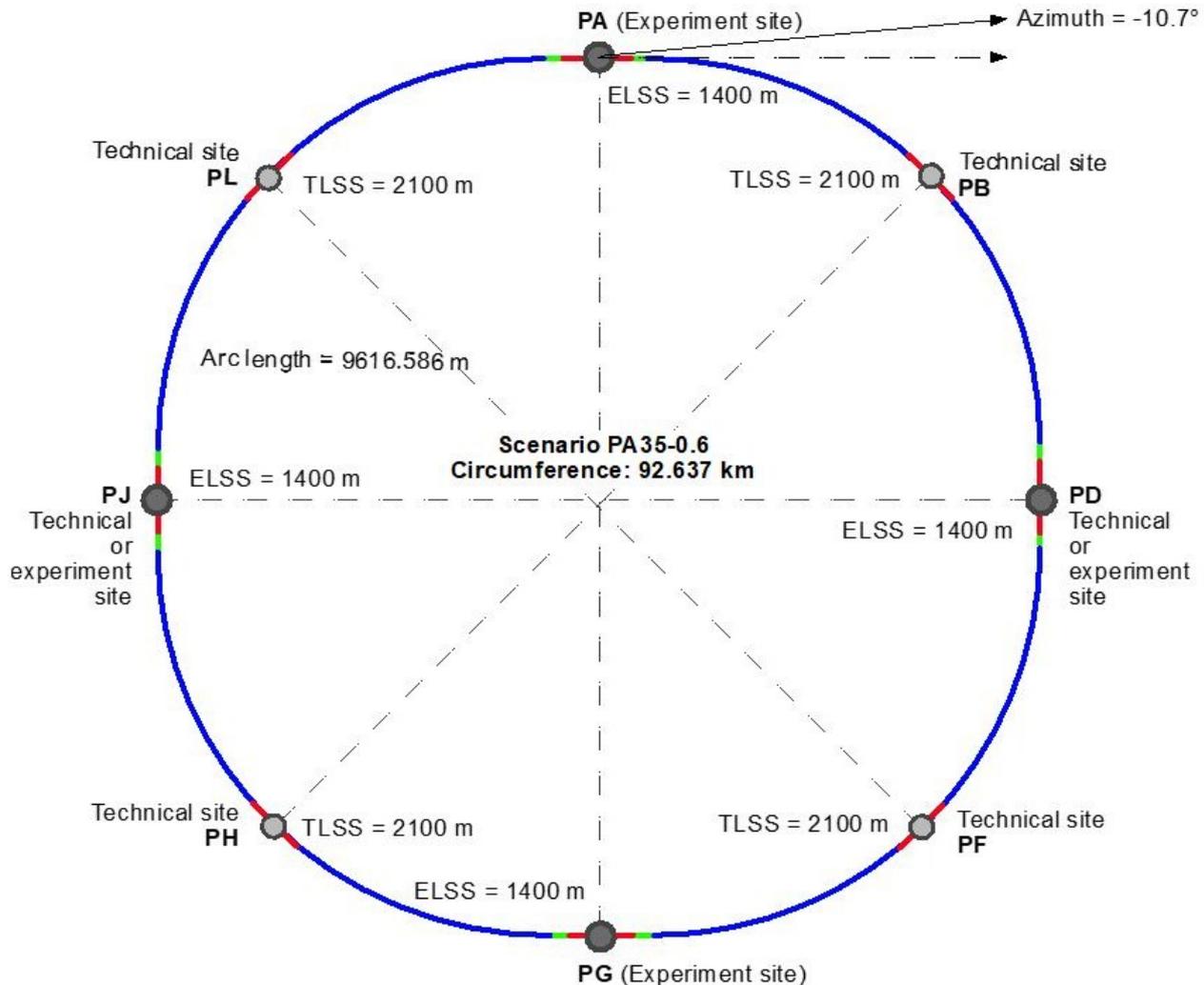


Illustration 81: Configuration du scénario PA35-0.6, avec huit sites de surface.

Le scénario PA35-0.6 présenté dans l'illustration 81 comporte huit sites de surface avec une circonférence de collisionneur de 92,637 km. Le scénario répond au besoin d'une longueur minimale de 1 400 m pour les sections droites des points d'interaction (PA, PD, PG et PJ) et aux besoins pour les sections droites techniques (PB, PF, PH et PL).

Avec une longueur totale de sections courbes de 78,637 km (3 % de moins que dans le scénario PB17-08 avec 81,2 km et 6 % de moins que dans le scénario de base CDR/PA-0.01 avec 83,75 km), la valeur scientifique d'un tel type de scénarios peut être considérée comme bonne. Les lignes de transfert entre le collisionneur et les accélérateurs existants du CERN (LHC et SPS) semblent réalisables, même si leur conception serait plus difficile que dans les scénarios comportant douze sites en surface.

Du point de vue géologique (Illustration 82 et 83), le scénario sans adaptation est difficilement compatible avec la présence de failles dans la zone du Vuache et de formations karstiques dans le secteur du Jura qui représentent encore des risques à ce stade.

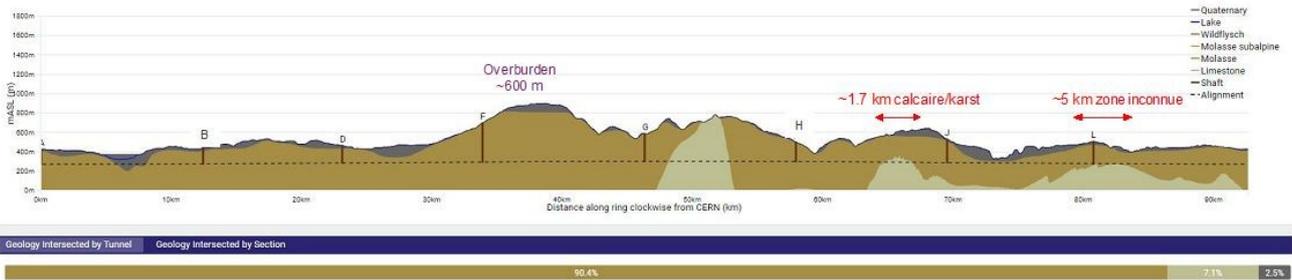


Illustration 82 : Tous les scénarios similaires au scénario PA35-0.6 doivent franchir les calcaires du Vuache et une zone aux contraintes inconnues dans le secteur du Jura. Cela est considéré comme un risque pour la faisabilité.

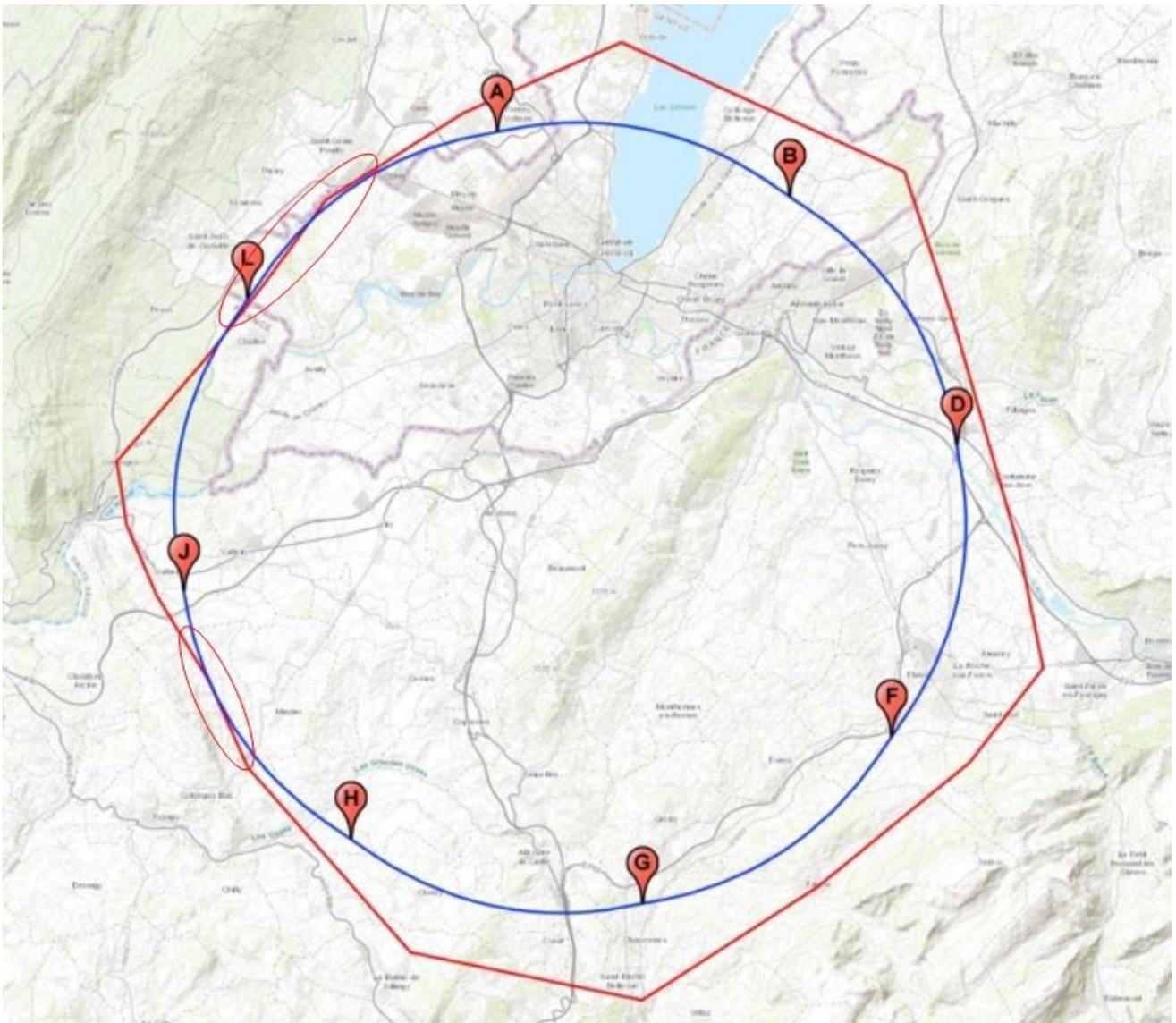


Illustration 83 : Visualisation des difficultés causées par la proximité du tracé PA35-0.6 avec la zone du Vuache (entre le site PH et le site PJ à l'Ouest) et avec le Jura (zone entre le Rhône, le site PL et le site PA).

Trois sites potentiels en surface sont assez favorables (PC, PH et PJ) mais cinq autres (PA, PD, PF, PG et PL) posent des difficultés. Le site scientifique PA se trouve à Prévessin, sur un emplacement entouré de zones urbanisées ou en train d'être urbanisées à Ferney-Voltaire, sans accès, et le site scientifique PD se trouve en conflit avec le projet d'aménagement de la RD903 car le tracé est trop proche de la route. Un déplacement de l'anneau vers l'ouest pour résoudre ces problèmes rendrait le projet incompatible avec les contraintes géologiques déjà présentes dans ce scénario et créerait une incompatibilité avec la topographie sur le site PG à Charvonnex. Le site technique PF à La Roche-sur-Foron doit être déplacé en raison de la présence d'habitations et du fait de l'élévation. Cela semble faisable avec une connexion souterraine d'une longueur de 600 à 700 m, même si le défi technique (400 m de profondeur) et les surcoûts seraient importants. Le site scientifique PG à Charvonnex se trouve dans un endroit difficilement aménageable, à proximité d'un profond et large encaissement en forêt, sur un chemin rural en pente. Il n'est pas considéré comme infaisable, mais sa réalisation restera un défi. Le site PL, sur un champ, est théoriquement faisable, mais il est entouré de zones de protection strictes (zones Ramsar, protection de vignes, secteur de protection des eaux, zone de valeur paysagère et historique importante, absence d'accès). Aucune solution réaliste n'a pu être trouvée car les contraintes environnementales sont trop fortes dans les deux zones pour être acceptables.

La probabilité de réalisation de ce type de scénarios est donc considérée comme très faible, principalement pour les deux raisons suivantes : l'incertitude des risques liés à la réalisation du projet (croisement des zones de formations karstiques) et le manque de solutions pour les sites scientifiques PA et PD et le site technique PL.

<p>PA : site scientifique à Preessin (FR).</p>	<p>PB : site technique à Meinier (CH).</p>	<p>PD : site scientifique à Nangy (FR), en conflit avec RD903.</p>
<p>PF: site technique à Éteaux (FR), déplacé au nord.</p>	<p>PG : site scientifique à Charvonnex (FR).</p>	<p>PH : site technique à Marlioz (FR).</p>
		<p>--</p>
<p>PJ : site scientifique à Dingy-en-Vuache (FR).</p>	<p>PL : site technique à Dardagny (CH).</p>	<p>--</p>

Illustration 84 : Emplacement des sites de surface du scénario PA35-0.6.

L'illustration 84 présente l'emplacement possible pour chaque site de surface de ce scénario.

Le site scientifique PA se trouve à Prévessin, limitrophe de la commune de Ferney-Voltaire, comme dans le scénario PA33-0.13. Ce site se trouverait intégralement en zone urbanisée. De nouveaux projets d'urbanisation sur les deux parcelles à l'ouest et au sud-est sont désormais programmés. De 2014 à 2018, cet emplacement pouvait encore être considéré comme envisageable. Aujourd'hui, cette option semble peu réaliste compte tenu du lancement de projets, d'absence de perspective réaliste de création d'un accès et de la présence d'habitations et d'un futur centre de soins.

Le site technique PB à Meinier, en Suisse, se trouve dans une vaste zone de protection naturelle, une zone humide au sud du marais de Sionnet, au bord de la Seymaz. L'implantation du site peut être envisagée sur un champ adjacent, mais les contraintes de proximité demeurent et rendraient l'emplacement difficilement faisable.

Le site scientifique PD à Nangy est situé en bordure de la route départementale D903, sur une parcelle agricole. L'emplacement offrirait de nombreuses synergies avec une zone commerciale à l'est de la route départementale et avec le Centre hospitalier Alpes-Léman (CHAL). Malheureusement, le tracé est très proche de la route départementale et un projet d'aménagement approuvé en 2022 rend cette implantation infaisable. Un déplacement de l'anneau vers l'ouest n'est possible qu'en diminuant la circonférence totale du collisionneur, ce qui débouche sur l'hypothèse de travail PA31, actuellement privilégiée.

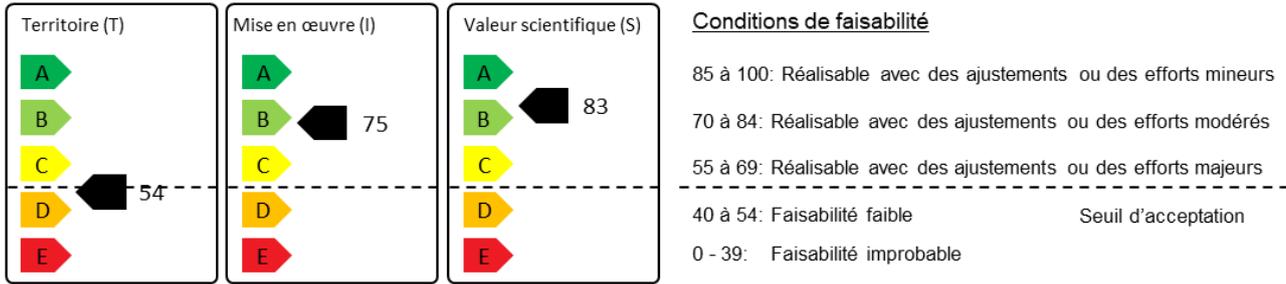
Le site technique PF se trouve au même emplacement que dans le scénario PA31, très proche de la RN203. L'emplacement est caractérisé par la présence de deux zones humides qui seraient à éviter. Un emplacement plus à l'ouest s'impose donc. Un tunnel souterrain d'une longueur de 600 à 700 m serait nécessaire pour relier un puits, d'une profondeur de 400 m, au tunnel de l'accélérateur. Un emplacement plus proche du tracé ne semble aujourd'hui plus possible, car un emplacement sur un site plus au sud a été affecté à un projet d'installation de stockage de déchets inertes (ISDI) fin 2022.

Le site scientifique PG est situé au nord de Charvonnex sur un plateau au sud d'un espace boisé classé. À première vue, l'emplacement semble possible, mais une topographie difficile, avec la présence à proximité d'une tranchée large et profonde à l'ouest, constitue un défi. Le site couperait le chemin rural existant qui relie aujourd'hui Charvonnex à la forêt et à la zone de l'aire d'autoroute au nord.

Le site technique PH se trouve dans une zone mixte, agricole et forestière, à Marlioz à proximité d'un hameau. Un accès spécifique traversant le hameau devrait être réalisé, en l'absence duquel le site devrait être déplacé de plusieurs centaines de mètres.

Le site scientifique PJ se trouve à cheval sur les communes de Dingy-en-Vuache et de Vulbens, au nord de l'autoroute A40 et au sud de la commune de Vulbens. L'emplacement se trouve sur un terrain agricole, en zone de préservation paysagère. Un accès évitant les hameaux en bordure de la commune devrait être créé vers Vulbens.

Le site technique PL se trouve à Dardagny, sur un espace agricole théoriquement utilisable mais indésirable, comportant des surfaces d'assolement. C'est le seul emplacement qui ne comprend pas de zones de protection car ce champ est exploité sur la frontière franco-suisse, avec un accès par la France. Ce fait constitue déjà une difficulté administrative. De plus, côté suisse, il est nécessaire de respecter une certaine distance entre les aménagements et les zones de protection, comme c'est le cas pour le site Ramsar dans la forêt adjacente. Le site est entouré de zones de protection des vignes en Suisse et en France, sans possibilité de réaffectation. Il n'y a pas d'accès direct. Toute affectation de ce petit îlot non protégé semble irréaliste compte tenu de la présence d'une zone de protection des eaux, de zones de protection de la nature, d'un corridor écologique et de la valeur du patrimoine historique et paysager.



PA35-0.6	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	Tracé	Total
FCC-ee	EXP						EXP						93 km	C
FCC-hh	EXP			EXP			EXP			EXP				
Site														
Score	70	46		58		77	55	46		55		27	80	57

Illustration 85 : Résultat de l'analyse multicritères du scénario PA35-0.6.

Ce type de scénarios présente l'avantage suivant : le tracé du collisionneur exploite bien l'espace déterminé par les contraintes géologiques, et ce, avec huit sites en surface. On retrouve dans ce scénario des éléments d'optimisation utilisés pour améliorer la compatibilité territoriale de cette configuration qui a finalement mené à l'hypothèse de travail préférée PA31-1.0.

Ce type de scénarios doit être exclu en raison des fortes contraintes auxquelles est soumis le seul emplacement possible d'un site à Dardagny, de l'emplacement d'un site à Préveessin, « enclavé » dans la commune de Ferney-Voltaire, de l'incompatibilité avec le projet d'aménagement de la RD903 à Nangy, de la difficulté d'accès et de la nécessité d'aménager l'emplacement situé à Marlioz et de la difficulté de réalisation de l'emplacement situé à Charvonnex.

L'analyse multicritères (Illustration 85) met en évidence la faible faisabilité de ce scénario même si la valeur totale de l'analyse multicritères se trouve légèrement au-dessus du seuil d'acceptation.

5.4.7. PA37-0.3 (huit sites; non-retenu)

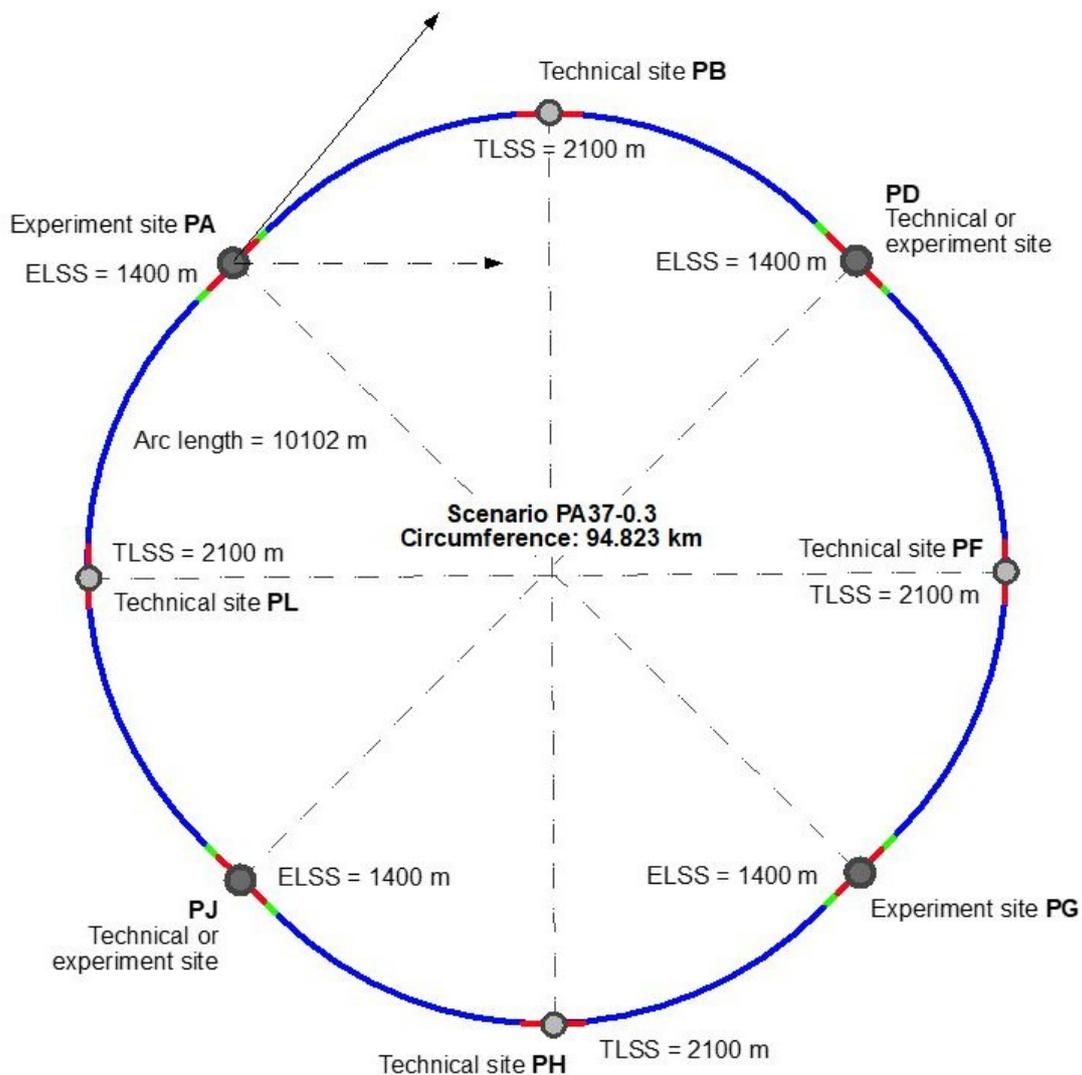


Illustration 86 : Configuration du scénario PA37-0.3, avec huit sites de surface (approche différente).

Le type de scénarios PA37 a été élaboré dans le but de tester une autre approche relative à l'emplacement en faisant faire à tout l'anneau une rotation de 45 degrés. Dans ce scénario, les sites scientifiques se trouvent à l'emplacement de sites techniques dans les autres scénarios. Le scénario PA37-0.3 présenté dans l'illustration 86 constitue un exemple de cette approche. Il comporte huit sites de surface et une circonférence de collisionneur de 94,823 km. Le scénario répond au besoin d'une longueur minimale de 1 400 m pour les sections droites des points d'interaction (PA, PD, PG et PJ), et de 2 100 m pour les sections droites techniques (PB, PF, PH et PL).

Avec une longueur totale des sections courbes de 80,823 km (comparable à celle figurant dans le scénario PB17-08 avec 81,2 km et seulement 3 % de moins que dans le scénario de base CDR/PA-0.01 avec 83,75 km), la valeur scientifique de ce type de scénarios peut être considérée comme excellente. Cependant, cette valeur est fortement amoindrie par des difficultés techniques. La conception et la réalisation des lignes de transfert entre le collisionneur et les accélérateurs existants du CERN (LHC et SPS) continue à poser problème, des lignes longues étant probablement nécessaires. Une injection des faisceaux aux sites scientifiques PA et PD semble difficilement réalisable.

En ce qui concerne les conditions géologiques (Illustration 87 et Illustration 88), le scénario présente une légère incompatibilité du fait de la présence potentielle de formations karstiques et de calcaire dans le secteur du Jura.

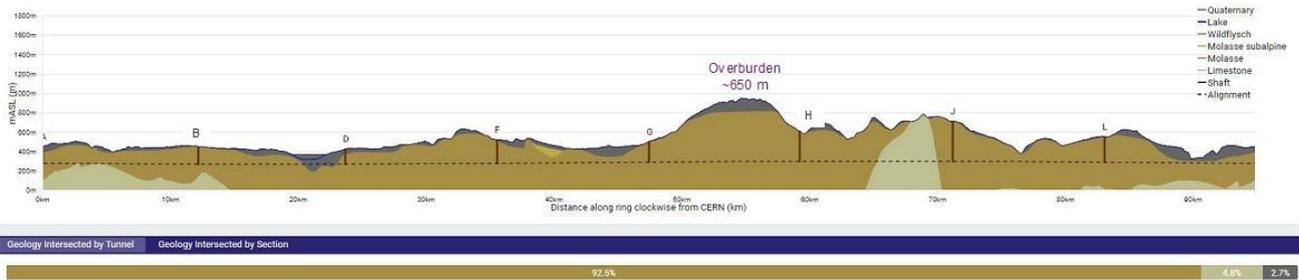


Illustration 87 : Le scénario PA37-0.3 reste compatible avec la zone du Vuache et comporte quelques incertitudes dans la zone du Jura.

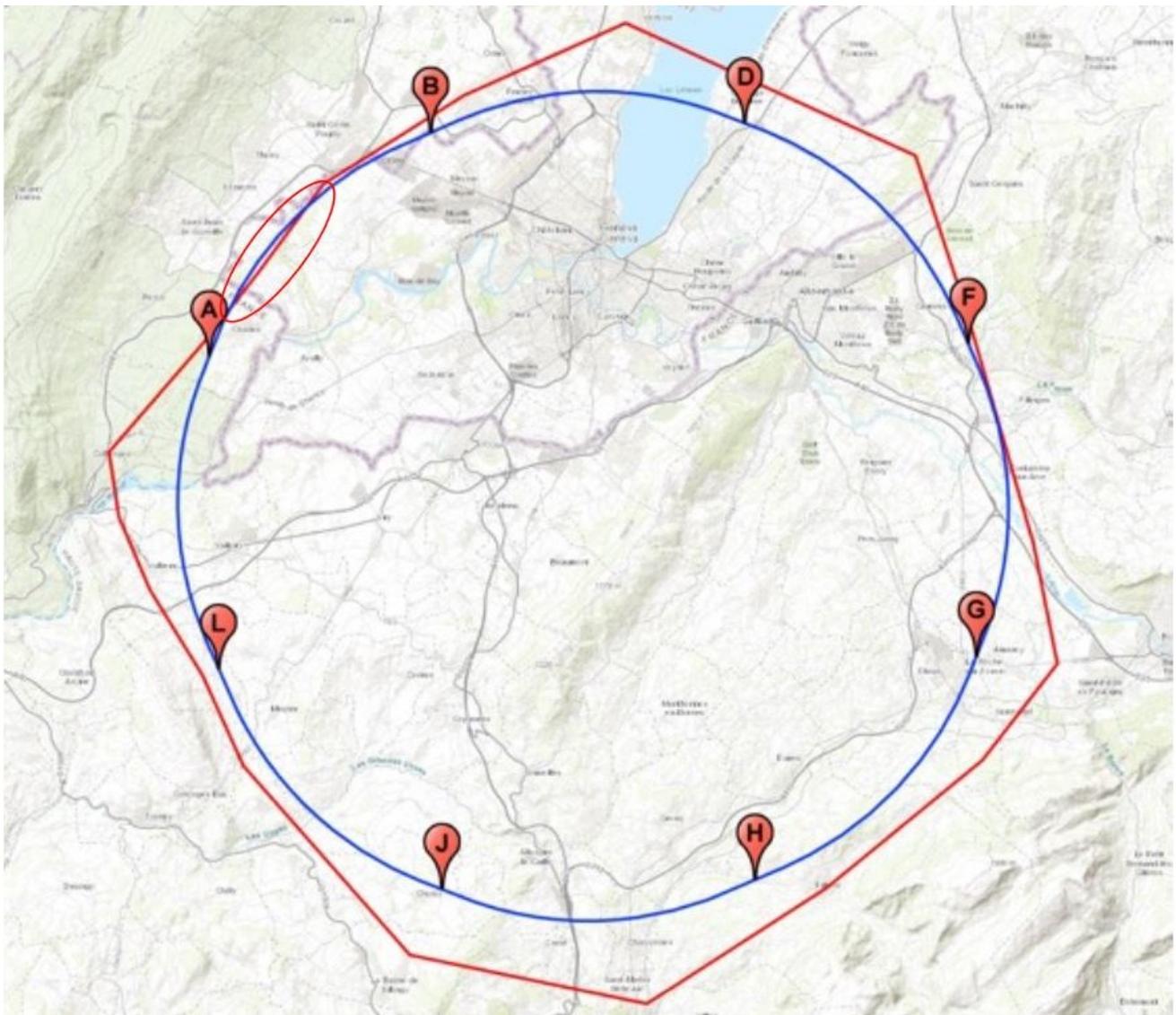


Illustration 88 : Difficultés géologiques dues à la proximité du tracé PA37-0.3 avec la zone du Jura.

S'agissant de l'emplacement des sites en surface, cette approche avait pour but de vérifier si la rotation de 45 degrés de l'anneau pouvait apporter des améliorations à l'emplacement des sites qui justifieraient l'acceptation de difficultés techniques supplémentaires. Cela n'est pas le cas. Les sites scientifiques PA, PD, PG et PJ ne permettent plus de synergies avec les infrastructures existantes du CERN ou d'autres infrastructures connues et les sites techniques doivent tout de même être adaptés en fonction des contraintes et des possibilités. Pour le site PJ, la topographie est particulièrement défavorable, menant à la réalisation de deux puits, d'une profondeur de plus de 411 m chacun. Le site technique PH dans la vallée de la Fillière, à proximité de la RD2, vers Thorens-Glières, pose une difficulté particulière.

Finalement, les arguments en faveur de ce type de scénarios n'ont pas été suffisants pour continuer leur étude car il présente une valeur médiocre au regard des trois piliers du projet : excellence scientifique, compatibilité territoriale et risques liés à la mise en œuvre du projet.

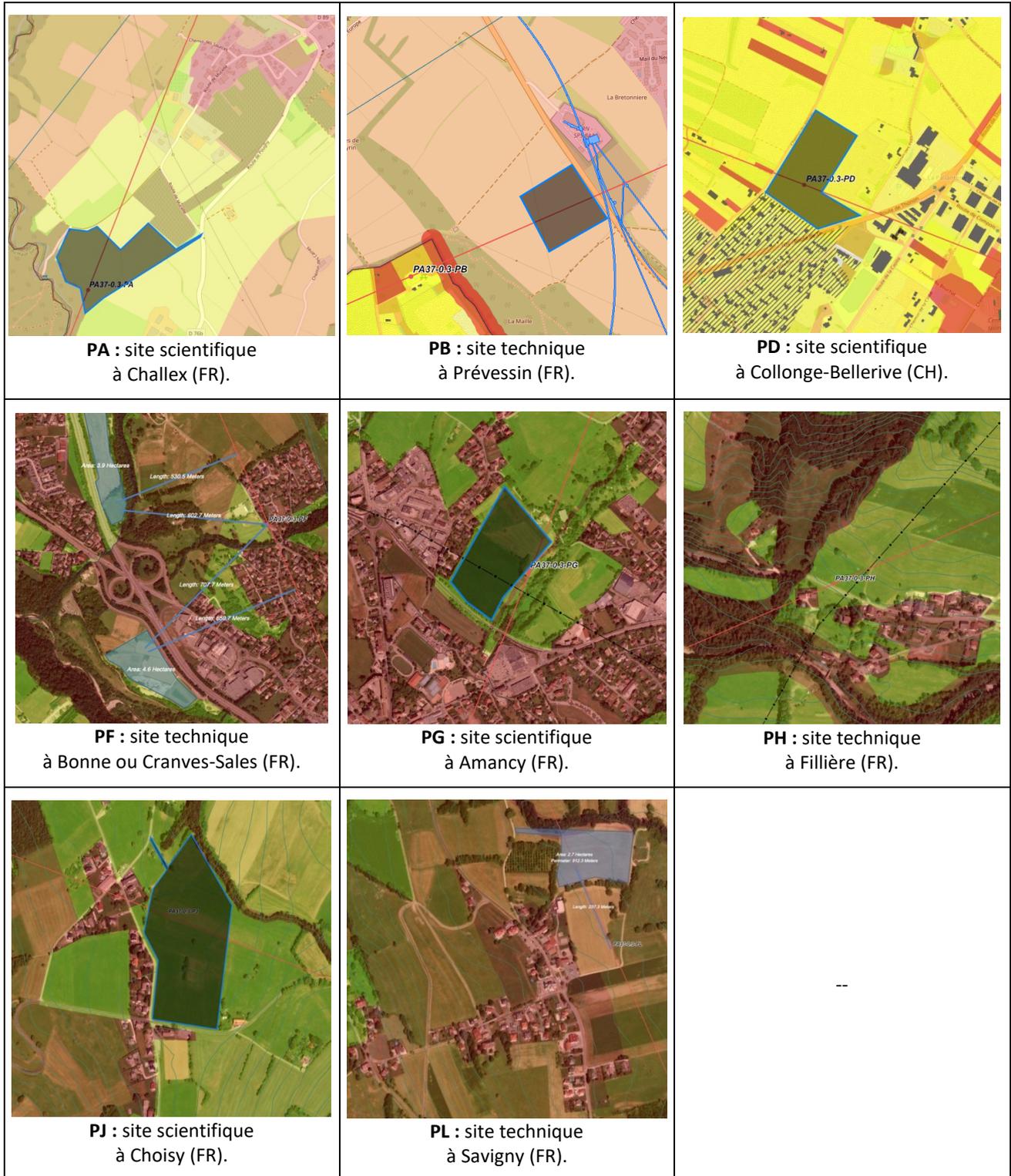


Illustration 89 : Emplacement des sites de surface du scénario PA37-0.3.

L'illustration 89 présente l'emplacement possible pour chaque site de surface de ce scénario.

Le site scientifique PA se trouve à l'ouest de Challex dans une zone agricole proche de la forêt. L'emplacement devient avantageux avec un raccordement à la route de Pougny et les nuisances pour les riverains peuvent être largement évitées. Le site se trouve à proximité du CERN, de la ligne de 400 kV et de la route RD884, une liaison routière importante.

Le site technique PB se trouve dans un espace strictement protégé à Meyrin en Suisse (Terrain Jakob⁵³) et sans accès. Un déplacement de 300 m vers l'est à Prévessin à proximité de la RD35 permet d'exploiter de nombreuses synergies, par exemple l'utilisation des infrastructures, la présence du site SPS BA4 du CERN et le raccordement à la ligne 400 kV de la sous station électrique du Bois-Tollet.

Le site scientifique PD se trouve sur un terrain agricole à La Pallanterie, à Collonge-Bellerive, dont le propriétaire est l'État de Genève. Les contraintes ne semblent pas importantes, hormis la nécessité d'une bonne intégration dans un cadre urbanisé et du respect des vis-à-vis. De nombreuses synergies seraient possibles, comme la fourniture de chaleur à un centre botanique et aux nombreux bureaux situés dans les environs.

Le site technique PF à Bonne est situé dans une zone inenvisageable car il s'agit d'un secteur résidentiel densément urbanisé et un déplacement aurait de lourdes conséquences pour un domaine équestre. Un déplacement du site vers un emplacement situé entre la Menoge et la RD903 peut être envisagé. Cependant, un tunnel souterrain d'accès d'une longueur comprise entre 650 m et 700 m serait nécessaire, ce qui représente un défi majeur.

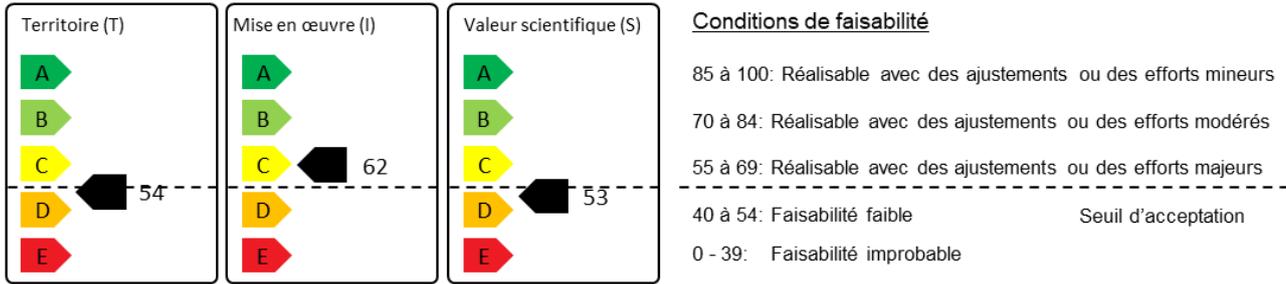
Le site scientifique PG se situe au nord de La Roche-sur-Foron, à Amancy, dans un secteur mixte, industriel et commercial, comportant des habitations individuelles. Bénéficiant d'un bon raccordement à la RD1203 et d'une bonne intégration paysagère, un tel emplacement semble envisageable et peut même mener à des synergies avec la commune et ses aménagements.

Le site technique PH se trouve dans la vallée de la Fillière, à proximité de la RD2, à l'entrée de Thorens-Glières. Il n'y a pas assez d'espace pour un site technique et un déplacement semble impossible en raison de la présence de fortes pentes au nord, de la rivière et de la forêt au sud, ainsi que d'un hameau et d'habitations individuelles le long de la RD2. Si le site était implanté, il existerait un fort contraste avec le paysage. Il n'existe aujourd'hui pas de solution évidente pour l'acceptabilité d'un emplacement de site technique dans cette zone.

Le site scientifique PJ est situé à Choisy, petit village à une élévation de 710 m. Les deux puits sur ce site auraient une profondeur de 411 m chacun. Cela représente un défi majeur. De plus, le site serait plus grand que le hameau qu'il longe et il existerait un fort contraste avec l'environnement.

Une situation similaire existe pour le site technique PL, à Savigny. Le site serait plus grand que la commune et les bâtiments situés en face de l'église et de la mairie seraient trop imposants. Un déplacement de 240 m vers le nord serait possible, évitant les nuisances au moyen d'un raccordement distinct à la route principale. Cependant, toute la zone agricole et forestière, qui comporte des arbres fruitiers, est classée « zone agricole ayant un rôle dans le caractère identitaire du territoire communal ». Par conséquent, il semble aujourd'hui peu probable que les parties prenantes et les acteurs locaux acceptent l'implantation d'un tel site dans cette zone.

⁵³ https://www.meyrin.ch/sites/default/files/inline-files/Histoire%20du%20Terrain%20Jakob_2009.pdf



PA37-0.3	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	Tracé	Total
FCC-ee	EXP						EXP						95 km	D
FCC-hh	EXP			EXP			EXP			EXP				
Site														
Score	75	81		74		57	65	19		37		27	57	54

Illustration 90 : Résultat de l'analyse multicritères du scénario PA37-0.3.

L'avantage de ce type de scénarios est le fait que l'emplacement des sites scientifique PA et PD et du site technique PB est favorable. Le site scientifique PG se trouverait encore dans une zone urbanisée de La Roche-sur-Foron et serait faisable sous certaines conditions.

Cependant, les emplacements des sites techniques PF, PH et PL posent toujours problème et l'implantation d'un site scientifique PJ dans une zone très isolée créerait des difficultés. Il est à noter qu'il n'existe pas à ce jour de solution pour un site technique PH dans la vallée de la Filière et son déplacement n'est pas possible en raison de la topographie.

Enfin, il semblerait qu'il ne soit pas possible de raccorder le collisionneur au complexe d'accélérateurs existant du CERN. De nombreuses complications techniques influent donc aussi sur le coût potentiel des ouvrages de génie civil et rendent l'exploitation plus complexe.

L'analyse multicritères (Illustration 90) montre qu'un tel scénario est considéré comme très peu faisable. Un site est infaisable et plusieurs défis techniques ne sont pas résolus : les deux puits de 411 m de profondeur sur le site scientifique PJ, le raccordement aux accélérateurs du CERN et la longueur de la liaison souterraine pour le site PF.

5.5. ANALYSE COMPARATIVE DES SCÉNARIOS

Une centaine de scénarios différents ont été élaborés et analysés dans le cadre de l'étude FCC depuis 2015. Cette section examine un échantillon de ces scénarios et présente les études conduites et leurs résultats de manière synthétique et claire. Ces scénarios sont recensés dans le Tableau 17.

Le scénario PA0-0.1, nommé CDR (*Conceptual Design Report*, rapport préliminaire de conception), élaboré pour démontrer la faisabilité technique du FCC dans la première phase de l'étude (2014-2018) constitue la référence pour la performance des autres scénarios.

Dans le tableau figurent des scénarios variés : configuration fondée sur huit ou douze sites en surface, différentes circonférences de collisionneur.

Il est à noter qu'un collisionneur circulaire est composé de sections courbes et de sections droites. La section droite de chaque côté d'un point d'interaction doit être d'une longueur minimale de 700 m est nécessaire à la focalisation des faisceaux avant qu'ils ne se croisent. Chaque section droite accueillant des équipements techniques doit avoir une longueur supérieure à 2 000 m est nécessaire pour accélérer, moduler, injecter et extraire les faisceaux. La longueur totale des sections courbes est essentielle pour atteindre la luminosité du collisionneur électron-positon (FCC-ee) et les énergies de collision des protons (FCC-hh) requises pour accomplir le programme de recherche scientifique : une longueur d'au moins 90 km est considérée comme la limite stricte acceptable, compatible avec le programme de recherche défini.

La configuration fondée sur douze sites permet quatre points d'interaction pour le FCC-hh, avec trois sites d'expérience scientifique proches et un seul situé sur un côté opposé. Cette configuration permet d'avoir seulement deux points d'interaction pour un collisionneur à leptons (FCC-ee). La configuration fondée sur huit sites permet d'avoir aussi quatre points d'interactions pour le FCC-ee et pourrait atteindre, voire dépasser les performances scientifiques prévues à l'origine. Cependant, les quatre sites seront éloignés les uns des autres et la création de quatre expériences pour le collisionneur à leptons dépend des financements disponibles et ne sera possible que si sa pertinence pour le programme de recherche est démontrée.

Tableau 17: Échantillon de scénarios présentés dans ce rapport, avec leurs caractéristiques clés.

Scénario		Sites	Longueur des arcs [km]	Circonférence totale [km]	Énergie c.m. (FCC-hh) [TeV] ¹⁾	Luminosité ²⁾ (FCC-ee) en % du scénario CDR avec 2 p.i.	Luminosité ³⁾ (FCC-ee) en % du scénario CDR avec 4 p.i.	Aléas de la faisabilité ⁴⁾
1	PA0-0.1 (CDR)	12	83,750	97,750	101 (100 %)	100 %	Pas réalisable	Territoire, géologie
2	PB17-0.8	12	81,193	96,093	99 (98 %)	96,9 %	Pas réalisable	Territoire
3	PB19-0.3	12	77,784	91,324	95 (94 %)	92,9 %	Pas réalisable	Géologie
4	PA21-0.3	8	82,045	95,845	100 (99 %)	98,0 %	196 %	Géologie
5	PA38-0.1	12	75,228	89,228	92 (91 %)	89,8 %	179 %	Territoire, performance
6	PA33-0.13	8	79,77	93,377	97 (96 %)	94,8 %	189,6 %	Territoire
7	PA35-0.6	8	78,637	92,637	96 (95 %)	93,9 %	187,8 %	Territoire, géologie
8	PA37-0.3	8	80,823	94,823	99 (98 %)	96,5 %	193,0 %	Territoire, géologie
9	PA31-1.0	8	76,932	91,172	94 (93 %)	91,9 %	183,8 %	Pas de points de blocage
10	PA31-3.0	8	76,929	90,658	94 (93 %)	91,9 %	183,8 %	Pas de points de blocage
11	PA31-4.0	8	76,929	90,658	94 (93 %)	91,9 %	183,8 %	Pas de points de blocage

¹⁾Énergie de centre de masse (c.m.) du FCC-hh à chaque point d'interaction (p.i.) pour les interactions de protons, l'utilisation des aimants de courbure avec des champs de 16 teslas et un facteur de remplissage de 80 % des aimants contenus dans un arc. Entre parenthèses, la performance en % du scénario de référence le plus puissant, le scénario PA0-0.1 (CDR).

²⁾ Perte de luminosité à chaque point d'interaction (p.i.) par rapport au scénario de référence PA0-0.1 (CDR).

³⁾ Perte ou gain de luminosité avec quatre points d'interaction (p.i.) au lieu des deux points d'interaction du scénario de référence PA0-0.1 (CDR). Une configuration fondée sur douze sites ne permet pas de prévoir quatre points d'interaction. Sa valeur pour le programme scientifique est donc en général moins élevée que celle des scénarios s'appuyant sur une configuration fondée sur huit sites, qui offrent cette possibilité d'avoir quatre points d'interaction sous réserve de financement et de respect de la durabilité socio-économique.

⁴⁾ Les éléments ayant l'impact le plus fort, qui rendent le scénario très probablement infaisable.

Les différents scénarios ont été analysés en détail à l'aide de la méthodologie multicritères. Les résultats du classement selon les trois piliers, (T) compatibilité territoriale, (I) facilité de mise en œuvre et (S) performance scientifique, sont présentés dans le tableau ci-dessous. La note pour chaque critère (T, I, S) et la synthèse des notes ne permettent pas d'établir la probabilité de faisabilité, car l'analyse multicritères s'appuie sur l'addition des notes obtenues pour les différents critères et le calcul de moyennes. Les notes basses (et rédhitoires pour la faisabilité) attribuées à certains critères sont donc compensées par des notes plus hautes pour d'autres critères. Cette approche permet donc seulement de voir si les trois piliers sont représentés de manière équilibrée. Pour deux des scénarios (PB19-0.3 et PA21-0.3), l'incompatibilité avec les conditions géologiques est tellement forte que l'analyse détaillée n'est pas nécessaire pour en constater la non-faisabilité. La valeur scientifique n'est pas seulement calculée sur la base de la circonférence, mais prend également en compte la connexion aux infrastructures et aux accélérateurs existants du CERN et la difficulté de concevoir, construire, installer et faire fonctionner les systèmes techniques. Cela explique par exemple pourquoi le scénario PA38-0.1 (une version de PB17-0.8 comportant une circonférence de collisionneur plus petite) est caractérisé par une valeur scientifique plus basse que celle que présente le scénario PB17-08, mais supérieure au seuil d'acceptation, même si la longueur des arcs est considérée comme beaucoup trop courte. Cependant le scénario PA38-0.1 n'est pas retenu. Cela démontre que l'approche multicritères reste incomplète et ne constitue qu'une aide à l'analyse. Une analyse détaillée reste indispensable pour pouvoir juger de l'acceptabilité et de la faisabilité de chaque scénario.

Tableau 18 : Synthèse de l'analyse multicritères.

#	Scénario	Nombre de sites	Longueur des arcs [km]	Circonférence totale [km]	Résultats de l'analyse multicritères							
					T ¹⁾	I ²⁾	S ³⁾	T ¹⁾	I ²⁾	S ³⁾	Synthèse ⁴⁾	VIKOR ⁵⁾
1	PA0-0.1	12	83,750	97,750	53	75	83	D	B	B	D	7
2	PB17-0.8	12	81,193	96,093	58	81	79	C	B	B	C	4
3	PB19-0.3	12	77,784	91,324	69	25	63	C	E	C	C	11
4	PA21-0.3	8	82,045	95,845	80	37	65	B	E	C	B	5
5	PA38-0.1*	12	75,228	89,228	57	81	67	C	B	C	C	9
6	PA33-0.13	8	79,377	93,377	50	81	83	D	B	B	D	8
7	PA35-0.6	8	78,637	92,637	54	75	83	D	B	B	C	6
8	PA37-0.3	8	80,823	94,823	54	62	53	D	C	D	D	10
9	PA31-1.0	8	76,932	91,172	74	87	80	B	A	B	B	3
10	PA31-3.0	8	76,929	90,658	76	87	78	B	A	B	B	2
11	PA31-4.0	8	76,929	90,658	78	87	78	B	A	B	B	1

¹⁾ Compatibilité territoriale, ²⁾ Facilité de mise en œuvre du projet, ³⁾ Performance scientifique,
⁴⁾ Classement selon l'analyse multicritères, ⁵⁾ Valeur de l'analyse multicritères selon la méthode VIKOR.
*) La longueur totale des sections courbes est considérée comme trop courte.

L'analyse détaillée de chaque scénario présenté dans ce rapport permet d'arriver à la conclusion que seules des versions du type de scénarios PA31 peuvent être considérées comme potentiellement faisables. Tous les autres scénarios élaborés ne sont plus considérés comme faisables soit en raison de la perte d'emplacements durant les années de réalisation des études ou d'incompatibilités inacceptables avec les conditions territoriales ou avec les conditions géologiques, soit du fait d'une performance scientifique trop faible qui ne permet pas d'attirer durablement des chercheurs du monde entier.

L'analyse a été complétée par une synthèse des critères sur la base de la méthode VIKOR⁵⁴, qui constitue une référence en matière de processus de décision fondé sur des listes de critères. Cependant la méthode ne se prononce pas sur la faisabilité ou la non-faisabilité du scénario. Elle permet seulement d'établir un classement des mérites des scénarios par ordre décroissant. Pour estimer les mérites d'un scénario selon la méthode VIKOR, nous avons utilisé les paramètres présentés dans le Tableau 19 ci-dessous.

Tableau 19: Paramètres pour un classement selon les mérites de chaque scénario (méthode VIKOR).

Critère	Poids du critère	Optimisation	Commentaire
Nombre de sites	5 %	Minimiser	Une configuration fondée sur huit sites permet de proposer quatre points d'interaction pour le FCC-ee contre seulement deux points d'interaction pour la configuration fondée sur douze sites.
Longueur totale des sections courbes	5 %	Maximiser	Une longueur de circonférence plus grande débouche sur une performance scientifique plus élevée ou une plus grande simplicité de réalisation.
Compatibilité territoriale	30 %	Maximiser	La compatibilité territoriale, la facilité de mise en œuvre et la performance scientifique ont le même poids. Ces trois piliers doivent être équilibrés pour assurer la faisabilité du scénario. La faisabilité de chaque scénario ne peut être déterminée qu'au moyen d'une analyse détaillée.
Compatibilité de la mise en œuvre technique et de la construction avec les contraintes géologiques, la configuration et l'emplacement	30 %	Maximiser	
Performance scientifique prenant en considération la configuration et les difficultés techniques du scénario	30 %	Maximiser	

⁵⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/VIKOR_method

Le résultat du classement (Tableau 20 ci-dessous) confirme que les versions des scénarios PA31 sont préférables aux autres scénarios. À gauche du tableau, on trouve les différents scénarios classés par ordre décroissant de longueur des arcs. À droite du tableau, on trouve le classement des scénarios par ordre décroissant selon la méthode VIKOR.

En fait, seuls la configuration et l'emplacement figurant dans le type de scénarios PA31 peuvent encore être considérés comme réellement faisables.

Tableau 20: Classement des scénarios selon la longueur des arcs et selon la méthode VIKOR.

Classement des scénarios selon la longueur des arcs					Classement des scénarios selon la méthode VIKOR				
#	Scénario	Longueur des arcs [km]	Longueur des arcs [%]	VIKOR	#	Scénario	Longueur des arcs [km]	Longueur des arcs [%]	VIKOR
1	PA0-0.1	83,750	100 %	7	11	PA31-4.0	76,929	91,8 %	1
4	PA21-0.3	82,045	97,9 %	5	10	PA31-3.0	76,929	91,8 %	2
2	PB17-0.8	81,193	96,9 %	4	9	PA31-1.0	76,932	91,8 %	3
8	PA37-0.3	80,823	96,5 %	10	2	PB17-0.8	81,193	96,9 %	4
6	PA33-0.13	79,377	94,7 %	8	4	PA21-0.3	82,045	97,9 %	5
7	PA35-0.6	78,637	93,9 %	6	7	PA35-0.6	78,637	93,9 %	6
3	PB19-0.3	77,784	92,8 %	11	1	PA0-0.1	83,750	100 %	7
9	PA31-1.0	76,932	91,8 %	3	6	PA33-0.13	79,377	94,7 %	8
11	PA31-4.0	76,929	91,8 %	1	5	PA38-0.1	75,228	89,8 %	9
10	PA31-3.0	76,929	91,8 %	2	8	PA37-0.3	80,823	96,5 %	10
5	PA38-0.1	75,228	89,8 %	9	3	PB19-0.3	77,784	92,8 %	11

Le meilleur scénario, le scénario PA31-4.0, est une des micro-optimisations des hypothèses de travail PA31-1.0 et 3.0 présentées dans ce rapport (la version PA31-2.0 est une version de travail intermédiaire non présentée). Les différences entre les différentes optimisations de la classe PA31 (1.0, 2.0, 3.0, 4.0) sont légères. À la suite d'échanges avec les parties prenantes et acteurs territoriaux pendant l'année 2023, la version 4.0 est devenue le scénario de référence. Cela démontre que, même si un scénario est privilégié et que la marge d'ajustement est faible, il est encore possible d'optimiser l'implantation territoriale du FCC. D'autres exemples de pistes d'optimisation sont présentés dans la section suivante.

5.6. SCÉNARIO PRIVILÉGIÉ PA31 ET SON ÉVOLUTION ITÉRATIVE

5.6.1. Description du scénario PA31 (retenu)

L'hypothèse de travail PA31 version 1.0 construite au premier trimestre de l'année 2021, exposée ici, constituait le scénario privilégié grâce à l'analyse multicritères et à son examen détaillé par des experts en génie civil ou en géologie, avec des spécialistes de la conception des accélérateurs et avec les physiciens théoriciens et les physiciens expérimentateurs. Des consultations ont également été menées avec de nombreux acteurs locaux, à différents niveaux administratifs (commune, intercommunalité, département, canton, région).

Une fois que l'hypothèse de travail PA31-1.0 a été sélectionnée pour l'étude de faisabilité, le CERN et ses partenaires ont continué à étudier des optimisations de ce scénario en vue d'améliorer sa compatibilité territoriale et sa performance scientifique en prenant en considération les contraintes, les opportunités et les informations supplémentaires collectées. L'illustration 91 ci-dessous présente des micro-optimisations de ce tracé (PA31-2.0, 3.0 et 4.0), élaborées à partir de juin 2022. En 2023, ces hypothèses de travail ont évolué pour constituer le scénario de référence PA31 version 4.0. En 2024, le travail avec les communes susceptibles d'accueillir des sites de surface se poursuit pour optimiser la forme du périmètre de ces sites.

Les optimisations réalisées, de la version 1.0 à la version 3.0, n'ont pas consisté en un simple déplacement de sites. Cela n'aurait pas été possible car la configuration d'un accélérateur circulaire impose une symétrie stricte et tous les sites sont interdépendants, le déplacement d'un site entraînant le déplacement de tous les autres. L'optimisation du scénario PA31 de la version 1.0 à la version 3.0 s'effectue en ajustant simultanément cinq paramètres :

- 1) **déplacement** du point nominal PA à Ferney-Voltaire de 23 m vers l'est ;
- 2) **rotation de l'anneau** de 0,25 degrés autour du point nominal PA déplacé, dans le sens contraire des aiguilles d'une montre ;
- 3) **raccourcissement des sections droites techniques** de 128 m, de 512 m au total (4 x 128 m), car un raccourcissement supplémentaire des sections courbes ne serait plus acceptable ;
- 4) **ajustement de l'emplacement des sites PB, PF, PG, PH, PJ et PL** ;
- 5) **réduction de l'emprise des sites PA, PB, PD et PF**.

La version 4.0 représente une micro-optimisation de la version 3.0 consistant dans un léger déplacement de l'anneau de quelques mètres, une légère rotation de 0,03 degrés et l'optimisation du positionnement des puits sur les sites à la suite de rencontres avec les acteurs locaux concernés. En outre, un **raccourcissement des sections droites aux points d'interaction** de 1 400 m à 961 m compense l'élargissement du tunnel entre les sections droites et les arcs, ce qui améliore la compatibilité du collisionneur de leptons (FCC-ee) et du collisionneur de hadrons (FCC-hh).

Les optimisations décrites dans le Tableau 21 visent, d'une part, à affiner progressivement le concept technique permettant la conception des équipements et des infrastructures techniques, d'autre part, à trouver des réponses aux difficultés non résolues lors de l'étude de faisabilité, et ce, afin de proposer un scénario attractif pour tous les parties prenantes.

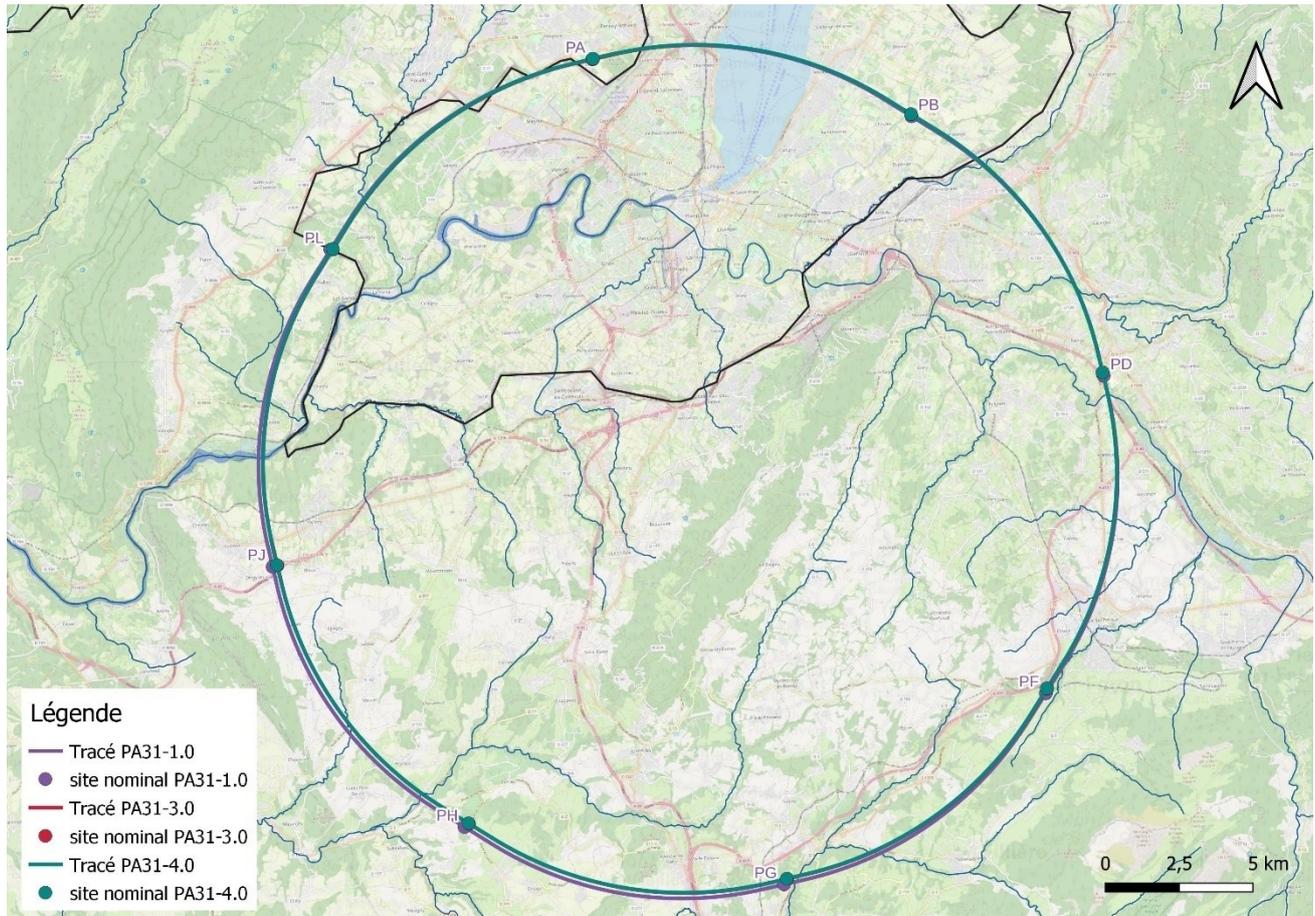


Illustration 91 : Évolution de l'hypothèse de travail PA31 (de la version 1.0 à la version 4.0) de 2021 à 2023. Dans l'ensemble, les différences de tracé et d'emplacement des points nominaux sont modestes. Dans le détail, l'optimisation des sites est de l'ordre de 200 m pour les sites scientifiques et de 800 m pour les sites techniques. Le tracé du PA31-3.0 est masqué à cette échelle par le tracé du PA31-4.0 dont il est très proche.

Tableau 21 : Développements et effets liés à l'évolution itérative du scénario de travail préféré.

Scénario	Date	Actions	Changements et effets
PA31-1.0	Avril 2021	Hypothèse de travail sélectionnée pour une analyse approfondie.	-
PA31-2.0	Juin 2021	Correction des calculs géométriques et ajustement des sections droites.	Amélioration du point nominal PG pour éviter la pente au sud et correction de chaque point pour pouvoir estimer l'emprise théorique des sites en surface.
PA31-3.0	Décembre 2022	Déplacement du point nominal PA, rotation de l'anneau et raccourcissement des sections techniques droites.	Déplacement des sites scientifiques PG et PJ de plus de 150 m. Optimisation de l'emplacement des sites PA, PD et PG. Options supplémentaires de sites techniques PB, PF, PH et PL.
PA31-3.1	Janvier 2023	Développement d'un tracé intégré pour les deux collisionneurs FCC-ee et FCC-hh.	Les points nominaux des sites scientifiques PA, PD, PG et PJ sont déplacés de 10 m vers l'extérieur de l'anneau.
PA31-4.0	Août 2023- Août 2024	Optimisation de l'emprise des sites en surface et de leurs accès. Prise en compte de la conception technique des collisionneurs FCC-ee et FCC-hh pour l'élaboration d'un projet de génie civil unique.	Ce scénario de référence a été établi en se fondant sur la version de travail PA31-3.1 et en optimisant l'emplacement et l'emprise des sites de surface afin de confirmer la faisabilité technique et d'engager les procédures de gel des terrains, de planifier et de mettre en œuvre des investigations du sous-sol dans les lieux où des données manquent, de planifier et de lancer les analyses d'état initial sur la surface et, ainsi, de procéder à une première estimation des coûts du projet de construction.

L'illustration 92 et l'illustration 93 montrent l'évolution du scénario PA31 au cours de l'année 2023, de la version 1.0 à la version 4.0 adoptée comme scénario de référence. On peut constater que les améliorations apportées par la micro-optimisation concernent la performance scientifique et la compatibilité territoriale.

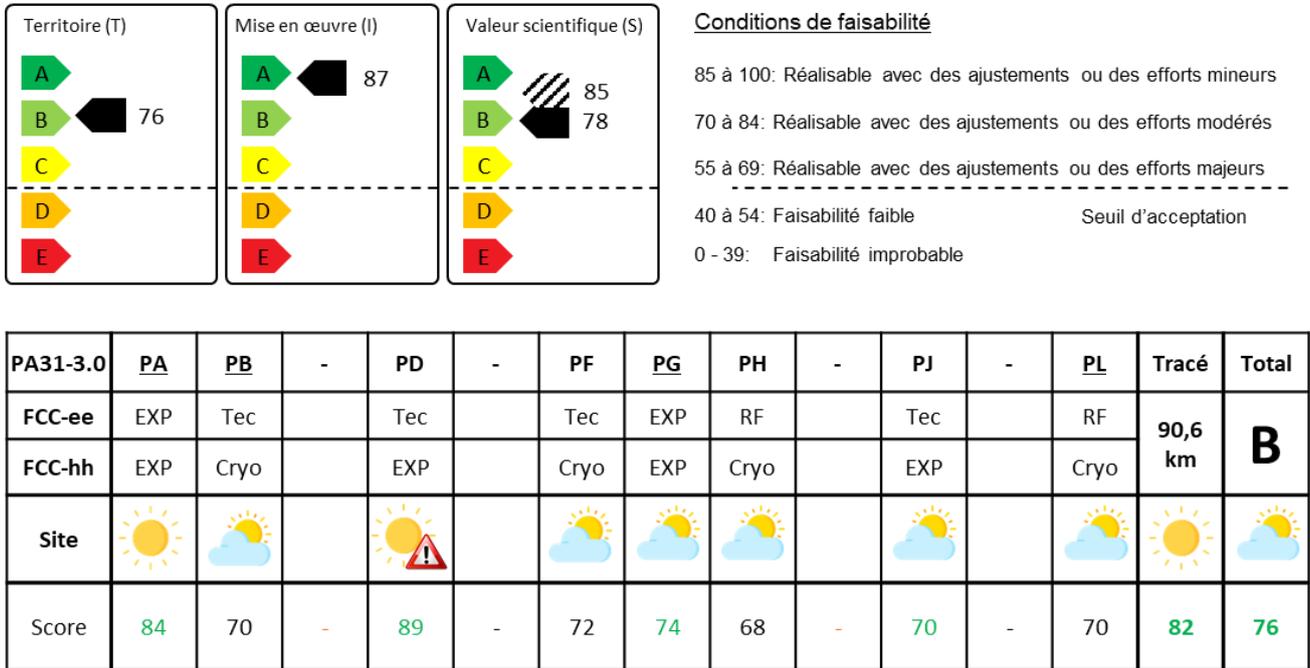


Illustration 92 : Synthèse de l'analyse multicritères du scénario PA31-3.0 avec huit sites en surface.

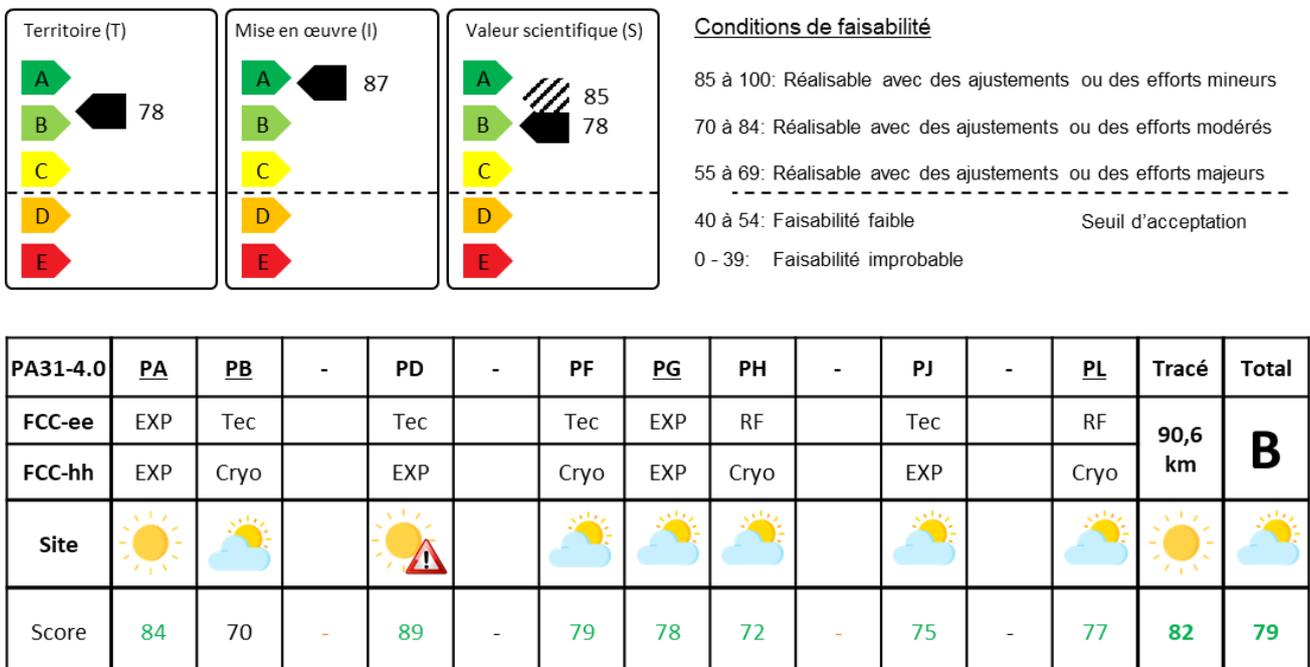


Illustration 93: Synthèse de l'analyse multicritères du scénario PA31-4.0 avec huit sites en surface.

5.6.2. Évolution du site scientifique PA à Ferney-Voltaire, en France

Dans la version 1.0 du scénario PA31, le tracé et, par conséquent, les deux puits d'accès nécessaires, sont très proches de la route D35 (Illustration 94). Cela peut compromettre la faisabilité de construction du hangar d'assemblage en surface et constitue un défi pour l'intégration paysagère. Il était donc souhaitable de déplacer l'anneau vers le sud-est, en gardant la distance nécessaire entre le site et la zone d'exclusion identifiée à l'est (zone humide de compensation écologique existante). Le puits d'accès à la caverne d'expérience était à 40 m de la route départementale dans la version 1.0. Dans la version optimisée 3.0, le puits est à une distance de 60 m de la route, ce qui rend l'implantation du site plus facile. Dans la version 4.0, la distance est de 40 m, ce qui est également faisable. Cependant, les autres sites du tracé sont mieux placés.

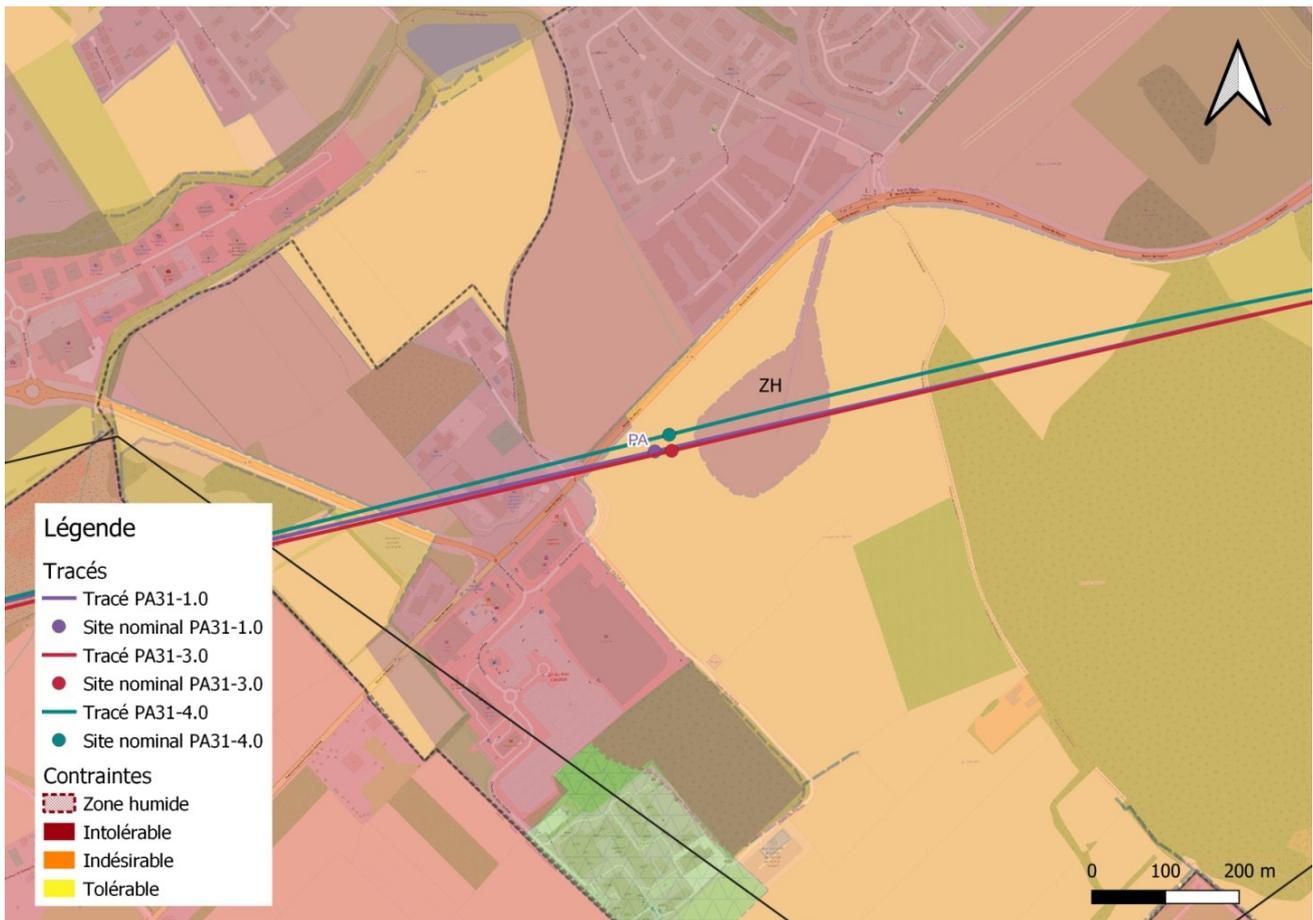


Illustration 94 : Optimisation du scénario avec un léger déplacement du point nominal PA à Ferney-Voltaire pour rendre la réalisation du puits d'accès et les aménagements autour du puits plus faisables. La zone d'exclusion marquée en rouge à l'est du point nominal demeure intacte et sera évitée.

5.6.3. Évolution du site scientifique PD à Nangy, en France

Le point nominal du site scientifique PD à Nangy se trouve à l'extrémité sud de la parcelle (Illustration 95), à seulement 20 m du chemin de la Courbe. Au-delà de ce chemin, le terrain doit être évité car il est dans le périmètre de l'autoroute et sera nécessaire pour pouvoir accueillir les ouvrages liés à l'aménagement de la RD903. Le déplacement du point PA, combiné à la rotation de l'anneau, au raccourcissement des sections techniques droites et à un travail sur les calculs géodésiques déplacent le point nominal PD de 120 m vers le nord. Comme la parcelle s'élargit progressivement vers le nord, cette modification offre plus de possibilités pour bien concevoir le site et éviter des incompatibilités avec l'autoroute et la RD903, mais permet également de mieux intégrer le site dans le paysage. L'accès reste au nord comme cela était prévu à l'origine. Par rapport à la version 3.0, le scénario de référence se trouve 10 m plus au nord pour gagner de l'espace entre l'A40 et les puits de la caverne de service.

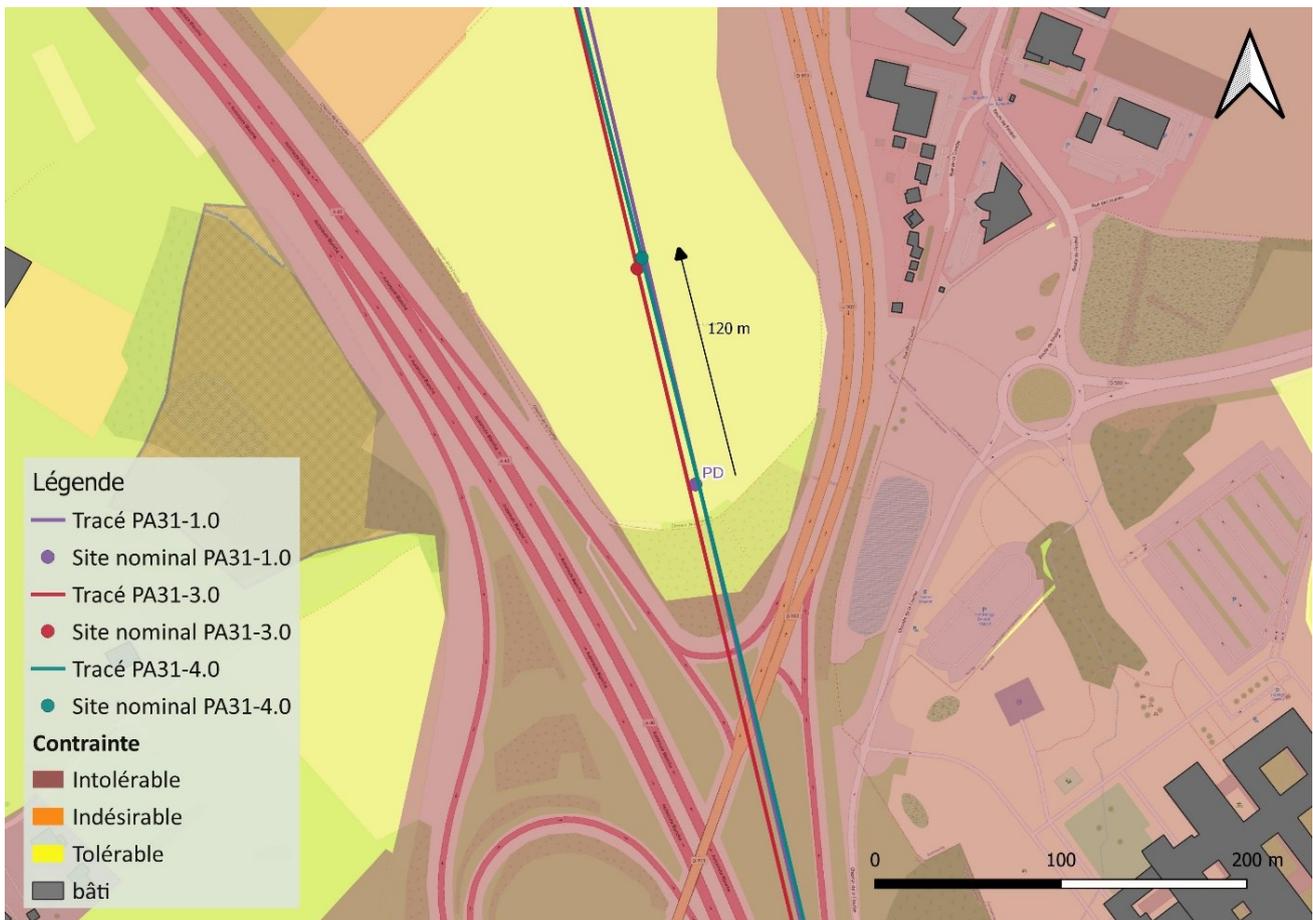


Illustration 95 : Résultat de l'optimisation du scénario pour le site scientifique de Nangy. L'optimisation de l'emplacement permet d'éviter des conflits potentiels avec la zone réservée pour l'autoroute et avec le projet d'aménagement de la RD903.

5.6.4. Évolution du site scientifique PG à Groisy et à Charvonnex, en France

Dans le scénario PA31 version 1.0, le point nominal du site scientifique PG se trouvait sur un plateau, à cheval sur les communes de Charvonnex et de Groisy (Illustration 96). Dans la version 3.0, l'adaptation de l'anneau porte le point nominal dans le Bois de la Forêt, à Groisy. Le site est limité au sud-est par une forte pente qui doit être évitée afin de garantir la stabilité des constructions.

Dans la version 4.0, le site serait situé à cheval sur la forêt (Groisy) et sur le plateau (Charvonnex), aujourd'hui non exploité, et ce, compte tenu de l'analyse de l'état initial, des recommandations formulées par les services compétents de l'État, les parties prenantes et les acteurs locaux. L'évolution de la version 1.0 à la version 3.0 évite les impacts sur le pâturage et le paysage, mais consommerait une partie d'un espace boisé classé qui devrait faire l'objet d'une compensation. Le scénario de référence atteint un équilibre entre les impacts et comporte la possibilité de compenser la perte de 1,6 ha de forêt autour du site par des friches à proximité.

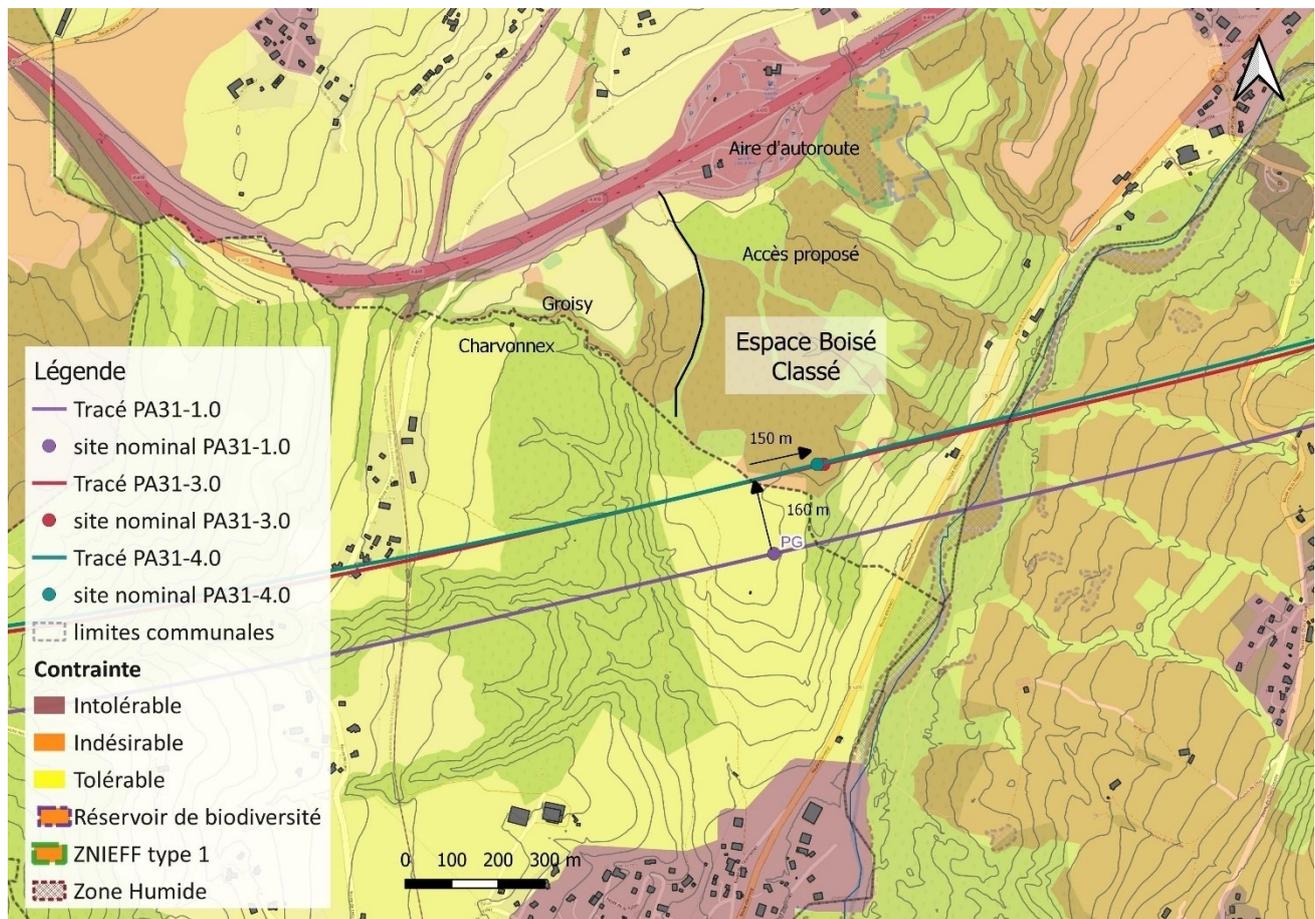


Illustration 96 : L'évolution du scénario PA31 de la version 1.0 à la version 3.0 déplace le point nominal PG et ses deux puits de 160 m vers le nord et de 150 m vers l'est dans la forêt. Cela facilite l'intégration paysagère et évite la prairie existante. Cependant la version 3.0 a un impact sur l'espace boisé classé. La version 4.0 atteint un équilibre entre les impacts.

5.6.5. Évolution du site scientifique PJ à Dingy-en-Vuache et à Vulbens, en France

Dans la version 1.0 du scénario PA31, le site scientifique PJ se trouve entre deux bras du cours d'eau du Nant d'Hiver à cheval sur les communes de Dingy-en-Vuache au sud et de Vulbens au nord (Illustration 97). Cet espace pâtit du manque d'espace disponible entre les deux bras du cours d'eau, encaissés et bordés de cordons boisés. La zone est caractérisée par une valeur écologique et agricole élevée, qui devrait être préservée et rester intégrée à son environnement. Par conséquent, il est souhaitable d'optimiser l'emplacement de ce site afin d'améliorer sa compatibilité territoriale. Les résultats de la triple opération (déplacement du site PA, rotation de l'anneau et raccourcissement des sections techniques droites) déplace le point nominal PJ et ses deux puits de 165 m vers l'est. Le site se trouve encore à cheval sur les deux communes, mais présente de nombreux avantages :

- 1) la valeur agricole et écologique du nouvel emplacement est moins élevée ;
- 2) le nouvel emplacement bénéficie d'un accès simplifié par une voie existante à élargir par le nord ;
- 3) dans sa nouvelle version, le site est plus proche de l'aire de l'autoroute de Valleiry ;
- 4) le déplacement du site permet de créer une nouvelle continuité écologique pour la faune et de sécuriser la traversée nord-sud de la faune afin de parvenir à un gain écologique net.

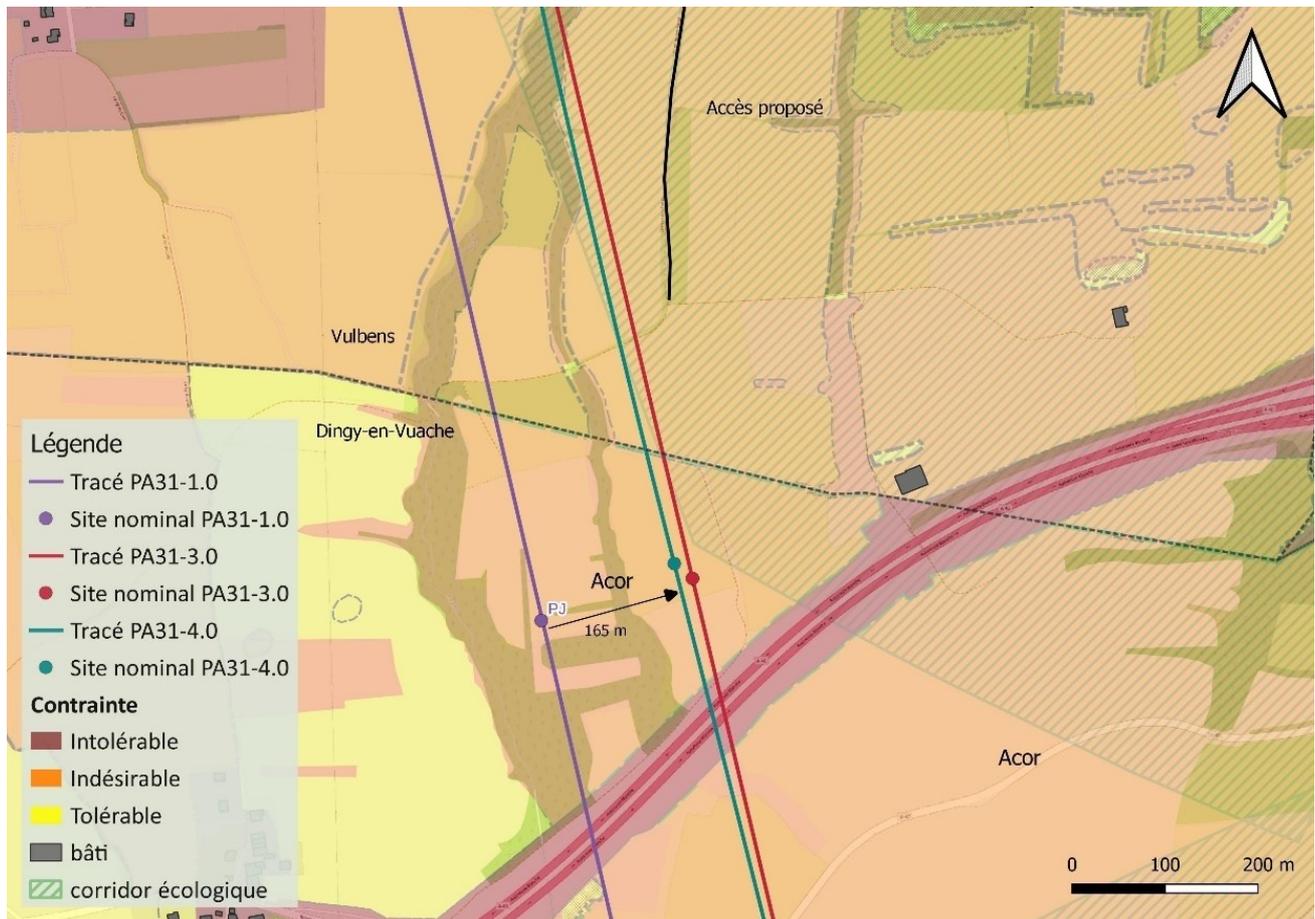


Illustration 97 : L'optimisation du scénario mène à un déplacement du site scientifique PJ vers l'est et présente des avantages pour la compatibilité territoriale.

5.6.6. Évolution du site technique PB en Suisse

Dans le scénario PA31-1.0, le point nominal du site technique PB se trouve directement sous le cours d'eau du Nant du Paradis, à Choulex (Illustration 98). Cette configuration permet une seule hypothèse de travail pour un site en surface au sud du point car l'accès peut être déplacé légèrement le long le tracé mais doit rester à l'intérieur de l'anneau. La version 3.0 du scénario déplace le point nominal légèrement au nord du cours d'eau, à Choulex. Cet emplacement pourrait faciliter l'accès et la gestion des matériaux excavés sur des parcelles agricoles limitrophes. Ce scénario pourrait peut-être aussi améliorer l'accès au site. En ce qui concerne les procédures administratives, le site se trouverait sur une parcelle privée dans la version 3.0 au lieu d'une parcelle publique dans la version 1.0. Cependant, l'analyse technique de faisabilité des ouvrages en sous-sol a révélé qu'une implantation à cet endroit n'était pas faisable. Une distance d'au moins 35 m entre le tunnel et la caverne de service est requise, ce qui placerait un puits directement sur le Nant du Paradis. Dans le scénario de référence, un seul site, au sud du Nant du Paradis, à Presinge en bordure de la route de Jussy, convenait et a donc été retenu dans la version 4.0. Le site de surface devrait se trouver de préférence sur la commune de Presinge, en bordure de la route de Jussy, afin de minimiser les interférences avec des zones de protection naturelles.

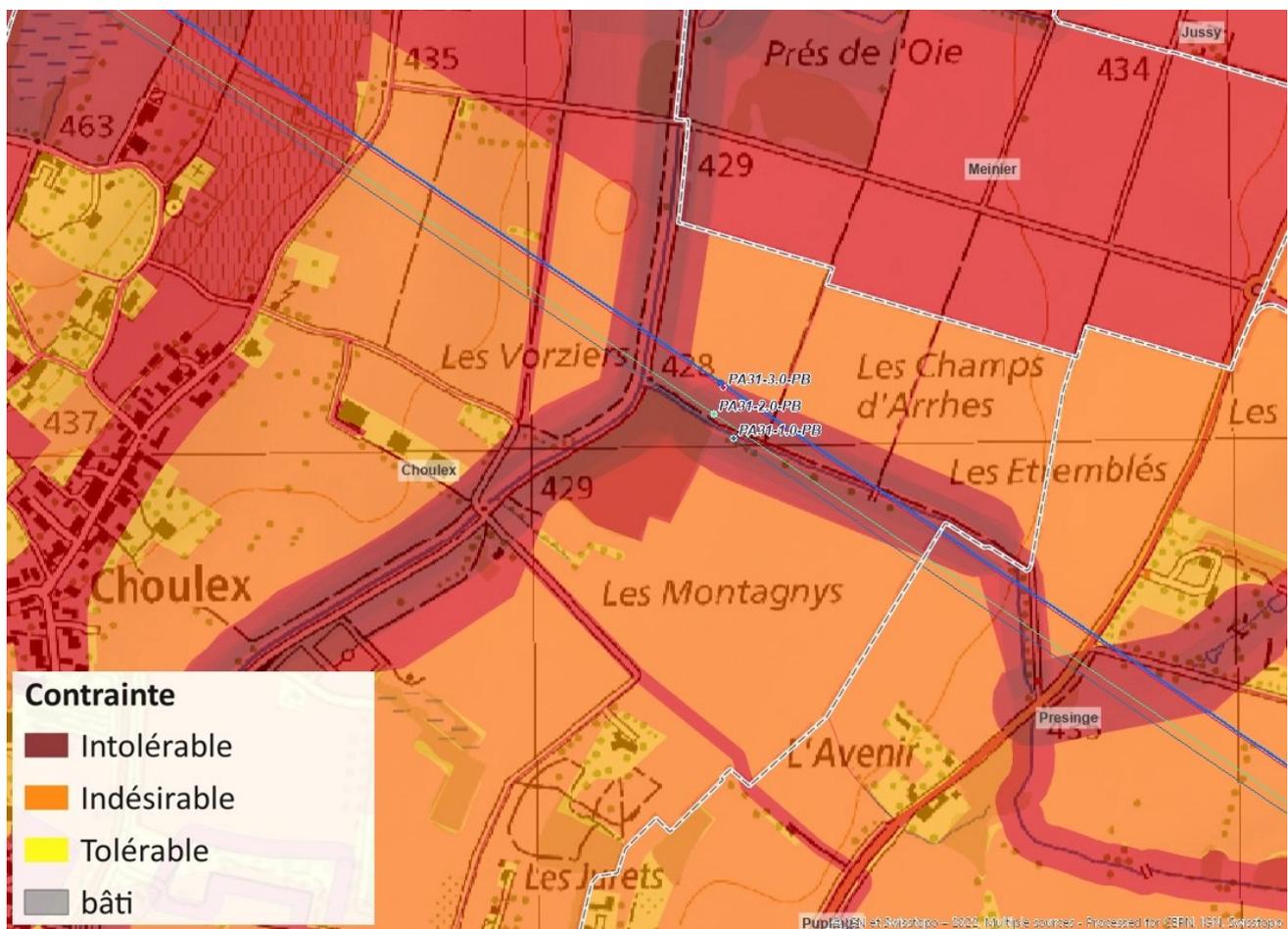


Illustration 98 : Emplacement des points nominaux pour les scénarios PA31-1.0, 2.0, 3.0 et 4.0. Le scénario de référence PA31-4.0 prévoit l'emplacement du site à Presinge, déplacé par rapport au point nominal, en bordure de la route de Jussy, au nord de L'Avenir.

5.6.7. Évolution du site technique PF à Éteaux ou à La-Roche-sur-Foron, en France

Le site PF (Illustration 99) doit être implanté à distance du point nominal à l'intérieur de l'anneau en raison de la topographie, de l'élévation, des contraintes liées à l'urbanisation et des possibilités d'accès. Deux emplacements sont retenus : un au sud de la route RD1203, sur la commune d'Éteaux, et un autre dans le lieu-dit « Champ d'Arrière » entre le cours d'eau et la ligne ferroviaire, sur la commune de La Roche-sur-Foron. À première vue, l'emplacement à proximité de la ligne ferroviaire semble préférable car la qualité du sol est médiocre, le site ne serait pas visible, l'accès se ferait sans nuisances pour les riverains et l'impact écologique serait limité. Cependant, l'emplacement au nord, proche de la RD1203, est très facilement accessible par la route départementale, juste en face d'une entreprise de travaux publics et de terrassement disposant d'engins de construction et d'installations pour ses activités à proximité, et peut profiter des infrastructures existantes à proximité (par exemple, deux postes électriques ENEDIS de 20 kV, assainissement et eau potable). Le site n'augmenterait pas les nuisances existantes (bruit du trafic routier). L'emplacement est caractérisé par la présence d'un terrain d'une valeur agricole plus élevée que celui situé au sud à La Roche-sur-Foron, la proximité de zones humides et la visibilité directe de la route départementale. La vue vers les montagnes peut être préservée par la construction de bâtiments semi-enterrés sur la pente existante.

La phase d'étude a nécessité la visite de terrains pour la réalisation d'inspections visuelles entre l'automne 2022 et l'automne 2023. Pendant ces visites, les prestataires en génie civil et en études environnementales ont eu connaissance d'un projet d'installation de stockage de déchets inertes (ISDI) sur l'emplacement du site PF à La Roche-sur-Foron, au nord de la ligne ferroviaire. À ce stade, l'analyse préliminaire montre que le site technique du FCC et l'ISDI ne sont pas directement compatibles sans planification préalable de leur intégration. En règle générale, le dépôt de déchets de construction peut entraîner une instabilité du terrain durable. Par ailleurs, ces dépôts sont fréquemment en conflit avec des constructions ultérieures en l'absence de mesures préalables de planification et de préparation. Une valorisation du territoire comme espace agricole ou prairie ne peut pas être exclue. La faisabilité de la construction du puits et de la création d'aménagements stables autour du puits à travers une couche de 10 m de déchets inertes est douteuse. Par le passé, le CERN a déjà eu l'expérience du percement d'une couche de déchets inertes beaucoup moins profonde lors de la réalisation du projet HL-LHC et du projet ITER. Il est recommandé de prévoir des surcoûts pour les travaux de génie civil de l'ordre de dizaines des millions d'euros, sans garantie de succès durable si le terrain n'est pas suffisamment stable, comme le montrent plusieurs exemples dans la littérature⁵⁵. Pour la réalisation sur le périmètre de l'ISDI, il serait nécessaire que le CERN trouve un accord avec les propriétaires des terrains et avec l'exploitant de l'ISDI avant le début, en 2027, de la phase 2 de cette installation qui entraînerait le remblaiement de l'espace prévu pour le site de surface avec des déchets inertes. Un emplacement de l'ISDI sur des parcelles à La Roche-sur-Foron nécessiterait également la construction d'une route d'accès d'environ 2,4 km de longueur, avec la création d'un nouveau pont pour traverser la ligne ferroviaire d'Aix-les-Bains-Le Revard à Annemasse. Le passage sous l'autoroute A410 devrait également être amélioré ou rénové. Ces aménagements représentent un surcoût d'environ 4,5 millions d'euros.

L'emplacement de La Roche-sur-Foron est plus proche du tracé du collisionneur que l'emplacement en bordure de la RD1203, nécessitant, au fonds du puits, un tunnel de raccordement au collisionneur d'une longueur de 340 m (contre environ 600 m pour l'emplacement à Éteaux). L'analyse des coûts des ouvrages souterrains montre qu'un puits plus profond, avec un tunnel souterrain d'accès pour un site au nord, à Éteaux, et plus éloigné du tunnel de l'accélérateur, coûterait 5 millions d'euros de plus que la construction d'un puits et d'un tunnel d'accès plus court au sud, à La Roche-sur-Foron. La zone humide au nord peut être évitée et l'aménagement d'un site technique ouvre la possibilité de mettre en valeur le milieu naturel, actuellement dégradé. Par conséquent, pour l'emplacement du site PF dans le scénario de référence PA31-4.0, l'option en bordure de la route départementale est retenue.

⁵⁵ Cerema, *Ce qu'il faut savoir sur les installations de stockage de déchets inertes (ISDI)* :

https://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/190621_guide-dechets-inertes-cerema-hd_1_.pdf

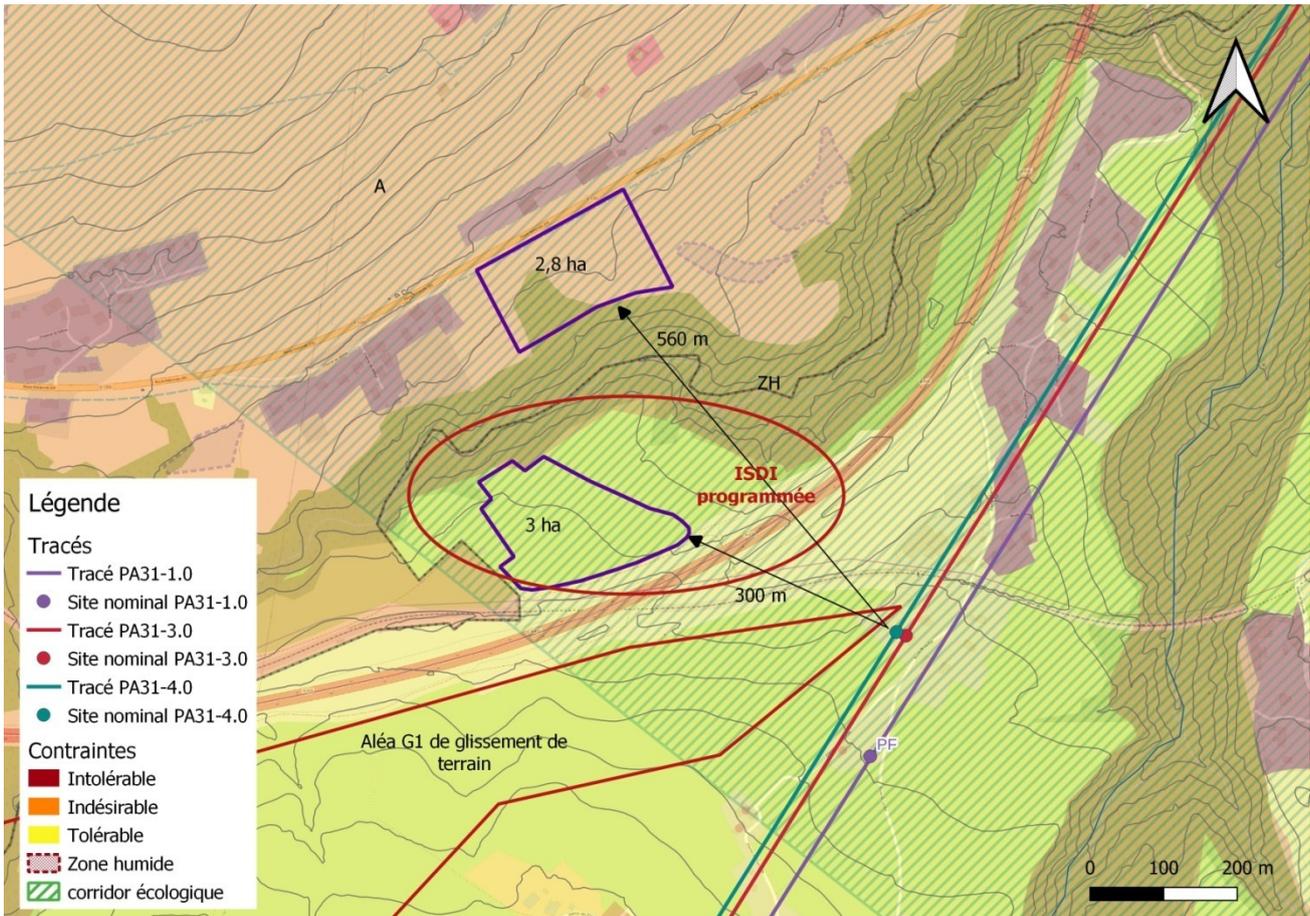


Illustration 99 : Options d'emplacement pour le site technique PF (janvier 2023). La compatibilité avec une ISDI prévue sur l'emplacement et avec des zones humides est actuellement étudiée. L'option en bordure de la route départementale éviterait les zones humides. L'emplacement du site dans le scénario PA31-4.0 se trouverait directement en bordure de la route départementale, à Éteaux. L'emplacement exacte du site est encore à optimiser en fonction des analyses environnementales.

5.6.8. Évolution du site technique PH à Cercier et à Marlioz, en France

L'évolution du scénario PA31 de la version 1.0 à la version 4.0 entraîne un déplacement du point nominal PH d'environ 190 m vers le nord-est (Illustration 100). Le point nominal se trouve désormais directement en bordure de la route D203 et hors de vue des habitations individuelles au sud car le site se trouverait au milieu de la forêt. Dans la version 1.0, le site occupait pour partie la forêt, pour partie des espaces agricoles, avec un accès routier en face des maisons situées au bord de la route. L'optimisation semble permettre une meilleure intégration dans le paysage, avec un accès plus court et moins d'impacts sur les espaces agricoles et forestiers, même si une partie du site se trouverait alors dans un espace boisé classé. La zone d'exclusion au nord du site, due à la présence d'une canalisation de gaz, doit être respectée. Comme dans la version 1.0, le site de la version 4.0 se trouve à cheval sur deux communes, Marlioz, à l'ouest, et Cercier, à l'est. L'analyse de l'environnement et la prise en compte de la topographie en pente permettront de définir plus précisément l'emplacement exact du périmètre du site.

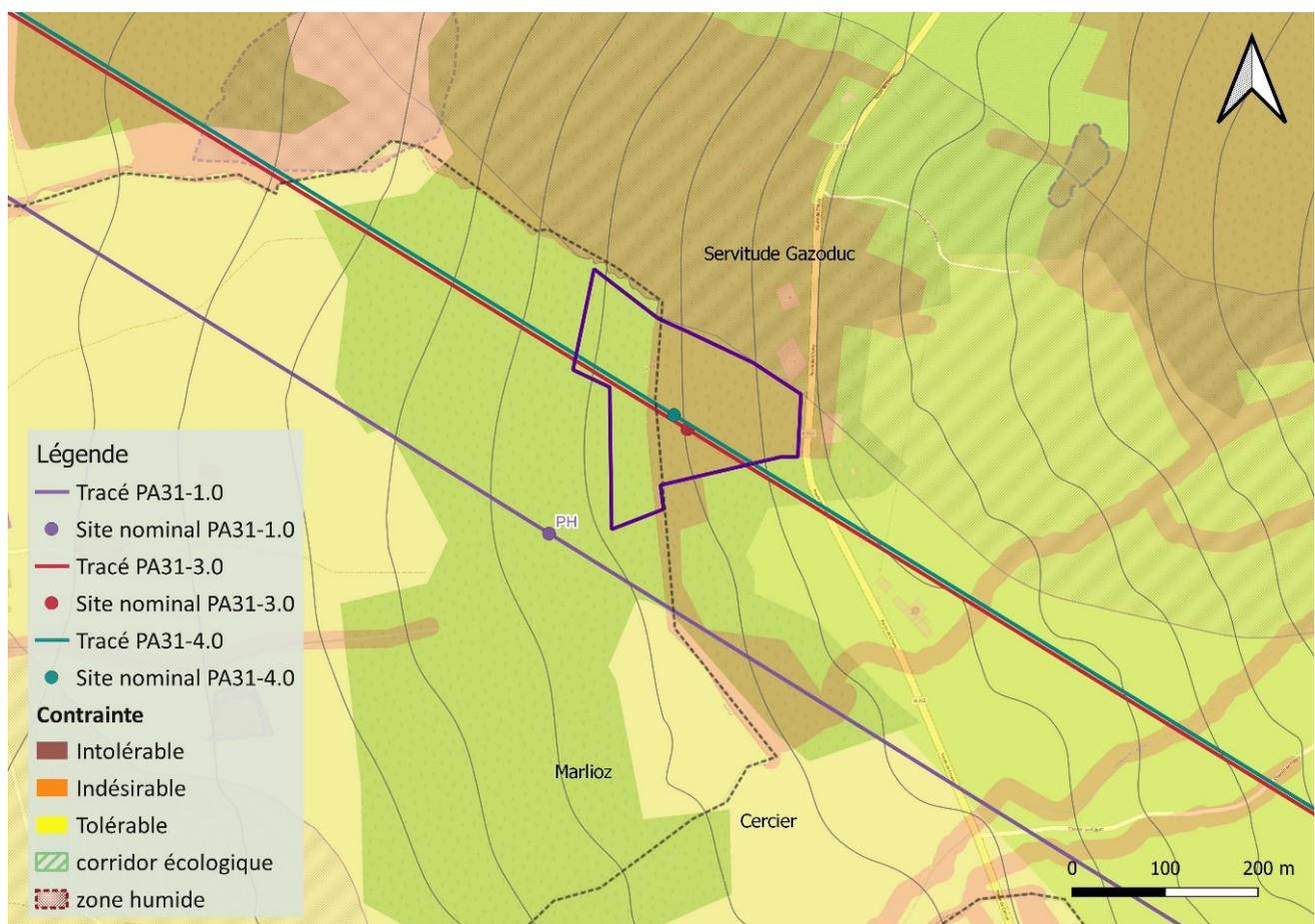


Illustration 100 : Emplacement pour le site PH (janvier 2023) entre Cercier et Marlioz en bordure de la route D203.

5.6.9. Évolution du site technique PL à Challex, en France

L'évolution du scénario PA31 de la version 1.0 à la version 4.0 déplace le point nominal du site technique PL d'environ 80 m vers l'est (Illustration 101). Le point est maintenant plus proche de deux maisons individuelles. Cependant, le cadre général reste inchangé. Grâce à la coopération avec les parties prenantes et les acteurs locaux avec l'appui des services compétents d'État, il a été possible de proposer des options d'emplacement acceptables dans ce secteur affecté par différentes contraintes territoriales, géologiques, hydrogéologiques et environnementales.

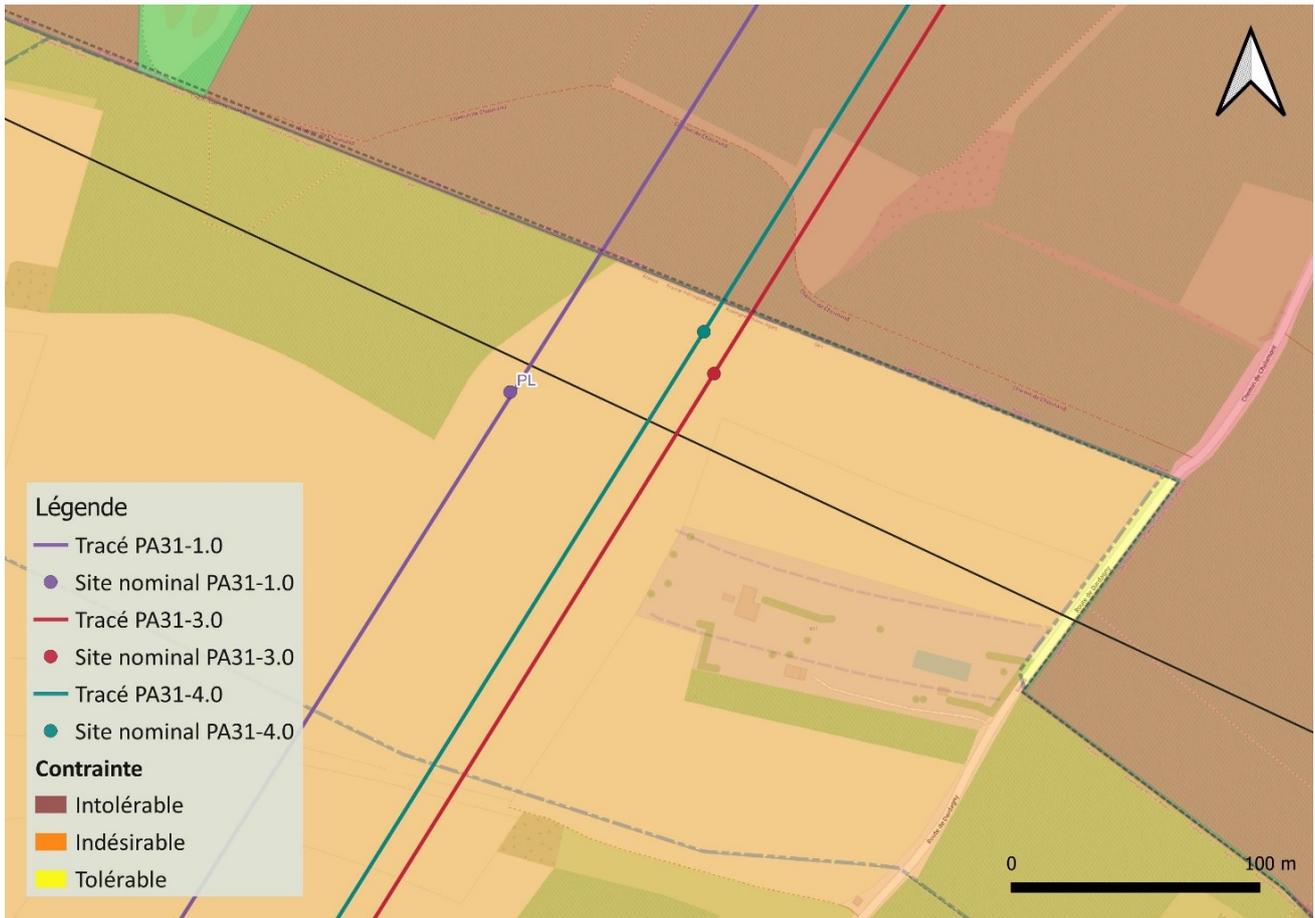


Illustration 101 : Le cadre général pour l'emplacement du site PL reste inchangé même si le point nominal se trouve dans un rayon d'environ 80 m dans les versions 1.0, 3.0 et 4.0 du scénario PA31.

6. INTÉGRATION DU SCÉNARIO PA31 DANS LE TERRITOIRE

Le chapitre 6 expose les contraintes importantes à l'échelle de l'anneau sur les territoires français et suisse et rappelle la réglementation en vigueur. Les principaux enjeux relatifs à l'emplacement sont ainsi présentés selon différentes thématiques : topographie, eaux superficielles et souterraines, biodiversité, risques, populations, paysages, documents d'urbanisme, bruit, réseaux (réseaux potentiels de chaleur perdue, besoins en eau, besoins en électricité du FCC), accès, besoins des sites en surfaces nécessaires et fréquentation de ces sites. Le chapitre aborde ainsi plus précisément certains besoins en ressources du FCC, tels que les besoins en eau et en électricité, ou met en lumière des opportunités potentielles, comme les réseaux de chaleur fatale. Enfin, il fournit des précisions sur les sites de surface (surfaces nécessaires et fréquentation des sites).

6.1. TRACÉ DU PA31

Le tracé du PA31 (Illustration 102) est une hypothèse de travail issue du processus itératif décrit au chapitre 1. Parmi de nombreux scénarios analysés sur la base de différentes données (littérature, terrain, environnement), il est le plus intéressant à retenir pour conduire des études approfondies (toutes thématiques). Il n'est donc en aucun cas un tracé définitif mais propose un compromis équilibré entre prise en compte des contraintes territoriales, performance de la machine scientifique et faisabilité technique. Il permettra de recueillir des informations et de connaître les projets des territoires afin d'améliorer constamment le projet.

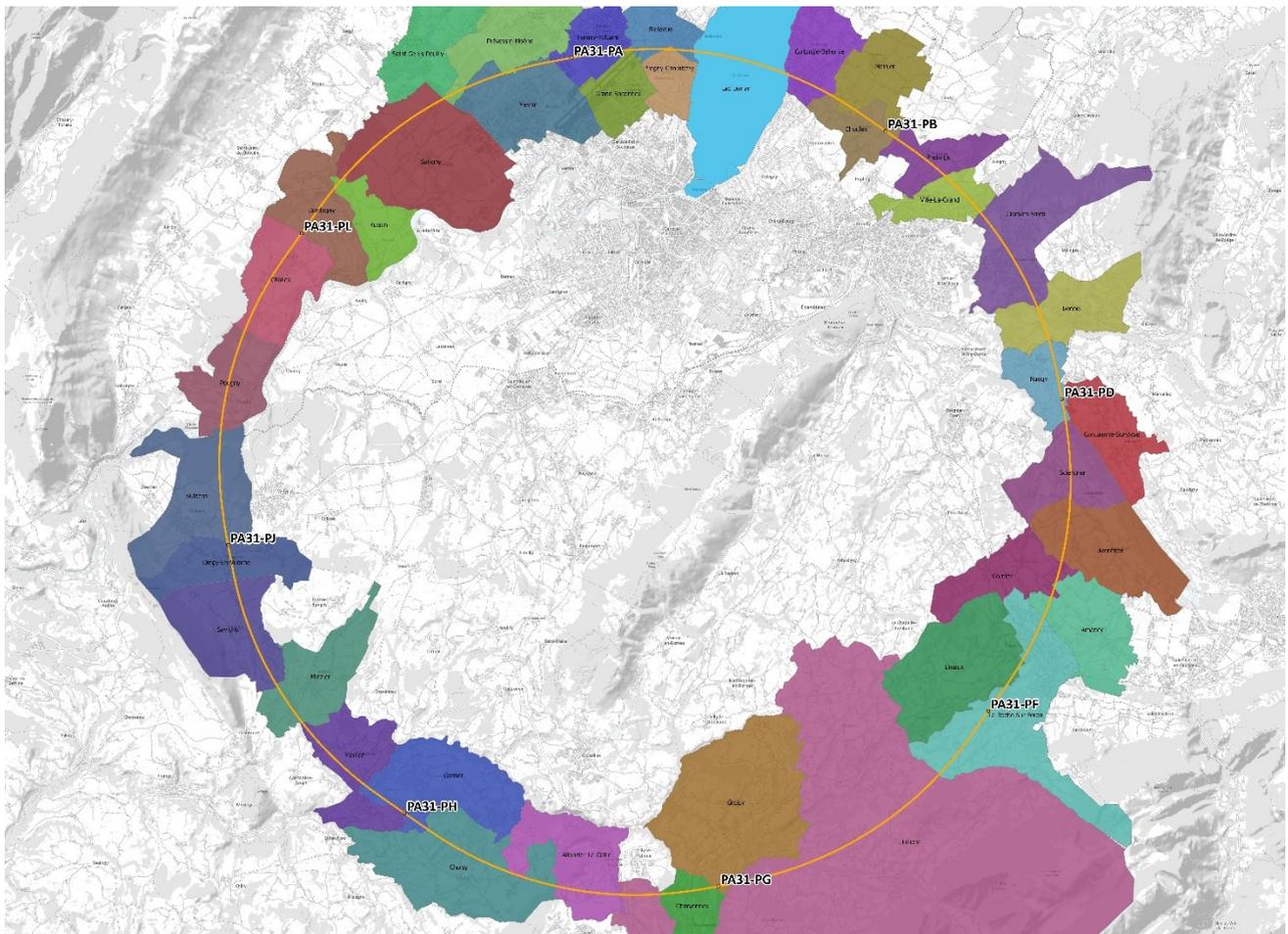


Illustration 102 : Carte du tracé de l'hypothèse de travail PA31.

La carte (Illustration 102) représente l'implantation théorique des sites. Puis des ajustements sont opérés en fonction des contraintes territoriales (dans les limites définies au chapitre 1).

Le présent rapport présente des emplacements envisagés, qui ont permis la formulation d'hypothèses et le recueil des retours et des remarques des collectivités et des acteurs territoriaux. À ce jour, aucune implantation n'est décidée. Deux types d'ajustements sont possibles :

- pour les sites scientifiques, les puits d'accès doivent se situer à la verticale de la caverne d'expériences, ce qui fixe la position du puits au point théorique. Cependant, en surface, le périmètre retenu peut être adapté autour de ce puits ;
- pour les sites techniques, il est possible de modifier le polygone et de déplacer le puits d'une certaine distance de part et d'autre du point théorique afin de trouver un site présentant moins de contraintes.

Dans le cadre de la démarche Éviter-Réduire-Compenser, un important travail de réduction des surfaces nécessaires a été réalisé et se poursuit, s'appuyant notamment sur :

- des études pour réduire le nombre d'installations nécessaires : par exemple, la réflexion menée a permis de passer de trois à deux puits nécessaires aux sites scientifiques ;
- la recherche constante d'optimisation des installations techniques nécessaires aux sites de surface et de réduction de leur taille.

L'analyse de chacun des sites (chapitres 7 à 14) permet de présenter en détail chaque emplacement envisagé et les ajustements possibles.

6.2. ANALYSE DU TRACÉ DU PA31 DANS SA GLOBALITÉ

6.2.1. Introduction

L'objet de la présente section, fondée sur les données bibliographiques disponibles, est de cerner les principaux enjeux environnementaux et humains qui peuvent constituer une difficulté majeure pour la réalisation du projet.

Cette section présente et hiérarchise les principaux enjeux environnementaux à prendre en compte pour l'application de la démarche Éviter-Réduire-Compenser (ERC) dans le cadre de l'évaluation environnementale du projet. Ces enjeux orienteront les choix de tracés, notamment en ce qui concerne l'emplacement des sites de surface.

Les enjeux analysés sont issus de ceux dont la prise en compte est prévue pour la réalisation d'une évaluation environnementale (article R122-5 du code de l'environnement en France et OEIE/ROEIE⁵⁶ en Suisse). Cependant, tous les éléments énumérés à l'article R122-5 du code de l'environnement ne font pas l'objet d'une analyse dans la présente synthèse. À ce stade du projet, avant la réalisation des états initiaux, les thématiques font l'objet d'une analyse fondée sur la bibliographie et l'exploitation des bases de données accessibles. Par conséquent, l'analyse est incomplète à cette étape et devra être complétée par l'apport de connaissances par les acteurs locaux, notamment par les différentes collectivités locales parties prenantes au projet et les services de l'État chargés de la réglementation et dispensant les autorisations.

Dans le but de proposer des scénarios d'emplacement réalistes compte tenu des contraintes, lois et règlements connus, la démarche ERC a examiné un ensemble d'enjeux forts, notamment :

- **La topographie** : la profondeur des puits est une contrainte importante pour la faisabilité et le coût du projet. Sur un plan technique, les puits d'expérience ne devraient pas dépasser une profondeur de 300 m de profondeur (400 m pour les puits techniques).
- **Les eaux souterraines** : des masses d'eau souterraines sont probablement présentes sur le tracé du FCC. Des forages devront être réalisés pour en connaître la profondeur et les caractéristiques, notamment à l'emplacement des différents sites. Une analyse géologique approfondie devra être conduite par ailleurs.
- **La biodiversité** : le tracé du FCC est affecté par l'existence de ZNIEFF de types 1 et 2, de ZICO (zones importantes pour la conservation des oiseaux), de zones Natura 2000, de ZSC (zones spéciales de conservation), de ZPS (zones de protection spéciales), de zones humides et de zones protégées par des arrêtés de protection de biotope, ce qui demandera la réalisation d'analyses détaillées préalables de l'environnement pour définir les conditions d'implantation des sites. En Suisse, la biodiversité est également protégée au niveau cantonal par des sites prioritaires flore et faune et au niveau fédéral par l'inventaire des sites fixes de reproduction des batraciens.
- **Les risques** : les risques existants concernant le retrait-gonflement des argiles, les inondations et les risques sismiques ou technologiques sont des éléments à prendre en compte le plus tôt possible ou constituent des informations à porter à la connaissance des maîtres d'œuvre pour la détermination de la taille des infrastructures. La présence avérée de poches de gaz dans les formations de molasse représente un risque qui devrait être analysé lors des investigations du sous-sol. Une cartographie des risques de venues de gaz dans la molasse en Suisse est en cours d'élaboration à l'OCEV-GESDEC (Office cantonal de l'environnement-Service de géologie, sols et déchets), mais n'est pas encore disponible. Des circulations d'eau potentiellement importantes dans la molasse, au droit de certaines failles, ne sont pas non plus exclues.

⁵⁶ Ordonnance relative à l'étude de l'impact sur l'environnement (OEIE) et Règlement d'application de l'ordonnance fédérale relative à l'étude de l'impact sur l'environnement (ROEIE).

- **La densité de la population** : le tracé du FCC concerne une zone globalement peu dense mais très sensible. Les sites de surface doivent être éloignés des zones d'habitations.
- **Le paysage** : le FCC s'insère dans des paysages de valeur déjà affectés par la présence de nombreuses infrastructures. Une attention particulière devra être apportée à l'architecture des sites de manière à assurer la cohérence avec chacune de ces unités paysagères.
- **L'urbanisme** : il existe pour la majorité des communes concernées par l'implantation des sites de surface un document d'urbanisme approuvé : en France, un plan local d'urbanisme (PLU) pour la plupart des communes ; pour deux communes, un plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi). Une unique commune, au développement très limité, qui ne dispose pas de document d'urbanisme, est soumise au règlement national d'urbanisme (RNU). Il serait souhaitable d'assurer une veille de l'évolution de ces documents d'urbanisme dans le processus d'élaboration du scénario d'implantation. Dans ce cadre, une attention particulière sera apportée également aux SCoT présents et futurs du territoire et aux cadres qu'ils définiront pour son urbanisation.

Les sites du FCC concernent (à la date de septembre 2022) six SCoT (schémas de cohérence territoriale) : région d'Annemasse, Pays Rochois, bassin annécien, Usses et Rhône, Pays de Gex, Genevois⁵⁷.

Globalement, l'ensemble des SCoT ont été récemment révisés (ou devront l'être) pour intégrer les règles du SRADDET (schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires), notamment la règle numéro 7 relative à la préservation du foncier agricole (« identifier les espaces agricoles stratégiques, en fonction notamment de la qualité agronomique des sols » ; « en parallèle, identifier les secteurs en déprise agricole »).

Concrètement, cela se traduit par la réalisation d'un diagnostic agricole à l'échelle du SCoT et par l'intégration d'orientations à décliner dans les PLU/PLUi : obligation de réaliser des diagnostics agricoles poussés et de prendre des mesures adaptées en faveur de la préservation des sols, voire de leur sanctuarisation, en application des objectifs ZAN (zéro artificialisation nette).

⁵⁷ Informations et lien vers les SCoT concernés :

SCoT Région Annemasse, approuvé le 15 septembre 2021. Document accessible sur le site de l'agglomération : <https://www.annemasse-agglo.fr/actions-et-projets/amenager-la-ville/revision-scot>

SCoT Pays Rochois, approuvé le 11 février 2014. Périmètre en cours de réflexion : <https://www.ccpaysrochois.fr/mon-territoire/les-documents-cadre/scot/>

SCoT du bassin annécien, approuvé le 26 février 2014, en cours de révision : <https://www.scot-bassin-annecien.fr/>

SCoT Usses et Rhône, approuvé le 11 septembre 2018 : <https://www.usses-et-rhone.fr/6204-scot.htm>

SCoT Pays de Gex, approuvé le 19 décembre 2019 : <https://www.paysdegexagglo.fr/9294-le-schema-de-coherence-territoriale-scot.htm>

SCoT du Genevois, approuvé le 13 décembre 2013 : <https://www.cc-genevois.fr/fr/la-collectivite-et-son-territoire/le-scot/les-grands-objectifs>

En Suisse, le projet doit respecter différentes réglementations, à différents échelons de la Confédération :

- les planifications fédérales comme les plans sectoriels⁵⁸ ;
- les planifications cantonales⁵⁹ d'aménagement du territoire, d'infrastructure et de protection (plans directeurs cantonaux, en cours de révision au profit de la vision territoriale transfrontalière, plans directeurs de quartiers, plans localisés de quartiers, mesures visant à protéger les arbres et autorisations de construction) ;
- les planifications cantonales stratégiques thématiques ;
- les planifications communales que sont les plans directeurs communaux⁶⁰ (PDCom) : approuvé par le Conseil d'État à Choulex ; Presinge se trouve entre les communes dispensées d'avoir un PDCom.

La réflexion portant sur le projet devra prendre en compte ces évolutions et les outils de protection qui en découleront. À ce stade, les informations disponibles ne sont pas directement exploitables à l'échelle du projet.

- **Le bruit** : le projet devra respecter les seuils réglementaires, pendant la phase de travaux et la phase d'exploitation, notamment aux abords des habitations.
- **Les réseaux** : les réseaux de transport, d'eau, d'électricité, de gaz, etc. connus à proximité du tracé du FCC sont répertoriés et présentés. La suite des études devra estimer dans quelle mesure ces réseaux peuvent répondre aux besoins du FCC. En tout état de cause, la répartition des ressources devra faire l'objet d'accords spécifiques entre la France et la Suisse.

⁵⁸ <https://www.are.admin.ch/are/fr/home/developpement-et-amenagement-du-territoire/strategie-et-planification/conceptions-et-plans-sectoriels/plans-sectoriels-de-la-confederation.html>

⁵⁹ <https://www.ge.ch/consulter-plans-amenagement-adoptes/plan-directeur-cantonal>

⁶⁰ <https://www.ge.ch/dossier/amenager-territoire/planification-communale/plans-directeurs-communaux-2e-generation>

6.2.2. Topographie

Le tracé est situé entre le massif du Jura et les chaînes subalpines. L'élévation peut varier de 422 mètres pour le site PA à 760 mètres pour le site PF (élévation du point théorique). Le tunnel se trouve à environ 200 m au-dessus du niveau moyen de la mer. Son emplacement est en cours d'optimisation.

La profondeur des puits est une donnée fondamentale, qui conditionne la faisabilité (Illustration 103).

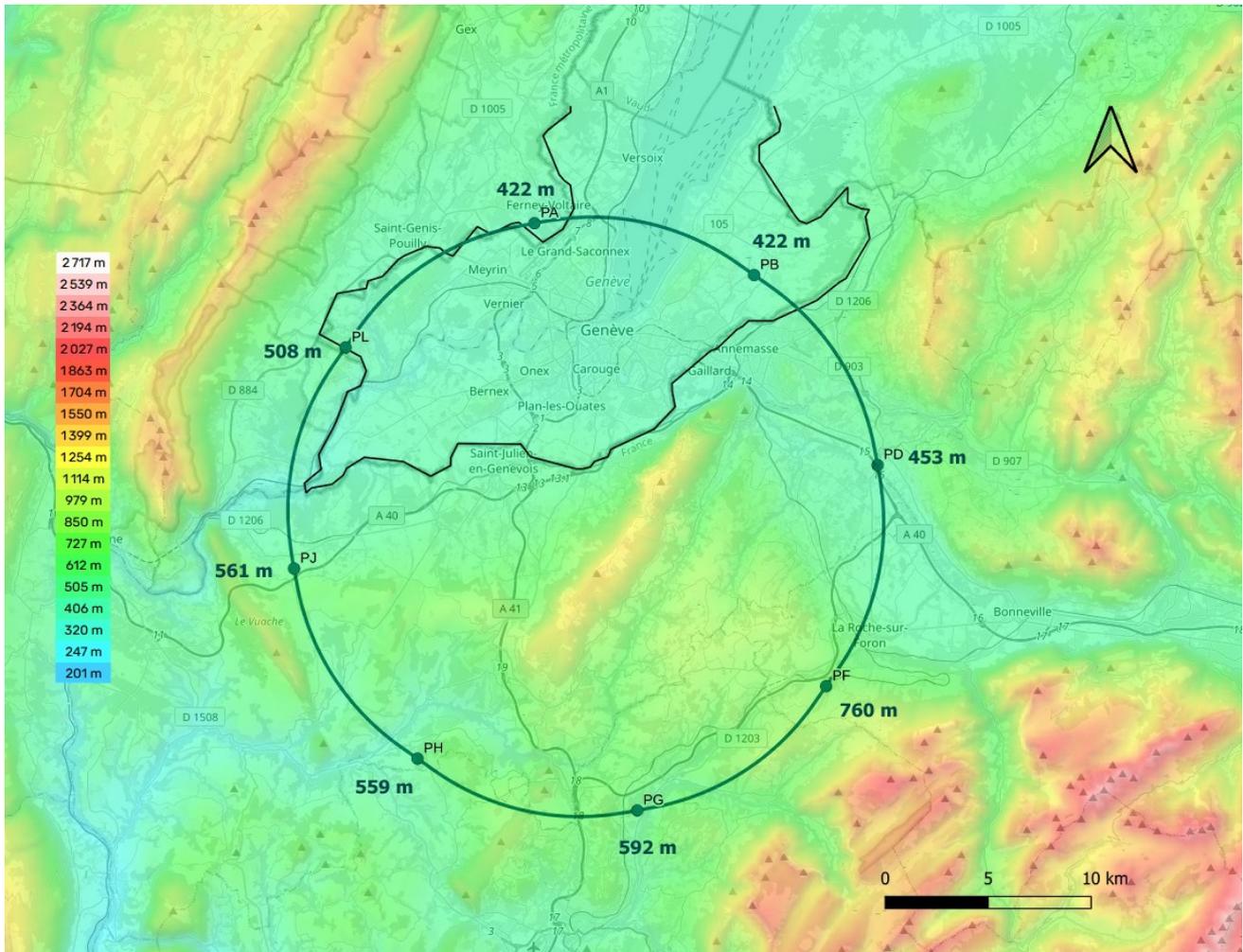


Illustration 103 : Élévation des points nominaux, correspondant au centre des sections droites en mètres au-dessus de la mer. Ces points ne correspondent pas toujours à l'emplacement des puits.

Tout positionnement et déplacement de puits par rapport aux points nominaux du milieu des sections droites doit donc être étudié à la lumière de cet enjeu, particulièrement en ce qui concerne le site PF situé sur la commune d'Éteaux.

6.2.3. Masses d'eau souterraines en France

Les masses d'eau souterraines connues sont les suivantes (Illustration 104).

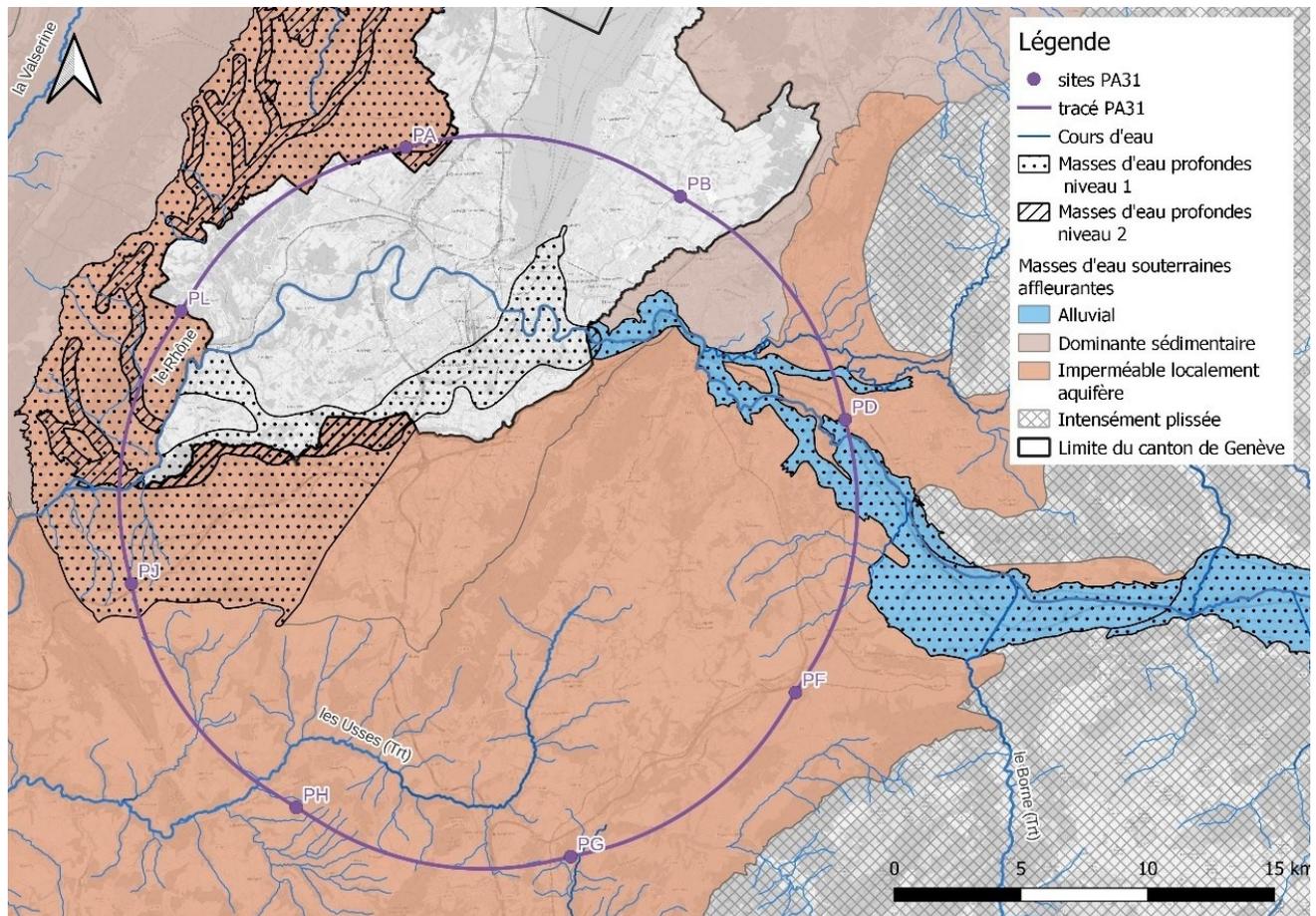


Illustration 104 : Cartographie de la masse d'eau souterraine en France. Source : SDAGE 2022.

La représentation cartographique des masses d'eau souterraines est réalisée par décomposition de chaque masse d'eau suivant l'organisation verticale des entités. Sur la carte, les masses d'eau de niveau 1 se situent au-dessus des masses d'eau de niveau 2, sans indication métrique de profondeur.

À l'ouest de son tracé et sur environ 60 % de sa circonférence, le FCC est affecté par la présence d'une nappe entièrement captive. Celle-ci est, par définition, constituée d'un volume d'eau souterraine isolé de la surface du sol par une formation géologique imperméable, à une pression supérieure à la pression atmosphérique. Sa surface piézométrique est supérieure au toit de l'aquifère qui la contient. L'eau, qui y circule très lentement et sous pression, est a priori protégée des pollutions potentielles de la surface s'il n'y a pas de communication avec la surface ou d'autres nappes (soit naturellement par des failles, soit du fait de forages).

Le FCC est également affecté à l'est, sur environ 5 km, par la présence d'une nappe libre dans la vallée de l'Arve. Une nappe libre est une nappe d'eau souterraine dont le niveau supérieur peut varier sans être bloqué par une couche imperméable supérieure. Elle circule sous un sol perméable, à des niveaux généralement peu profonds, et sa surface est à la pression atmosphérique. Elle est plus sensible à la pollution.

Des masses d'eau souterraines sont donc présentes dans le territoire concerné par le tracé du FCC. Les informations disponibles actuellement ne permettent cependant pas de connaître leur profondeur et, par conséquent, la probabilité de les rencontrer lors du creusement du tunnel et de la construction des puits. Par conséquent, des études hydrogéologiques détaillées devront apprécier précisément les impacts.

La préservation de ces nappes constitue un enjeu fort. La directive-cadre sur l'eau fixe des objectifs quantitatifs et qualitatifs par masse d'eau. Les documents de programmation (SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse) et les SAGE (schémas d'aménagement et de gestion de l'eau) du territoire précisent également les enjeux locaux relatifs aux ressources en eau du territoire, ainsi que les règles à prendre en compte.

Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux Rhône-Méditerranée-Corse (SDAGE RMC) a été approuvé le 18 mars 2022⁶¹. Il met notamment en avant l'enjeu relatif à l'alimentation en eau potable. Des études relatives aux ressources stratégiques sont disponibles ou en cours⁶². Elles pourraient être déterminantes pour le FCC.

Le SDAGE définit les masses d'eau souterraines et aquifères à fort enjeu pour la satisfaction des besoins d'alimentation en eau potable (AEP), dans lesquels sont à délimiter (ou déjà délimitées) les zones de sauvegarde (disposition 5E-01 de l'orientation fondamentale n° 5E du SDAGE RMC 2022-2027) :

1. Si des ressources stratégiques pour l'AEP ont été identifiées et leurs zones de sauvegarde délimitées, les zones de sauvegarde correspondantes nécessitent des actions spécifiques de maîtrise des prélèvements et de protection contre les pollutions ponctuelles ou diffuses, accidentelles, chroniques ou saisonnières. Les actions de préservation de la qualité et de la disponibilité de l'eau des ressources stratégiques sur les zones de sauvegarde visent à répondre à la priorité donnée pour ces ressources à l'alimentation en eau potable des populations par rapport aux autres usages, comme le dispose l'article L. 211-1 du code de l'environnement.
2. Si les ressources stratégiques restent à identifier et leurs zones de sauvegarde à délimiter, une fois les zones de sauvegarde délimitées, il s'agira de poursuivre les mêmes objectifs que ceux indiqués ci-dessus. La carte différencie la situation de masses d'eau (ou aquifères) ayant déjà fait l'objet d'étude de caractérisation des ressources stratégiques, comme le demandait le SDAGE 2010-2015, mais sur lesquelles restent à délimiter les zones de sauvegarde de ces ressources, de la situation de masses d'eau n'ayant pas fait l'objet d'études.

À proximité du domaine d'étude, plusieurs masses d'eau souterraines sont identifiées comme à fort enjeu dans le SDAGE RMC 2022-2027 du bassin Rhône Méditerranée. Elles concernent les secteurs 1) du Pays de Gex, 2) de l'Arve et 3) du Genevois.

Il découle du recoupement cartographique (Illustration 105) que :

1. les sites PJ et PL sont concernés par la présence d'une masse d'eau profonde avec zone de sauvegarde à délimiter ;
2. le site PA est concerné par la présence d'une masse d'eau profonde avec zone de sauvegarde à délimiter et une masse d'eau profonde avec zone de sauvegarde délimitée ;
3. le site PD est concerné par la présence d'une masse d'eau affleurante avec zone de sauvegarde délimitée.

⁶¹ <https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion/sdage2022/etapes-delaboration-du-sdage-2022-2027>

⁶² Ressources stratégiques pour l'AEP : <https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/eau-potable-et-assainissement/eau-potable/ressources-strategiques-pour-laep#quest-ce-quune-ressource-strategique-et-une-zone-de-sauvegarde>

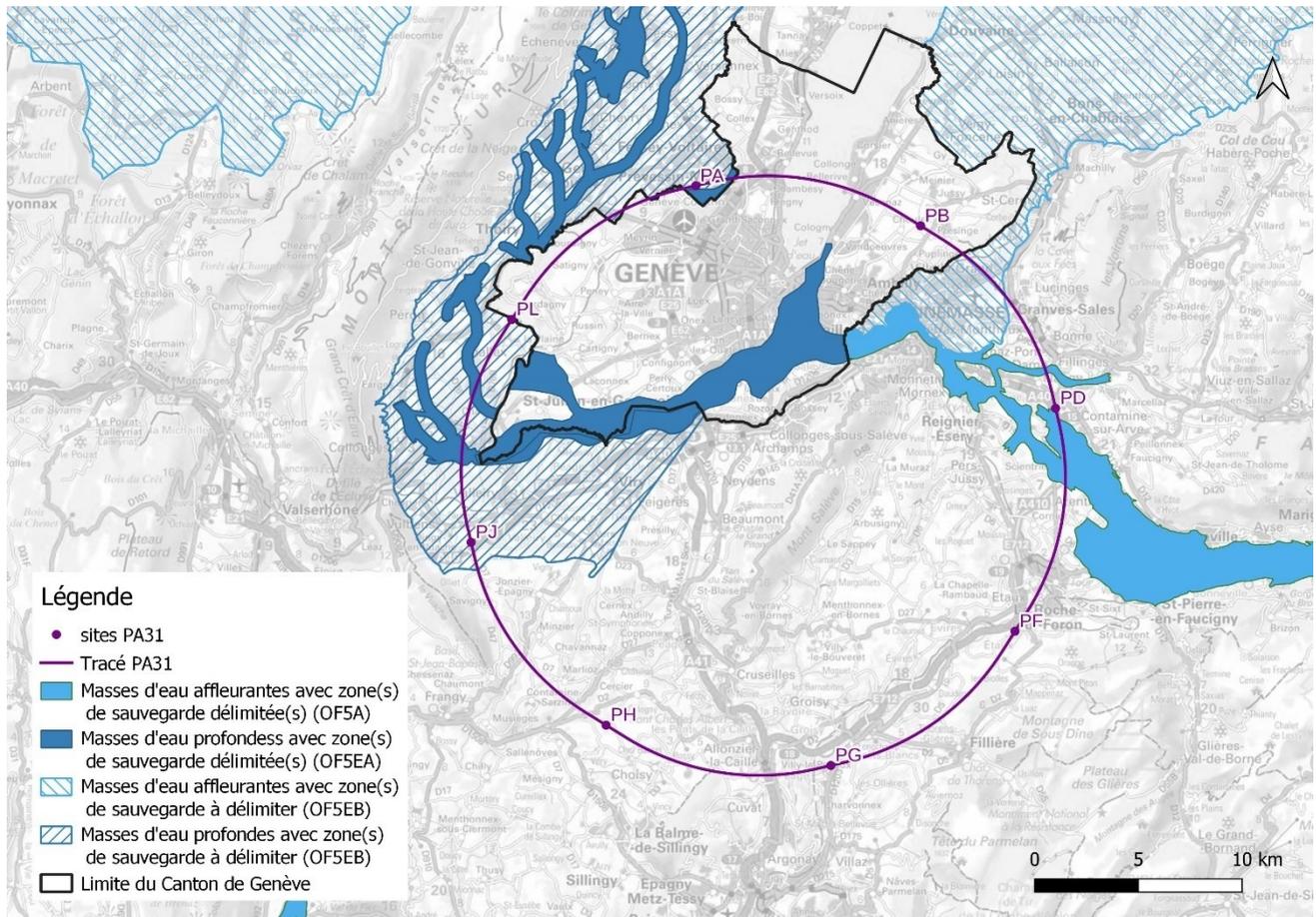


Illustration 105 : Emplacement des masses d'eau avec zones de sauvegarde autour du PA31 (SDAGE RMC 2022-2027).

6.2.4. Masses d'eau à Genève

Les nappes phréatiques du canton de Genève sont cartographiées en fonction de leur caractère de nappe principale (profonde) confirmée ou supposée, superficielle (peu profonde) ou temporaire (Illustration 106).

Le tracé évite en grande partie les nappes et le site PB se situe en bordure de la nappe superficielle de Puplinge. En outre, les sites de surface évitent les secteurs de protection des eaux (Illustration 107).

La compatibilité avec l'hydrogéologie dans le secteur de Challex (France) pour le site de surface PL au point nominal du scénario PA31 reste à éclaircir au moyen d'investigations du sous-sol déjà planifiées. L'emplacement ne se trouve pas dans un périmètre de protection des eaux. Ces investigations prendront en considération des aspects transfrontaliers, par exemple la confirmation ou non de la présence d'une nappe d'eau temporaire indiquée par le GESDEC en Suisse en 2023. En cas d'incompatibilité d'un puits avec une nappe d'eau, le puits ou le site de surface entier peut être déplacé vers l'ouest, hors de la zone affectée. La faisabilité technique du scénario entier reste donc inchangée.

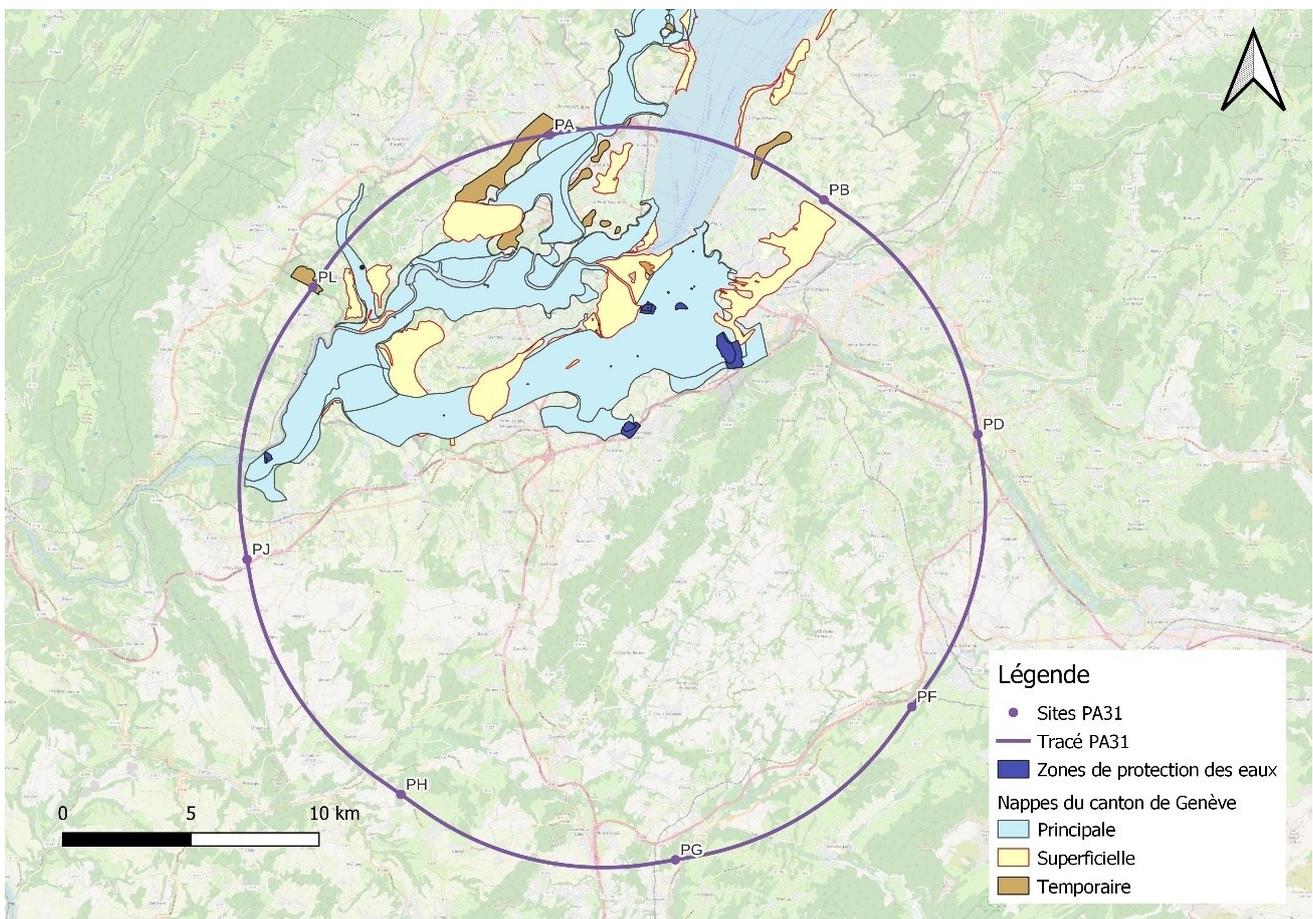


Illustration 106 : Cartographie des nappes du canton de Genève. Source : SITG.

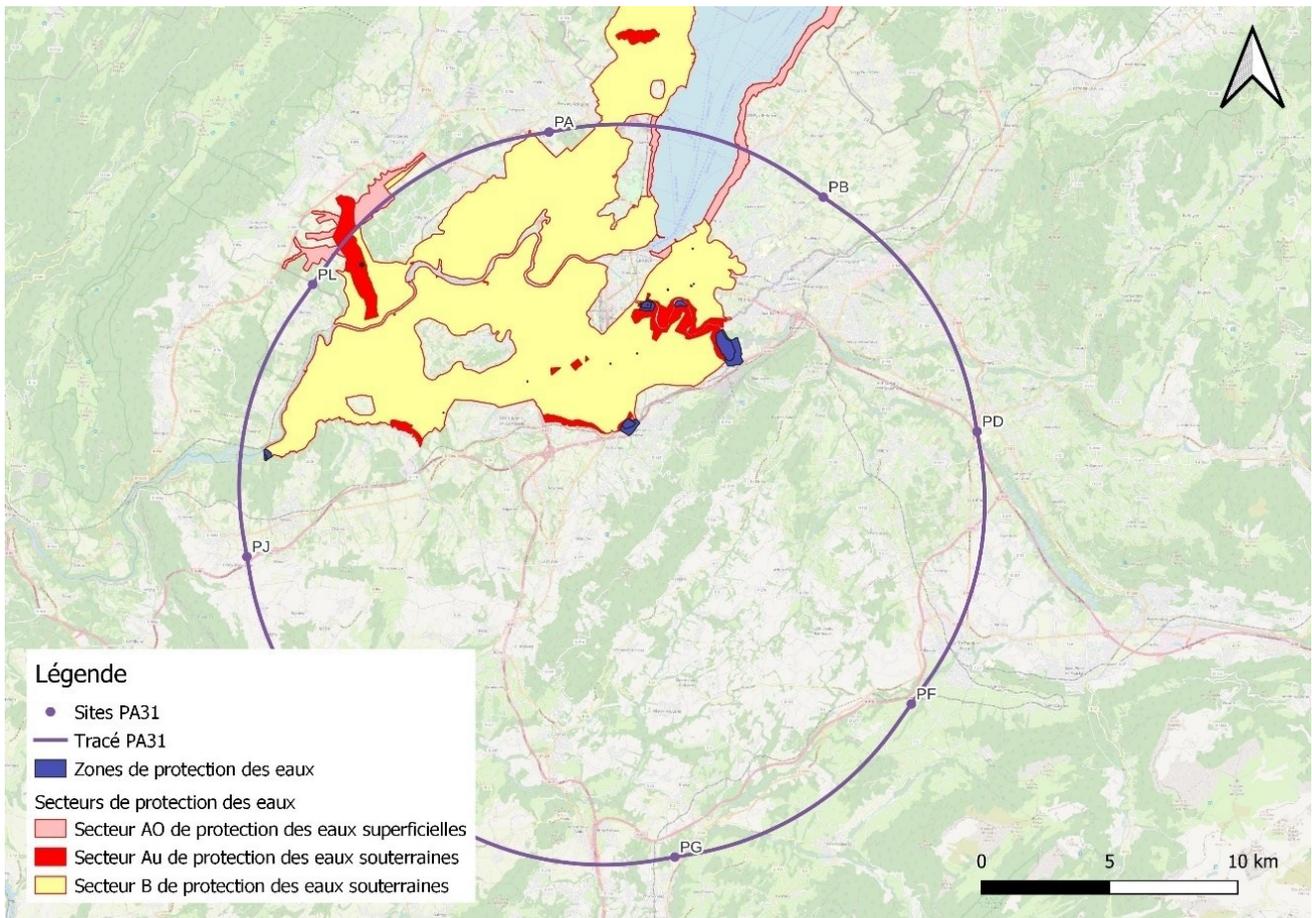


Illustration 107 : Secteurs de protection des eaux du canton de Genève. Source : SITG.

6.2.5. Biodiversité et eau

Inventaires des Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF)

Sur le tracé du PA31, aucun site de surface n'est concerné directement par des inventaires de ZNIEFF.

Cependant, trois des sites sont situés à proximité d'une ZNIEFF :

Le site PD se trouve à proximité des ZNIEFF de type 1 « Gravières de l'Arve » à l'est et « Plaines des rocailles » à l'ouest, incluses dans la ZNIEFF de type 2 « Ensemble fonctionnel de la rivière Arve et de ses annexes ». L'implantation sur le site PD étant prévue hors des forêts alluviales et à l'écart de l'Arve, elle devrait avoir peu d'impact sur ces zones. Cependant, il est intéressant de noter que la ZNIEFF de type 2 mentionne les zones d'expansion naturelle des crues et les zones de protection de la ressource en eau. Il pourra donc être utile de prendre en compte la perméabilité et la topographie de la zone pour éviter d'affecter les fonctionnalités écologiques de la zone.

Le site PF se trouve à proximité des ZNIEFF de type 1 « Ensemble des zones humides du plateau de Bornes » et « Ruisseau du Couche », incluses dans la ZNIEFF de type 2 « Zones humides du plateau de Bornes ». Certaines parcelles envisagées touchent la ZNIEFF de type 2. Celle-ci est notamment caractérisée par ses fonctionnalités écologiques de nature hydraulique et de préservation des populations animales en tant que zone d'alimentation ou de reproduction pour de nombreuses espèces. Certaines des parcelles envisagées comportent des zones humides répertoriées à l'inventaire départemental, qu'il conviendra de prendre en compte dans ce contexte.

Enfin, le site PG est situé à proximité directe d'une ZNIEFF de type 1 « Friches et pinèdes à molinies à la gare de Groisy », qui concerne une parcelle boisée très proche d'une des parcelles pressenties. Sa description mentionne notamment les connexions des espaces boisés sur le plateau. L'implantation requiert une infrastructure de transports passant entre des espaces boisés classés. Cependant, les parcelles sélectionnées n'étant pas des parcelles boisées, l'impact de l'implantation sur cette zone devrait être faible.

6.2.6. Protections relatives aux sites Natura 2000 et aux arrêtés de protection de biotope

Aucun site n'est localisé sur une zone de protection spéciale (ZPS) ou une zone spéciale de conservation (ZSC) dans le cadre du réseau Natura 2000, ni dans une zone soumise à un arrêté de protection de biotope (APB) (cf. Illustration 108).

Le site PD est également proche d'une ZPS et d'une ZSC Natura 2000, ce qui entraîne la nécessité de la réalisation d'une étude plus approfondie pour évaluer dans quelle mesure ces sites Natura 2000 sont susceptibles de subir les effets du projet.

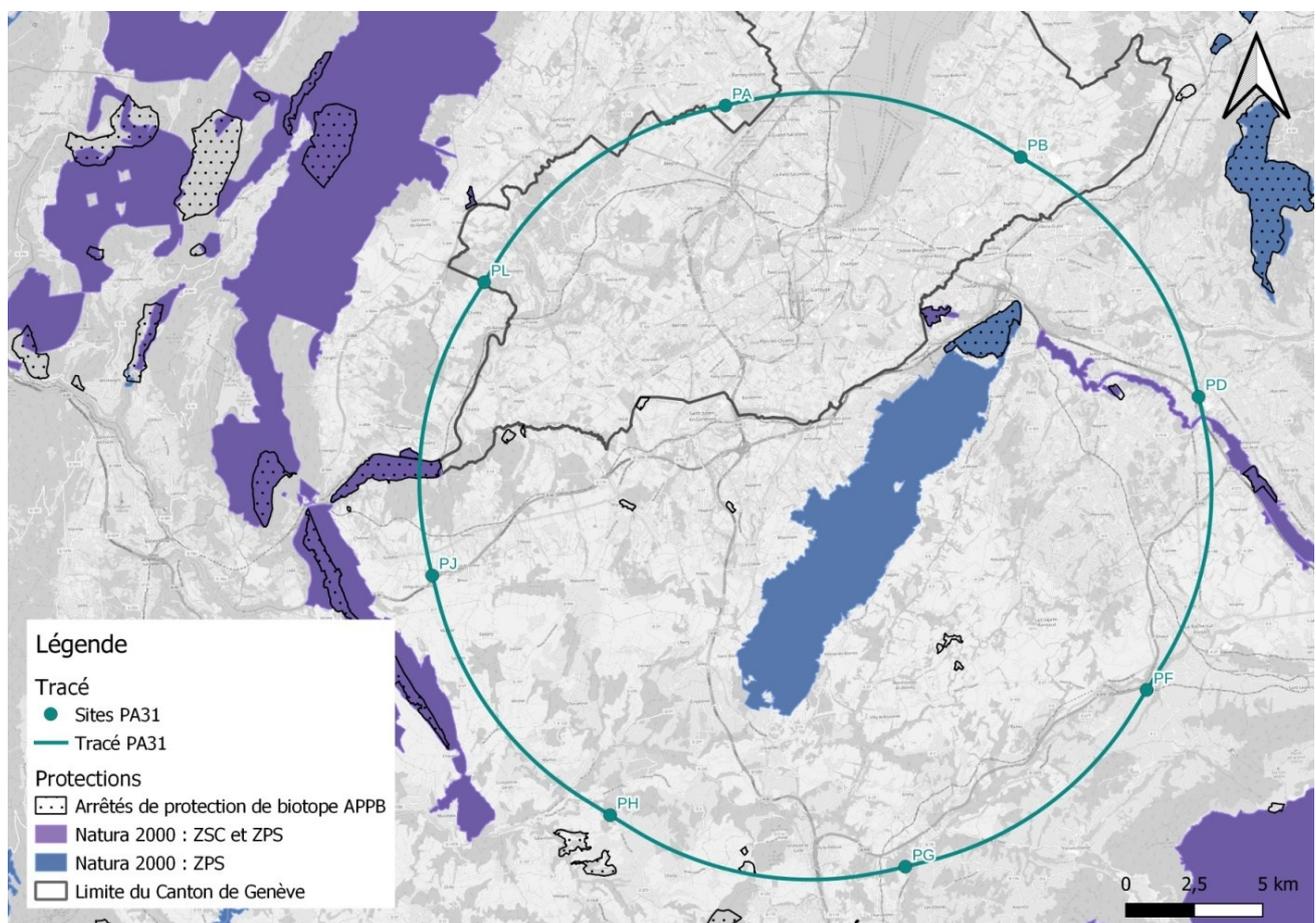


Illustration 108 : Carte de la protection de la biodiversité en France.

En Suisse, différents niveaux de protection de la biodiversité existent, aux niveaux fédéral (Illustration 109) et cantonal (Illustration 110).

Le site de surface PB est limitrophe d'une zone de protection des sites de reproduction des batraciens d'importance nationale (en application de l'OBat, ordonnance sur les batraciens), ainsi que d'un site prioritaire faune et flore au niveau cantonal. Toutes ces protections sont liées au Nant du Paradis, qui se trouve en bordure du secteur identifié au site PB.

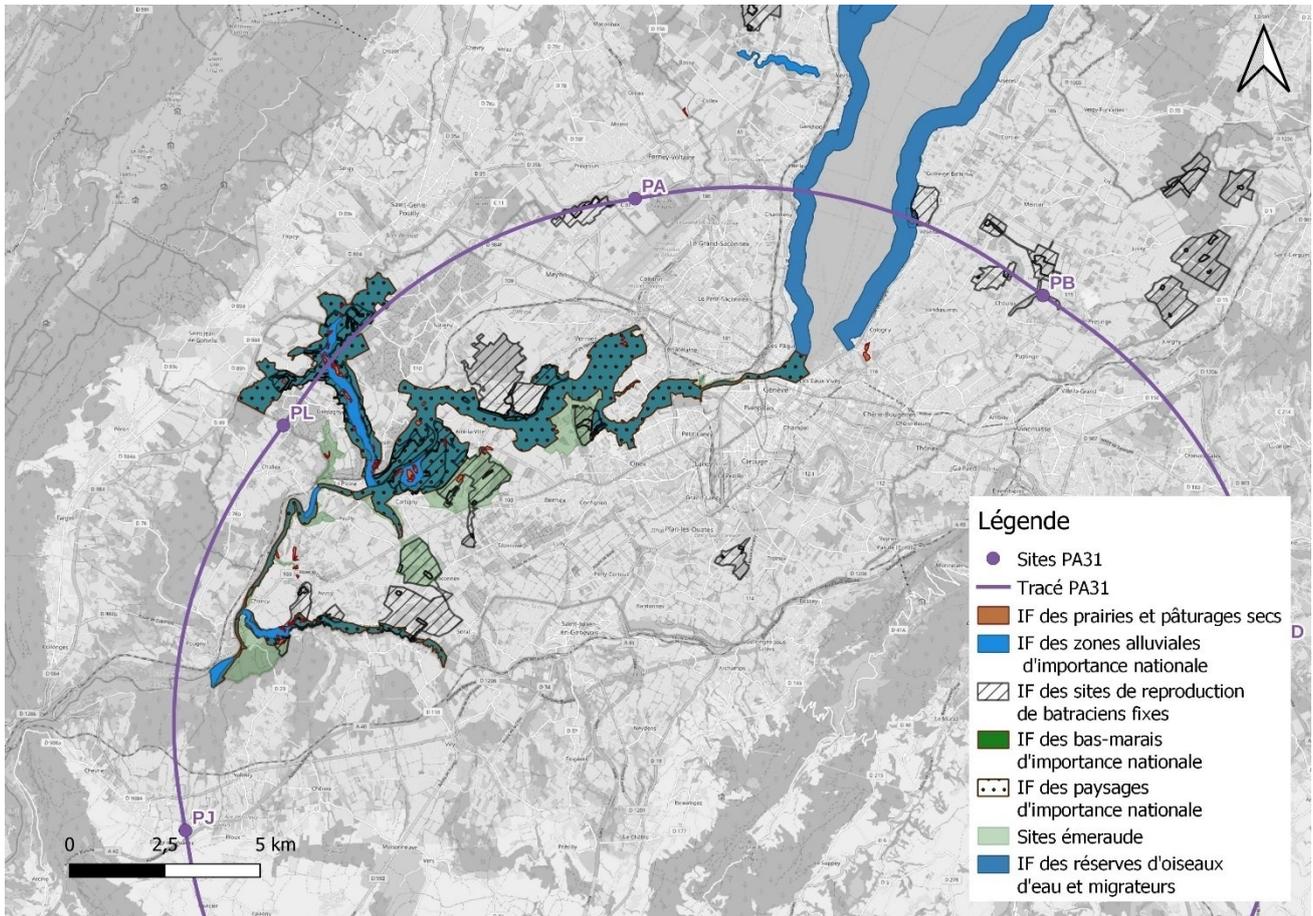


Illustration 109 : Carte des inventaires fédéraux en Suisse.

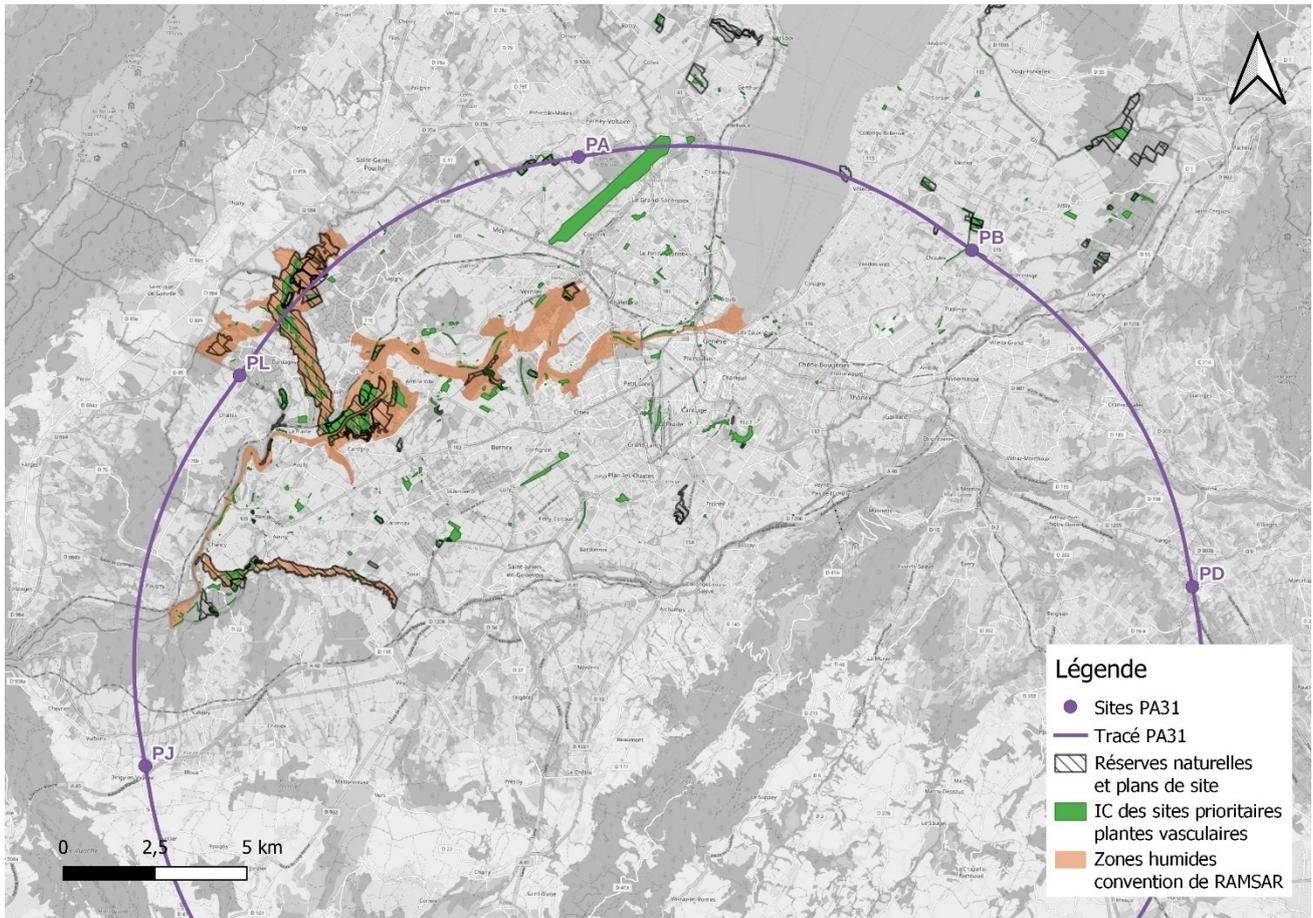


Illustration 110 : Carte des inventaires cantonaux sur le canton de Genève.

6.2.7. Continuités écologiques du SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes⁶³.

Le volet « protection et restauration de la biodiversité » du SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes doit être décliné dans les documents d'urbanisme locaux (SCoT et PLU) pour devenir opposable à l'échelle de la parcelle.

La carte relative à la biodiversité du SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes montre que le tracé du PA31 se situe sur pour la plus grande partie en « zone perméable naturelle ».

Il existe sur certains sites, notamment le site PJ, des « corridors écologiques à restaurer ».

L'analyse effectuée à ce stade constitue un indice sur le niveau d'enjeu écologique potentiel des secteurs concernés. Il s'agira de vérifier, pour chaque PLU, l'intégration du SRADDET à cet égard.

L'étude de chacun des sites (chapitres 3 à 10) propose des informations détaillées sur les différentes composantes de la trame verte et bleue (TVB, continuités écologiques terrestres et aquatiques). Une déclinaison à l'échelle locale devra être réalisée pour chacun des sites, notamment au moyen de l'analyse de la trame verte et bleue intégrée dans les documents d'urbanisme locaux.

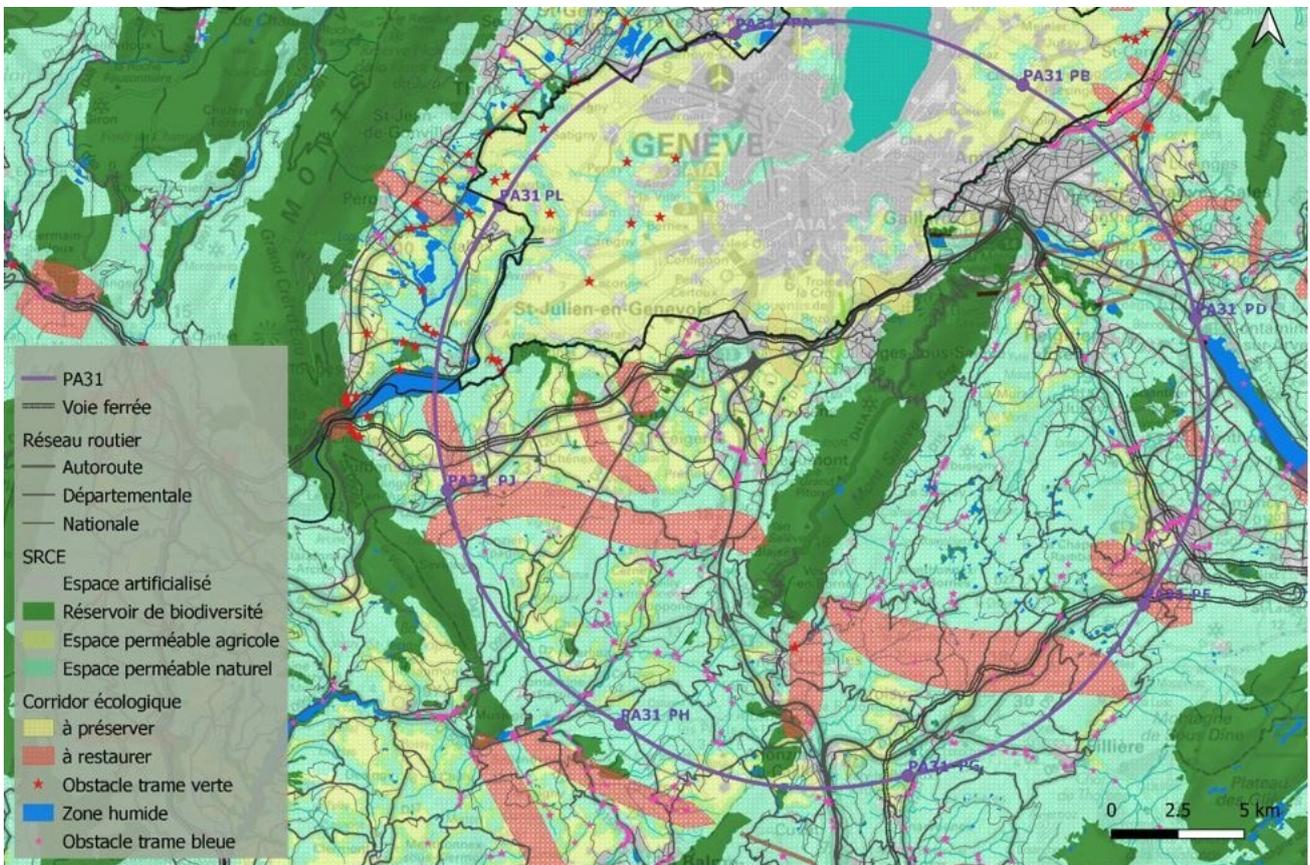


Illustration 111 : Continuités écologiques identifiées au titre du volet « protection et restauration de la biodiversité » du SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes.

⁶³Anciennement SRCE, schéma régional de cohérence écologique.

6.2.8. Continuités écologiques identifiées dans l'infrastructure écologique à Genève

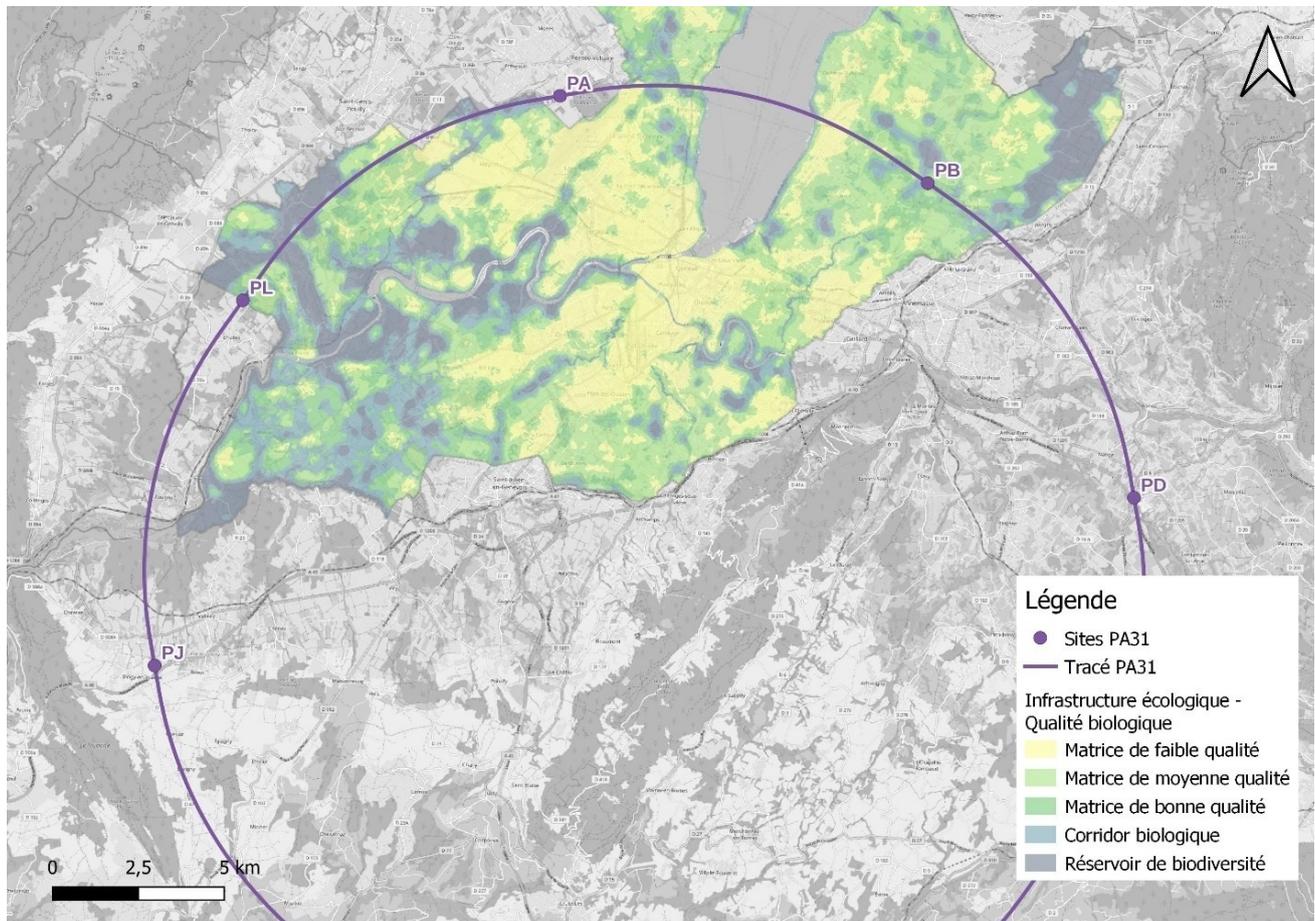


Illustration 112 : Infrastructure écologique à 200 m en 2020 (échelle cantonale). Source : SITG.

L'infrastructure écologique permet d'identifier les secteurs du territoire qui sont les meilleurs sous l'angle écologique (Illustration 112). Cette approche cartographie les réservoirs de biodiversité et les corridors biologiques.

Le site PB est bordé par des réservoirs de biodiversité et des corridors fonctionnels. Il est essentiel de les préserver, voire de les renforcer.

6.2.9. Eaux superficielles

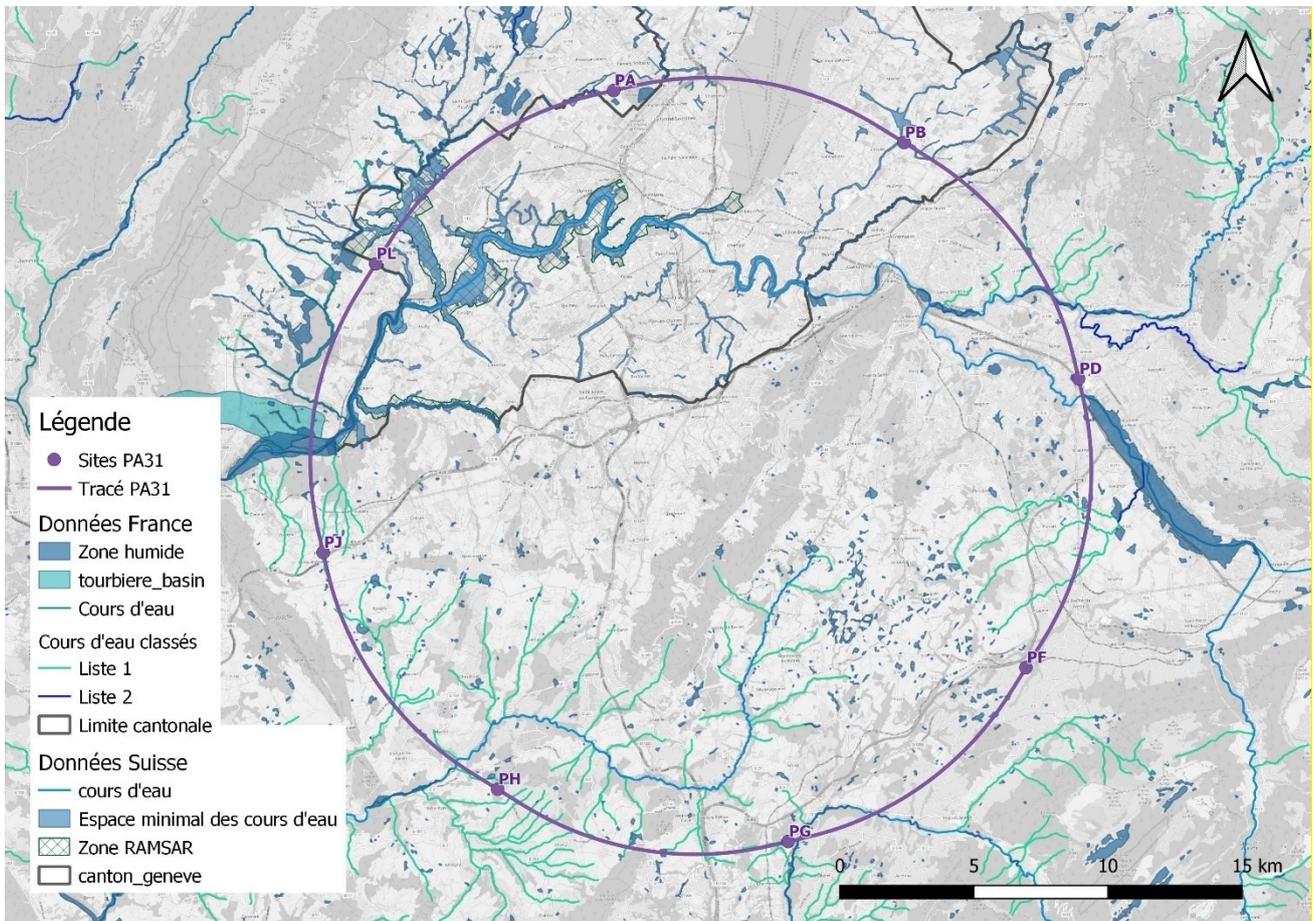


Illustration 113 : Cours d'eau, zones humides et frayères.

Frayères :

Elles sont inventoriées au niveau départemental. Étant donné qu'elles se superposent aux cours d'eau classés, elles n'apparaissent pas sur la carte (Illustration 113). Elles sont cependant bien répertoriées dans les contraintes.

Zones humides :

Les inventaires régionaux de zones humides sont des supports de méthodologie et d'alerte permettant d'examiner la présence potentielle de zones humides sur le secteur d'implantation d'un projet. L'étude minutieuse de chaque site de surface est nécessaire pour une connaissance détaillée du secteur d'implantation, en recoupant indices cartographiques et inventaires complémentaires de terrain.

Cours d'eau :

Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE RMC) établit une hiérarchie des cours d'eau et de leur état. Il existe deux listes :

1. Les cours d'eau classés en liste 1 sont en très bon état écologique et nécessitent une protection complète des poissons migrateurs amphihalins. Afin de ne pas dégrader les milieux aquatiques, aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique (cf. article R214-109 du code de l'environnement).
2. Les cours d'eau classés en liste 2 nécessitent des actions de restauration de la continuité écologique (transport des sédiments et circulation des poissons). Tout ouvrage faisant obstacle doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant.

Le scénario PA31 est concerné par ces deux types de listes. Ces éléments fournissent un premier indice d'un enjeu « cours d'eau » potentiellement fort sur ce site.

6.2.10. Captages d'alimentation en eau potable (AEP) et périmètres de protection

La liste ci-dessous reprend les captages AEP potentiellement affectés par le scénario PA31, qui doivent par conséquent constituer des points de vigilance pour la suite des études.

Les données ont été fournies par l'Agence régionale de santé Auvergne-Rhône-Alpes.

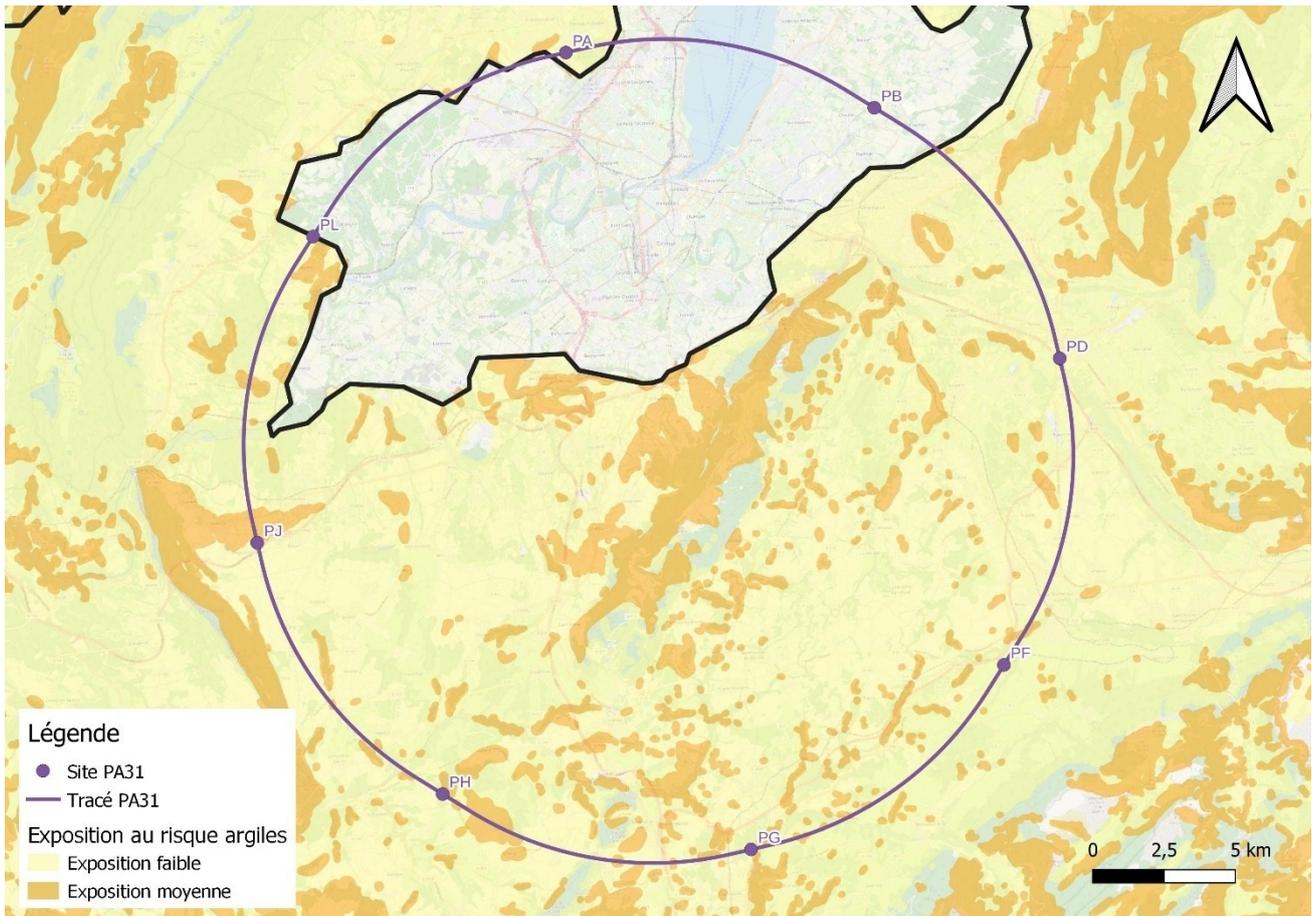
Les données de ce paragraphe sont confidentielles et non publiques. Leur usage est strictement restreint à la présente étude pour la prise en compte de ces enjeux et leur évitement. Le document contenant ces données est en ligne sur Zenodo avec un accès restreint : <https://doi.org/10.5281/zenodo.10184739>.

Pendant la phase de développement technique détaillée, la protection des captages AEP et des périmètres de protection en France peut donner lieu à des investigations hydrogéologiques complémentaires. Les zones de protection des eaux, en Suisse, sont également représentées sur l'illustration suivante. Aucune zone de protection en Suisse n'est concernée.

6.2.11. Risques naturels et technologiques

6.2.11.1. Gonflement des argiles

Sur l'ensemble du tracé, il existe un risque de retrait/gonflement des argiles faible à moyen pour les sites PG, PH et PJ (Illustration 114). Il convient de prendre en compte ce risque par l'adoption, le cas échéant, de mesures spécifiques en matière de construction. Le maître d'œuvre devra intégrer ce risque dans les choix techniques et le dimensionnement de tous les types d'infrastructures : accès et bâtiments de surface, par exemple, dont les fondations devront résister aux conséquences des phénomènes de retrait/gonflement des argiles.



*Illustration 114 : Risques naturels : retrait/gonflement des argiles (France).
Des données similaires pour la Suisse sont disponibles sur le SITG (couche « sols de fondation »⁶⁴).*

⁶⁴ SITG, couche « sols de fondation » : https://map.sitg.ge.ch/app/?portalresources=GOL_SOLS_FONDATION

6.2.11.2. Risques naturels de mouvement de terrain et d'inondation

Les sites de surface PF et PD sont concernés par un plan de prévention des risques naturels, plus particulièrement par un plan de prévention du risque inondation (PPRI, voir Illustration 115).

Ils sont également définis comme des territoires à risques importants d'inondation (TRI). Une carte est établie pour chaque puits figurant sur un TRI. Dans les secteurs où le TRI est prioritaire, il impose l'élaboration d'une stratégie concertée en matière d'inondation, notamment d'un PPRI.

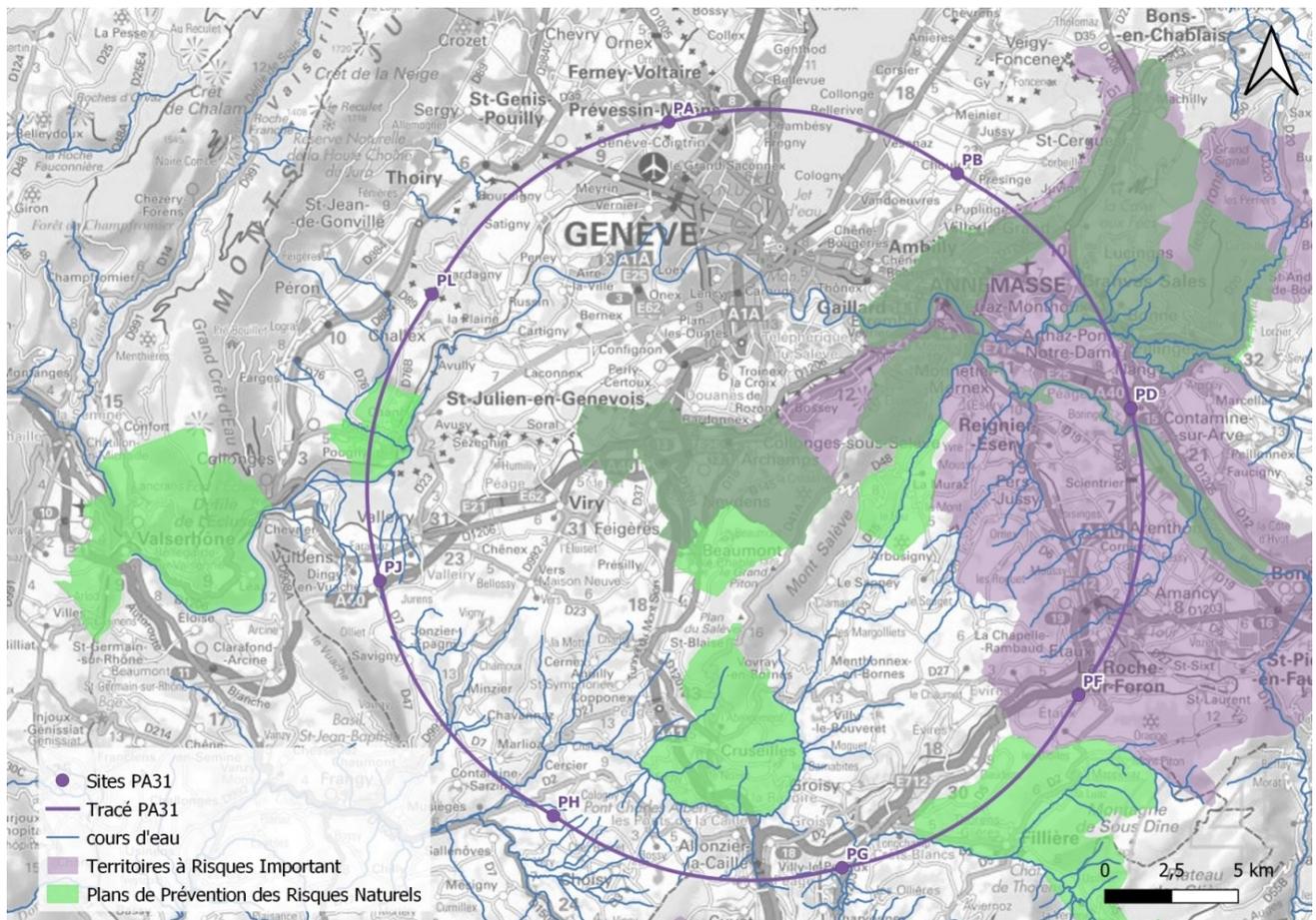


Illustration 115 : Risques naturels de mouvements de terrain et d'inondation.

En Suisse, le secteur se situe dans une zone de risque faible au regard des inondations de la Seymaz. Cependant, ce danger est considéré comme résiduel. Un périmètre de sécurité non constructible est à respecter en bordure du secteur pré-identifié (Illustration 116). De plus, la zone forêt bordant la Seymaz à l'ouest de la zone est un secteur à préserver, d'une part, par son statut de forêt, d'autre part, du fait qu'il est considéré comme un « espace minimal » assurant la gestion du cours d'eau. Il se superpose aux zones de protection de la nature, ce qui assure une cohérence entre les enjeux territoriaux.

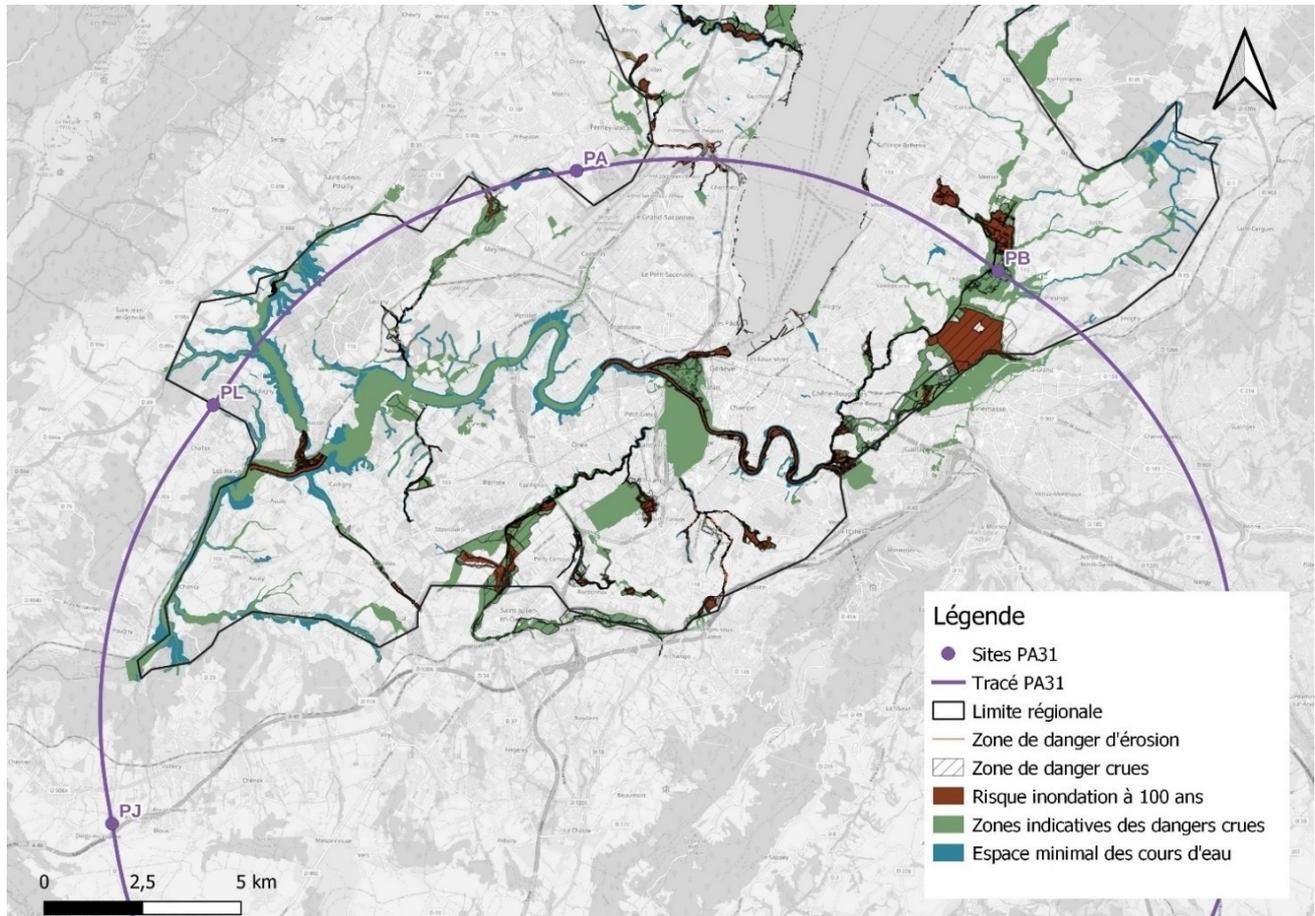
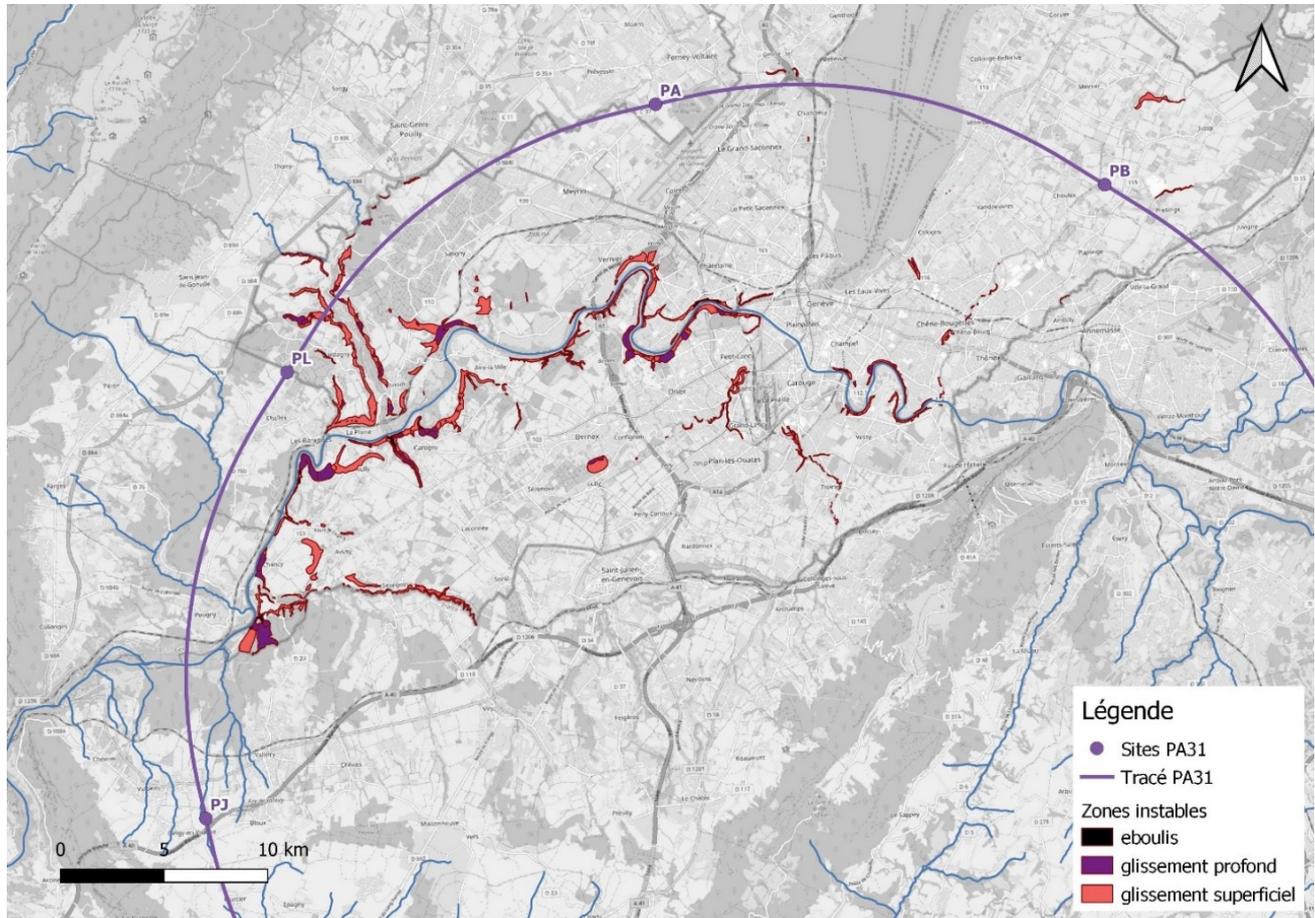


Illustration 116 : Risques naturels liés à l'eau dans le canton de Genève. Données issues du SITG (espace minimal des cours d'eau, zones de danger de crues et zones de risque d'inondation).

En Suisse, le tracé du PA31 traverse des zones de glissements de terrain profonds et superficiels. Il n'existe pas de zone instable sur les sites de surface PL, PA et PB (Illustration 117).



*Illustration 117 : Risques naturels liés au risque de glissements de terrain profonds et superficiels dans le canton de Genève.
Données issues du SITG.*

6.2.11.3. Séismes

Le tracé du FCC est globalement concerné par un risque sismique modéré à moyen du côté français (Illustration 118). Du côté suisse, les sols de fondation appartiennent aux classes A, B, C, D et E (Illustration 119). Il convient de prendre en compte ce risque sismique par l'adoption, le cas échéant, de mesures spécifiques en matière de construction.

Ces informations sont portées à la connaissance des propriétaires et des maîtres d'œuvre d'infrastructures ou de bâtiments.

Les bâtiments de surface devront résister aux risques sismiques détectés.

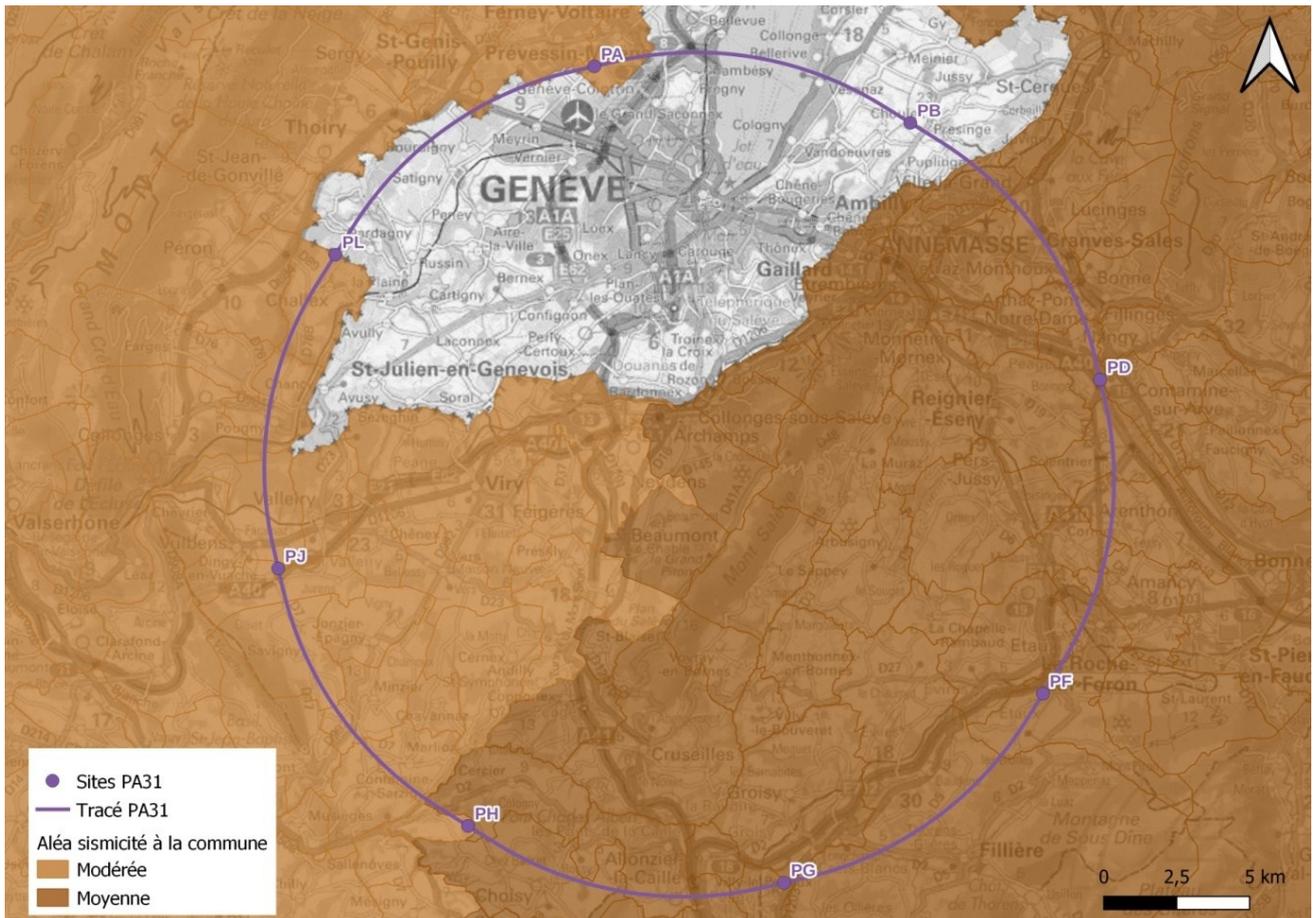


Illustration 118 : Risque sismique sur le territoire français.

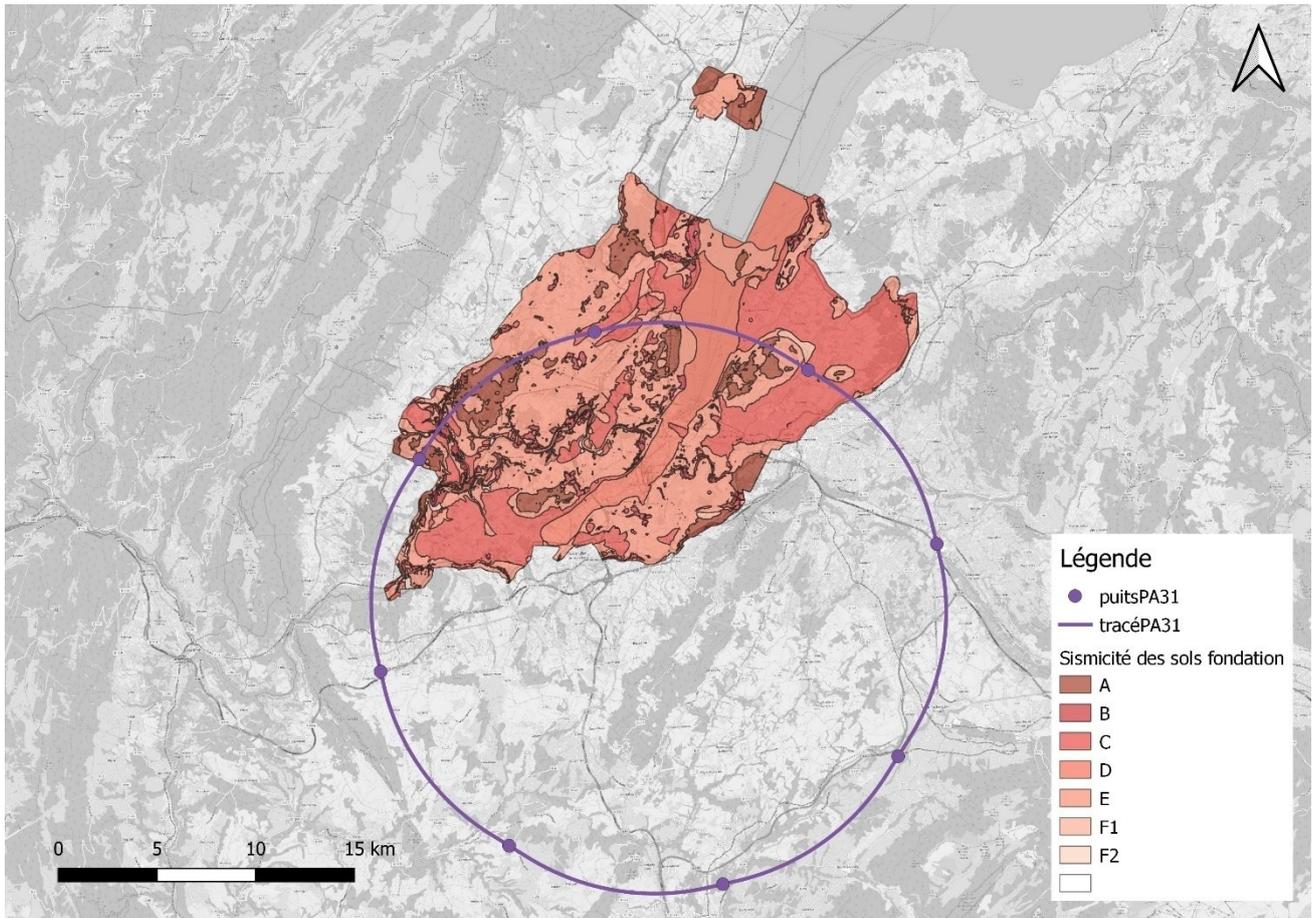


Illustration 119 : Sismicité des sols de fondation sur le territoire suisse.

6.2.11.4. Risques technologiques

Du côté français, les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) sont nombreuses sur le tracé du PA31 (Illustration 120).

Les autres sites se situent à proximité de différentes ICPE. Aucune de ces ICPE n'est classée Seveso (sites industriels présentant des risques d'accidents majeurs, nécessitant un haut niveau de prévention). La plus grande proximité entre une ICPE et un site de surface est relevée au site PD.

Une ICPE est une installation exploitée ou détenue par une personne physique ou morale, publique ou privée, qui peut présenter des dangers ou des nuisances pour la commodité des riverains, la santé, la sécurité, la salubrité publique, l'agriculture, la protection de la nature et de l'environnement, la conservation des sites et des monuments.

La loi définit et encadre les procédures relatives aux ICPE, ainsi que la manière dont ces installations doivent être gérées, afin de réduire les risques et les impacts relatifs à ces installations et d'évaluer les aléas technologiques qu'elles présentent.

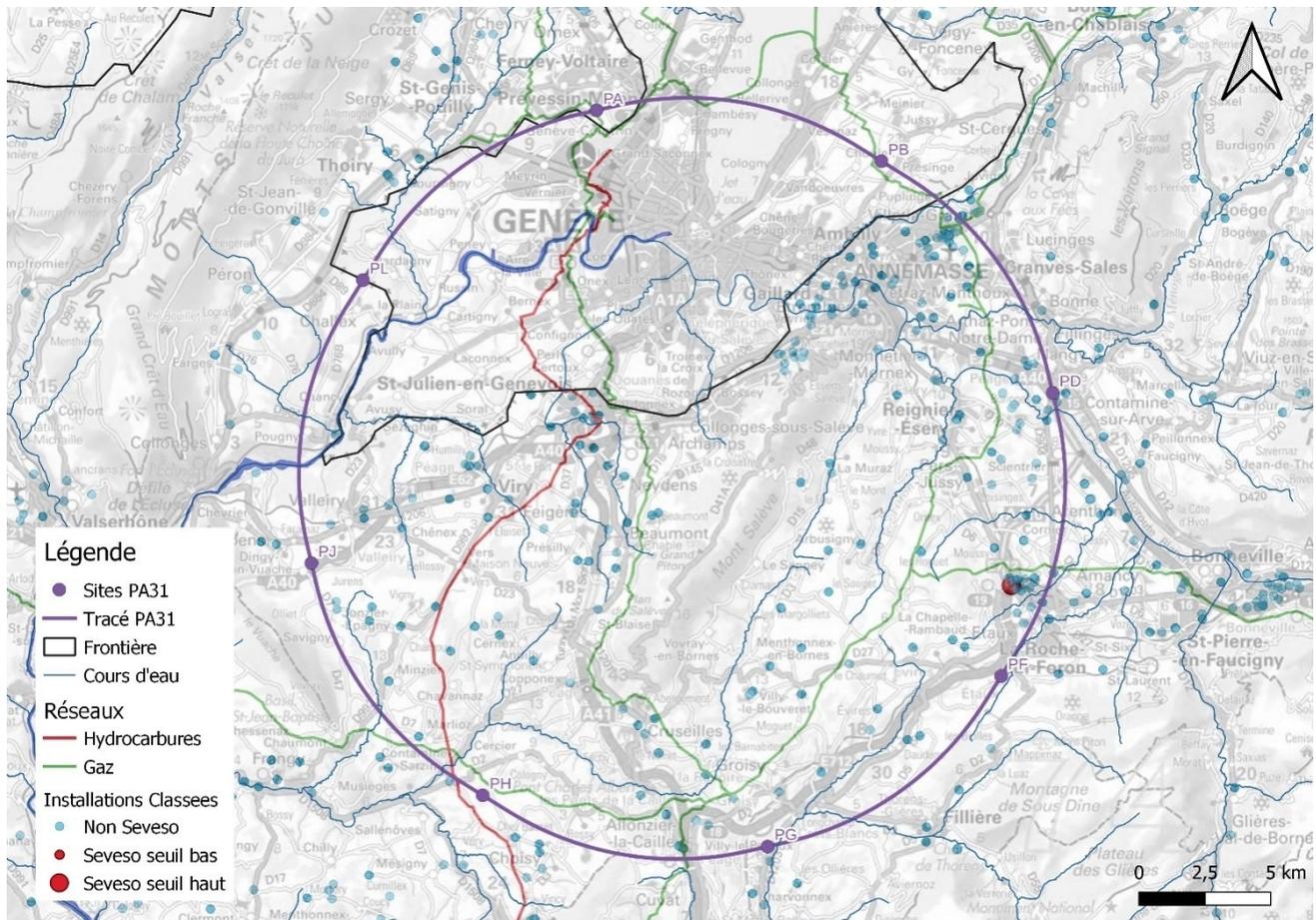


Illustration 120 : Risques technologiques en France. Source : Géorisques.

En Suisse, il existe un cadre juridique de protection contre les accidents majeurs (Illustration 121). Le transport, la manipulation et le stockage en grande quantité de substances chimiques ou biologiques doivent être assurés dans le respect de toutes les mesures de sécurité nécessaires pour prévenir un accident majeur. L'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM) vise à protéger la population et l'environnement des graves conséquences résultant d'accidents majeurs. Les installations soumises à l'OPAM sont :

- les entreprises utilisant ou entreposant de grandes quantités de substances, préparations ou déchets spéciaux, de même que celles utilisant en milieu confiné des organismes pathogènes, génétiquement modifiés ou exotiques pour les activités des classes 3 ou 4 selon l'ordonnance du 9 mai 2012 sur l'utilisation confinée ;
- les routes de grand transit ;
- les installations ferroviaires transportant ou transbordant des marchandises ;
- les gazoducs et les oléoducs.

Chacune de ces installations est une source potentielle de risques, évaluée dans un contexte précis. Une carte recense toutes les installations soumises à l'OPAM et indique le périmètre de consultation dans lequel des évaluations de risques sont à prévoir en parallèle d'une coordination avec l'autorité compétente à l'échelle cantonale ou fédérale. Dans le cas d'un projet de construction situé dans le périmètre de consultation, l'analyse de risques définira ce qui est réalisable, à condition d'adopter, éventuellement, des mesures de protection spécifiques ou de déterminer des contraintes d'affectation. La coordination requise à cet effet fait l'objet d'un guide de planification (*Coordination aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs*⁶⁵).

⁶⁵ <https://www.are.admin.ch/are/fr/home/media-et-publications/publications/strategie-et-planification/planungshilfe-koordination-raumplanung-und-stoerfallvorsorge.html>

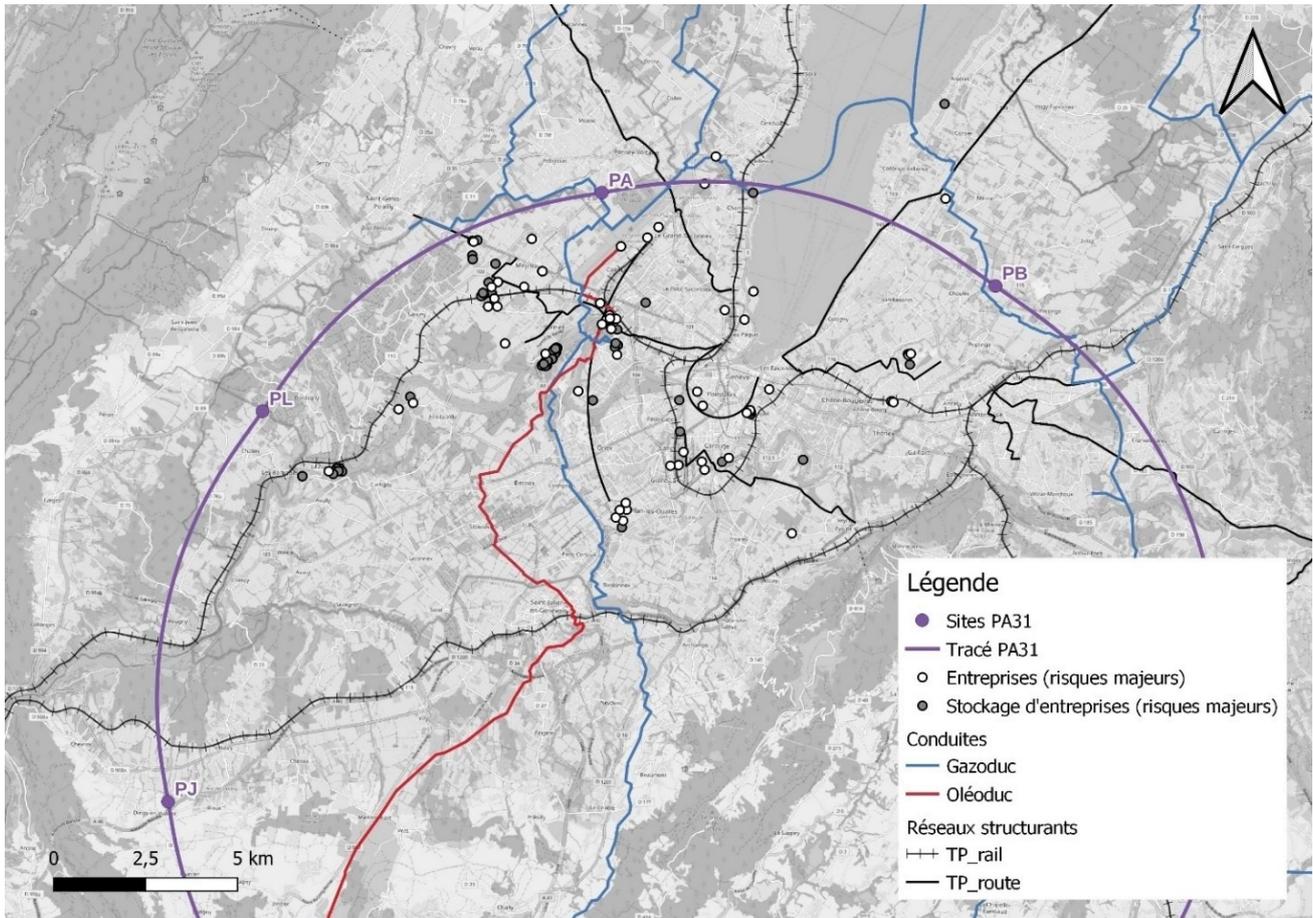


Illustration 121 : Risques technologiques dans le canton de Genève. Les données suisses relatives au périmètre des entreprises à risques majeurs et aux routes de transit sont sensibles et non diffusables.

6.2.11.5. Sols pollués en France

Il n'existe pas de sols pollués répertoriés par la base de données BASOL sur les différents sites envisagés. La base de données BASIAS ne relève aucun site pollué à l'emplacement des sites. Si des sites pollués existaient, ils pourraient présenter un risque pour le creusement du tunnel et la gestion des déblais.

6.2.11.6. Sols pollués en Suisse

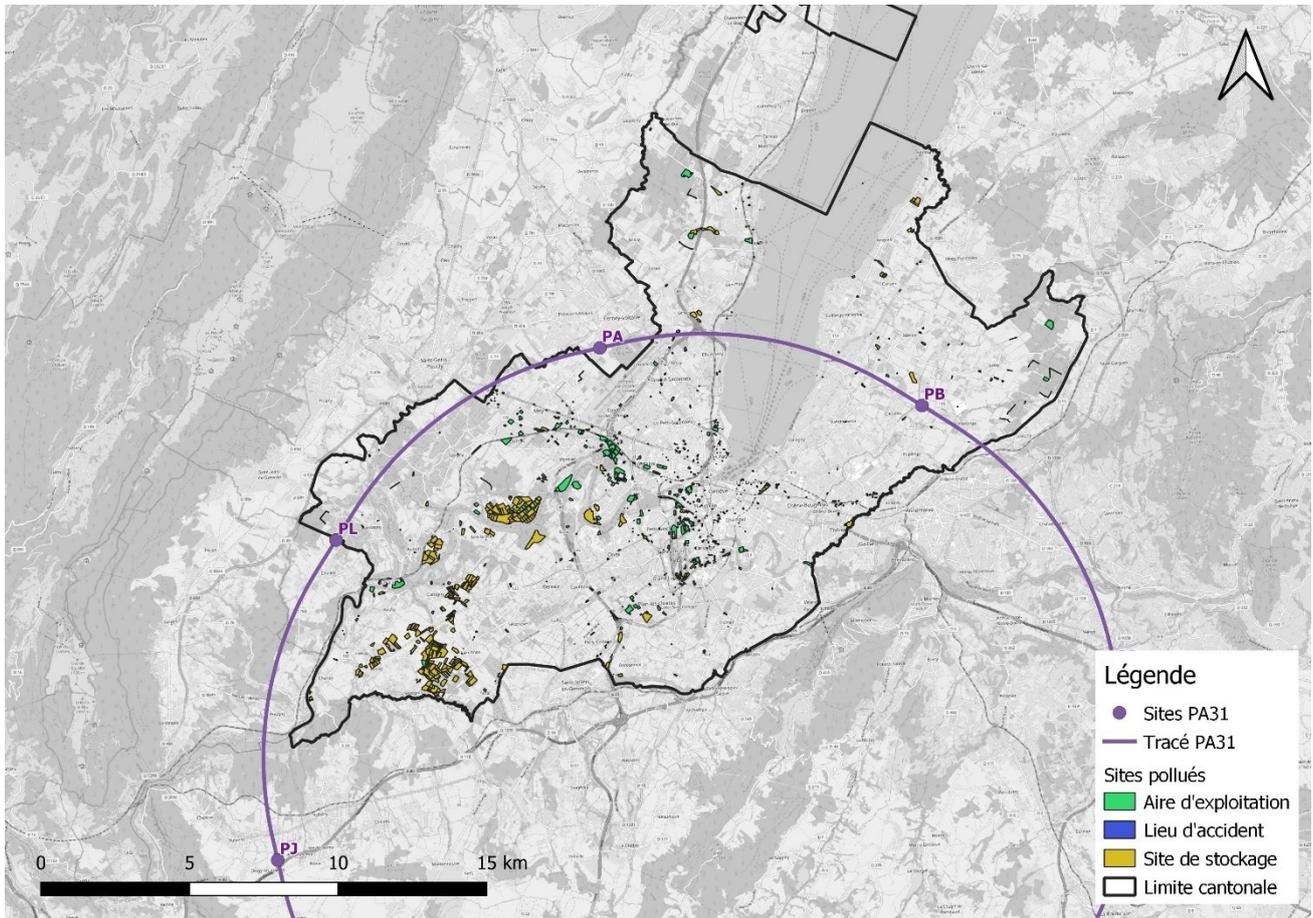


Illustration 122 : Sites pollués en Suisse. Source : SITG.

Le site PB en Suisse ne se trouve pas à proximité d'une aire d'exploitation, d'un lieu d'accident ou d'un site de stockage recensé par le canton de Genève. Il en est de même pour les sites PA et PL en France. Le tracé passe à proximité de certaines aires d'exploitation.

6.2.12. Densité de la population

Si de nombreuses communes traversées par le tracé sont peu peuplées, il y a néanmoins quelques agglomérations, qui présentent des contextes architecturaux et paysagers très sensibles. Les itérations d'emplacement des sites de surface ont donc recherché l'éloignement des zones d'habitations.

Le FCC concerne une zone dynamique où l'attractivité économique est forte (Illustration 123). La carte montre un tissu urbain relativement dense par rapport à la moyenne française et un habitat relativement dispersé sur l'ensemble du territoire concerné. L'enjeu de la proximité des habitats et des activités humaines est a priori fort sur l'ensemble du secteur.

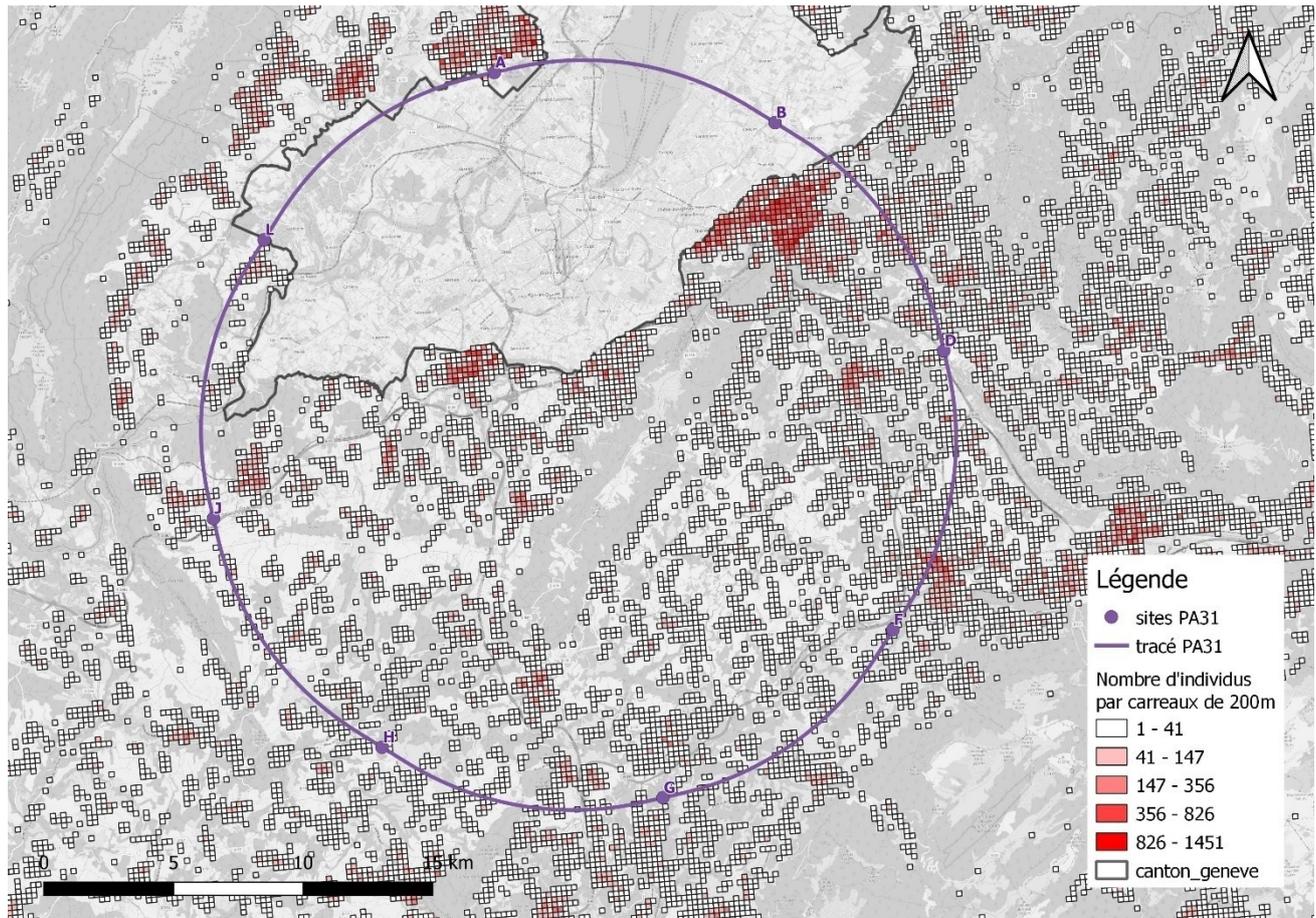


Illustration 123 : Densité de population en France.

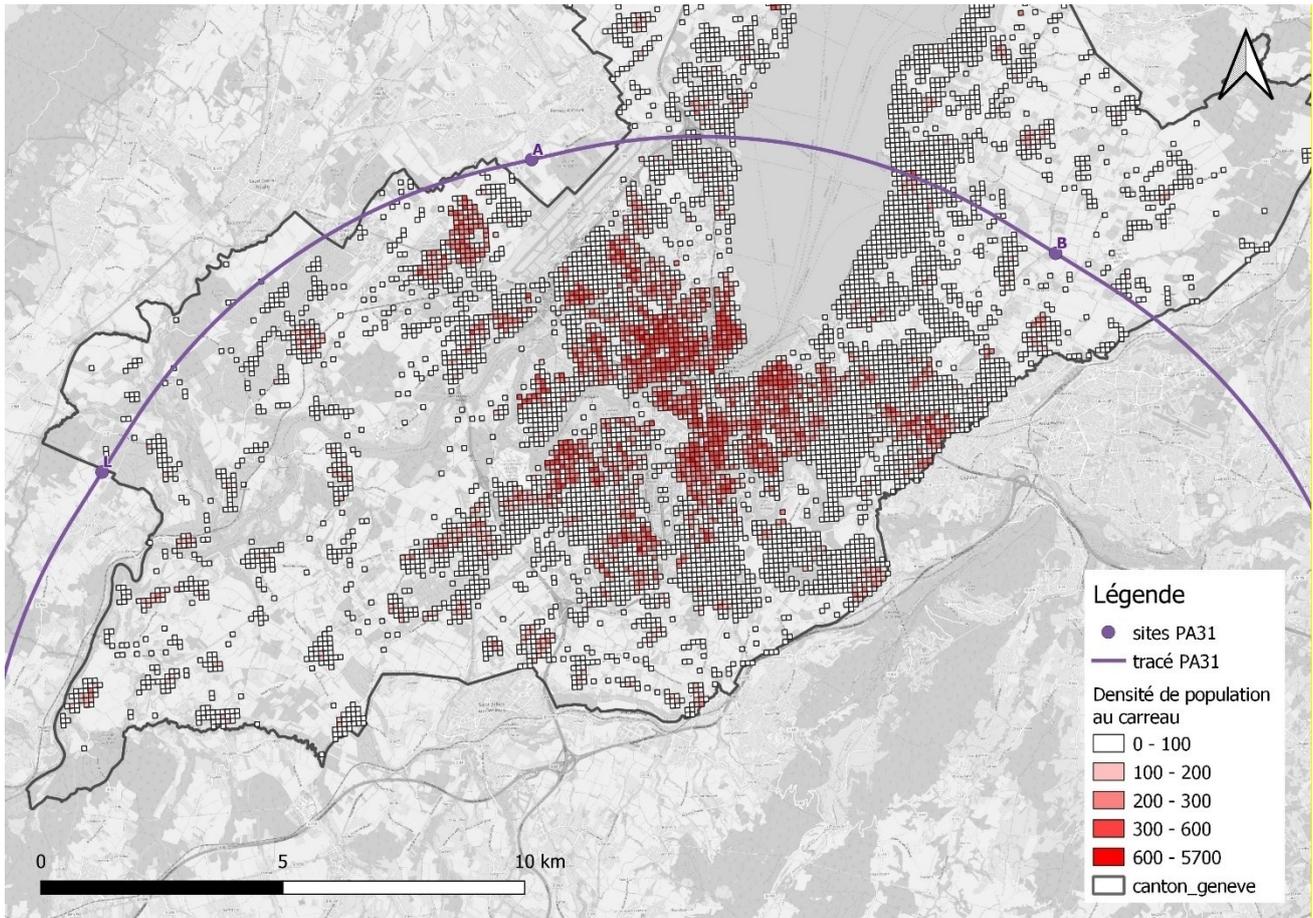
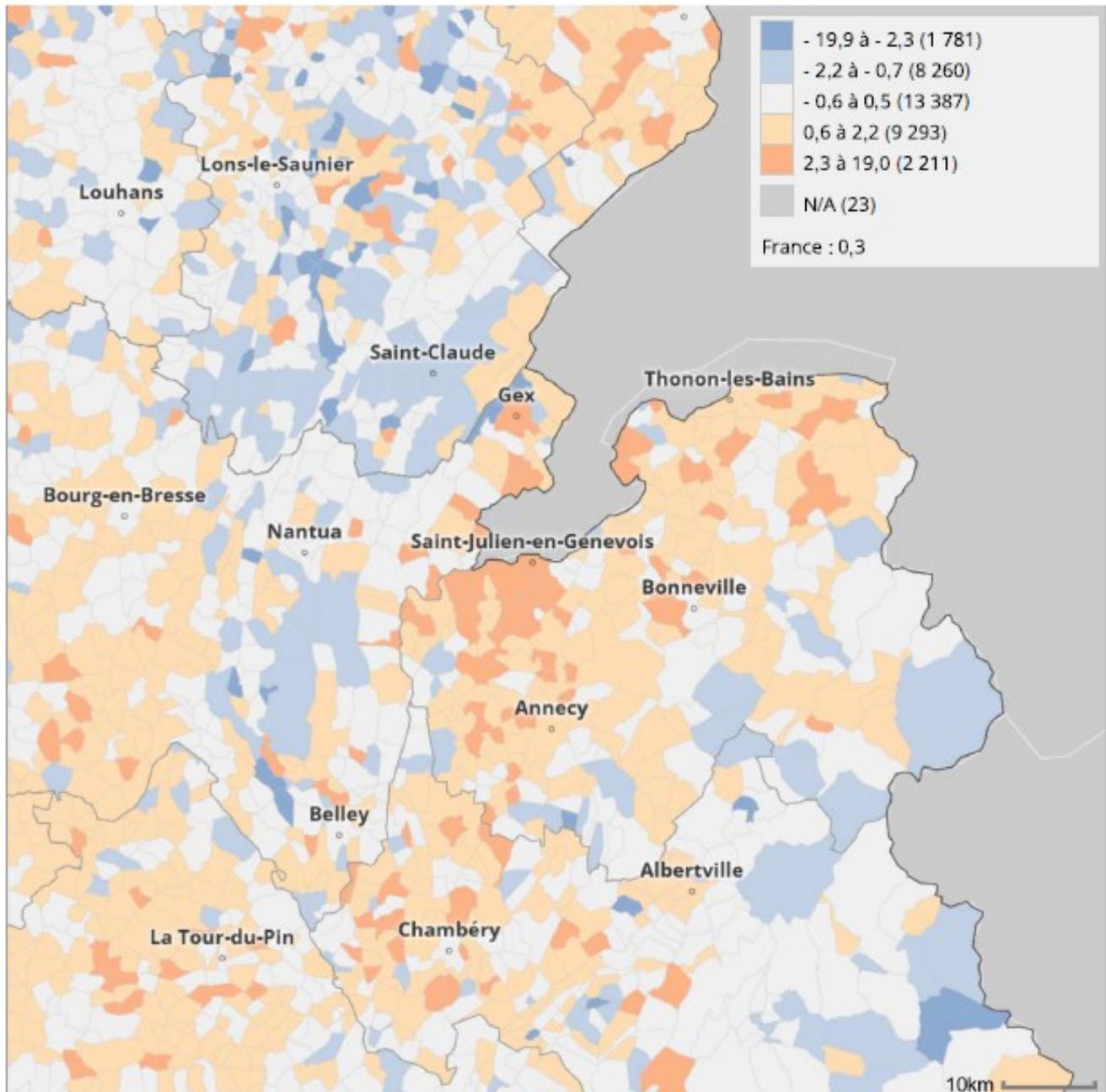


Illustration 124 : Carte de la densité de la population en Suisse. Source : SITG.



© IGN - Insee 2022

Illustration 125 : Carte de l'évolution annuelle moyenne de la population entre 2014 et 2020 en France.
Source : INSEE 2022.

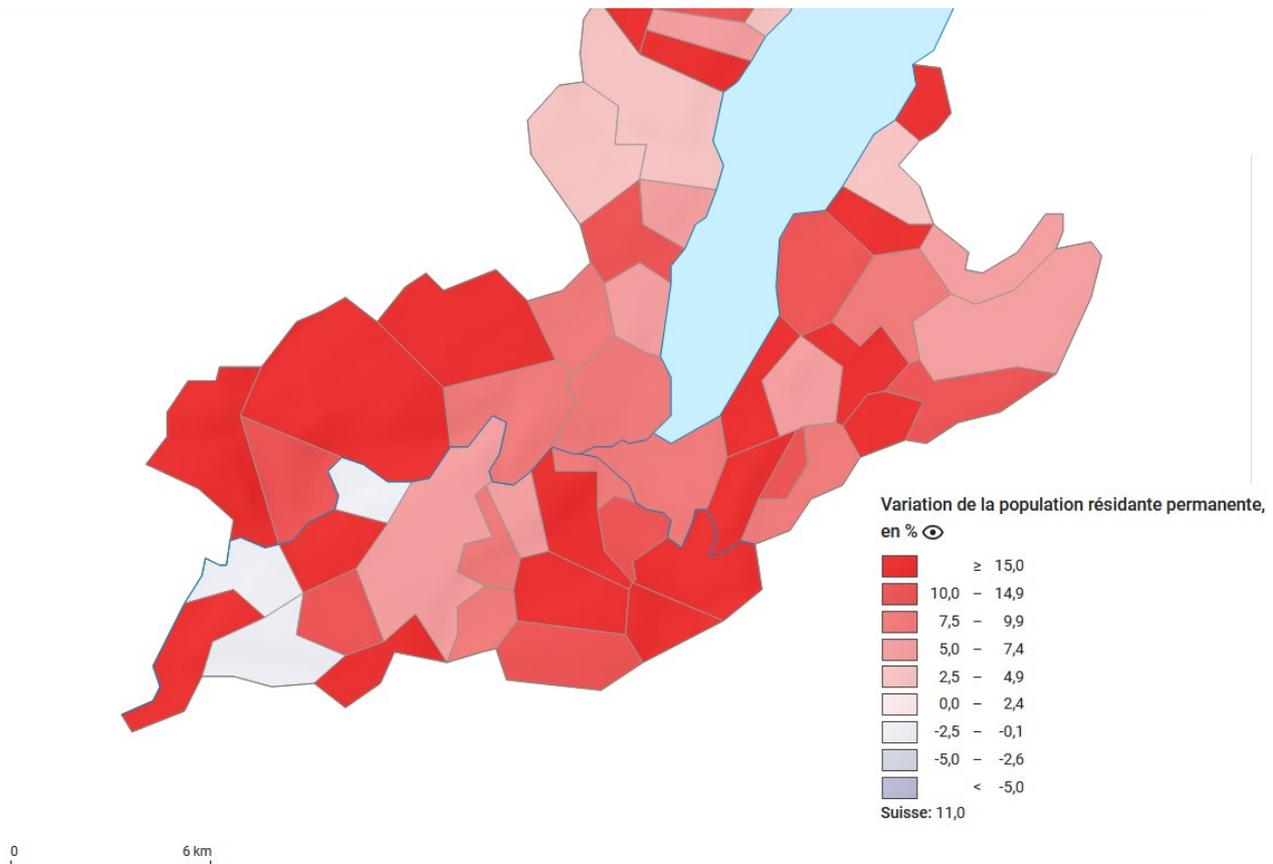


Illustration 126 : Variation de la population résidante permanente en Suisse sur la période 2010-2021.

Source : Office fédéral de la statistique.

Les données d'évolution démographique en Suisse et en France (Illustration 125 et Illustration 126) montrent une croissance relativement forte des régions ces dix dernières années, en particulier dans la zone frontalière et au sud de celle-ci (secteur de Saint-Julien-en-Genevois).

6.2.13. Situation démographique et emplois

La situation démographique des secteurs concernés (Pays de Gex et département de la Haute-Savoie en France, canton de Genève en Suisse) est indiquée dans le tableau suivant.

Tableau 22 : Situation démographique des secteurs concernés.

	Pays de Gex ⁶⁶	Département de Haute-Savoie	Canton de Genève ⁶⁷
Population	98 257 (en 2019)	826 094 (en 2019)	508 774 (en 2020)
Densité de la population	242,7 par km ² (en 2019)	188,3 par km ² (en 2019)	1 793 par km ²
Taux de croissance	2,3 % par année	1,2 % par année	0,8 % par année
Nombre de ménages	42 030 (en 2019)	366 281 (en 2019)	206 000 (en 2014)
Taux d'étrangers	32 % ⁶⁸ (en 2017)	12,7 % ⁶⁹	41 %
Nombre d'emplois	20 004 (en 2019)	305 756 (en 2019)	276 000 ⁷⁰ (en 2018)

En France comme en Suisse, les cartes précédentes et les analyses réalisées par les agglomérations du Grand Genève⁷¹ et du Grand Annecy⁷² montrent le dynamisme du secteur s'agissant de la croissance de la population à l'horizon 2040. Par rapport à cette croissance, le chiffre de résidents liés aux programmes de recherche du CERN restera probablement assez constant.

Actuellement, on compte environ 8 800 personnes résidant en France ou en Suisse qui travaillent dans la région pour un des programmes de recherche du CERN (Illustration 127). Environ deux tiers d'entre eux vivent en France et un tiers habite en Suisse.

Même en tenant compte d'un effectif total d'environ 15 000 personnes, comprenant à la fois les résidents permanents et les chercheurs visiteurs présents temporairement sur le campus et les sites, ce nombre peut sembler relativement faible par rapport à la population totale du territoire, soit près d'1 400 000 habitants du territoire (Pays de Gex, Haute-Savoie et canton de Genève).

⁶⁶ <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1405599?geo=EPCI-240100750>

⁶⁷ <https://www.bfs.admin.ch/asset/fr/21904077>

⁶⁸ <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3569308?sommaire=3569330&geo=EPCI-240100750>

⁶⁹ <https://www.linternaute.com/ville/haute-savoie/departement-74>

⁷⁰ <https://www.grand-geneve.org/habitants-et-emplois/>

⁷¹ https://www.grand-geneve.org/wp-content/uploads/cahier_19-4_projections_population_et_emplois_pa4.pdf

⁷² Grand Annecy - Projet de territoire, <https://omnibook.com/library/77afe73c-392b-43d8-abad-b5992029a0f4>

Grâce au programme FCC, près de 14 500 emplois seront pourvus ou créés en France et en Suisse⁷⁴ : 6 000 emplois directs liés au projet dans les domaines de la science, de l'ingénierie, de l'administration et de la gestion des sites ; 8 500 emplois indirects et induits dans les deux États hôtes. On prévoit que près de 1 200 emplois seront créés en France et 200 en Suisse pendant la phase d'investissement (construction et mise en œuvre). Près de 3 400 emplois pourraient être liés aux dépenses de fonctionnement de l'infrastructure de recherche dans la région. Environ 1 200 emplois durables sont prévus dans les secteurs d'approvisionnement en ressources nécessaires au fonctionnement, par exemple l'énergie verte.

Pendant toute la durée du programme FCC, près de 2 800 emplois durables devraient être liés au tourisme (environ 250 000 à 300 000 visiteurs du CERN et du FCC par an). Du point de vue de la vitalité des économies nationales française et suisse, la création de 14 500 emplois liés au FCC ne serait pas négligeable au regard du nombre total d'emplois dans la région, à savoir 600 000. Les secteurs d'activités qui en profiteraient le plus seraient :

- les activités de construction ;
- l'industrie, de manière générale ;
- la fabrication de matériaux et de produits ;
- la fabrication de machines et d'équipements électriques ;
- le commerce de gros et de détail ;
- le transport et le stockage ;
- les services professionnels, scientifiques et techniques ;
- les services administratifs et de soutien.

⁷⁴ G. Streicher, « Building CERN's Future Circular Collider. An Estimation of its Impact on Value Added and Employment », WIFO, 9 January 2023, <https://doi.org/10.5281/zenodo.7382706>

6.2.14. Unités paysagères

L'examen des unités paysagères (Illustration 128) permet de disposer d'éléments de réflexion à intégrer à un stade précoce dans les projets de planification ou d'aménagement. Ces premiers éléments d'analyse du paysage dans le contexte de l'environnement éclairent très utilement l'analyse de l'état initial et guideront les études d'impact futures.

Le tracé s'insère dans des « paysages émergents », des « paysages agraires » et des « paysages marqués par de grands équipements » selon la typologie des paysages en sept familles définie par l'Observatoire régional des paysages de Rhône-Alpes⁷⁵.

La conception architecturale des sites prendra en compte les caractéristiques paysagères propres à chacune de ces zones.

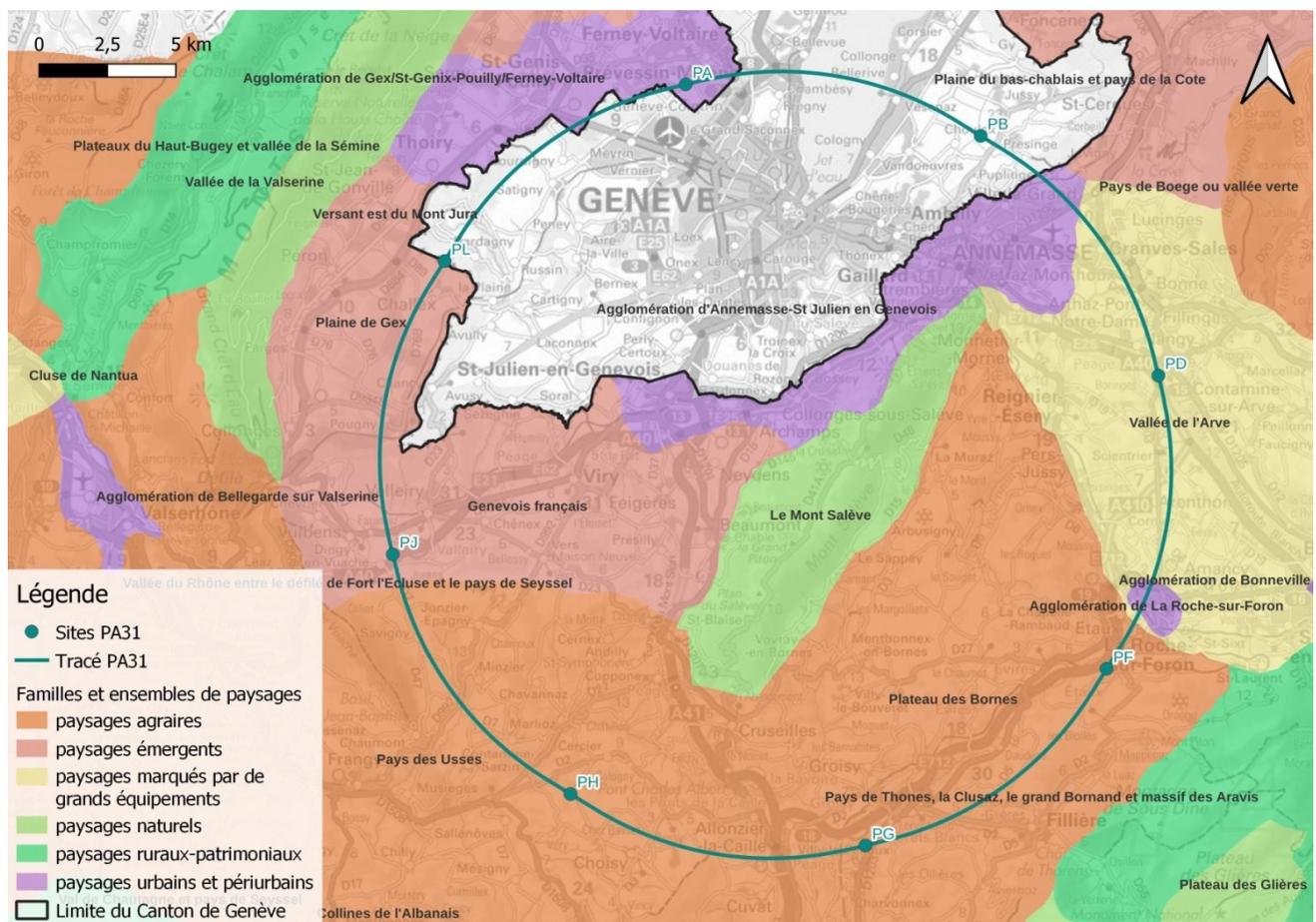


Illustration 128 : Unités paysagères en France.

En Suisse, les unités paysagères ne sont pas définies au niveau cantonal. Un document sur la conception cantonale du paysage, en cours de réalisation, apportera un éclairage complémentaire dans les phases ultérieures de l'étude.

⁷⁵ <http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/observatoire-des-paysages-en-rhone-alpes-a10298.html>

6.2.15. Protection paysagère

On ne trouve pas de sites classés ou inscrits ni sur le tracé du FCC, ni à proximité des sites de surface (Illustration 129). En outre, aucun site ne se trouve dans le parc naturel régional (PNR) du Haut-Jura.

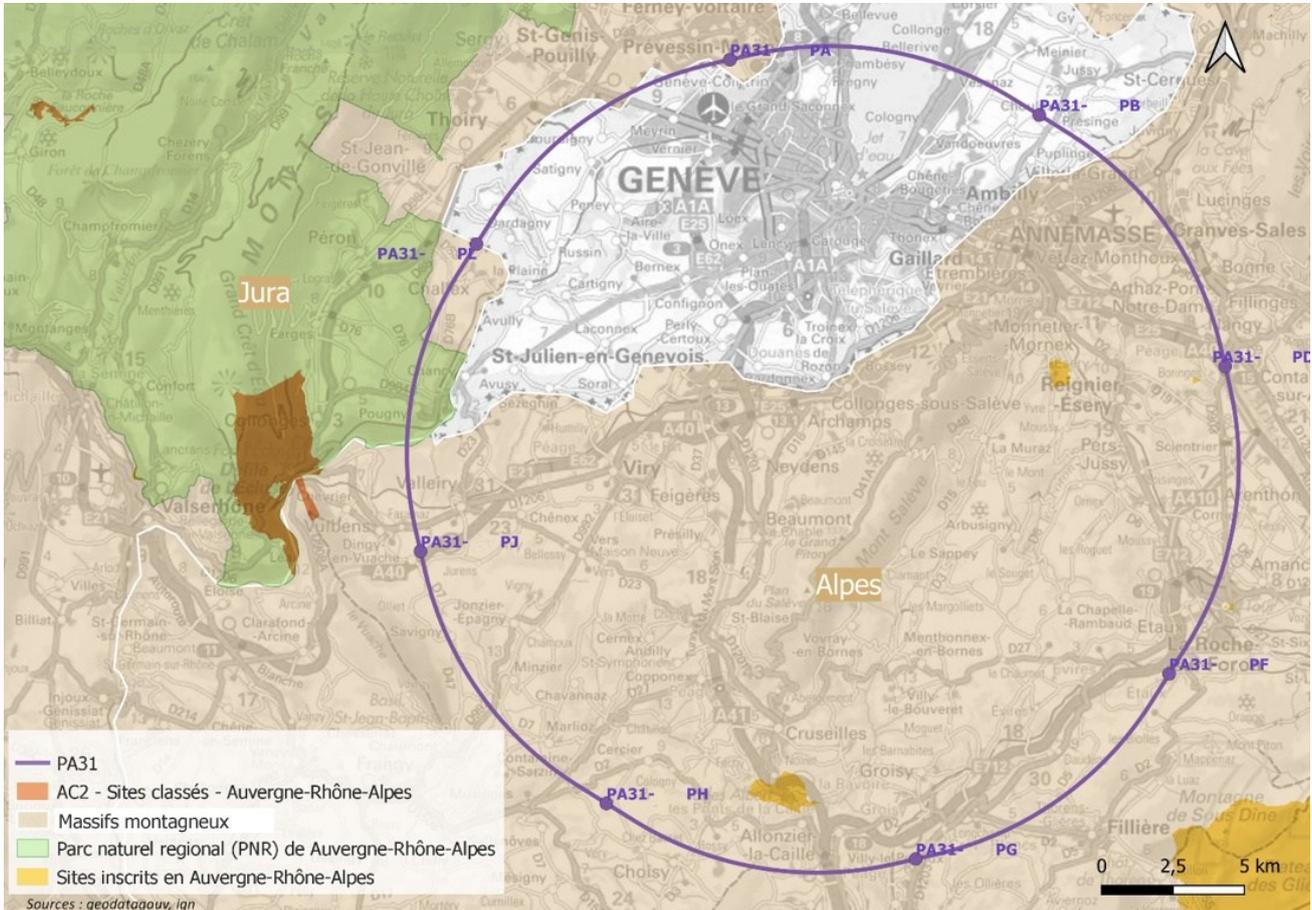


Illustration 129 : Protections paysagères en France.

À Genève, une multitude de secteurs et d'entités protégées forment le paysage naturel, culturel et identitaire du canton.

Le site PB subit l'influence directe des voies historiques de communication. Les autres périmètres protégés ou classés ne sont pas concernés par le site de surface PB (Illustration 130).

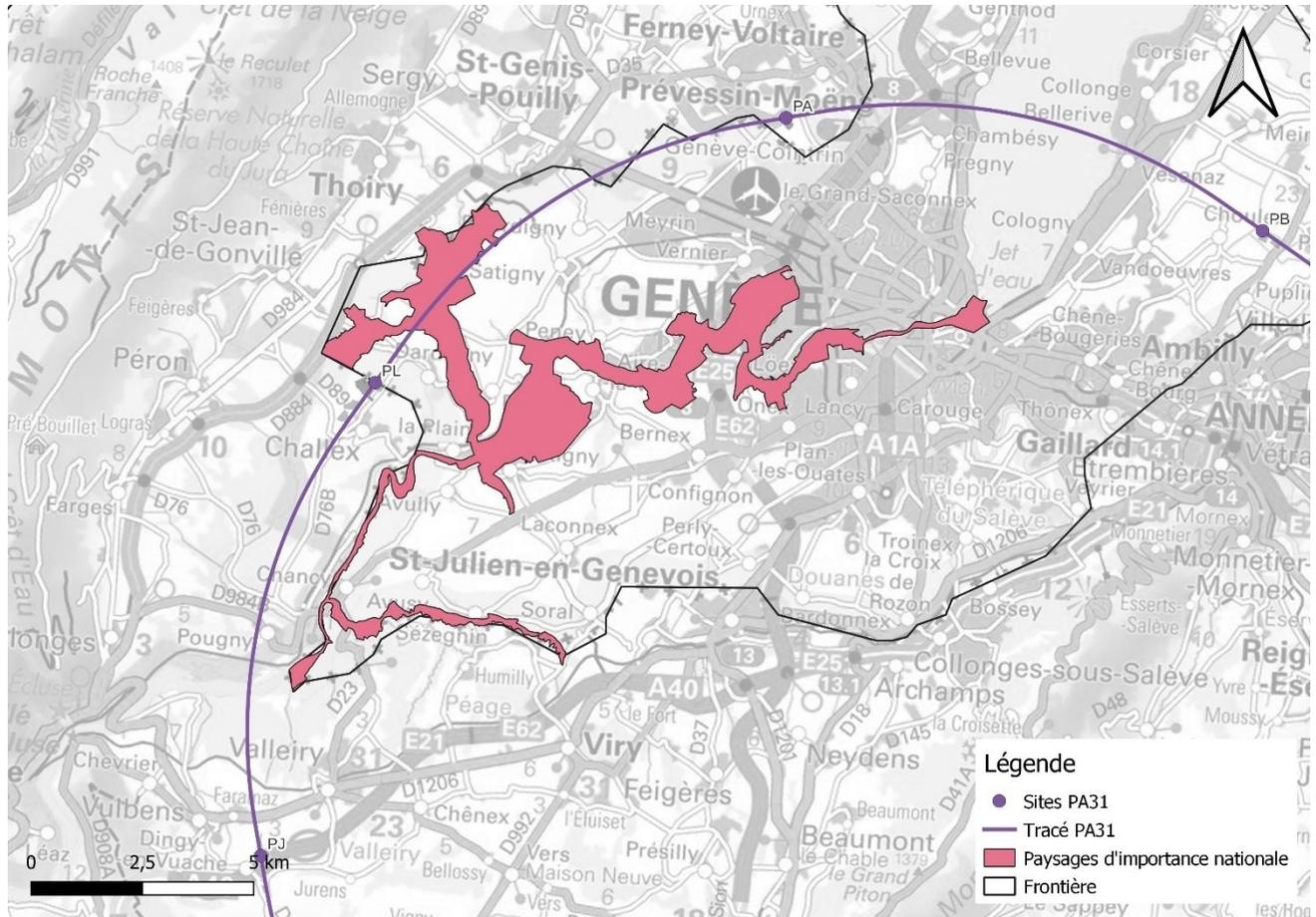


Illustration 130 : Protections paysagères dans le canton de Genève.

6.2.16. Documents d'urbanisme

6.2.16.1. Dispositions relatives à la loi Montagne en France

L'ensemble du tracé du FCC, sur toutes les communes, est soumis à la loi Montagne et aux dispositions du code de l'urbanisme (articles L 122-5 à 7).



Illustration 131 : Règles d'urbanisation dans les communes et territoires soumis à la loi Montagne.

Le tableau ci-dessus (Illustration 131) met en évidence les règles d'urbanisation dans les communes et territoires concernés par la loi Montagne :

- l'urbanisation en continuité avec les zones actuellement urbanisées ;
- la préservation des terres nécessaires au maintien et au développement des activités, agricoles, et forestières ;
- la préservation des espaces, paysages et milieux caractéristiques du patrimoine naturel et culturel montagnard.

Exceptions prévues par la réglementation

Sous réserve de confirmation par les DDT (Directions départementales des territoires), le CERN serait concerné par deux clauses d'exception à la loi Montagne. Ne sont pas soumises à cette réglementation⁷⁶ :

- les installations ou les équipements publics incompatibles avec le voisinage de zones habitées ;
- les installations et ouvrages nécessaires aux établissements scientifiques (...) et aux services publics autres que les remontées mécaniques si leur localisation dans ces espaces correspond à une nécessité technique impérative (article L122-3 du code de l'urbanisme).

En conséquence, les DDT détermineront si les règles en matière d'urbanisme reprises aux articles L 122-5 à 7 du code de l'urbanisme devront s'appliquer, ou non, aux sites de surface du FCC.

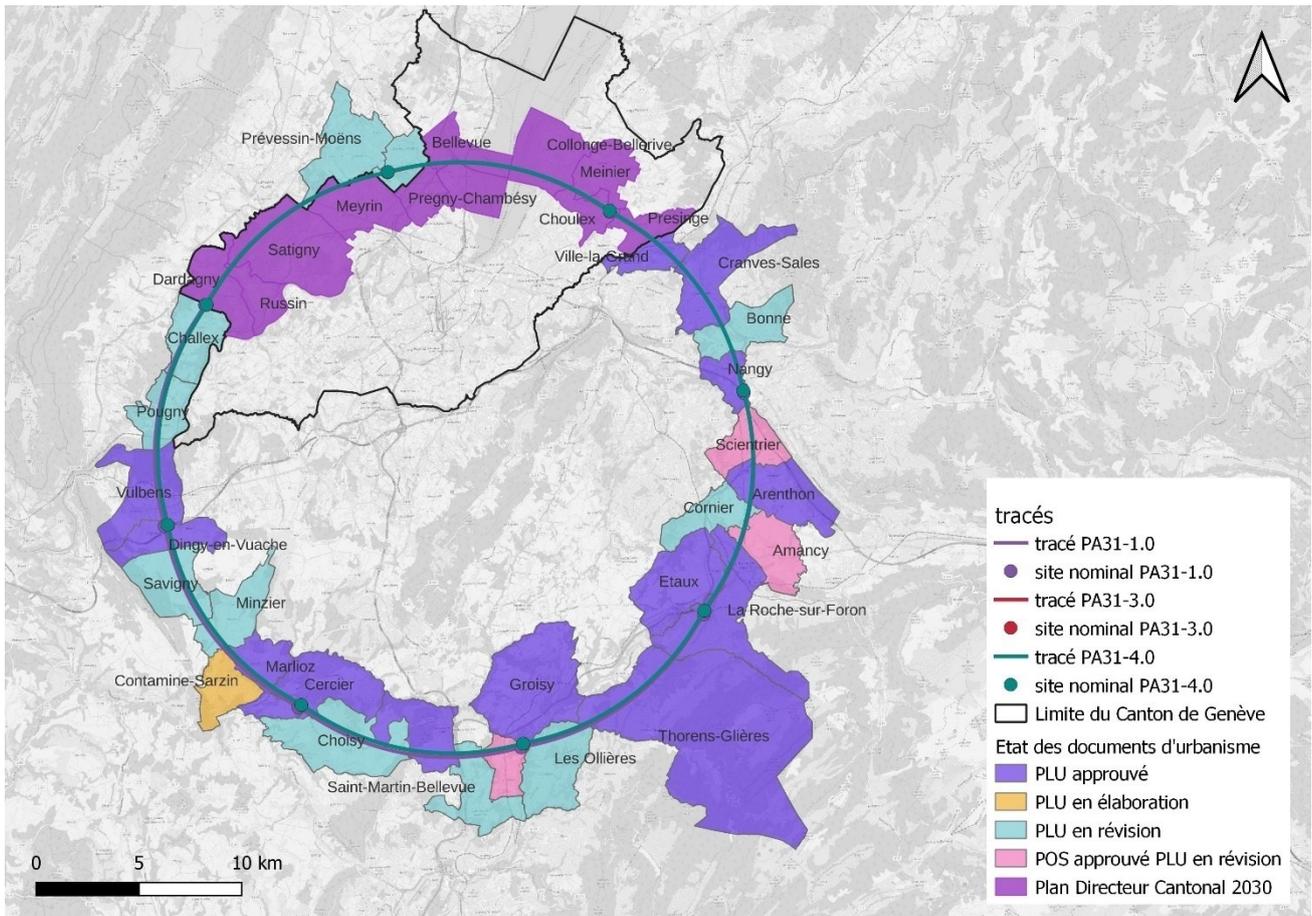


Illustration 132 : État des lieux des documents d'urbanisme en France (2020) et en Suisse.

⁷⁶ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/fiche_1_le_champ_d_application_des_dispositions_d_urbanisme_specifiques_aux_zones_de_montagne_v1.pdf

En France, les sites se trouvent dans des communes possédant un document d'urbanisme approuvé : PLU ou PLUi (voir Illustration 132).

Il conviendra d'assurer une veille sur l'évolution des documents d'urbanisme (révisions, modifications). De même, une veille sur l'évolution des SCoT sera à effectuer car ils peuvent influencer sur les orientations des PLU.

6.2.16.2. Aménagement du territoire en Suisse

En Suisse, le plan directeur cantonal (PDCn), l'instrument central de la politique cantonale en matière d'aménagement du territoire, constitue la référence pour Genève. Il a pour but de coordonner les activités qui influent sur l'organisation du territoire. Il constitue la référence pour les objectifs d'aménagement du territoire cantonal, la coordination des politiques sectorielles et les actions à mener en vue de leur mise en œuvre. Il définit le développement territorial souhaité et détermine les mesures d'aménagement nécessaires en matière d'urbanisation, de mobilité, de gestion de l'espace rural et des milieux naturels et de gestion des ressources.

Le PDCn engage les autorités, pour lesquelles il a force obligatoire. Il règle la coordination des politiques d'aménagement de la Confédération, des cantons voisins et des régions limitrophes. Il fournit le cadre à l'aménagement local et aux activités qui sont de la compétence des communes.

Le plan directeur cantonal 2030 a été adopté par le Grand Conseil le 20 septembre 2013 et approuvé par le Conseil fédéral le 29 avril 2015.

Il a fait l'objet d'une première mise à jour adoptée par le Grand Conseil le 10 avril 2019 et approuvée par la Confédération le 18 janvier 2021.

Une **deuxième mise à jour** (mineure) a été adoptée par le Conseil d'État le 1^{er} mars 2023 et approuvée par la Confédération le 23 août 2023⁷⁷.

Le plan directeur cantonal entamera prochainement sa révision complète et visera l'horizon 2050. Son entrée en vigueur est prévue courant 2027. La révision du plan directeur cantonal est placée sous le signe de la collaboration transfrontalière et de la transition écologique⁷⁸.

Un projet de construction de FCC devra être mentionné à titre indicatif, s'agissant d'un projet d'importance fédérale qui sera pris en compte dans le plan directeur cantonal 2050, ainsi que dans les plans directeurs communaux adaptés à cette nouvelle version du plan directeur cantonal.

⁷⁷ <https://www.ge.ch/dossier/amenager-territoire/planification-cantonale-regionale/plan-directeur-cantonal-2030>

⁷⁸ <https://www.ge.ch/document/vision-territoriale-transfrontaliere-2050>

6.2.17. Bruit

6.2.17.1. Réglementation française

Les valeurs ci-après (Tableau 23) sont issues de la réglementation française et sont de portée générale. Par rapport aux niveaux acoustiques initiaux (bruit de fond), le maître d'ouvrage est tenu de respecter des valeurs maximales pour le bruit supplémentaire apporté par le projet (émergence) au droit des habitations situées à proximité des sources de bruit, qu'elles soient temporaires (chantiers) ou définitives (exploitation). Ces valeurs maximales dépendent de la période (jour ou nuit), de la durée et de la composition des fréquences. Le maître d'ouvrage procédera en tant que de besoin à des mesures acoustiques initiales, destinées à caractériser le bruit de fond avant la réalisation du projet.

Tableau 23 : Valeurs de référence relatives au bruit en France.

Valeurs d'émergence admises : + 5 dB(A) en période diurne (7h-22h) + 3 dB(A) en période nocturne (22h-7h) Terme correctif en fonction de la durée cumulée : + 0 dB(A) si D>8h + 6 dB(A) si D<1mn Émergence réglementée par bande de fréquences : + 5 dB(A) pour 125 et 250 Hz + 7 dB(A) pour 500 à 4 000 Hz			
DURÉE CUMULÉE d'apparition du bruit mis en cause : T	TERME CORRECTIF En décibels A	Valeur limite de l'émergence globale en dBA	
		De nuit	De jour
T ≤ 1 minute	+ 6	+ 9	+ 11
1 minute < T ≤ 5 minutes	+ 5	+ 8	+ 10
5 minutes < T ≤ 20 minutes	+ 4	+ 7	+ 9
20 minutes < T ≤ 2 heures	+ 3	+ 6	+ 8
2 heures < T ≤ 4 heures	+ 2	+ 5	+ 7
4 heures < T ≤ 8 heures	+ 1	+ 4	+ 6
T > 8 heures	0	+ 3	+ 5

6.2.17.2. Réglementation suisse

Pour évaluer et limiter la pollution sonore, la législation sur la protection contre le bruit définit des valeurs⁷⁹ de planification, des valeurs limites d'immission et des valeurs d'alarme, et ce, pour différents types de bruit. Ces valeurs sont adaptées au degré de sensibilité de la zone exposée et sont plus basses la nuit que le jour.

Les valeurs limites d'exposition sont arrêtées dans l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) et s'appuient sur la loi sur la protection de l'environnement (LPE). Celle-ci définit trois types de valeurs limites d'exposition :

- Les valeurs de planification sont appliquées pour la réalisation de nouvelles installations bruyantes et routes, et pour la délimitation et l'équipement de zones à bâtir destinées à des bâtiments à usage sensible au bruit (logements).
- Les valeurs limites d'immission définissent les seuils à partir desquels le bruit dérange considérablement le bien-être de la population. Elles s'appliquent aux installations bruyantes existantes et aux permis de construire pour des bâtiments à usage sensible au bruit (logements).
- Les valeurs d'alarme sont un critère utilisé pour définir l'urgence des assainissements et de la pose de fenêtres antibruit.

Les valeurs limites d'exposition sont plus strictes pour les zones d'habitation pure que pour celles où des activités artisanales sont également autorisées (degrés de sensibilité dans le tableau). Ces valeurs doivent être mesurées/modélisées au droit des récepteurs sensibles (embrasure de la fenêtre ouverte).

Les valeurs limites d'exposition suivantes (Tableau 24) sont exprimées en dB(A).

Tableau 24 : Valeurs limites d'exposition de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB). Source : Office fédéral de l'environnement (OFEV), Suisse.

Degré de sensibilité		Valeur de planification (VP) en dB(A)		Valeur limite d'immission (VLI) en dB(A)		Valeur d'alarme (VA) en dB(A)	
		Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
I	Détente	50	40	55	45	65	60
II	Habitation	55	45	60	50	70	65
III	Habitation/artisanat	60	50	65	55	70	65
IV	Industrie	65	55	70	60	75	70

Selon le cadastre RDPPF (Degrés de sensibilité au bruit du canton de Genève, <https://ge.ch/sitg/fiche/0576>), le site de surface PB à Presinge se trouve dans une zone de degré de sensibilité III (zones acceptant les entreprises moyennement gênantes).

⁷⁹ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/bruit/info-specialistes/exposition-au-bruit/valeurs-limites-pour-le-bruit/valeurs-limites-dexposition-au-bruit.html>

6.2.18. Réseaux

6.2.18.1. Hydrologie

Le FCC a des besoins en eau pour les systèmes de refroidissement des équipements de l'accélérateur. Les solutions techniques ne seront connues que peu avant la construction de cette infrastructure de recherche, afin de pouvoir profiter au maximum des évolutions techniques et de l'amélioration de l'efficacité des systèmes de refroidissement. Une estimation majorante des besoins en eau, fondée sur la consommation des systèmes de refroidissement des accélérateurs existants du CERN, permet de présenter une première estimation. Le schéma d'approvisionnement en eau pour le refroidissement se base sur l'hypothèse que les prélèvements d'eau du lac Léman par les Services Industriels de Genève (SIG) en Suisse, auxquels le CERN recourt actuellement, resteront possibles. Cela a été confirmé par un échange entre le CERN et les SIG en 2022. Puis, en août 2023, les SIG ont confirmé la faisabilité technique de la liaison au point 8 du LHC pour le site PA du FCC. Pour que la distribution d'eau tout au long de l'accélérateur soit techniquement plus facile et économiquement plus avantageuse, deux points de fourniture supplémentaires en eau sont envisagés en France. À cette fin, la réalisation d'une étude territoriale spécifique, qui intégrera en particulier les plans de gestion quantitative de la ressource en eau (PGRE) disponibles, est envisagée pendant la phase de développement technique.

6.2.18.2. Électricité

Les besoins spécifiques du FCC ne seront connus qu'après la phase de développement technique détaillé afin de pouvoir profiter des développements techniques des systèmes visant à améliorer l'efficacité énergétique. Selon les résultats de l'étude préalable de faisabilité technique de RTE⁸⁰ (qui gère le réseau de transport d'électricité en France), le raccordement du FCC à l'infrastructure électrique de haute puissance prévoit trois points d'alimentation en France à ce stade. Un point d'alimentation en Suisse est également envisagé pour pouvoir améliorer la fiabilité et optimiser le fonctionnement, avec la possibilité de se fournir en énergies renouvelables auprès de sources supplémentaires, mais sa faisabilité technique et administrative reste à étudier.

À ce stade, le tracé du PA31 est traversé par différentes lignes électriques, principalement des lignes de 63 kV et 225 kV. Deux lignes de 400 kV traversent le tracé du PA31 d'ouest en est (Illustration 133). Les lignes de 400 kV passent à proximité des sites PL (département de l'Ain) et des sites PF et PH (département de la Haute-Savoie). Une station de distribution importante (Cornier) se trouve à proximité des sites PD et PF.

Les besoins en électricité sont plus élevés sur les sites PL et PH car ces sites sont destinés à héberger les systèmes radiofréquence qui accélèrent les particules dans le collisionneur. Ce seront donc ces deux emplacements qui sont envisagés pour le raccordement au réseau de 400 kV. Un troisième point de livraison est envisagé au site PD afin de fournir l'électricité de manière équilibrée aux autres infrastructures et équipements.

La société RTE, qui s'est vu confier la mission de gérer le réseau de transport d'électricité en France⁸¹ par un contrat de service public en date du 24 octobre 2005⁸², ce qui inclut entre autres l'insertion environnementale du réseau (concertation, protection des paysages et des milieux naturels et urbanisés) et la sécurisation du réseau public, se charge d'analyser le raccordement en tenant compte des choix techniques, de mener le processus de raccordement et d'effectuer les procédures administratives nécessaires (convention de raccordement, contrat d'accès au réseau). RTE réalise également les travaux après la signature de la convention de raccordement⁸³.

⁸⁰ RTE, *Étude exploratoire N. 22-1022 pour le raccordement du FCC*, 15 juillet 2023, <https://doi.org/10.5281/zenodo.13364463>

⁸¹ Décret n° 2005-1069 du 30 août 2005 approuvant les statuts de la société RTE EDF Transport : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000812363>

⁸² Contrat de service public entre l'État et EDF : https://cpdp.debatpublic.fr/cpdp-epr/docs/pdf/dossier_mo/contrat-service-public-etat-edf-oct2005.pdf

⁸³ RTE, *Instruction des demandes de raccordement, version 2*, 17 octobre 2019, https://www.services-rte.com/files/live/sites/services-rte/files/documentsLibrary/DTR%201.4.1%20Procédure%20Racc%20Conso%20L342-2%20v19%2010%2017_fr

S'agissant de la fourniture en électricité pendant la phase de construction, les demandes de raccordement aux réseaux locaux seront faites directement aux distributeurs nationaux compétents (par exemple Enedis en France et les SIG en Suisse). Selon les informations fournies par la société Herrenknecht, producteur de tunneliers, les besoins en électricité sont de 3.7 MVA pour un site de construction utilisant un seul tunnelier et de 7.4 MVA pour un site de construction avec deux tunneliers. L'hypothèse de travail présentée ci-dessous dans le Tableau 25 doit encore être affinée avec les entreprises de génie civil, qui seront sélectionnées peu avant le début des chantiers. Les puissances nécessaires pendant la phase de construction seront déterminées par l'hypothèse retenue pour la disposition des tunneliers, qui ne sera connue de manière certaine que peu avant le lancement des marchés publics pour les travaux.

Tableau 25 : Hypothèse de travail pour le raccordement temporaire aux réseaux régionaux pendant la phase de chantier.

Site	Emplacement	Gestionnaire	Type de raccordement	Puissance de raccordement
PA	Ferney-Voltaire, France	Enedis	Normal, avec ligne de secours unique-ment	7,0 – 13,8 MVA (= 400 A en 20 kV)
PB	Choulex, Suisse	SIG	Normal, avec ligne de secours unique-ment	3 MVA – 7,0 MVA (= 200 A en 20 kV)
PD	Nangy, France	Enedis	Normal, avec ligne de secours unique-ment	7,0 – 13,8 MVA (= 400 A en 20 kV)
PF	Éteaux, France	Enedis	Normal, avec ligne de secours unique-ment	3 MVA (= 100 A en 20 kV)
PG	Charvonnex ou Groisy, France	Énergie et Services de Seyssel	Normal, avec ligne de secours unique-ment	13,8 MVA (= 400 A en 20 kV)
PH	Cercier, France	Enedis	Normal, avec ligne de secours unique-ment	3 MVA (= 100 A en 20 kV)
PJ	Dingy-en-Vuache, France	Enedis	Normal, avec ligne de secours unique-ment	13,8 MVA (= 400 A en 20 kV)
PL	Challex, France	Enedis	Normal, avec ligne de secours unique-ment	3 MVA – 7,0 MVA (= 200 A en 20 kV)

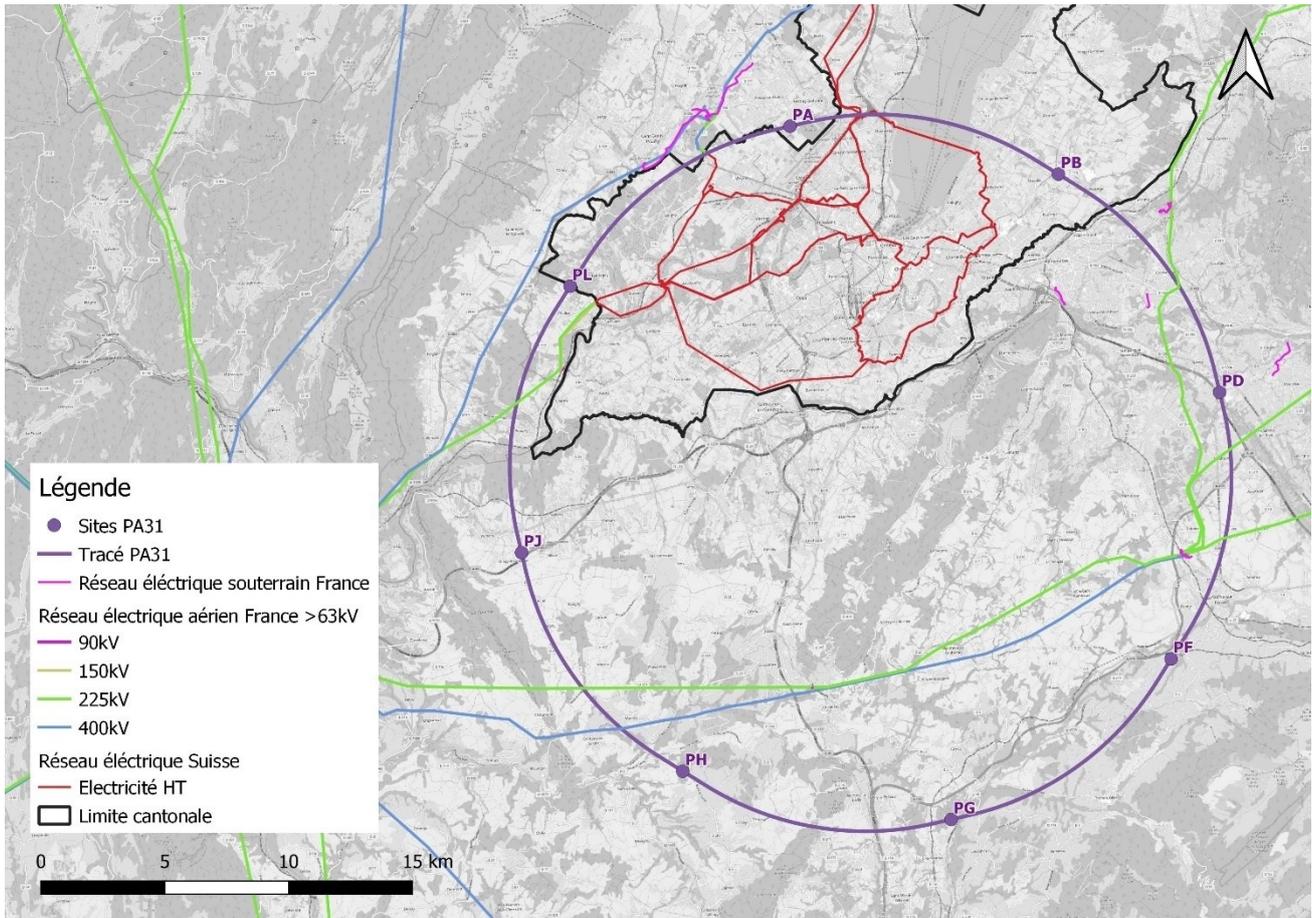


Illustration 133 : Réseaux d'électricité existants ou en projet, en France et en Suisse dans le périmètre du FCC.
Sources : SITG 2023 pour la Suisse, accessible en consultation et en extraction pour utilisation libre (couche CAD_ELEMENT_CONDUITE) ; pour la France, Open Data Réseaux Énergies (ODRE, <https://opendata.reseaux-energies.fr/>).

6.2.18.3. Transport ferré et routier

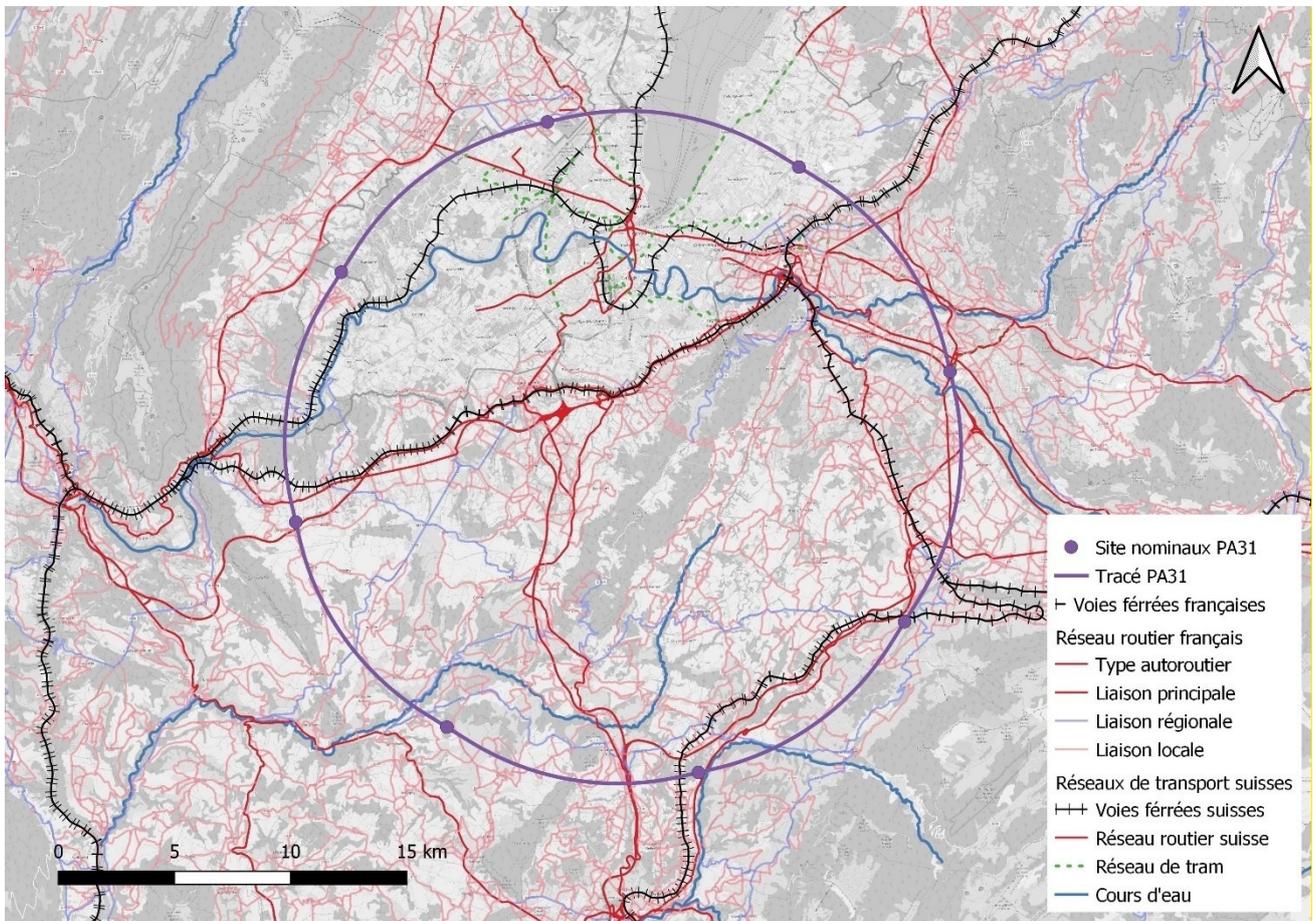


Illustration 134: Réseaux de transport.

Le réseau routier est dense sur le tracé du FCC. Néanmoins, certains secteurs demeurent éloignés des grands axes de communication (Illustration 134).

L'analyse par site présente un premier examen des liaisons routières et ferrées possibles et des contraintes qui leur sont liées.

Cette analyse devra être complétée, notamment par des études du trafic et l'analyse des itinéraires envisageables pour les besoins du chantier, et ce, afin de contribuer à la caractérisation du niveau d'enjeu relatif aux transports, incluant les nuisances pour les riverains (émission de poussières, bruit, embouteillages).

6.2.19. Récupération et réutilisation de la chaleur

Le système de refroidissement de l'infrastructure du FCC utilisera de l'eau non potable pour refroidir plusieurs des sous-systèmes⁸⁴ de l'accélérateur de particules, des expériences et des infrastructures techniques. Cette eau qui circule dans des circuits fermés absorbe la chaleur, puis la dissipe dans des tours aéroréfrigérantes, où une partie de cette eau chaude s'évapore. L'eau entre dans l'installation de refroidissement à une température d'environ 20 °C dans l'installation de refroidissement, puis en ressort à 50 °C. Il est possible de récupérer cette chaleur pour la valoriser dans des réseaux urbains, par exemple pour du chauffage résidentiel et tertiaire, voire industriel. Le Tableau 26 indique les estimations de la quantité de chaleur disponible à l'année, à chaque site et selon le mode d'exploitation, ainsi que le potentiel de consommation de la chaleur dans un rayon d'environ 5 km.

Tableau 26: Potentiel de fourniture de chaleur à chaque site selon l'état d'avancement des études en 2023.

Site	Production de chaleur pendant le fonctionnement de l'accélérateur, correspondant à la capacité pendant la première phase d'exploitation (Z)	Consommation de chaleur à proximité des sites
PA	138 GWh	1 678 GWh
PB	15 GWh	657 GWh
PD	138 GWh	49 GWh
PF	15 GWh	59 GWh
PG	138 GWh	49 GWh
PH	230 GWh	15 GWh
PJ	138 GWh	21 GWh
PL	25 GWh	34 GWh
Total	837 GWh	> 2 000 GWh

La production de chaleur fluctue selon les semaines. Les GWh indiqués représentent un cumul sur une année.

La réalisation d'une étude technico-économique de valorisation de la chaleur est en cours avec un partenaire industriel. La méthodologie suivie est expliquée dans le rapport écrit par ce partenaire⁸⁵.

La consommation potentielle dans un rayon de 5 km justifie donc la conduite d'une analyse de l'intégration d'un concept de réutilisation de la chaleur dans la conception de l'infrastructure de recherche. Cependant, la réutilisation de la chaleur dépend de l'engagement et de la coopération active des parties prenantes dans les territoires concernés.

⁸⁴ Les aimants, les convertisseurs de puissance, les amplificateurs radiofréquence, les équipements de réfrigération cryogénique, les systèmes de ventilation, etc.

⁸⁵ A. Guiavarch, *Étude de valorisation de la chaleur disponible du FCC, Partie I : Étude du potentiel de consommation*, Ginger Burgeap, 2024, <https://doi.org/10.5281/zenodo.11192000>

6.2.20. Ressources en eau : besoins prévisionnels et réglementation

6.2.20.1. Prévision des besoins en eau

L'eau non potable sert principalement à refroidir plusieurs des sous-systèmes de l'accélérateur de particules et des expériences. Ces sous-systèmes comprennent, sans s'y limiter, les aimants résistifs guidant les faisceaux de particules, les convertisseurs de puissance alimentant les aimants, les amplificateurs radiofréquence alimentant les cavités radiofréquence qui accélèrent les faisceaux de particules, les équipements de réfrigération cryogénique pour les cavités radiofréquence supraconductrices tels que les compresseurs et les pompes, les systèmes électroniques des détecteurs des expériences, les infrastructures de traitement des données et les systèmes de ventilation. Le système de refroidissement par eau des aimants absorbe également la chaleur générée par le rayonnement synchrotron, c'est-à-dire l'énergie perdue par les faisceaux de particules lorsqu'ils sont contraints, sous l'effet des champs magnétiques, à suivre une trajectoire circulaire.

L'eau de refroidissement est surtout nécessaire pendant l'exploitation du collisionneur de particules. Le débit nécessaire dépend de la conception technique des sous-systèmes de l'accélérateur de particules, des systèmes de refroidissement par eau et de la phase d'exploitation du collisionneur. Les choix techniques seront généralement faits à un stade ultérieur de la conception (vers 2035) voire, en fonction de la R&D, ne seront validés que quelques années avant le début de l'exploitation (vers 2040). Les besoins en eau varient de manière significative selon le mode d'exploitation du collisionneur de particules. Les débits sont faibles au cours des premières années, puis augmentent progressivement pour atteindre les débits les plus hauts au cours des cinq dernières années d'exploitation, lorsque les performances atteintes par le collisionneur de particules sont les plus élevées. À ce stade précoce d'élaboration de scénarios, il est uniquement possible de donner une estimation approximative d'une valeur haute du débit d'eau, basée sur les technologies actuelles, pour déterminer si un système de refroidissement par eau pour le nouveau collisionneur de particules est compatible en principe avec les contraintes territoriales.

Deux options différentes relatives au système de refroidissement par eau sont envisageables. En fonction des contraintes territoriales et des impacts sur l'environnement, une combinaison de ces deux options pourrait également être applicable (Illustration 135). En conclusion, trois options seraient possibles et présentent un intérêt différent.

La première option consiste dans un système de refroidissement à circuit ouvert dans lequel l'eau est prélevée dans une source naturelle (par exemple, une rivière ou un lac) et envoyée par pompage dans un échangeur de chaleur extrayant la chaleur d'un circuit de refroidissement distinct, lequel, à son tour, extrait la charge thermique des équipements de l'accélérateur de particules. L'eau du circuit de refroidissement extérieur est refroidie par évaporation dans une tour de refroidissement, puis est retournée dans une rivière ou un lac. Cette option nécessite le débit continu de quantités importantes d'eau mais, cette eau étant retournée en quasi-totalité dans les cours d'eau, une consommation nette très faible peut être maintenue. Elle nécessite l'installation de canalisations enterrées de grand diamètre et une consommation d'énergie pour le pompage de l'eau qui peut être importante, en fonction de la distance entre le site de surface où l'eau est nécessaire et l'emplacement où l'eau naturelle est prélevée dans la rivière ou le lac.

La deuxième option est un système de refroidissement en circuit fermé. L'eau naturelle prélevée dans une rivière ou un lac est pompée dans un échangeur de chaleur, où elle absorbe la chaleur d'un circuit de refroidissement par eau distinct des équipements de l'accélérateur de particules. L'eau est ensuite dirigée vers une tour de refroidissement, où sa température diminue lors du processus d'évaporation. Toutefois, contrairement à ce qui se passe dans un concept de boucle ouverte, l'eau n'est pas immédiatement renvoyée dans son cours d'eau d'origine mais remise en circulation à plusieurs reprises vers l'échangeur de chaleur, puis vers la tour de refroidissement. Ce faisant, la concentration de matières dissoutes dans l'eau augmente progressivement. Afin de réduire cette concentration, le circuit est purgé et rempli d'eau d'appoint. La majeure partie de l'eau prélevée finit par s'évaporer et seule une petite quantité d'eau est rejetée dans le réseau d'assainissement après traitement. Les débits d'alimentation en eau et de purge peuvent être davantage réduits grâce à des processus de déminéralisation. Ces techniques peuvent être appliquées soit au niveau de l'eau d'appoint, soit au niveau de la

purge. Dans ce dernier cas, l'eau traitée peut être réutilisée comme eau d'appoint. Par comparaison avec un système de recirculation en boucle ouverte, le système en boucle fermée consomme moins d'énergie électrique et nécessite un diamètre plus petit de tuyaux et un nombre moindre de tuyaux enterrés en dehors des sites de surface. La chaleur résiduelle produite par le processus peut être récupérée et constituer une source d'énergie précieuse pour le chauffage public et résidentiel, ainsi que pour des utilisations agricoles et industrielles.

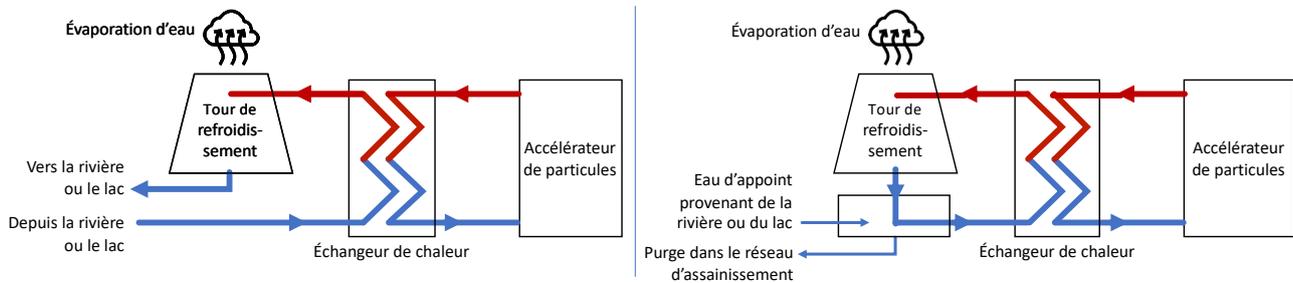


Illustration 135 : Concepts de refroidissement par eau en boucle ouverte (à gauche) et en boucle fermée avec recirculation (à droite). Ces deux systèmes utilisent deux circuits distincts de refroidissement par eau : le circuit d'eau extrayant la charge thermique des systèmes de l'accélérateur de particules transfère la chaleur à un second circuit d'eau qui passe par une tour de refroidissement. Dans le scénario en boucle ouverte (à gauche), l'eau est prélevée dans une rivière ou un lac, traverse librement la tour de refroidissement et est rejetée dans la source. Dans le scénario en boucle fermée (à droite), l'eau est prélevée dans une rivière ou un lac et circule plusieurs fois dans la tour de refroidissement. Le circuit est purgé dans le réseau d'assainissement et rempli d'eau d'appoint lorsque la concentration des matières dissoutes dans l'eau devient trop élevée.

Pour le scénario de recirculation en boucle fermée et sur la base des caractéristiques connues de la station de pompage existante approvisionnant actuellement le CERN en eau de refroidissement⁸⁶, toute l'eau nécessaire au refroidissement d'un collisionneur de particules tel que le FCC peut en principe être fournie par le lac Léman en un seul emplacement, au moyen de l'actuelle connexion depuis la Suisse jusqu'au site de surface du point 8 du LHC, à proximité du site PA du FCC à Ferney-Voltaire, en France. Toutefois, un tel scénario nécessiterait des tuyaux en acier inoxydable de grand diamètre et de grande longueur permettant de gérer des volumes, des débits et des pressions importants et entraînerait un surcoût. En outre, des composants de grande dimension correspondant aux caractéristiques de pression et de volume seraient nécessaires sur toute la circonférence de l'accélérateur de particules. Ce scénario présente donc des difficultés pour la mise en œuvre du projet en ce qui concerne les coûts d'investissement et d'exploitation et, surtout, de fortes contraintes en matière d'espace souterrain (Illustration 136).

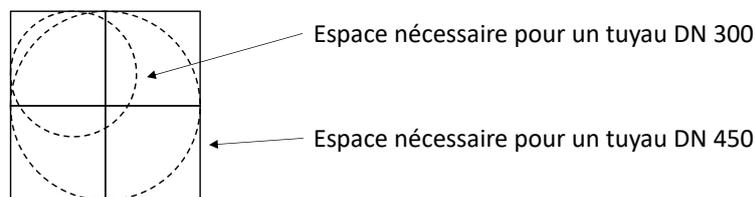


Illustration 136 : Un système dépendant d'une prise d'eau unique nécessite des tuyaux de plus grandes dimensions, fabriqués dans des matériaux de meilleure qualité et plus coûteux que ceux d'un système comprenant trois prises d'eau. Ce système a pour inconvénients, outre un coût et une complexité plus élevés, un espace disponible beaucoup moins grand pour l'installation des équipements de l'accélérateur de particules dans le tunnel.

⁸⁶ Réunion entre le CERN et les SIG (Genève, Suisse), 5 octobre 2022.

C'est pourquoi trois points de prélèvement d'eau supplémentaires sont envisagés (voir aussi Illustration 137) :

- 1) Dans le lac Léman, via le raccordement d'approvisionnement en eau existant des Services Industriels de Genève (SIG), jusqu'au point 8 du LHC du CERN ;
- 2) Dans une nouvelle prise d'eau à prévoir en coopération avec la STEP de Scientrier, dans la zone de Nangy ;
- 3) Dans une nouvelle prise d'eau à prévoir et à construire dans le Rhône, dans la zone entre Pougny et Vulbens.

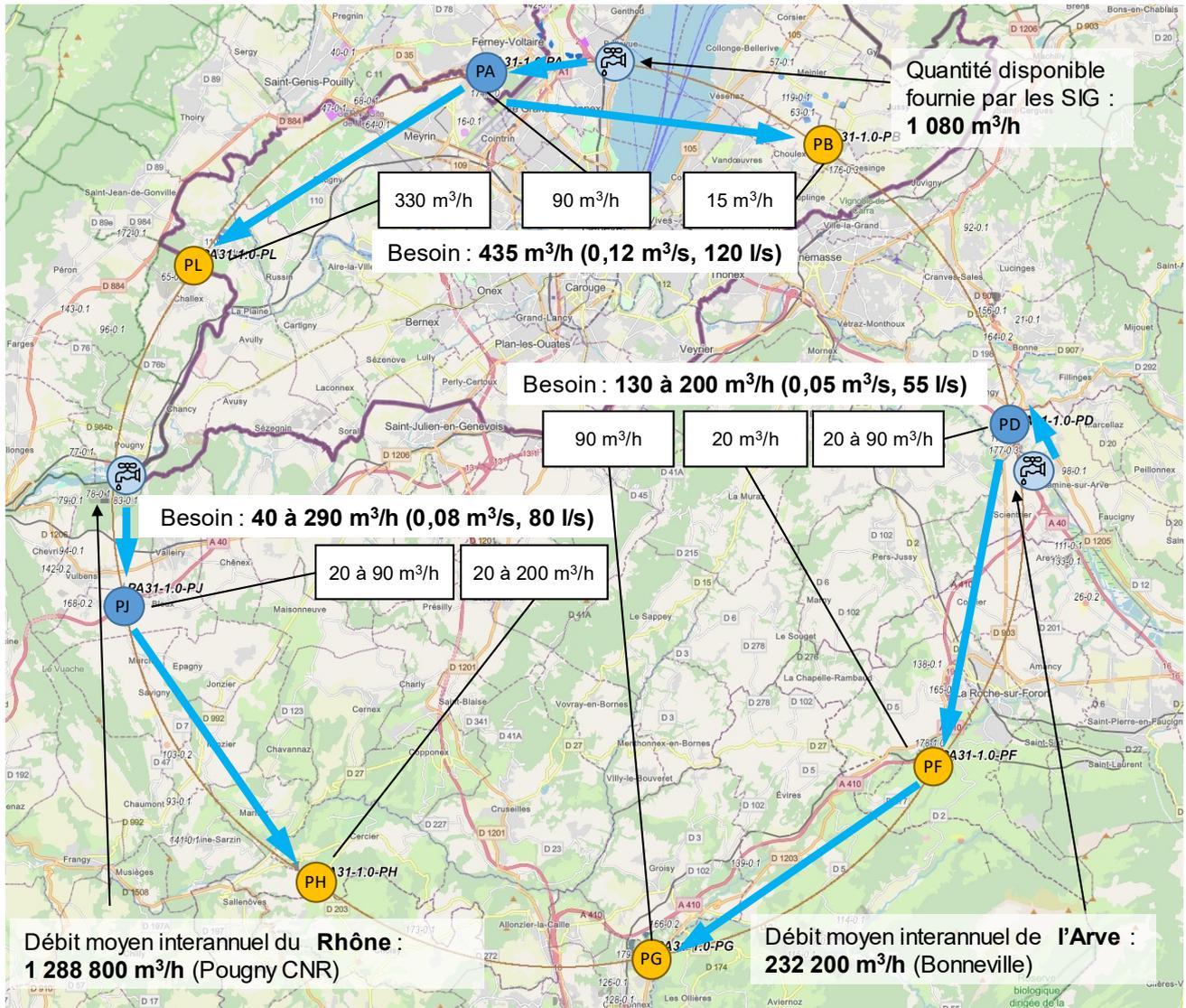


Illustration 137 : Hypothèse de travail initiale pour l'approvisionnement en eau. Les débits horaires indiqués ne sont valables que pendant l'exploitation du collisionneur, soit environ 270 jours par an. Les besoins maximaux exprimés correspondent à un mode d'opération « tbar » et « full load ».

Le scénario initial (2018) indiquait une possibilité de prélèvement maximum total d'environ 5,6 millions de m³ par an, dont 725 000 m³ seraient rejetés, ce qui correspond à une consommation nette d'environ 4,9 millions de m³ par an répartie sur environ 270 jours.

Une étude plus approfondie a permis de concevoir un système qui nécessite seulement environ 2 800 000 m³ d'eau par an, dont 325 000 m³ rejetés, ce qui correspond à une **consommation nette d'environ 2,5 millions de m³ par an**. Ce scénario (Illustration 138) permettrait également l'approvisionnement à partir d'un seul point de prélèvement du lac Léman ou une distribution d'eau à partir de trois points de prélèvement avec des débits et des pressions d'eau, et donc des contraintes, nettement moins élevés (Illustration 139). Cette approche permet également de prévoir des réservoirs de stockage d'eau selon les saisons.

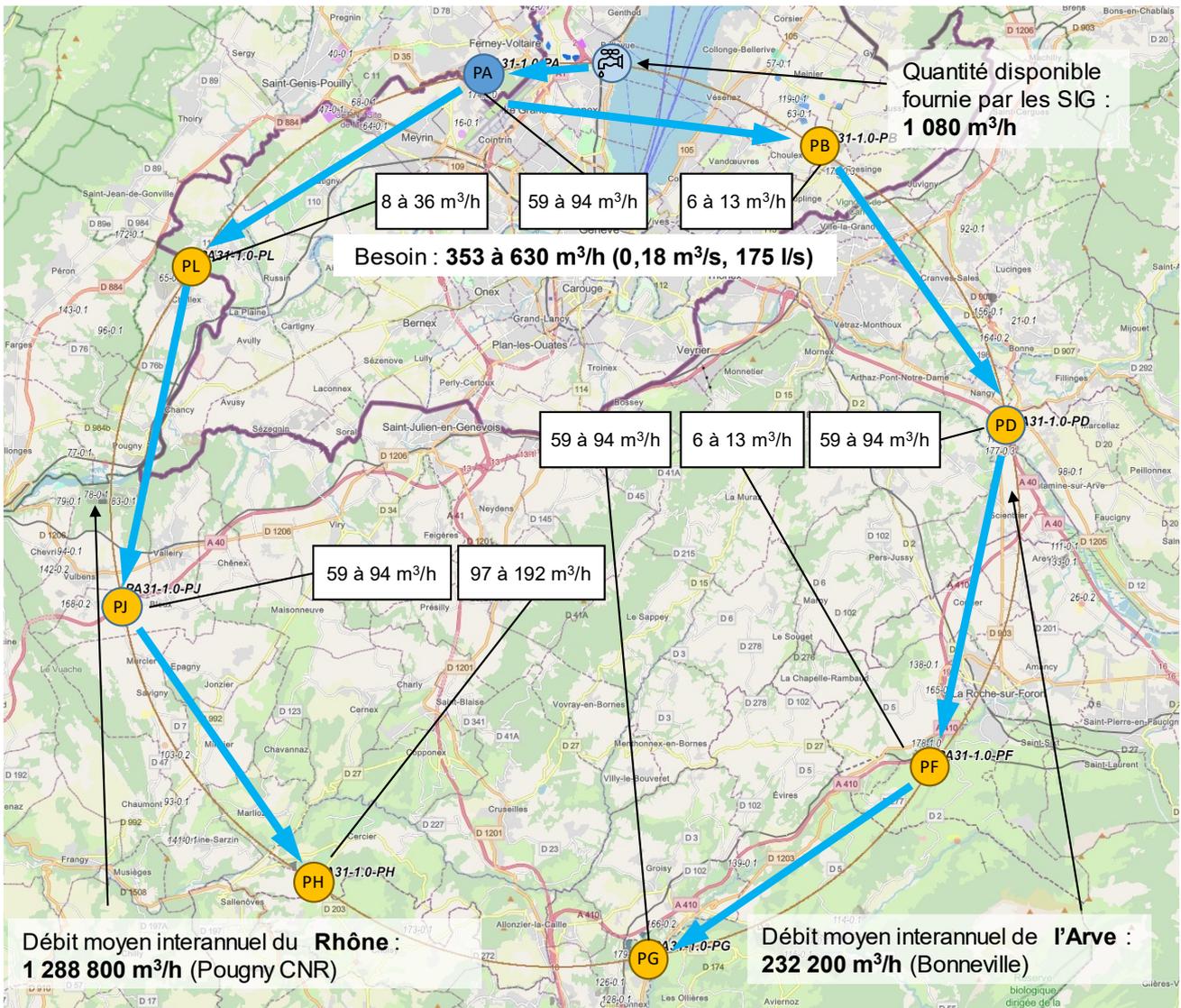


Illustration 138 : Scénario relatif à l'approvisionnement du FCC-ee en eau avec un seul point de prélèvement (scénario « réduit ») existant dans le lac Léman (Suisse) relié au point 8 du LHC du CERN, en France (janvier 2025). Option 1. Les besoins maximaux exprimés correspondent à un mode d'opération « tbar » et « full load ».

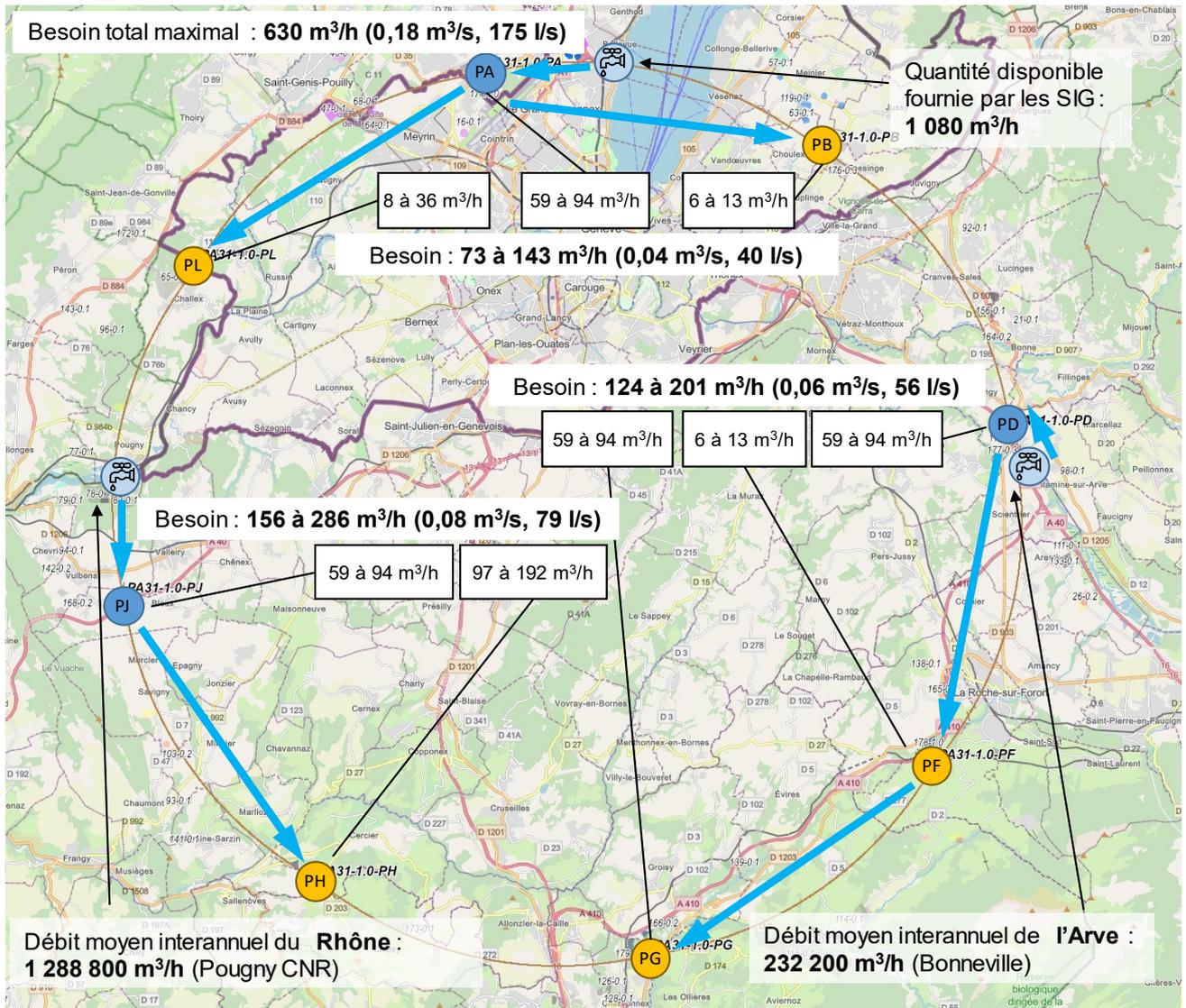


Illustration 139: Scénario de distribution de l'eau avec trois points de prélèvement (un point existant en Suisse et deux à créer en France) pour le scénario de référence PA31-4.0 (janvier 2025). Option 2.
Les besoins maximaux exprimés correspondent à un mode d'opération « tbar » et « full load ».

À titre de comparaison, le CERN a prélevé 3,2 millions de m³ dans le lac Léman en 2022⁸⁷. Par conséquent, le scénario de consommation d'eau du FCC-ee indique des besoins en eau inférieurs à la consommation de l'eau du CERN en 2022. En outre, les chiffres indiqués représentent une estimation haute des besoins. La plupart du temps, les modes d'exploitation du FCC-ee nécessiteront beaucoup moins de prélèvements d'eau. La récupération et la fourniture de chaleur permettront de baisser davantage la consommation.

⁸⁷ <https://hse.cern.fr/rapport-environnement-2021-2022>

Pour la Suisse, ces scénarios ont été examinés avec les Services Industriels de Genève (SIG) le 30 août 2023 à Genève. Un refroidissement par eau basé sur la technologie actuelle en circuit fermé a été jugé compatible avec les conditions territoriales pour la phase d'exploitation aux performances les plus élevées du collisionneur de particules (voir Tableau 27). L'eau peut être fournie dans le cadre contractuel existant soit par la mise en place d'un nouveau raccordement court d'environ 200 m avec un diamètre DN 500 mm entre la conduite Tuileries-La Berne et le point 8 du LHC, soit par l'utilisation de deux lignes internes du CERN qui nécessiteraient un aménagement.

Pour la France, le scénario a été présenté au département de la Haute-Savoie et à la région Auvergne-Rhône-Alpes lors d'une réunion spécifique qui s'est tenue le 29 août 2023 à Annecy. Le scénario incluant deux points de prélèvement dans le Rhône et dans l'Arve est privilégié.

Tableau 27 : Besoins en prélèvement d'eau dans le scénario le plus défavorable et capacités disponibles pour l'approvisionnement en eau d'appoint. Les besoins horaires mentionnés sont indiqués pour les performances les plus élevées de la machine et pour la phase d'exploitation, à savoir environ 270 jours dans l'année.

Option	Site	Besoin en eau dans le scénario le plus défavorable (moyenne arrondie en m ³ /h)	Débit volumétrique d'eau disponible (en m ³ /h pour 365 jours par an)	Limite de consommation du débit d'eau (en m ³ /h pour 365 jours par an)	Facteur de surcapacité (disponible/besoin)	Source d'eau
Besoin global		Entre environ 353 m ³ /h et 630 m ³ /h pendant 270 jours d'exploitation par an.				
2	PA	143 m ³ /h	5 400 m ³ /h	1 080 m ³ /h	8	Lac Léman ⁸⁸
1	PA réduit	630 m ³ /h			2	
2	PD	201 m ³ /h	232 200 m ³ /h	11 610 m ³ /h	57	Arve ⁸⁹ ou STEP à Scientrier
1	PD réduit	Pas de prise d'eau			Néant	
2	PJ	286 m ³ /h	1 288 800 m ³ /h	64 400 m ³ /h	225	Rhône ⁹⁰
1	PJ réduit	Pas de prise d'eau			Néant	

⁸⁸ Limite technique due à la capacité de la station de pompage de Vengeron et à l'attribution de la capacité de pompage au CERN.

⁸⁹ <https://www.hydro.eaufrance.fr/sitehydro/V0205422/synthese>

⁹⁰ <https://www.hydro.eaufrance.fr/sitehydro/V1000010/synthese>

Le débit horaire de prise d'eau requis dans le scénario le plus défavorable (cf. tableau ci-dessus) se rapporte au mode d'exploitation « ttbar » des cinq dernières années d'un programme de recherche scientifique d'une durée de quinze ans. Les besoins horaires ou par seconde ne peuvent être directement comparés aux capacités volumétriques horaires ou par seconde des sources d'eau, étant donné que le collisionneur de particules n'est exploité que pendant une période limitée chaque année et que la consommation pendant les autres modes d'exploitation est nettement inférieure à celle indiquée (par exemple, la consommation pour les modes d'exploitation Z, WW et HZ serait moins élevée d'un tiers que pour le mode d'exploitation « ttbar »).

Les besoins en eau décrits ci-dessus comprennent quatre expériences aux points PA, PD, PG et PJ, dans le cas où la communauté de la physique des particules demanderait l'amplification du programme de recherche scientifique. **Le débit d'eau réel est susceptible d'être inférieur aux valeurs de pointe indiquées.** La consommation d'eau n'est pas non plus constante tout au long de l'année, car l'eau de refroidissement est principalement nécessaire pour l'exploitation du collisionneur de particules, et non pas pendant les opérations de maintenance, d'amélioration et de réparation. La consommation varie aussi selon les conditions météorologiques et la possibilité de fournir de la chaleur résiduelle.

Le scénario de référence prévoit un système de refroidissement par eau à recirculation en circuit fermé, avec des tours d'évaporation. Cette approche permet de limiter le prélèvement d'eau, mais il impose des contraintes pour la valorisation de l'eau qui passe dans le circuit de refroidissement. L'eau rejetée peut, sous réserve de faisabilité technique, être valorisée pour l'alimentation des cours d'eau et des réservoirs à proximité des sites. Dans une telle approche, l'infrastructure apporte de l'eau supplémentaire aux zones d'implantation des sites de surface. Des études devraient être menés en coopération avec des acteurs locaux pour développer ces synergies entre le FCC et le territoire, notamment sur la rive gauche à Genève et dans le secteur du Rhône.

Le choix technique final sera donc aussi fait selon les opportunités territoriales possibles.

Le volume annuel maximal d'eau prélevé pendant le mode d'exploitation présentant les performances les plus élevées **s'élève à environ 2,8 millions de m³**, 50 % de moins par rapport à l'hypothèse initiale de 5,6 millions de m³. Environ **325 000 m³ d'eau**, soit **11 %** de la quantité totale d'eau, **sont restitués**. Cela représente également une amélioration par rapport à l'hypothèse de travail initial de rejet de 725 000 m³, **soit 13 % de la quantité totale d'eau restituée**.

À titre de comparaison, **le pic de consommation nette annuelle d'eau dans le scénario de référence est d'environ 2,5 millions de m³ pour le mode d'exploitation présentant les performances les plus élevées.** Cela correspond également à une diminution de 49 % par rapport à l'hypothèse de travail initiale.

À titre de comparaison, 544 millions de m³ d'eau s'évaporent chaque année du lac Léman^{91,92} et 7,4 milliards de m³ d'eau s'écoulent du lac par le Rhône chaque année. Le débit de l'Arve à Bonneville est en moyenne de 232 200 m³/h alors que le fonctionnement du FCC nécessiterait 100 à 200 m³/h (option 2 d'approvisionnement). La station d'épuration de Bellecombe/Scientrier (Syndicat des Eaux de Rocailles et Bellecombe), rejette un débit d'eau traitée variant d'environ 200 à 500 m³/h dans l'Arve. Une étude est en cours pour évaluer s'il serait possible de réutiliser ces eaux traitées à condition de disposer d'un pré-traitement avant utilisation pour réduire la matière résiduelle dissoute de carbonate de calcium (CaCO₃) dans l'eau.

La consommation globale d'eau sera encore réduite si des systèmes de récupération de la chaleur résiduelle sont prévus dès le départ et si les consommateurs de chaleur peuvent être identifiés de manière fiable et raccordés à un tel système car l'évaporation nécessaire sera moindre.

Les dix premières années d'exploitation se caractérisent par des besoins en refroidissement nettement moindres.

⁹¹ https://www.epfl.ch/schools/enac/education/wp-content/uploads/2020/06/34_Fourrier_Karpushov.pdf

⁹² Atlas hydrologique de la Suisse : <https://atlashydrologique.ch/?language=switch>

En outre, il convient de souligner que le collisionneur de particules n'est pas exploité pendant environ un tiers de l'année, que des avancées technologiques en matière de refroidissement interviendront au cours des 20 prochaines années avant la mise en service du collisionneur, que des systèmes hybrides, avec des besoins d'évaporation moindres (boucle fermée/ouverte, refroidissement à l'air libre, optimisation de processus), peuvent être mis en place et que des systèmes d'approvisionnement en chaleur résiduelle au profit des consommateurs publics et privés de chaleur peuvent être prévus dans les environs dès le départ.

À ce stade, sur un plan quantitatif, le scénario de référence pour la consommation d'eau est techniquement, financièrement et territorialement faisable car le prélèvement et la consommation d'eau représentent des quantités inférieures à la consommation réelle du CERN en 2022. La possibilité d'un approvisionnement représentant le double de la totalité des besoins a été confirmée par les SIG en 2023.

Il conviendra néanmoins, lors des phases ultérieures des études, de vérifier les aspects relatifs au partage de l'eau avec les autres acteurs qui sollicitent ces mêmes points d'eau, en particulier s'agissant des bassins versants connexes qui sont en déficit chronique actuellement (pays de Gex, La Roche-sur-Foron et éventuellement les Usses). Il est possible d'envisager de nombreuses synergies en matière de valorisation de la chaleur et de l'eau rejetée avec les communes qui se trouvent à proximité des sites de surface.

6.2.20.2. Réglementation française relative aux prélèvements

Procédure réglementaire :

Les rubriques potentiellement concernées de la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application des articles L214-1 à L214-3 du code de l'environnement⁹³ sont décrites ci-après. La réglementation varie selon que les prélèvements s'effectuent dans les **eaux souterraines** ou dans les **eaux de surface**.

Les éléments de nomenclature présentés ci-après peuvent être consultés en ligne⁹⁴.

Pour l'ensemble des rubriques décrites ci-après, en application de l'article R214-42 du code de l'environnement, il convient d'examiner les **prélèvements pour l'ensemble du projet sur le territoire français, sur le territoire suisse et dans l'ensemble des territoires concernés**, pour savoir si le projet nécessite une autorisation ou une déclaration en application de la réglementation.

Si les prélèvements s'effectuent dans les **eaux souterraines**, les rubriques potentiellement concernées sont :

Article R.214-1, 1.1.1.0. Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de **la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines** ou **en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines**, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (**déclaration**).

Commentaire : ce point concerne la réalisation de forages de reconnaissances et d'essais de pompage pour étudier la capacité de production du forage sans surexploitation des ressources concernées par les prélèvements.

Article R.214-1, 1.1.2.0. Prélèvements permanents ou temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère, à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé, le volume total prélevé étant :

1° Supérieur ou égal à **200 000 m³/ an (autorisation)** ;

2° Supérieur à 10 000 m³/ an mais inférieur à 200 000 m³/ an (déclaration).

Si les prélèvements s'effectuent dans les **eaux de surface**, les rubriques visées à considérer en fonction de la situation sont les suivantes :

Article R.214-1, 1.2.1.0. À l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, **prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, y compris par dérivation, dans un cours d'eau, dans sa nappe d'accompagnement ou dans un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe** :

1° **D'une capacité totale maximale supérieure ou égale à 1 000 m³/ heure ou à 5 % du débit du cours d'eau** ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau (**autorisation**).

Commentaire : actuellement, le FCC n'est pas concerné par cette situation car le prélèvement total du projet sera nettement inférieur à 1 000 m³/h (besoins d'environ 650 m³/h pendant une période d'environ 270 jours) et nettement inférieur pour les prélèvements dans le Rhône (besoin maximal de 290 m³/h) et l'Arve (besoin maximal de 200 m³/h) si les points de prélèvement supplémentaires sont disponibles.

⁹³ Communément appelée nomenclature « loi sur l'eau ».

⁹⁴ https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043136646/

Article R.214-1, 1.2.2.0. À l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, **prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, dans un cours d'eau, sa nappe d'accompagnement ou un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe, lorsque le débit du cours d'eau en période d'étiage résulte, pour plus de moitié, d'une réalimentation artificielle.** Toutefois, en ce qui concerne la Seine, la Loire, la Marne et l'Yonne, il n'y a lieu à autorisation que lorsque la capacité du prélèvement est supérieure à 80 m³/h (**autorisation**).
Commentaire : il s'agit ici d'un éventuel cas particulier.

Article R.214-1, 1.3.1.0. À l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, ouvrages, installations, travaux permettant un **prélèvement total d'eau dans une zone où des mesures permanentes de répartition quantitative instituées**, notamment au titre de l'article L. 211-2, ont prévu l'abaissement des seuils :

1° Capacité supérieure ou égale à 8 m³/h (**autorisation**).

Commentaire : actuellement, le FCC n'est pas concerné par cette situation. Il serait concerné au minimum pour un prélèvement PH effectué dans la zone de répartition des eaux (ZRE) des eaux superficielles et des eaux souterraines du bassin des Usse. Des prélèvements éventuels d'eau souterraine dans la nappe du Genevois relèveraient également d'une ZRE.

Enfin, les procédures relatives à l'eau s'inscrivent dans une **démarche globale d'autorisation unique pour un projet indivisible et transfrontalier.**



Illustration 140 : Exemples de barrages existants dans les secteurs de Vulbens et de Pougny entre la France et la Suisse.

Les scénarios de traitement et de purge de l'eau doivent être convenus avec les services administratifs compétents des États hôtes. Les scénarios de fourniture en chaleur fatale issue des systèmes de refroidissement doivent être élaborés en collaboration avec les services administratifs publics locaux. Une telle co-construction avec le territoire sur ce sujet spécifique constituerait l'approche la plus efficace pour la conception et la mise en œuvre du scénario présenté.

6.2.21. Besoins en électricité et approvisionnement

6.2.21.1. Besoins en électricité

Le programme de recherche scientifique du FCC-ee est basé sur différents modes de fonctionnement du collisionneur. Chaque mode utilise une configuration d'équipement différente. Ces équipements (systèmes d'accélération par cavités radiofréquence supraconductrices, systèmes de conversion d'énergie électrique et systèmes de refroidissement cryogénique) seront installés progressivement, conformément au programme de fonctionnement pluriannuel pendant les phases de maintenance et d'amélioration prévues pour ces activités. Chaque configuration est caractérisée par un besoin différent en puissance électrique (voir Tableau 28), qui sert de base aux estimations de consommation moyenne.

Tableau 28 : Besoins en puissance d'approvisionnement en énergie électrique. Pendant chaque mode d'exploitation (Z, W, H, ttbar, HH), les particules sont accélérées à différents niveaux d'énergie dans le cadre de différentes recherches scientifiques du programme de recherche. Par conséquent, la consommation d'énergie varie en fonction du mode d'exploitation. Les études de faisabilité technique ont permis de réduire de près de 45 % les besoins en puissance de 2020 (hypothèse initiale) à 2023.

Phase	Énergie des faisceaux	Durée de la phase	Besoin minimal et maximal de puissance	
			Estimations initiales	Estimations 2024
Construction	Non concernée	9 ans	20 MW - 50 MW	16 MW - 64 MW
Exploitation Z	45,5 GeV	4 ans	65 MW - 240 MW	30 MW - 222 MW
Exploitation WW	80 GeV	2 ans	70 MW - 265 MW	33 MW - 247 MW
Exploitation ZH	120 GeV	3 ans	70 MW - 294 MW	34 MW - 273 MW
Exploitation « ttbar »	175 GeV	5 ans	80 MW - 350 MW	40 MW - 350 MW
Exploitation HH	182,5 GeV	1 an (optionnelle)	50 MW - 384 MW	41 MW - 357 MW
		Total	20 MW - 384 MW	16 MW - 357 MW

Le collisionneur fonctionne selon un programme annuel qui prévoit une période limitée de fonctionnement des faisceaux pour la recherche en physique. Le programme prévoit également des phases d'essai et de mise en fonctionnement de l'équipement, d'optimisation de la performance de la machine et d'entretien régulier (Tableau 29). Selon le mode d'exploitation, la consommation d'énergie électrique varie d'une année à l'autre.

À ce stade de l'étude, il est seulement possible de chiffrer une consommation approximative, et non pas optimisée. Il a été possible de faire réaliser des études de raccordement aux réseaux électriques en Europe et en Suisse, qui ont permis de fournir aux organismes compétents (comme RTE⁹⁵ en France et Swissgrid⁹⁶ en Suisse) des éléments pour spécifier les conditions de faisabilité, parmi lesquels : les capacités disponibles et nécessaires des lignes de transport d'énergie, la planification des sous-stations de haute capacité en amont de la distribution à l'intérieur de l'infrastructure de recherche, les possibilités d'approvisionnement énergétique aux niveaux national et international, l'intégration du projet dans la distribution aux échelles nationale et transfrontalière et l'élaboration de mesures nécessaires permettant de garantir la stabilité de la fourniture de l'énergie pendant le programme de fonctionnement.

Tableau 29 : Le fonctionnement de l'infrastructure de recherche pendant l'année est caractérisé par différentes situations. Chaque situation nécessite une consommation énergétique différente.

Activité	Nombre de jours	Besoins en énergie
Entretien et mise à jour régulière	120	Niveau minimal de l'infrastructure
Arrêts à la suite d'incidents, pour les accès nécessaires à la machine et entre les cycles d'exploitation	46	Niveau minimal de l'infrastructure + systèmes en veille
Test des équipements, préparation du fonctionnement et optimisation des systèmes	60	Niveau minimal de l'infrastructure + un certain nombre de systèmes en veille et systèmes nécessaires en puissance réduite (20 à 50 % selon les équipements installés)
Fonctionnement avec des faisceaux pour la recherche scientifique	139	100 % selon le mode de fonctionnement et les équipements installés

À la suite de ces études préliminaires et exploratoires, les participants du projet développeront des concepts qui permettront d'optimiser la performance énergétique des équipements de l'accélérateur et d'améliorer le fonctionnement en fonction des informations que les opérateurs des infrastructures d'électricité et des fournisseurs en énergie fourniront.

⁹⁵ <https://www.services-rte.com/fr/decouvrez-nos-offres-de-service/raccorder-une-installation-de-production.html>

⁹⁶ <https://www.swissgrid.ch/fr/home/projects/approval-process.html>

Cette approche se fondera sur la méthodologie habituelle, Éviter-Réduire-Compenser.

- Éviter : il s'agit surtout de limiter la consommation selon une analyse coût-bénéfice, qui inclut par exemple la disposition de l'infrastructure de recherche avec deux ou quatre expériences, la limitation de la puissance maximale avec des impacts sur la luminosité et l'allongement de la durée du programme de recherche et l'absence de consommation des systèmes en cas de non-utilisation.
- Réduire : la réduction vise à optimiser l'efficacité des systèmes et à réduire les pertes. Cela concerne par exemple l'amélioration de l'efficacité de la conversion de l'énergie électrique pour la radiofréquence, la réduction des pertes dans la distribution interne et dans les équipements, la récupération et le stockage d'énergie, la consommation intelligente selon les besoins (par exemple pour la ventilation et le refroidissement) et la mise au point de systèmes qui peuvent basculer plus facilement et rapidement entre les modes d'exploitation (mode veille ou mode exploitation).
- Compenser : enfin, la compensation vise, d'une part, la récupération, le stockage et la fourniture d'énergie renouvelable pour la société, d'autre part, le développement de synergies pour la transition vers l'énergie verte en Europe, l'augmentation des capacités en énergie renouvelable et la coopération à l'échelle internationale pour l'approvisionnement en énergie renouvelable. On peut citer des exemples de compensation, entraînant des retombées économiques locales directes : l'utilisation de la chaleur fatale dans des processus industriels (production de fromage, etc.), pour le fonctionnement des serres, les cultures et le chauffage d'établissements publics tels que des hôpitaux, des écoles et des centres commerciaux.

Toutes ces mesures seront à améliorer au cours des quinze ans que dureront les phases de conception technique et de construction. Elles permettraient de limiter la consommation électrique et ses impacts de manière efficace.

S'agissant des différentes phases du collisionneur tout au long du programme de recherche, les besoins initiaux en énergie électrique initiales, avant optimisation, sont présentés dans l'illustration 141. Les besoins maximaux ne sont nécessaires que pendant la phase d'exploitation dite « tbar » et pendant une phase optionnelle à la fin du programme (HH) quand tous les équipements de radiofréquence sont installés. En moyenne, pendant la phase de recherche scientifique, le FCC-ee **consommerait environ 1,3 TWh par année. Sur l'ensemble de sa durée de vie, le besoin s'élèverait en moyenne à environ 1 TWh par année.** À titre de comparaison, des installations éoliennes en mer de taille moyenne, avec une capacité de 600 MW, comme à Kriegers Flak⁹⁷ (Danemark) ou à Dunkerque⁹⁸, produisent chaque année près de 2,5 TWh d'électricité pour un coût de 44 euros/MWh (prix 2021), ce qui correspond aux besoins électriques d'environ 500 000 ménages.

⁹⁷ https://fr.wikipedia.org/wiki/Parc_éolien_de_Kriegers_Flak

⁹⁸ <https://www.edf-renouvelables.com/poursuite-du-developpement-du-projet-eolien-en-mer-de-dunkerque-et-de-son-raccordement-electrique-suite-au-debat-public/>

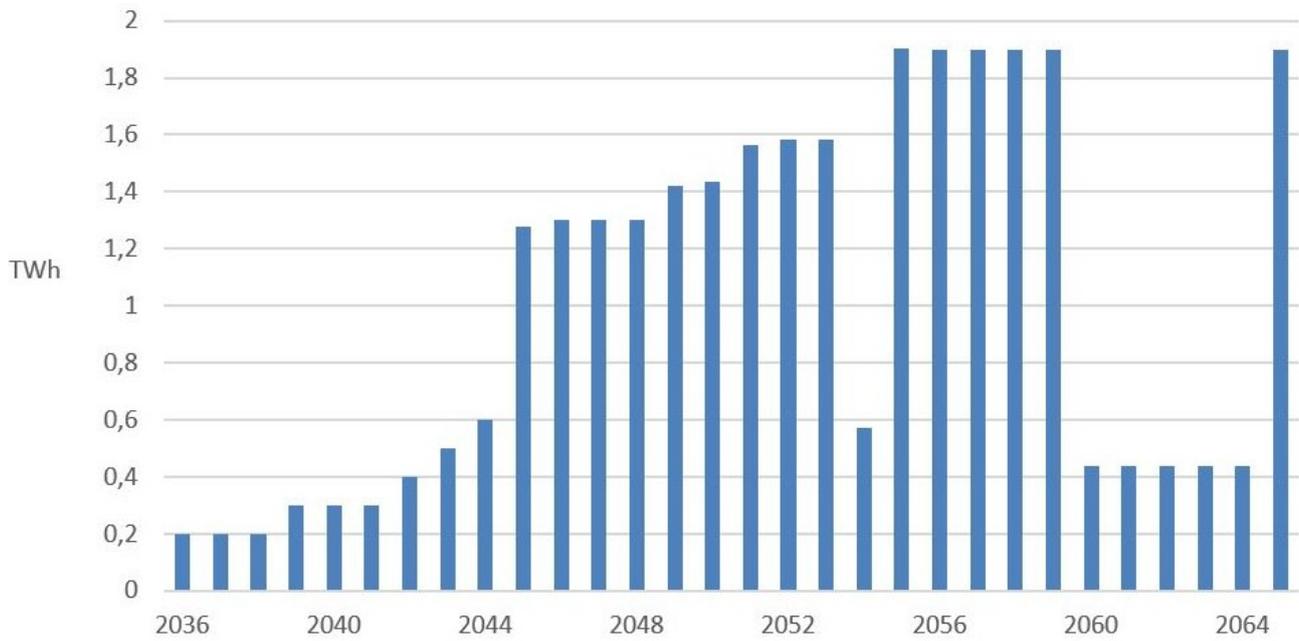


Illustration 141 : Estimation initiale du besoin du FCC-ee en électricité au fil des années, incluant la phase de construction, en TWh par année. Les nombres relatifs à la consommation sont indicatifs et évolueront lors de la conception des systèmes techniques.

6.2.21.2. Approvisionnement

Dans l'objectif d'établir un plan de sobriété énergétique en conformité avec les plans climatiques régionaux de la France et de la Suisse, la communauté internationale qui mène l'étude FCC s'est engagée à chercher des solutions pour alimenter cette infrastructure de recherche en énergie durable. À cette fin, au stade actuel de l'étude, des études ont été effectuées avec des partenaires industriels compétents en la matière (McKinsey et Accenture) pour retenir des options de fourniture en énergie renouvelable. Ces études visent aussi à développer un scénario d'approvisionnement énergétique à des prix compétitifs, ce qui est possible étant donné la prévisibilité de la consommation et la volonté d'engagement sur le très long terme du CERN, soutenu par de nombreux États.

L'analyse effectuée par Johannes Gutleber⁹⁹ montre que l'approvisionnement du FCC en énergie renouvelable est en principe déjà largement possible aujourd'hui, pour 60 % à 80 % des besoins, et ce, à des prix abordables. En effet, en 2023, la production d'électricité au moyen d'éoliennes et d'installations photovoltaïques, a pour la première fois, avec 27 % de la production totale d'électricité, dépassé la production à partir de gaz ou de charbon dans l'Union européenne (Illustration 142). Ce choix d'approvisionnement énergétique n'aura pas d'effets indésirables pour la disponibilité d'énergie sur les territoires français et suisses.

Une analyse faite par RTE en 2023 a confirmé la disponibilité des capacités nécessaires pour l'exploitation du FCC¹⁰⁰. Compte tenu de la croissance des capacités de production d'électricité renouvelable en Europe, l'alimentation quasi-totale du FCC par des énergies renouvelables d'ici à 2045 semble faisable et probable car les prévisions relatives aux capacités de production d'électricité verte indiquent une couverture atteignant 70 à 80 % des besoins totaux dans l'UE dès 2035 (Illustration 143).

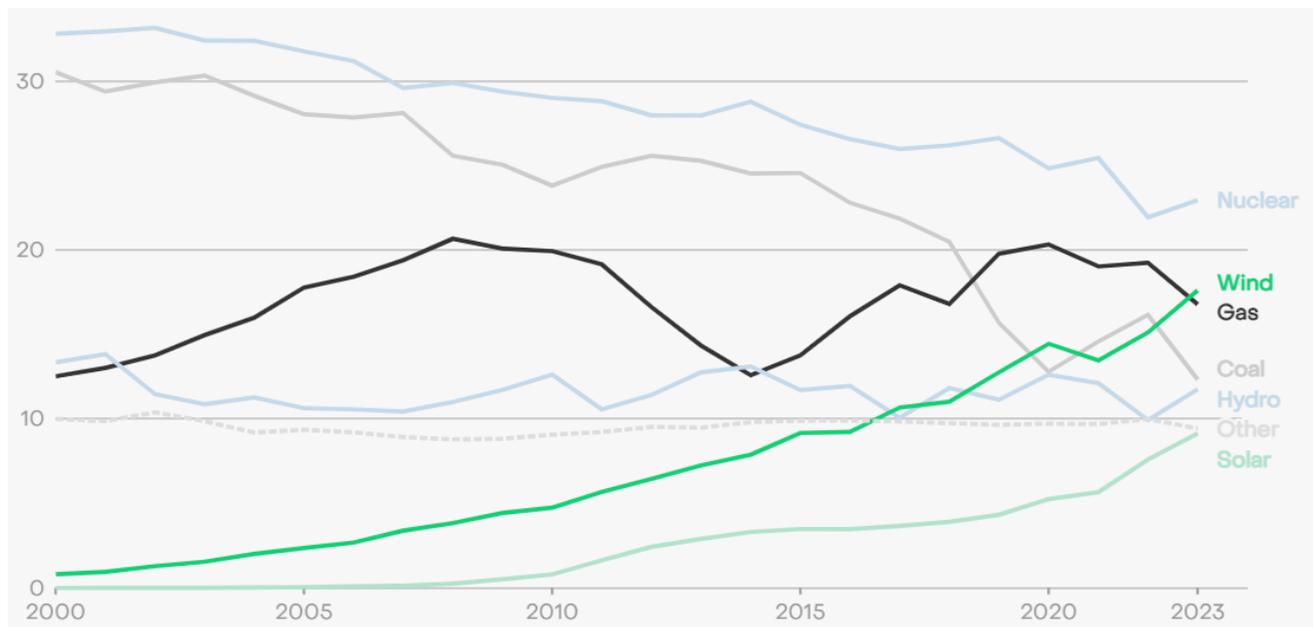


Illustration 142 : Production annuelle d'électricité par mode de production dans l'UE.

Source : Annual electricity data, Ember, <https://ember-climate.org/insights/research/european-electricity-review-2024/>.

⁹⁹ J. Gutleber, *Renewable Energy Supply Feasibility Analysis*, 2023, <https://doi.org/10.5281/zenodo.10023947>

¹⁰⁰ RTE, *Étude exploratoire N. 22-1022 pour le raccordement du FCC*, 15 juillet 2023, <https://doi.org/10.5281/zenodo.13364463>

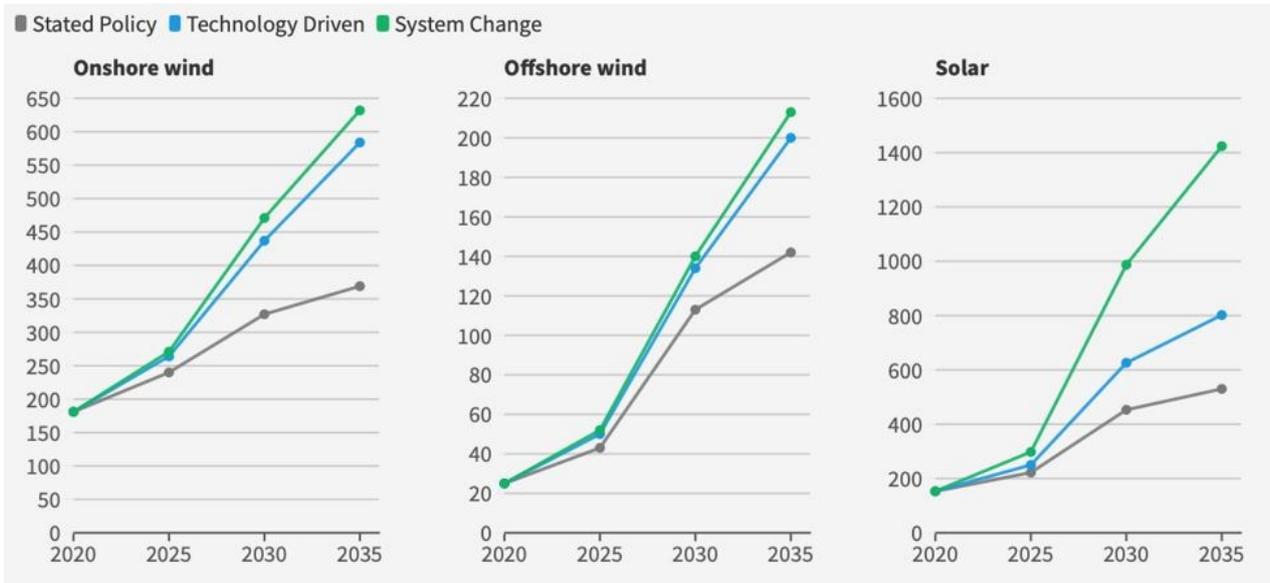


Illustration 143 : Scénarios de prévision relatifs à la production d'électricité (en GW) à partir d'éoliennes et d'installations photovoltaïques dans l'UE d'ici à 2035.

Source : <https://ember-climate.org/insights/research/new-generation/>

S'agissant de la planification de l'approvisionnement en électricité, l'étude table sur un engagement durable et à long terme par un instrument de vente directe d'électricité à base d'énergie renouvelable (contrat d'achat d'électricité - *power purchase agreement* - PPA). Il est possible de conclure plusieurs PPA soit directement avec des fournisseurs d'énergie, soit en passant par un intermédiaire. La France est particulièrement bien placée pour exploiter le vent¹⁰¹, qui représente par ailleurs une source d'énergie bon marché et renouvelable. La stratégie mise donc sur un approvisionnement fondé principalement sur l'électricité fournie par des éoliennes en mer, complété par des installations photovoltaïques.

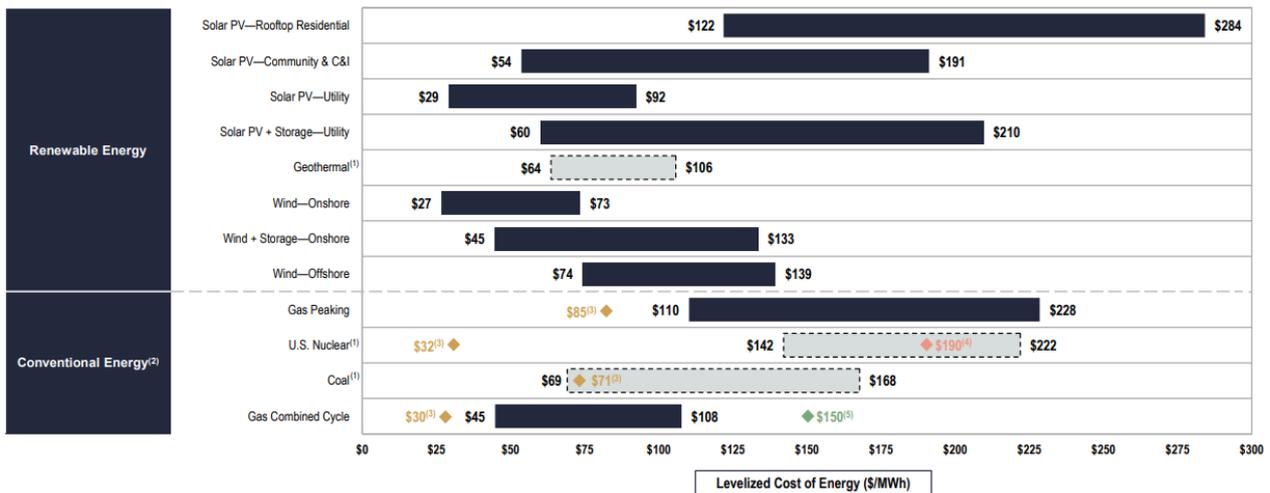


Illustration 144: Version synthétique de l'analyse des coûts énergétiques nivelés de Lazard (Lazard's unsubsidized Levelized Cost of Energy Analysis Version 17.0), en USD/MWh en 2024.

Source : <https://www.lazard.com/media/xemfey0k/lazards-lcoeplus-june-2024-vf.pdf>

¹⁰¹ H. Eerens, E. de Visser, « Wind-energy potential in Europe 2020-2030 », ETC/ACC Technical Paper 2008/6, European Topic Centre on Air and Climate Change, décembre 2008 : <https://www.eionet.europa.eu>

Les analyses de faisabilité menées à ce stade se fondent sur les coûts et les possibilités d’approvisionnement en énergie renouvelable en 2023. Elles ne peuvent pas prévoir les améliorations technologiques, le renforcement des réseaux facilitant l’échange d’énergie en Europe et les décisions à venir concernant la construction de capacités de production d’énergie renouvelable. Déjà, à ce stade précoce, compte tenu des conditions contractuelles et du risque d’exposition au marché, le pourcentage d’énergie renouvelable contractuellement accessible atteint environ 60 %, à des prix situés entre 60 et 90 euros/MWh (Illustration 145). Ce pourcentage prend en compte le risque éventuel de devoir compenser un manque d’énergie renouvelable au cours de l’année. D’un point de vue technologique, ce pourcentage peut même atteindre 95 % grâce au stockage de l’énergie. Il s’agit à présent de parvenir à une couverture totale 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. On peut envisager, pour combler les déficits en énergie, d’utiliser de l’énergie produite à partir de source décarbonées et d’exploiter les excédents d’énergie renouvelable (introduction dans le contrat des surcapacités, qui seront mises sur le marché). Une autre possibilité consiste à stocker de l’énergie sous forme de batteries, soit dans le cadre d’un PPA incluant le stockage d’énergie, soit par répartition de l’énergie sur des sites du FCC.

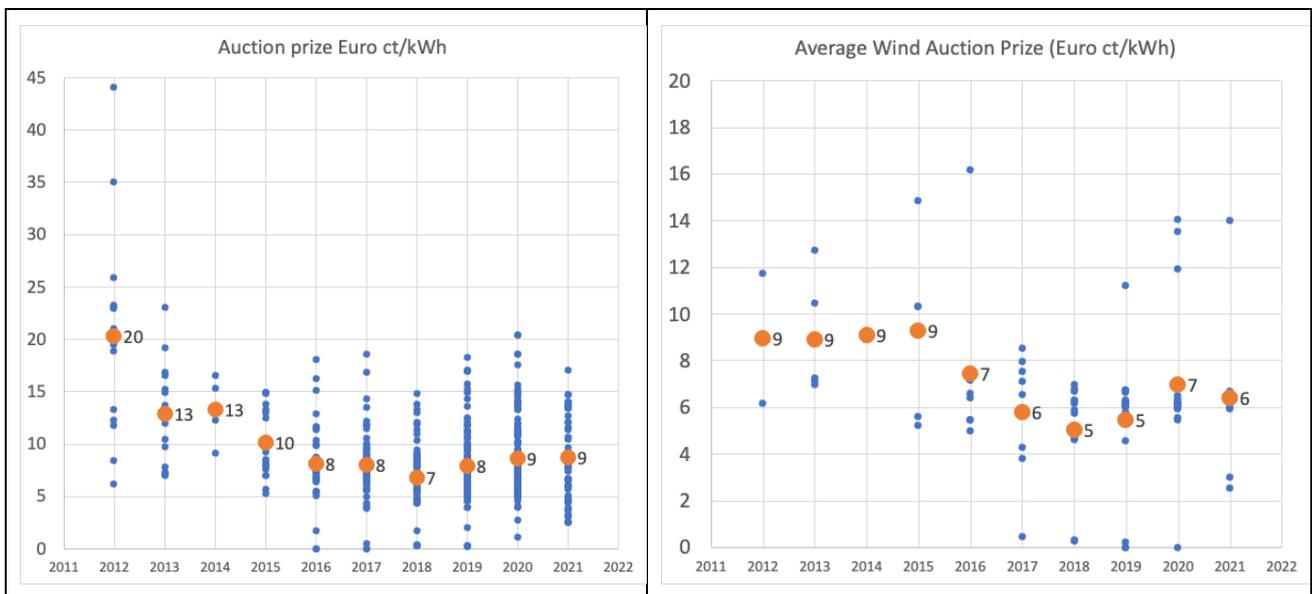


Illustration 145 : Prix réel des PPA relevés dans le cadre des enchères en Europe (2012-2021). Les derniers prix relevés oscillent entre 60 et 90 euros/MWh en ce qui concerne l’énergie éolienne.

Source : base de données AURES II RES sur les enchères, dans le cadre d’un projet co-financé par l’Union européenne au titre du programme H2020, GA 817619¹⁰².

Les estimations de coûts sur la base des conditions technologiques et économiques en 2023, comprennent les surcoûts découlant de l’achat d’électricité hors PPA pour couvrir les besoins en énergie renouvelable non satisfaits dans le cadre du PPA. À long terme, le prix de l’électricité se rapproche du coût moyen actualisé de l’énergie (en anglais, « *levelized cost of electricity* », LCOE) qui, pour l’éolien, se situe autour de 60 euros par MWh en 2023.

¹⁰² Base de données AURES II sur les enchères, créée dans le cadre d’un projet co-financé par l’Union européenne dans le cadre du programme H2020 : <http://aures2project.eu>

Coût total par MWh =

LCOE (vent, photovoltaïque)

+ 5 % de marge pour les PPA

+ 5 % de frais de gestion des PPA

+ achat de la quantité d'électricité manquante sur le marché

- vente des capacités excédentaires prévues

- vente des capacités énergétiques achetées par contrat mais non utilisées

À ce stade de l'étude, la stratégie d'approvisionnement préconisée par les consultants est la conclusion d'un contrat d'approvisionnement spécifique pour le CERN, incluant les besoins du FCC, avec un ou plusieurs fournisseurs d'énergie en France qui ont un intérêt à se doter d'éoliennes en mer supplémentaires pour assurer une production de l'ordre de 1 GW, le CERN étant client préférentiel pour une capacité d'environ 350 MW pendant une quinzaine d'années.

Les besoins liés au fonctionnement du FCC peuvent, d'une part, nécessiter l'achat d'une quantité d'électricité supplémentaire sur le marché libre si la quantité d'électricité disponible est insuffisante, d'autre part, permettre la mise à la disposition d'autres consommateurs des capacités d'énergie renouvelable non utilisées. Il serait également possible, dès l'établissement du contrat, de prévoir la revente des capacités excédentaires afin de compenser la nécessité éventuelle d'acheter une quantité d'électricité produite à partir d'autres sources. Cependant, les simulations effectuées par McKinsey pour une période de fonctionnement « classique » du FCC ont montré que la quantité d'électricité excédentaire qui pourrait être fournie correspondrait à la quantité qui devrait être achetée en cas d'indisponibilité temporaire d'électricité renouvelable. Même en l'absence d'excédents, le coût supplémentaire éventuel pour l'achat d'électricité sans garantie d'origine sur le marché reste acceptable. Le volume couvert par le contrat d'achat d'électricité issue de sources renouvelables correspond donc vraiment au volume total qui serait utilisé par le FCC. Ce coût total est inclus dans l'estimation de coût présentée ici. L'introduction de systèmes de stockage, à concevoir, permettrait d'augmenter le taux de couverture par des sources renouvelables.

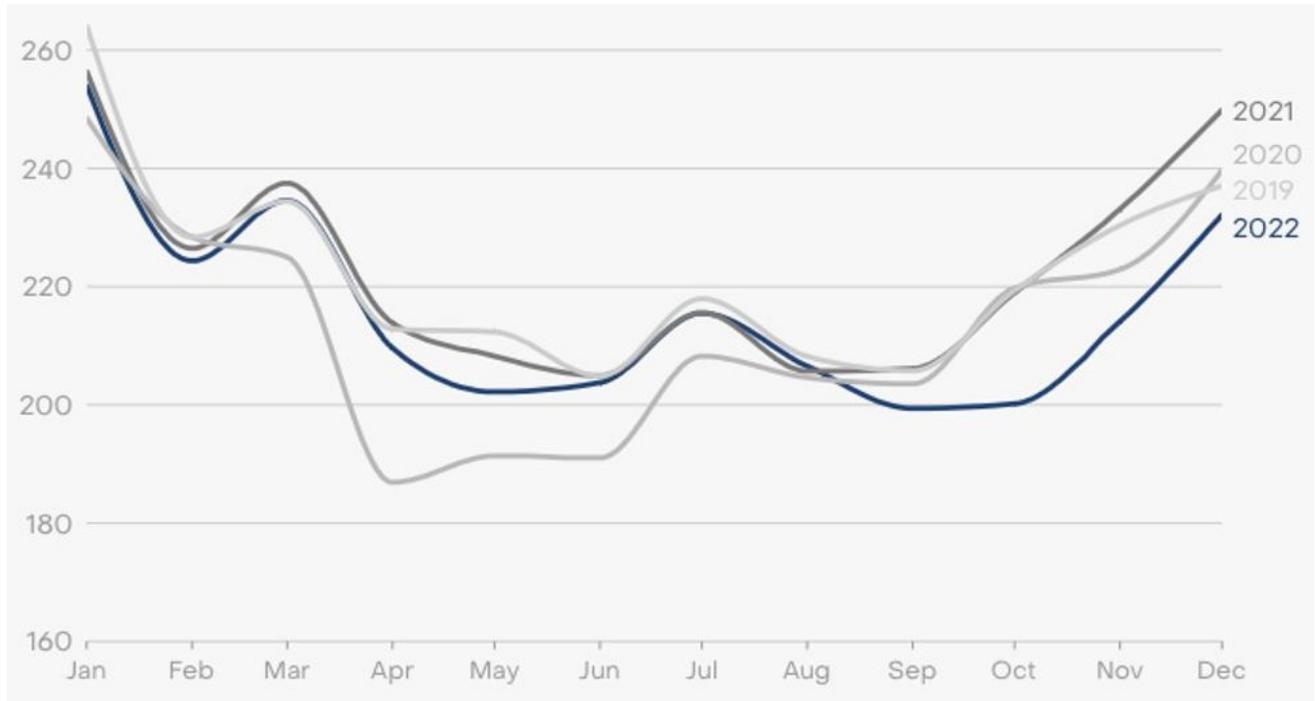


Illustration 146 : Évolution de la demande d'électricité en TWh au cours de l'année dans l'UE (2019-2022).

Source : Ember, <https://ember-climate.org/insights/research/european-electricity-review-2023/>.

Cependant, il conviendrait d'étudier la possibilité d'opérer un « transfert » des jours de fonctionnement du FCC de la période estivale à la période hivernale, pendant laquelle la production d'électricité éolienne est plus élevée. La demande en électricité étant plus forte en hiver (Illustration 146), il faudrait acheter une quantité supplémentaire d'électricité, avec un surcoût de 10 à 20 euros/MWh par rapport aux prix pratiqués en été (Illustration 147), si le contrat PPA couvre la consommation moyenne et non pas le besoin maximum. La mise en vente des excédents en été ne couvrirait pas les coûts supplémentaires en hiver, car le prix de vente estival par MWh serait d'environ dix euros plus bas que le prix moyen d'achat figurant dans le contrat, ce qui représenterait donc une perte nette de 10 euros par MWh d'électricité vendu au CERN. Cela influencerait sur la possibilité de répondre à la demande de chaleur fatale pendant la période de chauffage entre octobre et mars. Accepter un coût supplémentaire d'environ 10 euros/MWh ouvre la possibilité de fournir des quantités importantes de chaleur en hiver. La réalisation d'une analyse économique approfondie sur la base d'un échéancier plus précis, la quantification rigoureuse du nombre potentiel de consommateurs de chaleur fatale et l'estimation de la valeur de cette chaleur fournie au cours des quinze ans de fonctionnement peuvent éclairer de manière utile le choix à faire. Pour l'instant, néanmoins, l'hypothèse de travail reste celle d'une période de fonctionnement du collisionneur d'avril à septembre.

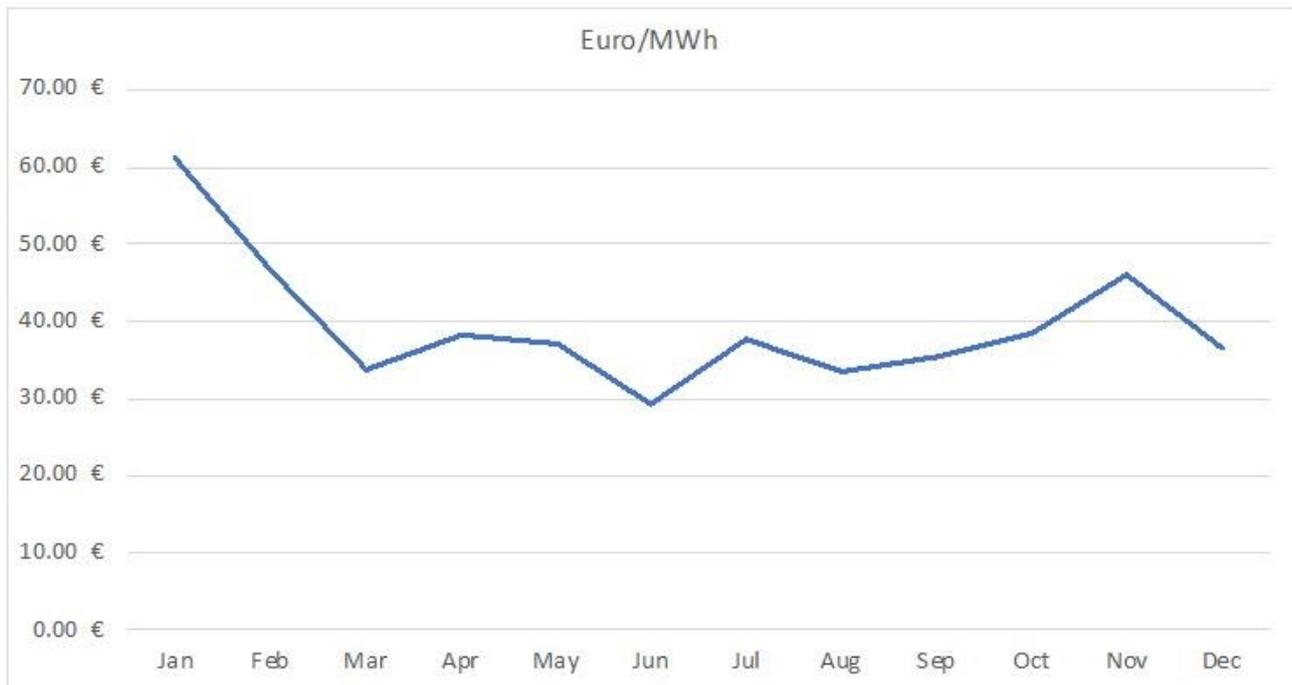


Illustration 147 : Prix moyen mensuel de l'électricité en France fondé sur le prix constaté la veille des enchères (day ahead auction) pendant une année ordinaire (2019). Source : www.energy-charts.info par Fraunhofer ISE.

Un contrat d'énergie éolienne pour une capacité de 350 MW fournit environ 1,2 TWh d'électricité par an¹⁰³. Un PPA de ce type couvrirait déjà les besoins moyens du FCC pendant sa durée de vie. Il permettrait à lui seul de couvrir jusqu'à 60 % des besoins en énergie verte pour l'année 2024 à un prix d'environ 77 euros/MWh¹⁰⁴ incluant les frais de gestion du contrat. Il serait nécessaire d'acheter une quantité d'électricité supplémentaire pour compléter les besoins quand il n'y a pas assez de vent. On considère qu'il faudrait attendre environ cinq ans pour pouvoir conclure un PPA de ce type, du fait de la nécessaire création de nouvelles capacités. Étant donné que le collisionneur ne fonctionne aux fins de recherche scientifique que pendant environ 140 jours et que, le reste de l'année, l'infrastructure de recherche a des besoins en électricité moindres, un contrat d'approvisionnement de ce type permet également de céder l'électricité verte non utilisée par le FCC à d'autres consommateurs à un prix très avantageux.

S'agissant du développement des énergies renouvelables, notamment d'un parc éolien en mer, une capacité bien supérieure, de l'ordre de 1 GW, est plus attractive pour les fournisseurs d'énergie. Elle offre la possibilité d'une efficacité supérieure et de prix plus bas et ouvre la perspective de retombées encore plus durables pour l'économie et pour la société. La seule présence du CERN comme client principal pour au moins un tiers de cette capacité, constituerait une motivation suffisante pour la mise en place d'un parc éolien de cette taille. Le fournisseur mettrait en vente sur le marché les capacités non utilisées soit en fonction de la demande, soit dans le cadre d'autres PPA. En cas de conclusion d'un PPA à long terme, pour une période de quinze à vingt ans, le fournisseur ne demanderait pas de participation sous la forme de co-financement. La construction des éoliennes commencerait dès la conclusion du PPA, qui constitue une garantie de vente de l'électricité. Actuellement, dix à vingt acteurs présents sur le marché français ont manifesté leur intérêt pour un projet de ce type.

¹⁰³ Selon WindEurope (windeurope.org) et DUKES (<https://www.gov.uk/government/statistics/renewable-sources-of-energy-chapter-6-digest-of-united-kingdom-energy-statistics-dukes>), dans sa section 6.3 publiée en 2022, le facteur de charge des parcs éoliens en mer est d'environ 40 % en Europe.

¹⁰⁴ <https://www.montelnews.com/fr/news/1531140/kallista-signe-3-ppa-pour-100-gwhan-avec-les-mousquetaires#>

Pour les fournisseurs, la difficulté majeure consiste à obtenir une option d'emplacement pour ce type de parc éolien. Les consultants experts dans ce domaine précisent qu'il serait nécessaire de bénéficier d'un soutien fort et de conclure un partenariat avec l'État concerné pour pouvoir développer cette stratégie. La construction et le fonctionnement d'un nouveau parc éolien apporteraient au CERN des retombées économiques supplémentaires sous la forme d'un bénéfice net de 400 à 700 millions d'euros selon la capacité de production et entraînerait la création de 5 000 à 8 000 emplois durables.

S'agissant des besoins en énergie du collisionneur de protons FCC-hh, dont la construction est prévue pour la deuxième moitié du XXI^e siècle, les possibilités de prévisions sont très limitées à ce stade. La faisabilité technique du FCC-hh a été étudiée entre 2014 et 2018 sur la base de l'utilisation d'une technologie d'aimants supraconducteurs Nb₃Sn fonctionnant à une très basse température de 2 K (-271,15 degrés Celsius). À cette température, les besoins en électricité des systèmes de refroidissement cryogénique seraient plus élevés que ceux des systèmes du collisionneur FCC-ee. À la suite de la réduction de la circonférence de près de 10 % entre le scénario de référence PA0-0.1 (CDR) et le scénario PA31, le champ magnétique des aimants nécessaire pour maintenir l'énergie de collision des particules devrait également être supérieur à 16 teslas¹⁰⁵. Ces deux contraintes ont mené au lancement de recherches en science fondamentale des matériaux pour concevoir des aimants avec des champs magnétiques très intenses (entre 15 et 20 teslas) qui peuvent fonctionner à des températures cryogéniques plus « conventionnelles » et des besoins en électricité beaucoup plus modestes que dans le cas des technologies NbTi et Nb₃Sn. Grâce au programme FCC-ee, cette recherche sur les matériaux supraconducteurs à haute température peut être menée pendant une période de 40 ans.

À l'heure actuelle, il est uniquement possible de dire que les besoins en électricité à l'horizon 2065, exclusivement satisfaits à partir de sources d'énergie durables et renouvelables, resteraient à peu près les mêmes que ceux des infrastructures du CERN avec le FCC-ee, car cette nouvelle technologie permet d'envisager un plafonnement de la consommation énergétique.

Cette piste technologique ouvre la voie à d'importantes innovations industrielles car, pour la première fois, les supraconducteurs seraient utilisés à une échelle suffisamment grande pour créer une industrie dévolue à leur production et permettre des transferts de technologie dans des domaines qui, aujourd'hui, ne recourent qu'à des supraconducteurs à très basse température, par exemple l'imagerie par résonance magnétique (IRM). Ce scénario est crédible, car il évoque fortement la situation du programme Tevatron aux États-Unis, vers la fin des années 1970, qui a débouché sur l'industrialisation des IRM¹⁰⁶ fondées sur la technologie supraconductrice NbTi¹⁰⁷.

L'utilisation d'énergie renouvelable est également envisagée pour la phase de construction. À cette fin, chaque site serait relié à des réseaux régionaux de distribution d'électricité, de capacités différentes selon les besoins des activités de construction sur le site (par exemple : pas de tunnelier, un tunnelier ou deux tunneliers). Les capacités nécessaires sont mentionnées dans la section 6.2.18.2 "Électricité" dans ce rapport.

¹⁰⁵ Dans un synchrotron circulaire, l'énergie des particules dépend de manière linéaire de la grandeur du champ magnétique B des aimants qui maintiennent les particules sur une trajectoire courbe et du rayon ρ de courbure de ces aimants dipôles : $E = B \times \rho$.

¹⁰⁶ <https://news.fnal.gov/2017/12/ieee-honors-game-changing-tevatron-technology/>

¹⁰⁷ <https://cds.cern.ch/record/796105/files/CERN-2004-006.pdf.pdf>

6.2.22. Champ magnétique résiduel en surface des sites scientifiques

Des champs magnétiques statiques seront utilisés pour suivre la trajectoire des particules dans les détecteurs des quatre expériences qui se trouveront à différentes profondeurs, entre 180 m et 250 m en sous-sol. Le champ magnétique résiduel créé par un solénoïde supraconducteur de 4 teslas inclus dans le détecteur type prévu pour la deuxième phase, celle du FCC-hh (Illustration 148), correspondra à un champ magnétique deux fois plus important que celui généré par un détecteur de la première phase FCC-ee.

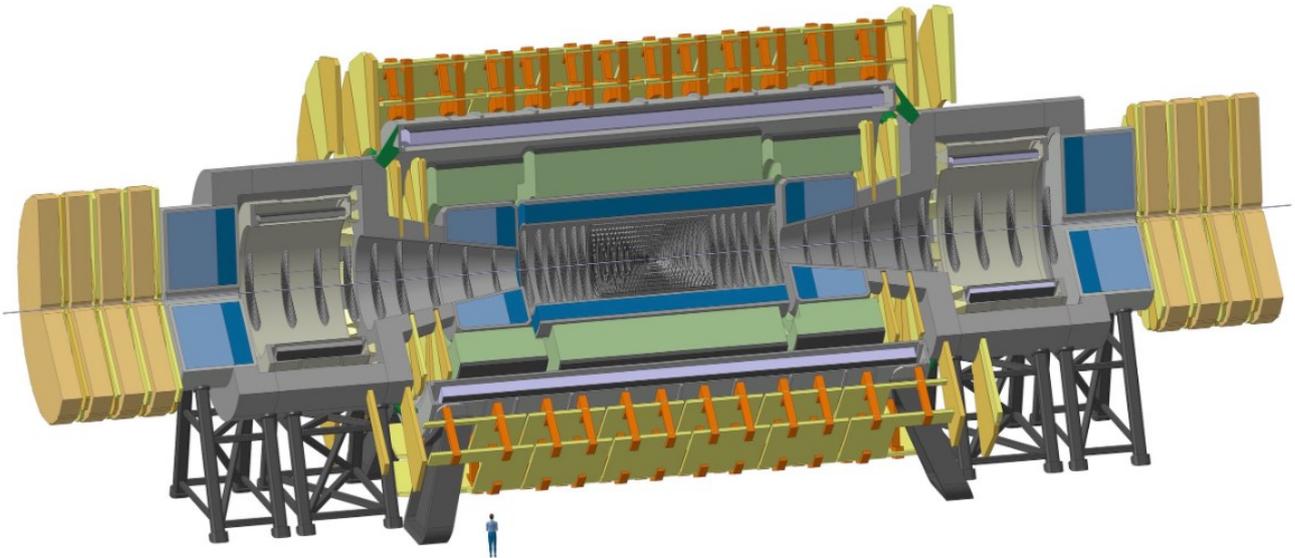


Illustration 148: Coupe d'un détecteur type pour la deuxième phase du programme FCC (FCC-hh), après l'année 2065. Les détecteurs de la première phase (FCC-ee) seront plus petits, comparables aux détecteurs CMS ou ATLAS du programme LHC actuel.

Le champ magnétique résiduel a été calculé de façon à protéger les installations et à en déduire la valeur maximale qui pourra être observée en surface dans l'environnement immédiat des sites scientifiques. La densité de champ magnétique est représentée sur l'illustration 150. Le champ magnétique naturel de la terre (Illustration 149) dans la région est de $0,000047\text{ T}$ ($47\ \mu\text{T}$). On constate la diminution rapide du champ magnétique par rapport à l'axe du détecteur en mètres (r), jusqu'à atteindre finalement une valeur inférieure à moins de $0,0001\text{ T}$ ($100\ \mu\text{T}$) à une distance d'environ 180 m, soit la profondeur prévue de la caverne d'expérience la moins profonde, au site PD à Nangy, en France. À une distance de 45 m du puits, ce champ résiduel se mêlera au champ magnétique naturel de la terre, puis il ne sera plus détectable au-delà. Pour les trois autres sites scientifiques, la caverne étant située à plus de 200 m de profondeur, la valeur du champ magnétique résiduel en surface sera inférieure à $0,00007\text{ T}$ ($70\ \mu\text{T}$). Au site PA (Ferney-Voltaire), le champ magnétique résiduel présentera une valeur inférieure à celle du champ magnétique naturel de la terre à plus de 30 m du puits. Pour les sites PG à Charvonnex et PJ à Vulbens, le champ magnétique résiduel du détecteur présentera toujours une valeur inférieure à celle du champ magnétique de la terre.

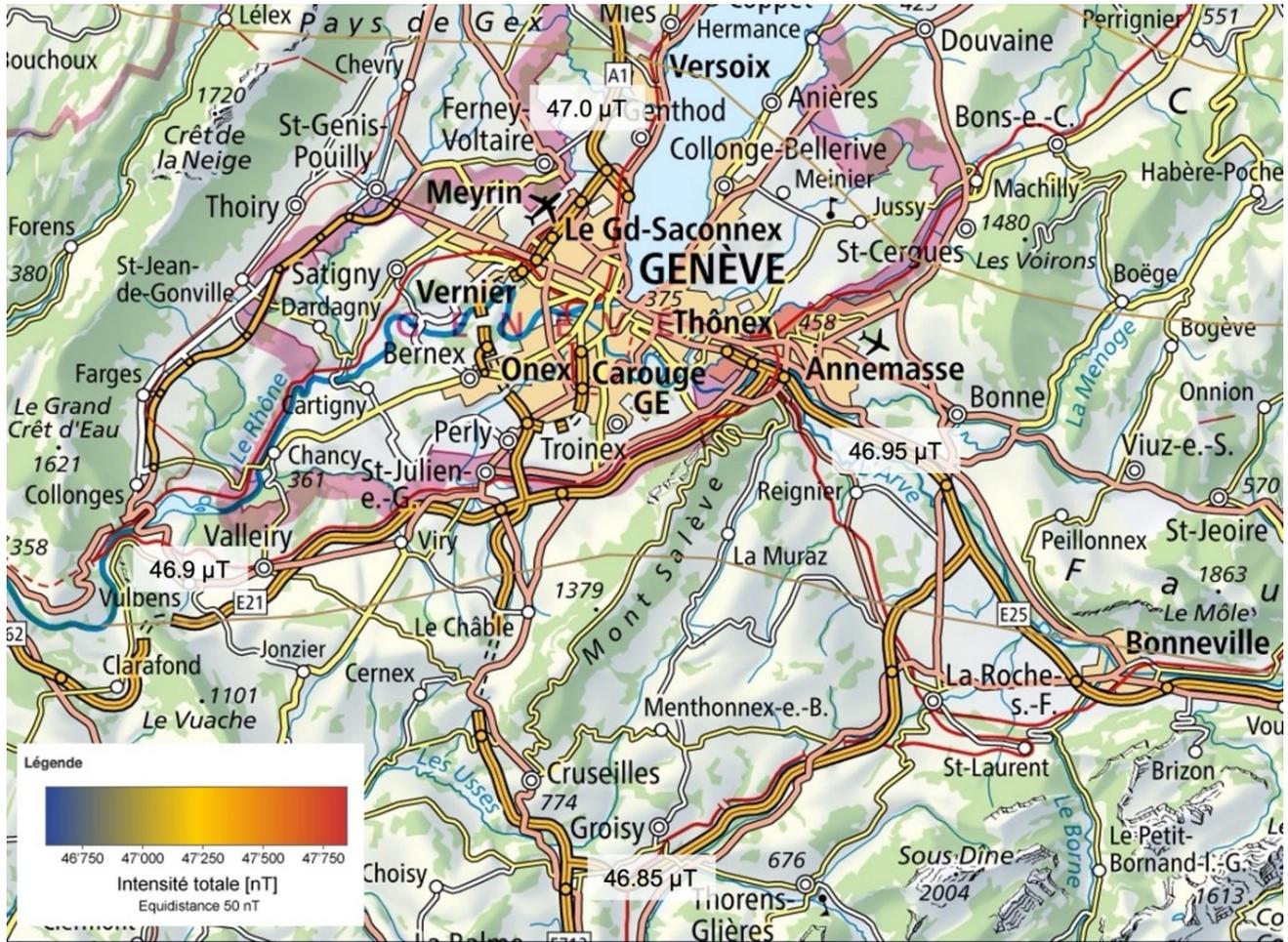


Illustration 149 : Intensité du champ magnétique de la terre dans la région du FCC.

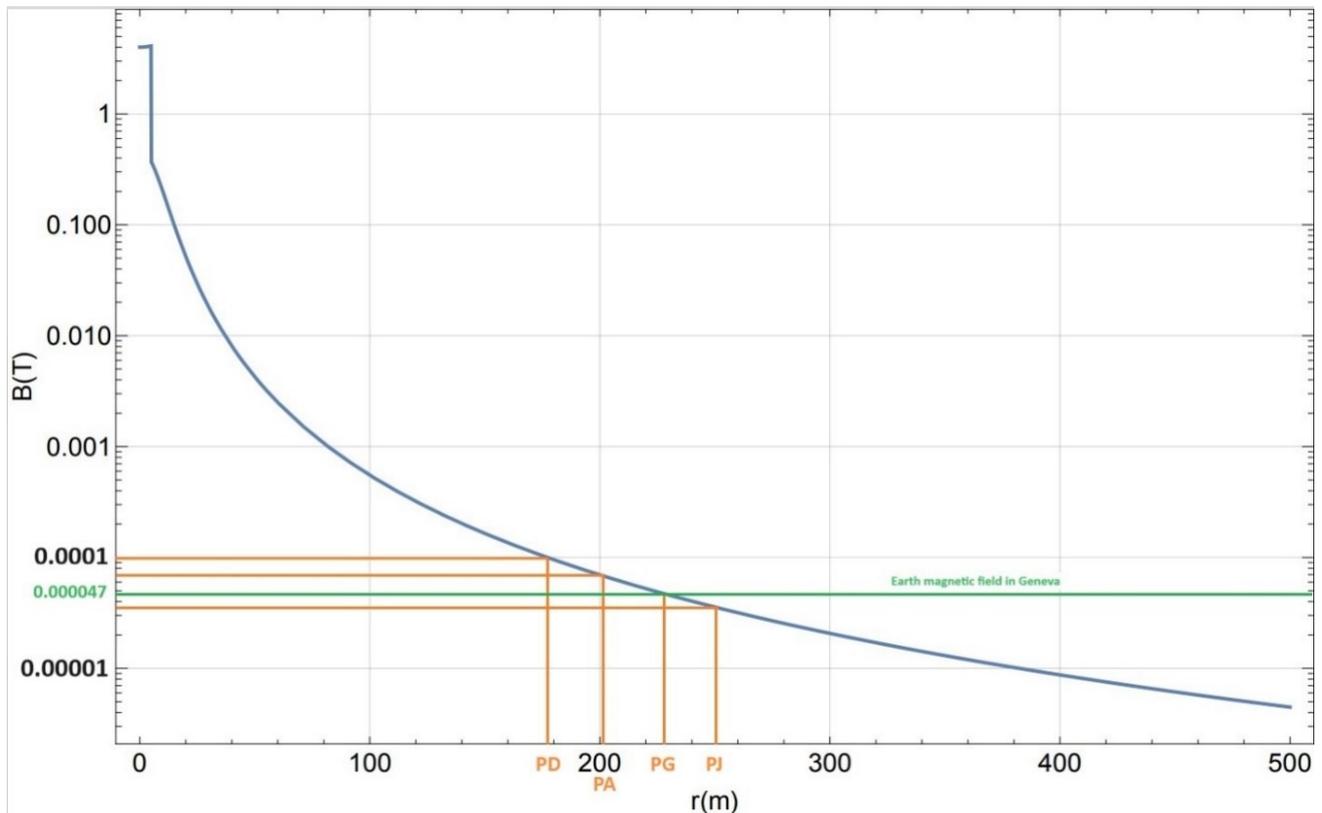


Illustration 150: Décroissance du champ magnétique résiduel B (en teslas) en fonction de l'éloignement r (en mètres). Le champ magnétique résiduel sur chaque site scientifique (PA, PD, PG et PJ) est indiqué pour la situation la plus contraignante, c'est-à-dire pour un détecteur sans blindage magnétique pendant la deuxième phase d'exploitation (FCC-hh). Le champ magnétique résiduel pour un détecteur pendant la première phase d'exploitation (FCC-ee) présentera une valeur inférieure à celle du champ magnétique naturel de la terre. À plus de 45 m du puits PD et de 30 m du puits PA, le champ résiduel sera entièrement « caché » par le champ naturel de la terre.

On peut mettre en perspective la valeur de 0,00007 T avec quelques valeurs de densité de champ magnétique généré par des appareils électriques de la vie quotidienne, ainsi qu'avec les valeurs limites réglementaires pour le public, édictées par les États hôtes. Les valeurs limites réglementaires auxquelles se référer sont les suivantes :

- valeur limite d'exposition fixée à 0,04 T (soit 570 fois plus) pour la population en France¹⁰⁸ et en Suisse¹⁰⁹ fixée à 0,04 T ;
- valeur limite d'exposition fixée à 0,005 T (soit 70 fois plus) pour les personnes porteuses d'un dispositif médical implantable actif (DMIA) en Europe.

Le champ magnétique généré par un aimant de décoration est 200 fois plus élevé que le champ magnétique résiduel maximum qui sera observé sur les puits PA et PD (Illustration 151). Ce champ peut être réduit davantage avec un blindage. Hors des sites de surface du FCC, le champ magnétique résiduel sera plus faible que celui du champ magnétique terrestre naturel. Il n'y aura donc pas d'effets indésirables.

¹⁰⁸ En France, décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 pris en application du paragraphe 12° de l'article L. 32 du code des postes et télécommunications et relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques en France.

¹⁰⁹ En Suisse, ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI) du 23 décembre 1999 (dernière modification en date du 29 septembre 2023).

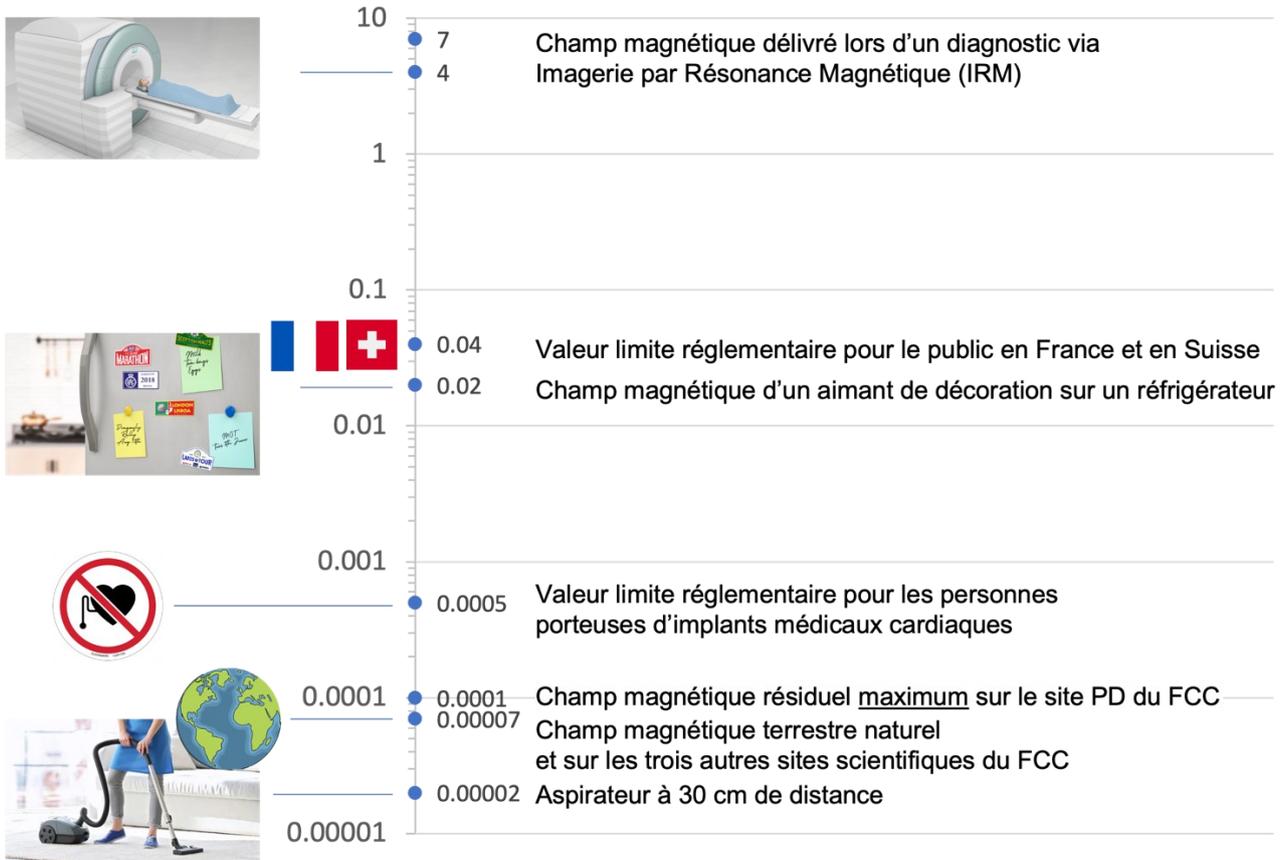


Illustration 151: Quelques références de champs magnétiques.

6.2.23. Compatibilité avec les sondes géothermiques

Un système de pompe à chaleur (PAC) sur sondes géothermiques verticales (SGV) ou sur champ de sondes consiste à faire circuler en circuit fermé de l'eau, souvent additionnée d'antigel, dans un réseau de tubes en polyéthylène disposés à la verticale dans des forages de 100 m de profondeur environ (Illustration 152).

Cela permet d'échanger de l'énergie par transfert de chaleur puis de l'acheminer jusqu'à la PAC géothermique.

En surface, la PAC géothermique permet de transférer la chaleur puisée dans le sol vers le bâtiment à chauffer en réhaussant son niveau de température (mode chauffage) ou d'injecter la chaleur en provenance du bâtiment vers le sol en abaissant son niveau de température (mode refroidissement).

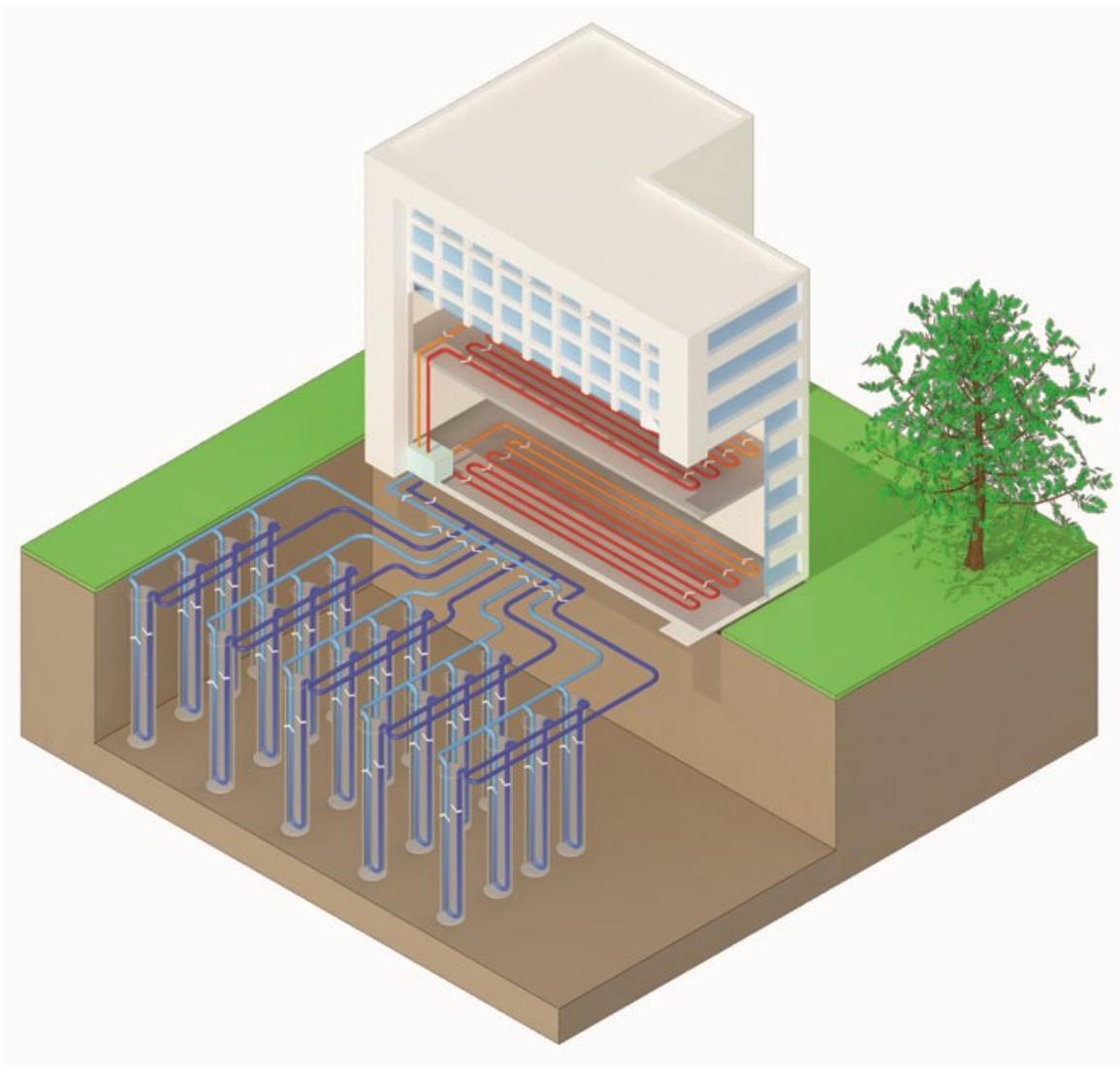


Illustration 152 : Pompe à chaleur géothermique sur champ de sondes. © ADEME-BRGM.

Les sondes géothermiques verticales sont généralement fichées dans la molasse à des profondeurs situées entre 100 et 400 m et risquent donc d'être sectionnées et mises hors service lors du creusement du tunnel.

L'emplacement des sondes géothermiques pour lesquelles les données sont publiquement accessibles a été pris en compte lors de l'élaboration du scénario PA31-4.0.

Une distance minimale de 35 m entre les ouvrages souterrains publics et le tunnel ou les cavernes du FCC est considérée comme adéquate pour pouvoir exclure tout effet mutuellement négatif (voir schéma à l'échelle dans l'illustration 153).

Les données cartographiques disponibles ont permis de constater que le scénario de référence PA31-4.0 ne semble pas entrer en conflit avec des sondes existantes. Cependant, étant donné que les forages pour sondes géothermiques dévient parfois de manière significative de la verticalité, les emplacements et profondeurs ne sont pas toujours exacts et, en conséquence, les valeurs cartographiques peuvent différer de la réalité.

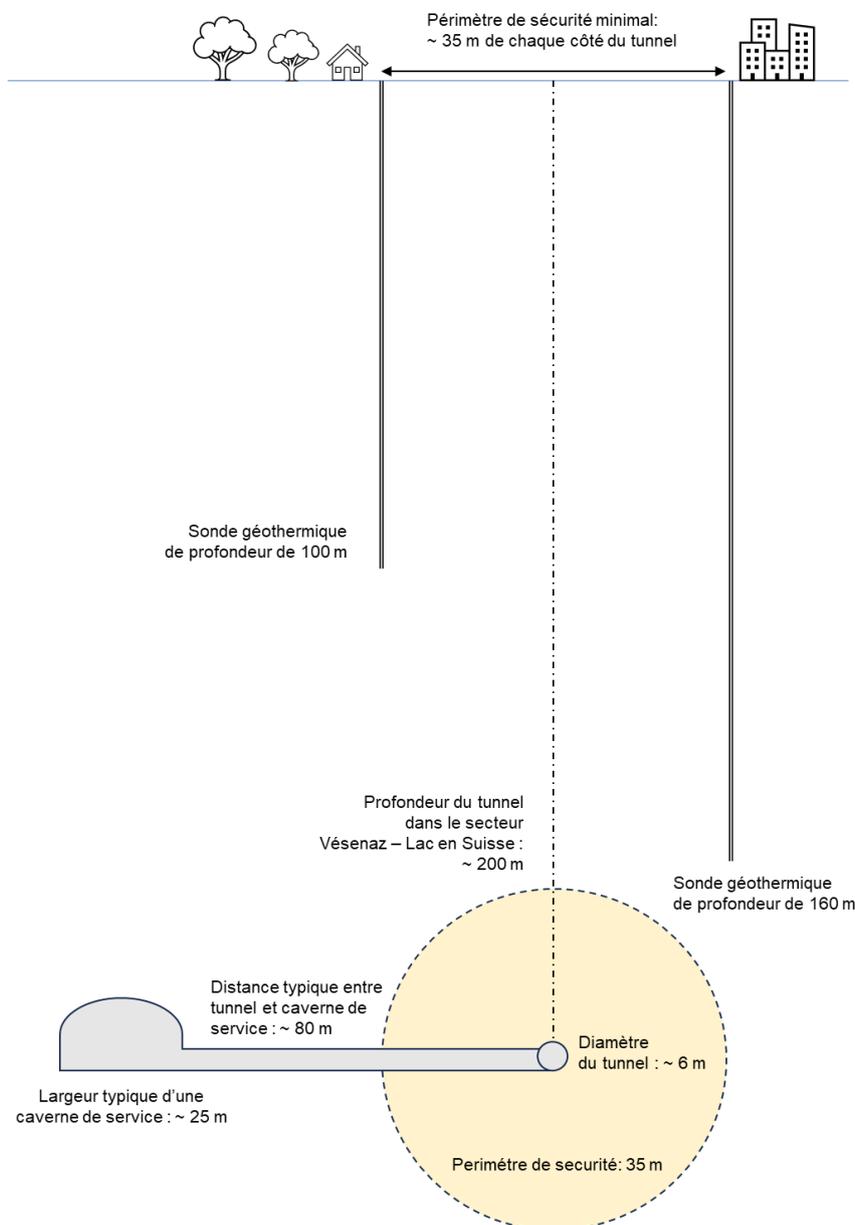


Illustration 153 : Schéma du périmètre de sécurité et des sondes géothermiques à l'échelle. Source : CERN.

L'assistance des services des États hôtes, en France et en Suisse a été demandée afin de vérifier la compatibilité du tracé de référence, en prenant en considération les précisions suivantes :

- l'élévation du tunnel n'est pas définie à ce stade, mais on peut considérer qu'elle se situera entre 150 et 250 m au-dessus du niveau de la mer ;
- dans la molasse, une distance de sécurité de 50 m autour du tunnel (d'un diamètre d'environ 6 m), et des autres infrastructures souterraines est considérée comme adéquate pour assurer la compatibilité entre ces installations et une sonde géothermique ;
- en Suisse, deux sondes ont été localisées à l'intérieur de la bande de sécurité minimale de 35 m et trois sondes à l'intérieur de la bande de sécurité de 50 m qui s'étend en surface de part et d'autre du tracé du PA31-4.0 dans le canton de Genève (cf. plan figurant dans l'illustration 154). Les deux sondes situées à une distance inférieure à 35 m se situent à 27 et 32 m respectivement de la ligne médiane et à une profondeur d'environ 100 m sous la surface, c'est-à-dire à environ 330 m au-dessus du niveau de la mer. La distance de sécurité de 50 m autour du tunnel semble donc respectée ;
- s'agissant de la France, il conviendrait d'indiquer l'emplacement des sondes géothermiques existantes ou déjà autorisées dans le périmètre de sécurité de 50 m.

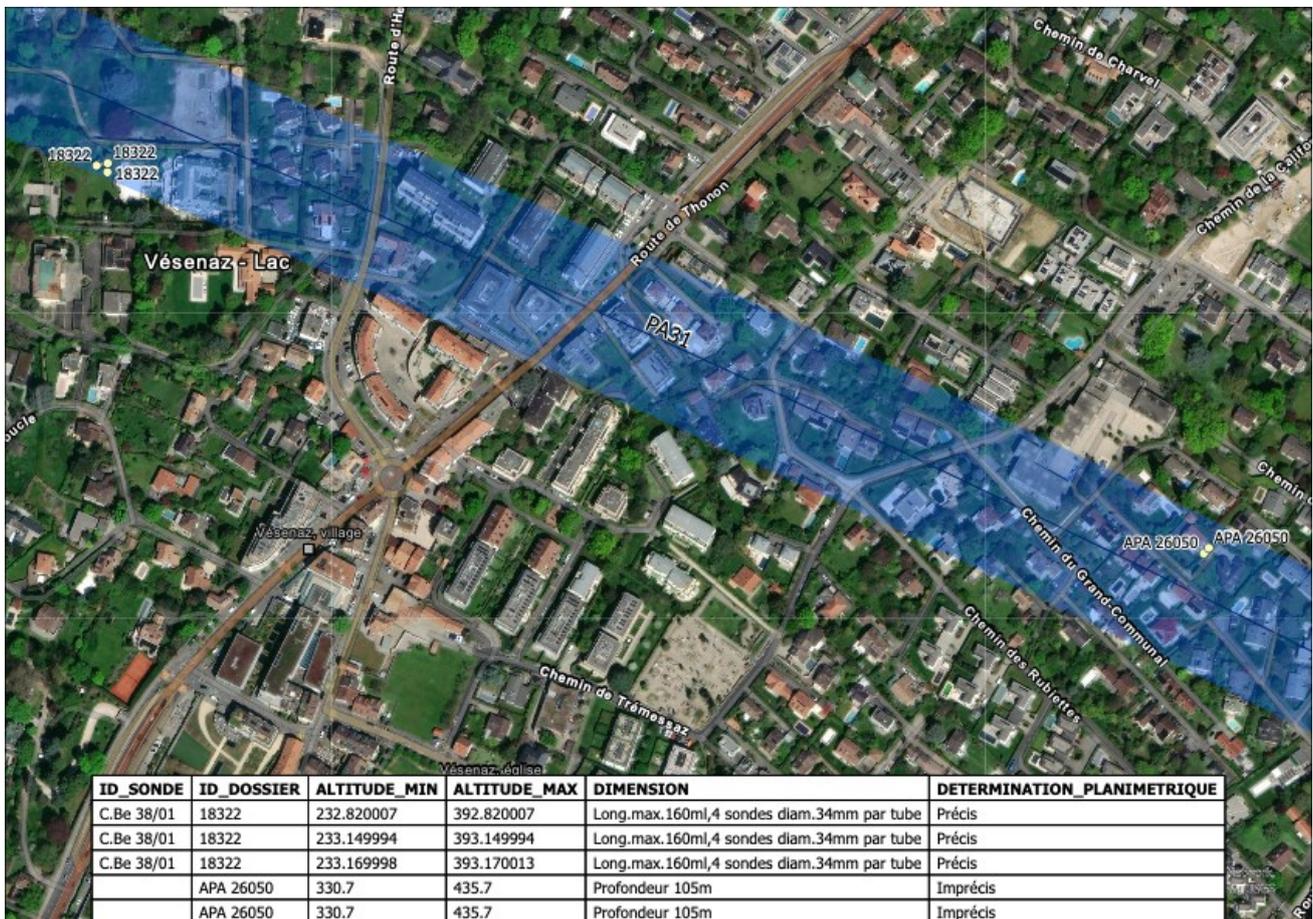


Illustration 154 : Sondes géothermiques localisées dans un périmètre de 50 m autour du tunnel dans le canton de Genève, en Suisse. Source : SITG, couche CTSS_CHAUFFAGE_SONDE (ID : 6867).

Il est demandé aux services des États hôtes :

1. De vérifier que les sondes géothermiques existantes se situent bien à une distance de sécurité de 50 m du tunnel FCC conformément au scénario de référence PA31-4.0 ;
2. De confirmer qu'une distance de sécurité adéquate supérieure à 50 m du tunnel et des cavernes est maintenue dans le cas où l'emplacement, la profondeur et la verticalité d'une sonde géothermique existante ne sont pas connus avec précision ;
3. De veiller au respect de la distance de sécurité de 50 m pour les sondes géothermiques déjà autorisées ou qui seront autorisées dans l'avenir, notamment en ce qui concerne la verticalité et la profondeur ;
4. D'indiquer les emplacements des sondes géothermiques existantes ou déjà autorisées, en France uniquement.

Il serait prudent de préserver l'espace souterrain qu'occuperait le tunnel et les cavernes, ainsi qu'une zone de sécurité distante de 50 mètres du tunnel et des autres infrastructures souterraines décrites dans le scénario de référence PA31-4.0 (Illustration 155), sachant que la profondeur exacte du tunnel ne sera définie qu'après l'analyse des résultats des investigations souterraines, soit vers la fin de l'année 2026.

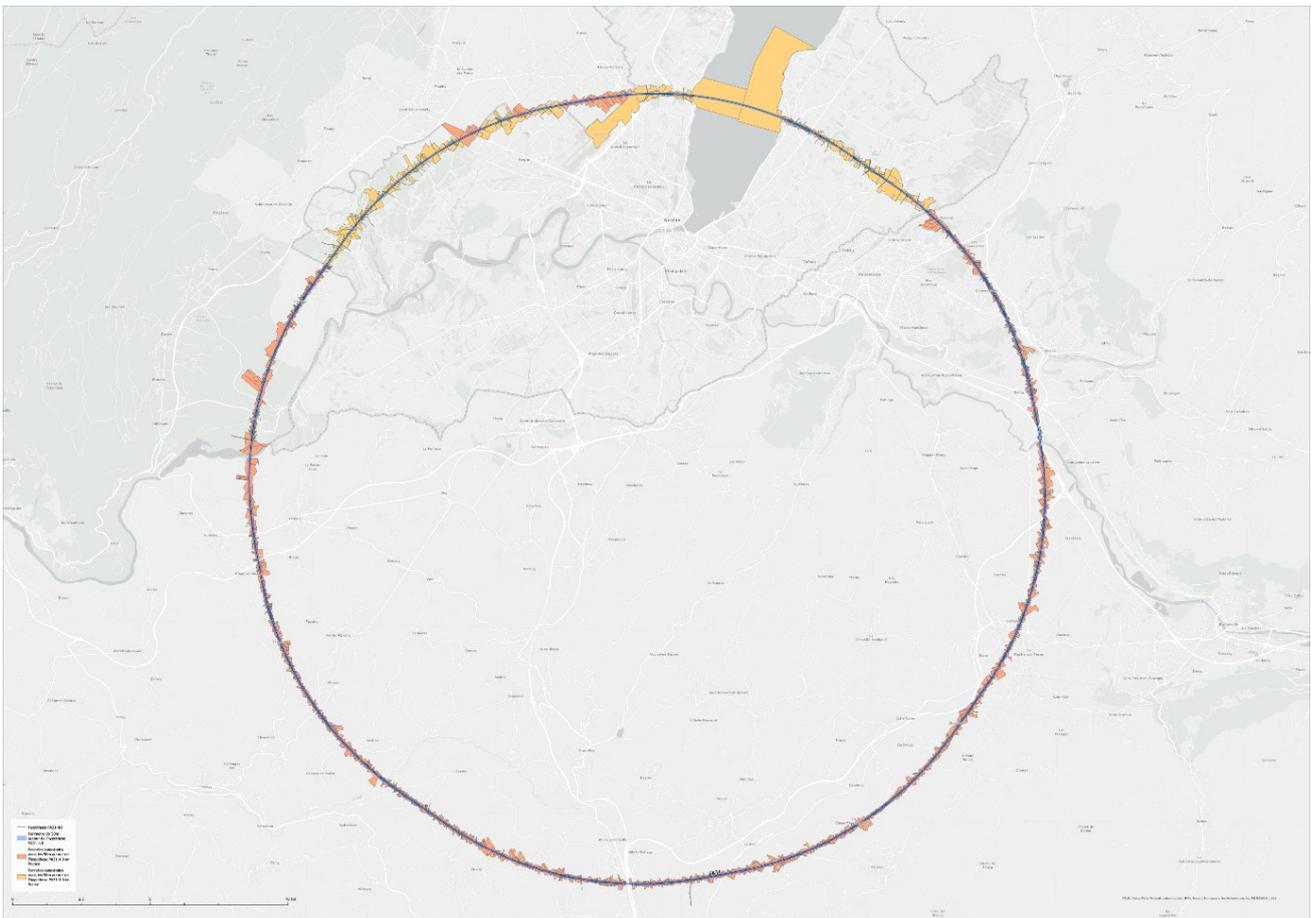


Illustration 155 : Parcelles françaises et suisses se trouvant à l'intérieur de la bande de sécurité de 50 m qui s'étend en surface de part et d'autre du tracé du PA31-4.0.

6.3. SYNTHÈSE DES OUTILS DE REPÉRAGE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX EN FRANCE

6.3.1. Introduction

Il convient de veiller à l'évolution constante des enjeux environnementaux définis à ce stade de l'étude en raison :

- des évolutions possibles des politiques publiques et des ambitions environnementales nationales et/ou locales auxquelles le projet devra répondre ;
- des évolutions possibles de la réglementation (code de l'environnement, code de l'urbanisme, etc.), notamment pour atteindre des objectifs environnementaux de plus en plus ambitieux ;
- des évolutions du contexte local : les pressions environnementales subies par le territoire (démographie, activités économiques, transport...) et la manière dont les territoires répondent à ces pressions évoluent dans le temps.

Cette section récapitule les outils recensés dans l'aire d'étude du FCC (notamment, zonage d'inventaires ou de protection) afin de :

- répertorier les secteurs où les enjeux environnementaux sont présents ;
- caractériser la nature de ces enjeux (intensité et nature de l'enjeu).

L'analyse du territoire d'implantation du projet s'appuyant sur ces outils permet de disposer d'un premier état des lieux pour :

- éviter de s'implanter sur les secteurs où les enjeux sont les plus forts au regard des caractéristiques connues du projet de FCC et des données environnementales disponibles ;
- définir les secteurs où les enjeux nécessiteront des études plus approfondies permettant d'envisager l'implantation du FCC dans des conditions les moins préjudiciables possibles pour l'environnement. En particulier, l'analyse environnementale permettra de mobiliser l'approche ERC pour « éviter », « réduire » et, le cas échéant, « compenser » les atteintes éventuelles du projet à l'environnement pendant les phases de travaux et d'exploitation.

6.3.2. Inventaires des zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF)

L'inventaire ZNIEFF est un outil de connaissance, indiquant la présence sur certains espaces d'un intérêt écologique requérant une attention particulière et des études plus approfondies. L'inventaire n'a pas, en lui-même, de valeur juridique directe et ne constitue pas un instrument de protection réglementaire des espaces naturels. Les ZNIEFF constituent néanmoins une preuve de la richesse écologique des espaces naturels et de la nécessité de les protéger.

Il existe deux types de ZNIEFF, la ZNIEFF de type I présentant le plus fort enjeu de préservation.

6.3.2.1. ZNIEFF de type I

Les ZNIEFF de type I sont des secteurs d'une superficie en général limitée, caractérisés par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux « déterminants », c'est-à-dire rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional.

Le risque de présence d'espèces légalement protégées est très élevé, mais pas systématique.

En conséquence, si un projet ne peut éviter de s'implanter en ZNIEFF de type I :

La réalisation d'un projet dans une ZNIEFF de type I doit faire la démonstration qu'il n'est pas possible de l'éviter dans des conditions économiques acceptables. Un inventaire « faune, flore, habitats » doit être réalisé sur une année biologique complète, avec recherche de l'existence ou non d'espèces protégées. L'absence ou la déficience d'un tel inventaire est susceptible de remettre en cause le projet pour « erreur manifeste d'appréciation ».

Si la présence d'espèces protégées est confirmée, l'atteinte à ces espèces et à leurs habitats est subordonnée à une autorisation préalable du préfet, après avis du Conseil national de la protection de la nature (CNPN).

6.3.2.2. ZNIEFF de type II

Les ZNIEFF de type II sont des grands ensembles naturels (massif forestier, vallée, plateau, estuaire, etc.) riches et peu modifiés ou qui offrent des potentialités biologiques importantes. Ils peuvent inclure une ou plusieurs ZNIEFF de type I.

En conséquence, si un projet ne peut éviter de s'implanter en ZNIEFF de type II :

Dans ces zones, il importe de respecter les grands équilibres écologiques, en tenant compte, notamment, du domaine vital de la faune sédentaire ou migratrice. Comme dans le cas des ZNIEFF de type I, un inventaire « faune, flore, habitats » doit être réalisé sur une année biologique complète, avec recherche de l'existence ou non d'espèces protégées.

6.3.3. Inventaire ZICO (zones importantes pour la conservation des oiseaux)

Les zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO) sont des sites d'intérêt majeur qui hébergent des effectifs d'oiseaux sauvages jugés d'importance communautaire ou européenne. Cet inventaire a été réalisé par la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO) et le Museum national d'histoire naturelle (MNHN) pour le compte du ministère en charge de l'Écologie, avec l'aide des groupes ornithologiques régionaux.

En conséquence, si un projet ne peut éviter de s'implanter en ZICO :

Comme pour les ZNIEFF, le maître d'ouvrage devra expliquer pourquoi le projet ne peut éviter une ZICO. Un inventaire des populations d'oiseaux devra être réalisé, avec mention dans l'étude d'impact des mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts négatifs du projet sur ces populations.

Dans le cas de la présence d'espèces protégées, une autorisation préfectorale peut s'avérer nécessaire après avis du CNPN. S'agissant du chantier, des prescriptions peuvent être imposées, comme l'interdiction de dérangement, donc de réalisation des travaux, en période de nidification (période à définir lors des phases d'inventaire).

6.3.4. Inventaire des tourbières et des zones humides

Un inventaire des tourbières, confié au Conservatoire d'espaces naturels, a été réalisé entre 1997 et 1999 sous l'égide de la région Rhône-Alpes. D'autres inventaires, relatifs aux zones humides, ont par ailleurs été réalisés par les départements : c'est le cas notamment pour la Haute-Savoie, qui met à disposition du public une cartographie des zones humides mise à jour tous les ans depuis 2010.

Au-delà des inventaires existants, d'autres indices de présences de zones humides ou de tourbières devront être mobilisés lors de la phase d'étude d'impact du projet (schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux, schémas d'aménagement et de gestion de l'eau, enquêtes de terrain...).

En conséquence, si un projet ne peut éviter une implantation risquant de porter atteinte à une tourbière ou à une zone humide :

L'atteinte à une tourbière et/ou une zone humide soumet le projet à une procédure de déclaration ou autorisation dans le cadre de la « loi sur l'eau » selon la surface considérée, dès 1 000 m² (article R214 du code de l'environnement). Dans le cadre du dossier de demande d'autorisation, le maître d'ouvrage devra indiquer toutes les mesures envisagées pour supprimer, réduire, voire, en cas d'impossibilité technique, compenser l'incidence du projet sur le milieu aquatique. Les demandes d'autorisation ou de déclaration devront donc proposer des mesures correctives, voire compensatoires, efficaces si l'incidence ne peut être évitée ou suffisamment réduite.

Par ailleurs, la probabilité d'une atteinte à des espèces protégées ou à leurs habitats étant très élevée en zone humide, le projet ne pourra être autorisé que par arrêté préfectoral avec avis préalable du Conseil national de la protection de la nature à l'issue d'une demande de dérogation « espèces protégées ».

6.3.5. Réseau Natura 2000

Le réseau Natura 2000, constitué d'un ensemble de sites naturels, vise à assurer la survie à long terme des espèces et des habitats particulièrement menacés, à forts enjeux de conservation en Europe. L'objectif est double :

- le maintien ou le rétablissement du bon état de conservation des habitats et des espèces par des mesures de gestion spécifiques ;
- l'encadrement des projets d'aménagements ou des activités humaines qui doivent être compatibles avec les objectifs de conservation des habitats et des espèces qui ont justifié la désignation des sites.

Concrètement, le réseau Natura 2000 résulte de l'application de deux directives de l'Union européenne :

- la Directive 79/409/CEE, dite Directive « Oiseaux » ;
- la Directive 92/43/CEE, dite Directive « Habitats-Faune-Flore ».

Ce réseau résulte de la fusion des ZPS et des ZSC (voir ci-dessous).

6.3.5.1. Natura 2000 : zones de protection spéciale (ZPS)

La Directive « Oiseaux » prévoit la protection des habitats nécessaires à la reproduction et à la survie d'oiseaux considérés comme rares ou menacés à l'échelle européenne. Dans ce cadre, chaque pays de l'Union européenne doit classer en zone de protection spéciale (ZPS) les sites les plus adaptés à la conservation des habitats de ces espèces en tenant compte de leur nombre et de leur superficie.

En France, un nombre important de ZICO ont été reconnues comme des ZPS.

En conséquence, si un projet ne peut éviter une ZPS :

Le maître d'ouvrage doit expliquer pourquoi les zones classées en ZPS n'ont pas pu être évitées. Il devra réaliser une étude d'incidence Natura 2000 (étude d'impact visant expressément le patrimoine naturel ayant justifié la désignation du site), qui précisera notamment comment les impacts négatifs du projet sur les populations d'oiseaux ont été évités, réduits et compensés.

On notera que l'étude d'incidence Natura 2000 est obligatoire, y compris si le projet n'est pas dans une ZPS, lorsque des impacts directs ou indirects, provisoires ou définitifs, sont susceptibles de porter atteinte aux populations d'oiseaux concernées.

6.3.5.2. Natura 2000 : zones spéciales de conservation (ZSC)

La Directive « Habitats naturels-Faune-Flore » a pour objectif :

- de renforcer les dispositions en faveur de la conservation de la nature et en particulier de contribuer au maintien de la diversité biologique ;
- de maintenir ou de rétablir dans un bon état de conservation certains milieux naturels et certaines populations d'espèces animales et végétales.

Une liste d'habitats figure dans l'annexe I de cette directive, une liste d'espèces végétales et animales dans l'annexe II. Ces éléments sont considérés d'intérêt communautaire ; certains d'entre eux, jugés menacés, sont définis comme prioritaires.

La première étape, dans chaque pays, a consisté à inventorier et à proposer des espaces ou des sites qui seront retenus comme sites d'importance communautaire, après approbation de l'Union européenne. Dans une seconde étape, chaque État membre s'est engagé à maintenir ces espaces dans un état de conservation favorable. Sur la base de ces engagements gouvernementaux, ces sites d'intérêt communautaire sont devenus par décret des zones spéciales de conservation (ZSC).

En conséquence, si un projet ne peut éviter une ZSC :

Toute atteinte à des espèces prioritaires ou à des habitats prioritaires est interdite, sauf pour des motifs visant la sécurité ou la santé humaine.

Pour les espèces et les habitats non prioritaires, le maître d'ouvrage doit expliquer pourquoi les zones classées en ZSC n'ont pas pu être évitées. Comme dans le cas des ZPS, il devra réaliser une étude d'incidence Natura 2000 (étude d'impact visant expressément le patrimoine naturel ayant justifié la désignation du site) qui précisera comment les impacts négatifs du projet sur les habitats et les espèces d'importance communautaire ont été évités, réduits et compensés.

On notera que l'étude d'incidence Natura 2000 est obligatoire, y compris si le projet n'est pas dans une ZSC, lorsque des impacts directs ou indirects, provisoires ou définitifs, sont susceptibles de porter atteinte au patrimoine naturel qui a justifié la désignation du site.

6.3.6. Zones agricoles protégées (ZAP)

La loi d'orientation agricole du 9 juillet 1999 a créé un outil qui permet de classer en « zone agricole protégée » des espaces agricoles dont la préservation présente un intérêt général en raison :

- de la qualité de leur production ;
- de leur qualité agronomique ;
- ou de leur situation géographique.

Ce zonage particulier est défini à l'article L112-2 du code rural.

La zone agricole protégée (ZAP) est délimitée par arrêté préfectoral et consiste dans la création d'une servitude d'utilité publique appliquée à un périmètre donné, laquelle est annexée au document d'urbanisme.

Elle met en œuvre une protection renforcée des terres agricoles face à l'instabilité des documents d'urbanisme. Cette protection pérennise dans le temps la destination agricole des parcelles situées à l'intérieur de son périmètre, pérennité également indispensable au maintien des exploitations agricoles.

En conséquence, si un projet ne peut éviter une ZAP :

Le règlement d'une ZAP est celui de la zone agricole du document d'urbanisme. Toutefois, tout changement d'affectation ou de mode d'occupation du sol qui altère durablement le potentiel agronomique, biologique ou écologique de la ZAP peut faire l'objet d'un arrêté préfectoral modificatif, après avoir été soumis à l'avis préalable de la Chambre d'agriculture et de la Commission départementale d'orientation de l'agriculture (CDOA).

6.3.7. Périmètres de protection des espaces naturels et agricoles périurbains

Les périmètres de protection des espaces naturels et agricoles périurbains (PAEN) sont des outils de préservation des espaces agricoles et naturels, qui peuvent être mis en œuvre par des départements ou des schémas de cohésion territoriale (SCoT).

Ils permettent de protéger des terres agricoles à long terme¹¹⁰.

Pour l'instant peu utilisés, ils pourraient accompagner les collectivités dans les démarches zéro artificialisation nette (ZAN) à venir.

¹¹⁰ Plus d'informations sur les démarches : <http://outil2amenagement.cerema.fr/la-protection-des-espaces-agricoles-et-naturels-r467.html> ou https://www.isere.fr/sites/default/files/fiche_paen.pdf

6.3.8. Plans de prévention des risques (PPRN, PPRI)

Le plan de prévention des risques naturels (PPRN), créé par la loi du 2 février 1995, constitue aujourd'hui l'un des instruments essentiels de l'action de l'État en matière de prévention des risques naturels, afin de réduire la vulnérabilité des personnes et des biens.

Le PPRN est une servitude d'utilité publique associée à des sanctions pénales en cas de non-respect de ses prescriptions et au versement éventuel d'indemnisations pour catastrophe naturelle. Le dossier du PPRN contient une note de présentation du contexte et de la procédure qui a été menée, une ou plusieurs cartes de zonage réglementaire délimitant les zones réglementées et un règlement correspondant à ce zonage. Il est approuvé par un arrêté préfectoral.

Le PPRN permet de prendre en compte l'ensemble des risques, dont les inondations, mais aussi les séismes, les mouvements de terrain, les incendies de forêt, les avalanches, etc. Le champ d'application du règlement couvre les projets nouveaux et les biens existants. Le PPRN peut également définir et rendre obligatoires des mesures générales de prévention, de protection et de sauvegarde des biens et des personnes.

Lorsque le risque concerne spécifiquement les inondations, le plan est nommé PPRI (plan de prévention des risques naturels d'inondation).

En conséquence, si un projet ne peut éviter une zone de prévention des risques :

La construction en zone rouge de PPRN est strictement interdite. Dans les autres secteurs (zones bleues ou blanches), une construction peut être autorisée, au moment de la demande du permis de construire, si elle n'aggrave pas les phénomènes (facteurs de risques) et n'est pas vulnérable en cas de catastrophe naturelle.

6.3.9. Plans de prévention des risques technologiques (PPRT)

La zone d'étude n'est pas concernée par des PPRT.

6.3.10. SRCE et SRADDET

Le schéma régional de cohérence écologique (SRCE) est aujourd'hui intégré au schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) de la région Auvergne-Rhône-Alpes.

Le schéma régional de cohérence écologique¹¹¹ a été précisé par la loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (dite « loi Grenelle II ») en son article 121 (voir également les articles L.371-1 et suivants du code de l'environnement). Il constitue la pierre angulaire de la démarche Trame verte et bleue (TVB) à l'échelle régionale, dont l'un des objectifs est de maintenir et de reconstituer un réseau sur le territoire national afin que les espèces animales et végétales puissent communiquer, circuler, s'alimenter, se reproduire, se reposer, etc., c'est-à-dire assurer leur survie, en facilitant leur adaptation au changement climatique.

Le SRCE est devenu le **volet « protection et restauration de la biodiversité » du SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes.**

On distingue :

- **des réservoirs de biodiversité** qui concentrent l'essentiel de la biodiversité d'un territoire ;
- **des corridors écologiques** qui permettent aux espèces floristiques, faunistiques et fongiques de se déplacer entre réservoirs.

L'ensemble formé par les réservoirs de biodiversité et les corridors écologiques est appelé « **continuités écologiques** ».

Le volet « protection et restauration de la biodiversité » du SRADDET Auvergne-Rhône-Alpe doit être décliné dans les documents d'urbanisme locaux (SCoT et plan local d'urbanisme) pour devenir opposable à l'échelle de la parcelle.

En conséquence, si un projet ne peut éviter une zone SRADDET :

L'atteinte à une continuité écologique du SRADDET oblige le maître d'ouvrage à démontrer qu'il a pris en compte les réservoirs de biodiversité et les corridors écologiques concernés.

Cette prise en compte implique une obligation de compatibilité, avec dérogation possible pour des motifs justifiés. Elle impose de « ne pas s'écarter des orientations fondamentales du SRADDET (atteinte grave à un réservoir de biodiversité ; rupture de corridor écologique, par exemple) sauf pour un motif tiré de l'intérêt du projet et dans la mesure où cet intérêt le justifie ».

Concrètement, s'agissant des projets, le maître d'ouvrage devra démontrer dans l'étude d'impact comment il a pris en compte les continuités écologiques, c'est-à-dire les réservoirs de biodiversité, d'une part, et les corridors écologiques, d'autre part.

¹¹¹ https://fr.wikipedia.org/wiki/Sch%C3%A9ma_r%C3%A9gional_de_coh%C3%A9rence_%C3%A9cologique

6.3.11. Espace boisé classé (EBC)

L'article L130-1 du code de l'urbanisme prévoit que les plans locaux d'urbanisme (PLU) peuvent classer comme espaces boisés les bois, forêts, parcs à conserver, à protéger ou à créer. Ce classement peut s'appliquer également à des arbres isolés, des haies ou réseaux de haies, ou à des plantations d'alignements.

Le classement interdit tout changement d'affectation ou tout mode d'occupation du sol de nature à compromettre la conservation, la protection ou la création des boisements.

En conséquence, si un projet ne peut éviter un EBC :

Toute construction dans un espace boisé classé est interdite. Seul un déclassement de la zone pourrait le permettre, assorti d'une autorisation de défrichement délivrée par le préfet si l'État n'est pas maître d'ouvrage du projet. Une mise en compatibilité du PLU à l'occasion de la procédure de déclaration d'utilité publique resterait nécessaire. Elle devra inclure une justification du déclassement de l'espace boisé classé et les mesures correspondantes pour éviter, réduire ou compenser les impacts environnementaux de ce déclassement dans le secteur concerné.

6.3.12. Protection des captages d'eau

Les périmètres de protection de captage sont établis autour des sites de captage d'eau destinée à la consommation humaine, en vue d'assurer la préservation de la ressource (article L1321-2 du code de la santé publique). L'objectif est donc de réduire les risques de pollutions ponctuelles et accidentelles de la ressource sur ces points précis.

Trois types de périmètres sont rencontrés :

- **le périmètre de protection immédiate**, dans lequel toutes les constructions sont interdites. Son objectif est d'empêcher la détérioration des ouvrages et d'éviter le déversement de substances polluantes à proximité immédiate du captage ;
- **le périmètre de protection rapprochée** : il s'agit d'un secteur plus vaste (en général quelques hectares) pour lequel toute activité susceptible de provoquer une pollution est interdite ou est soumise à prescription particulière (construction, dépôts, rejets, etc.). Son objectif est de prévenir la migration des polluants vers l'ouvrage de captage ;
- **le périmètre de protection éloignée** : ce périmètre est créé si certaines activités sont susceptibles d'être à l'origine de pollutions importantes. Ce secteur correspond généralement à la zone d'alimentation du point de captage, voire à l'ensemble du bassin versant.

En conséquence, si un projet ne peut éviter une protection de captage d'eau :

Toute construction dans le périmètre immédiat de captage est interdite. Les constructions en périmètre de protection rapprochée ou éloignée sont interdites, sauf si le maître d'ouvrage peut démontrer qu'il respectera les prescriptions particulières qui leur sont attachées.

6.3.13. Contrats de milieux/rivières pour la protection des milieux aquatiques

Schémas d'aménagement et de gestion de l'eau (SAGE) et contrats de milieu¹¹² sont deux outils complémentaires, l'un établissant un « projet commun pour l'eau » assorti de règles de bonne conduite, l'autre permettant le financement d'actions (au service de ce projet commun lorsqu'un contrat de rivière fait suite à un SAGE).

Sur le périmètre du FCC, il y aurait trois contrats de milieux potentiels¹¹³.

6.3.14. Monuments historiques inscrits / bâtiments protégés au PLU

Un monument historique est un immeuble (bâti ou non bâti : parc, jardin, grotte, etc.) ou un objet mobilier (meuble ou immeuble par destination) recevant un statut juridique particulier destiné à le protéger du fait de son intérêt historique, artistique, architectural, mais aussi technique ou scientifique, afin qu'il soit conservé, restauré et mis en valeur.

La protection au titre des abords est une servitude d'utilité publique dont le but est la protection, la conservation et la mise en valeur du patrimoine culturel.

En conséquence, si un projet ne peut éviter une zone de protection :

Les travaux situés aux abords d'un monument historique sont soumis à une autorisation d'urbanisme, notamment lorsque le projet est situé dans le champ de visibilité d'un monument historique (s'il est visible du monument ou visible en même temps que lui) et situé à moins de 500 m du monument, ou lorsque le projet est situé dans un périmètre de protection adapté ou modifié, devenu périmètre délimité.

L'autorisation accordée est de la compétence du préfet, après avis favorable de l'architecte des bâtiments de France (ABF).

¹¹² Fiche explicative :

<https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion-de-leau/gestion-locale-de-leau/sage-et-contrats-de-milieu>

¹¹³ <https://www.gesteau.fr/contrats#9/45.9874/6.3281/sdage,contrats>

6.3.15. Site inscrit et site classé

Site inscrit

C'est un espace naturel ou bâti de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, qui nécessite d'être conservé.

En conséquence, si un projet ne peut éviter un site inscrit :

En site inscrit, l'administration doit être informée au moins quatre mois à l'avance des projets de travaux. L'architecte des bâtiments de France émet un avis simple, sauf pour les permis de démolir qui supposent un avis conforme.

Site classé

C'est un site de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, dont la qualité appelle, au nom de l'intérêt général, la conservation en l'état et la préservation de toute atteinte grave. Le classement concerne des espaces naturels ou bâtis, quelle que soit leur étendue. Cette procédure est très utilisée dans le cadre de la protection d'un paysage considéré comme remarquable ou exceptionnel.

En conséquence, si un projet ne peut éviter un site classé :

En site classé, tous les travaux susceptibles de modifier l'état des lieux ou l'aspect des sites (par exemple, les travaux relevant du permis de construire) sont soumis à autorisation spéciale préalable du ministère chargé des sites, après avis de la DREAL (Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement), de la DRAC (Direction régionale des affaires culturelles, service territorial de l'architecture et du patrimoine du département concerné) et de la commission départementale de la nature, des paysages et des sites (CDNPS). L'autorisation est déconcentrée au niveau du préfet de département pour les travaux moins importants.

6.3.16. Protection des centres de réception radioélectriques contre les perturbations électromagnétiques

Afin d'assurer le bon fonctionnement des réseaux, des servitudes « PT1 » sont instituées en application des articles L57 à L62-1 du code des postes et des communications électroniques afin de protéger les centres radioélectriques contre les perturbations électromagnétiques pouvant résulter du fonctionnement de certains équipements, notamment électriques.

Deux régimes peuvent être mis en place :

- les servitudes instituées au bénéfice des centres radioélectriques concernant la défense nationale ou la sécurité publique ;
- les servitudes instituées au bénéfice des centres radioélectriques appartenant à des opérateurs privés.

Deux zones existent : zones de protection et zones de garde radioélectrique.

Le FCC ne semble pas concerné par ces réglementations.

Conséquence :

Dans les zones de garde, il est interdit de mettre en service du matériel électrique susceptible de perturber les réceptions radioélectriques ou d'y apporter des modifications sans l'autorisation du ministre en charge de l'exploitation du centre.

La servitude ne précise aucune valeur quantitative maximale admise du champ électromagnétique. Elle renvoie à une obligation pour le maître d'ouvrage d'interroger sur ce point le ministre en charge de l'exploitation ou du contrôle des installations existantes. Il s'agit donc d'un point d'attention de l'étude d'impact.

6.4. SYNTHÈSE DES OUTILS DE REPÉRAGE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX EN SUISSE

6.4.1. Introduction

L'ensemble des éléments légaux et des enjeux environnementaux présentés dans cette partie sont issus du rapport intitulé *FCC Layout review in Switzerland*, livré en 2017 par le bureau d'études Ecotec Environnement SA. Ces éléments ont été actualisés en 2022 par Latitude Durable.

6.4.2. Protection de l'air

Législation fédérale :

- Loi sur la protection de l'environnement (LPE, 814.01) du 7 octobre 1983.
- Loi sur la réduction des émissions de CO₂ (Loi sur le CO₂, 641.71) du 23 décembre 2011.
- Ordonnance sur la protection de l'air (OPair, 814.318.142.1) du 16 décembre 1985.

Législation cantonale :

- Règlement sur la protection de l'air (RPAir, K 1 70.08) du 22 février 2012.

Directives et recommandations :

- OFEV, 2016. *Directive concernant les mesures d'exploitation et les mesures techniques visant à limiter les émissions de polluants atmosphériques des chantiers (Directive Air Chantiers)*¹¹⁴, Édition complétée. L'environnement pratique. 32 p.
- OFEV, 2018. *Hauteur minimale des cheminées sur toit. Recommandations sur la hauteur minimale des cheminées*. L'environnement pratique. 21 p.
- OFEV, 2003. *Équipement de machines de chantier en filtres à particules. Analyse des coûts et des bénéfices*. Documents environnement n° 148 – Air. 52 p.
- OFEFP, 2001. *Lutte contre la pollution de l'air dans le trafic routier de chantier*. L'environnement pratique. 70 p.
- SABRA, 2018, *Plan de mesures OPair 2018-2023*. Assainissement de la qualité de l'air à Genève, approuvé par le Conseil d'État en janvier 2018.
- OCEV, 2016. *Stratégie de protection de l'air 2030*, approuvée par le Conseil d'État en décembre 2015.

¹¹⁴ OFEV, *Directive Air Chantiers*. Édition complétée, février 2016.

https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/luft/uv-umwelt-vollzug/luftreinhaltung_aufbaustellenergaenzteausgabe.pdf

Conséquence :Phase de chantier :

Ce sont principalement les émissions polluantes (oxydes d'azote, particules fines) associées au trafic de camions dû au projet qui sont à prendre en considération durant la phase de chantier. La construction du tunnel va en effet engendrer la production de volumes de matériaux d'excavation extrêmement conséquents qui devront être transportés vers des aires de stockage, des décharges ou d'autres chantiers.

Phase d'exploitation :

Le projet aura un impact sur la qualité de l'air régional en raison de l'augmentation des activités industrielles telles que le trafic ou les processus de ventilation et de refroidissement. Ces activités et le risque de pollution correspondant devront être définis.

La mobilité figure parmi les principales sources de pollution atmosphérique, notamment en ce qui concerne les transports individuels motorisés. Le CERN a fourni une première estimation du personnel présent sur chaque site, afin d'évaluer le trafic :

- durant le fonctionnement, il y aurait environ 30 personnes par rotation, au rythme de trois rotations par jour ;
- lors d'interventions techniques, il y aurait jusqu'à 60 personnes, au rythme de quatre rotations par jour.

Or, les sites prévus se situent parfois à distance des infrastructures de transports en commun, et le dernier tronçon du trajet s'effectue généralement sur des routes peu empruntées. Afin de limiter l'impact sur ces routes, il serait nécessaire de réfléchir à des moyens de transports adéquats depuis les transports publics les plus proches, ceci afin de limiter le trafic journalier et nocturne. Une solution serait que le parc véhicule du CERN soit progressivement modernisé en vue, par exemple, de promouvoir l'électromobilité.

6.4.3. Protection contre le bruit

Législation fédérale

- Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB, 814.41) du 15 décembre 1986.

Législation cantonale

- Règlement sur la protection contre le bruit et les vibrations (RPBV, K 1 70.10) du 12 février 2003.

Directives et recommandations

- OFEV, OFROU, 2006. *Manuel du bruit routier. Aide à l'exécution pour l'assainissement. L'environnement pratique*. État : décembre 2006.
- OFEV, 2006. *Directive sur les mesures de construction et d'exploitation destinées à limiter le bruit des chantiers selon l'art. 6 de l'ord. sur la protection contre le bruit*¹¹⁵. État : 2011.
- SABRA, OCEV, DT, 2021, BRUIT 2030 - Stratégie cantonale de protection contre le bruit, adoptée par le Conseil d'État le 26 mai 2021.

Définitions

Les valeurs limites déterminantes pour les bâtiments, au sens de l'OPB, sont les valeurs limites d'exposition. Elles sont de plusieurs types : valeurs de planification (VP), les valeurs limites d'immission (VLI), et les valeurs d'alarme (VA). Elles sont fixées en fonction du type de bruit, de la période de la journée (pour le bruit routier : période diurne : 6 h-22 h / période nocturne : 22 h-6 h), de l'affectation du bâtiment et du niveau de protection du secteur considéré (degré de sensibilité au bruit).

Les degrés de sensibilité au bruit (DS) sont attribués aux différentes zones d'affectation selon la protection requise et en fonction des activités admises. Les locaux dont l'usage est sensible au bruit sont (article 2 alinéa 6 OPB) :

- les pièces des habitations, à l'exclusion des cuisines sans partie habitable, des locaux sanitaires et des réduits ;
- les locaux d'exploitation, dans lesquels des personnes séjournent régulièrement durant une période prolongée ; en sont exclus les locaux destinés à la garde d'animaux de rente et les locaux où le bruit inhérent à l'exploitation est considérable.

¹¹⁵ <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/laerm/uv-umwelt-vollzug/baulaerm-richtliniestand2011.pdf>

Conséquence :Phase de chantier :

La construction des sites de surface devra prendre en compte les paramètres suivants, générateurs de bruit :

- le trafic routier induit par le chantier (transport par camion des matériaux d'excavation et de construction) ;
- le bruit lié aux engins de chantier eux-mêmes ;
- le bruit lié à la construction des puits et des infrastructures.

Les émissions sonores liées au trafic induit par le chantier devront être estimées. En cas de non-respect de l'article 9 de l'OPB sur certains axes routiers, des mesures d'assainissement devront être prises pour se conformer à la législation.

Les récepteurs sensibles sont principalement les zones d'habitations situées à proximité des sites.

*** Mesures envisagées :**

L'utilisation de matériaux d'excavation et de matériaux terreux pour la création de digues anti-bruit permettant de limiter les nuisances sonores subies par ces récepteurs sensibles sera à envisager.

Phase d'exploitation :

- Bruit lié aux installations de surface

Le site de surface est considéré comme une nouvelle installation industrielle et devra respecter les valeurs de planification territoriale pour les récepteurs sensibles localisés à proximité.

Une étude spécifique devra être réalisée à un stade précoce du projet afin de déterminer les émissions sonores des installations (machines, turbines, systèmes de ventilation, générateurs, utilisation de parkings, etc.). Les installations fonctionnant également la nuit, le respect des valeurs limites d'exposition nocturnes devra être vérifié.

Selon les données fournies par le CERN, les installations de réfrigération produisent des émissions sonores de 50-55 dB(A) à l'extérieur du bâtiment. Ces niveaux sont acceptables de jour mais pourraient poser des problèmes et nécessiter l'adoption de certaines mesures relatives au bruit nocturne en fonction de la distance avec les récepteurs sensibles les plus proches.

- Bruit lié au trafic induit en phase d'exploitation

Les émissions sonores liées au trafic induit par le projet (employés, touristes, camions de livraison...) devront également être estimées. En cas de non-respect de l'article 9 de l'OPB sur certains axes routiers, des mesures d'assainissement devront être prises pour se conformer à la législation.

Le CERN a fourni une première estimation du personnel présent sur chaque site, afin d'évaluer le trafic :

- durant le fonctionnement, il y aurait environ 30 personnes par rotation, au rythme de trois rotations par jour ;
- lors d'interventions techniques, il y aurait jusqu'à 60 personnes, au rythme de quatre rotations par jour.

*** Mesures envisagées :**

Afin de limiter les nuisances sonores des sites de surface, le projet devra évaluer les possibilités d'enterrer ou de semi-enterrer certains bâtiments ou éléments. Des aménagements extérieurs, tels que la mise en place de buttes végétalisées en bordure des sites, permettrait également de réduire ces impacts.

6.4.4. Protection contre les vibrations et le son solidien propagé

La loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE, 814.01, du 7 octobre 1983) oblige le « pollueur » à limiter les émissions vibratoires vis-à-vis des riverains présents avant lui. En revanche, aucune loi ne limite le niveau de vibrations et de sons solidiens dans les habitations nouvellement construites. Néanmoins, en l'absence de réglementation en vigueur, il est utile de considérer la LPE comme base d'étude. La LPE stipule dans son article 15 que « les valeurs limites d'immission s'appliquant au bruit et aux vibrations sont fixées de manière que, selon l'état de la science et de l'expérience, les immissions inférieures à ces valeurs ne gênent pas de manière sensible la population dans son bien-être ». Conformément à la loi, les valeurs limites devraient être fixées par une ordonnance, en cours d'élaboration.

Dans le présent contexte, il est intéressant de noter que la LPE contient un article dit « de prévention » (article 11) : « Indépendamment des nuisances existantes, il importe, à titre préventif, de limiter les émissions dans la mesure que le permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable ».

La loi demande donc d'aller au-delà du simple respect des valeurs limites, pour peu que ce soit économiquement supportable. Cette attitude devrait également être adoptée ici car, si la loi parle de « gêne sensible », dans le cas présent, il s'agit plutôt d'une question de confort, et assurer un confort « raisonnable », par rapport à un certain standing, est plus contraignant que simplement éviter une « gêne sensible ».

Conséquence :

Phase de chantier :

En fonction des méthodes de forage et de soutènement retenues, une étude sur les vibrations liées à la réalisation du tunnel, des galeries et des puits devra être menée pendant la phase préparatoire pour garantir que le niveau de vibrations demeure en dessous des seuils susceptibles de causer des dégâts à certains bâtiments et de générer des nuisances aux usagers et éventuels riverains.

Phase d'exploitation :

Non concernée.

6.4.5. Protection contre les rayonnements non ionisants

Législation fédérale

- Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI, 814.710) du 23 décembre 1999.

Définitions

L'ORNI définit des limites d'immission et des mesures préventives (valeurs limite d'installation) pour les champs électriques et magnétiques créés par des installations fixes.

Conséquence :

Phase de chantier :

Non concernée.

Phase d'exploitation :

Le CERN abrite des équipements contenant des sources potentielles de rayonnements non ionisants : champs magnétiques et électromagnétiques, rayonnement infrarouge (par exemple circuits d'alimentation électrique, transformateurs, lasers).

Selon les données fournies par le CERN, l'accélérateur de particules envisagé est un synchrotron qui fait entrer en collision des faisceaux d'électrons et positrons à des énergies entre 45 GeV et 175 GeV en deux points d'interaction distincts en France (PE et PJ) ou des faisceaux de protons de haute énergie, avec une énergie maximale de 50 TeV (énergie maximale du centre de masse de 100 TeV) en quatre points d'interaction distincts (sites d'expériences PA, PD, PG et PJ).

Un champ de dispersion magnétique faible émanera ainsi des détecteurs d'expérience, au sein des cavernes reliées à la surface via les puits d'accès verticaux.

Un potentiel champ de fuite des puissants aimants dipôles 16 T de l'accélérateur proton-proton ne se diffusera pas au-delà du tunnel. Les champs de dispersion magnétique restent à des niveaux tolérables à tout moment.

Le CERN estime que :

- à une distance de 100 m du centre du détecteur, le champ magnétique est d'environ 1 mT ;
- à une distance de 250 m du détecteur, le champ magnétique résiduel est plus faible que le champ magnétique naturel de la terre en dehors des sites de surface et ne produira donc pas d'effets indésirables.

L'ORNI ne régit pas la limitation des émissions de rayonnement provenant de sources se trouvant dans les entreprises, auxquelles le personnel est exposé. Dans ce cas, c'est la SUVA (Caisse nationale suisse d'assurances en cas d'accidents) qui définit un seuil limite de 500 μ T (0,5 mT) à respecter pour les postes de travail. Le projet devra donc veiller au respect de cette valeur limite au niveau des sites de surface en prévoyant des mesures d'atténuation adéquates, permettant de limiter davantage le champ de dispersion (par exemple : enveloppes appropriées des puits d'accès).

En surface, hors de l'emprise des sites, une valeur limite de 1 μ T sera respectée au niveau des zones sensibles (a. locaux situés à l'intérieur d'un bâtiment dans lesquels des personnes séjournent régulièrement durant une période prolongée ; b. places de jeux publiques ou privées, définies dans un plan d'aménagement ; parties de terrains non bâtis sur lesquelles des activités au sens des lettres a et b sont permises) et de 100 μ T pour les zones non-sensibles.

Les nouvelles lignes électriques de raccordement au réseau existant et les postes de transformation devront respecter aussi la valeur limite de l'installation (1 μ T) pour les locaux à usages sensibles.

6.4.6. Protection des eaux

Législation fédérale

- Loi sur la protection de l'environnement (LPE, RS 814.01) du 7 octobre 1983.
- Loi sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20) du 24 janvier 1991.
- Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, RS 814.201) du 28 octobre 1998.
- Ordonnance sur la protection des eaux contre les liquides pouvant les polluer (OPEL, 814.202), du 1^{er} juillet 1998.
- Ordonnance sur la protection contre les substances et les préparations dangereuses (OChim, RS 813.11) du 5 juin 2015.
- Ordonnance sur la réduction des risques liés à l'utilisation de substances, de préparations et d'objets particulièrement dangereux (ORRChim, RS 814.81) du 18 mai 2005.
- Loi sur la pêche (LFSP, RS 923.0) du 21 juin 1991.
- Ordonnance relative à la loi fédérale sur la pêche (OLFP, RS 923.01) du 24 novembre 1993.

Législation cantonale

- Loi sur les eaux (LEaux, L2 05) du 5 juillet 1961.
- Loi sur les ressources du sous-sol (LRSS, L 3 05) du 7 avril 2017.
- Règlement d'exécution de la loi sur les eaux (REaux, L2 05.01) du 15 mars 2006.
- Loi sur la pêche (LPêche, M 4 06) du 20 octobre 1994.
- Règlement d'application de la loi sur la pêche (RPêche, M 4 06.01) du 15 décembre 1999.
- Règlement sur l'utilisation des eaux superficielles et souterraines (RUESS, L 2 05.04) du 15 septembre 2010.

Directives et recommandations

- OFEFP, 2001. *L'état de la technique dans le domaine de la protection des eaux*. Informations concernant la protection des eaux. 16 p.
- Directive relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier (d'après la norme SIA 431:2022) de juin 2023.
- Carte de protection des eaux du canton de Genève au 1:25 000, 13 mars 2003.
- Carte hydrogéologique du canton de Genève au 1:25 000.

On peut également citer les ouvrages de la SN et de la VSS qui synthétisent la problématique de l'évacuation des eaux de route, ainsi que le SPAGE :

- *Évacuation des eaux de route : état des lieux, propositions, ouvrages de sécurité, de rétention et d'infiltration* (Mandat de recherche OFROU/VSS 22/96, septembre 2000).
- Directive VSA sur la gestion des eaux urbaines par temps de pluie, 2019
- SPAGE, 2012. Outil cantonal de gestion intégré des eaux par bassin versant. Schéma de protection, d'aménagement et de gestion des eaux (2^e édition).

Conséquence :

Phase de chantier :

a) Eaux souterraines

Il conviendra de démontrer qu'aucune nappe superficielle, nappe principale ou nappe d'aquifère profond n'est impactée tant au niveau de l'écoulement qu'au niveau de la qualité des eaux (risque de mise en contact de nappes, risque de pollution des eaux). De manière générale, toutes les mesures de protection devront être mises en œuvre afin d'éviter tout impact sur les eaux souterraines.

b) Eaux superficielles

De même que pour la phase d'exploitation, les cours d'eau et leurs périmètres de protection devront être préservés pendant la phase de chantier.

c) Eaux à évacuer

Un plan de gestion des eaux de chantier devra être établi par l'entreprise de génie civil retenue pour les travaux. Ce plan de gestion devra être transmis au responsable du suivi environnemental de la phase de réalisation (SER) pour validation, puis à l'Office cantonal de l'eau (OCEau) avant l'ouverture du chantier. Les détails (dimensionnement des installations, etc.) et les moyens techniques mis en œuvre (type d'installation, etc.) seront alors fournis.

Phase d'exploitation :

a) Eaux souterraines

Concernant la nappe principale du Genevois utilisée pour l'alimentation en eau publique, l'anneau est situé à une distance latérale minimale de plus d'un kilomètre. La nappe du Genevois est donc considérée comme non concernée. Pour les autres nappes principales et superficielles, l'anneau étant implanté entre 90 m et 500 m de profondeur, il sera situé très en dessous des horizons saturés.

Au-delà des nappes répertoriées sur la carte hydrogéologique du canton, des formations aquifères plus profondes sont connues dans le bassin genevois. Compte tenu de l'implantation du futur accélérateur, les formations aquifères potentiellement concernées sont situées dans des formations géologiques tertiaires et crétacées :

- La molasse tertiaire peut localement présenter des niveaux aquifères d'extension limitée.
- Dans les formations géologiques tertiaires, les calcaires inférieurs d'eau douce, lorsqu'ils sont présents, peuvent parfois atteindre plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. Des niveaux fracturés et karstifiés aquifères ont été observés au sein de ces calcaires.
- Les séries calcaires des formations crétacées sont également potentiellement aquifères. Dans la plupart des cas, il s'agit d'aquifères fissurés et/ou karstiques.

Des études hydrogéologiques poussées, une fois le concept publié, devront ainsi démontrer que le projet n'est pas de nature à engendrer des impacts tant au niveau quantitatif que qualitatif sur les nappes d'eau souterraine. Les résultats devraient être inclus dans l'optimisation de l'emplacement de l'anneau et des sites de surface. En particulier, les sites de surface ainsi que les puits d'accès devront prendre en compte, le cas échéant, la présence de nappes principales et superficielles dont le fonctionnement ne devra pas être perturbé. De manière générale, toutes les mesures de protection devront être mises en œuvre afin d'éviter tout impact sur les eaux souterraines.

b) Eaux superficielles

Le secteur se situe dans une zone de risque d'inondation du fait de la présence de la Seymaz. Cependant, ce danger est considéré comme résiduel. Un périmètre de sécurité non constructible borde le secteur pré-identifié et est à respecter. De plus, la zone forêt bordant la Seymaz à l'ouest de la zone est un périmètre considéré comme un « espace minimal » assurant la gestion du cours d'eau.

c) Eaux à évacuer

La construction des sites de surface implique que la plupart des surfaces utiles soient imperméabilisées.

Le concept de gestion des eaux pluviales élaboré pour le site devra permettre de réduire au maximum les surfaces imperméables, en intégrant des principes de gestion des eaux pluviales dans les constructions (toitures végétalisées, revêtements semi-perméables, bassins de rétention, noues d'infiltration etc.), qui permettront d'augmenter les surfaces de rétention et de limiter le ruissellement. Ces mesures de gestion des eaux pourraient s'intégrer dans le concept général d'aménagement paysager qui sera indispensable pour chacun des sites.

Le FCC nécessitera une quantité importante d'eau, qui sera en grande partie utilisée pour le refroidissement des machines. En raison de l'échange de chaleur, les différences de température entre l'entrée et la sortie des circuits de distribution peuvent atteindre jusqu'à 25 °C. Des systèmes de réutilisation durable de ces eaux devront être étudiés (réseau de chauffage à distance, approvisionnement en eau chaude sanitaire...) lors du développement technique du projet.

6.4.7. Protection des sols et aménagement du territoire

Législation fédérale

- Loi sur la protection de l'environnement (LPE, RS 814.01) du 7 octobre 1983, articles 29, 33 alinéa 2, article 35 alinéa 1.
- Loi sur l'aménagement du territoire (LAT) du 22 juin 1979.
- Ordonnance fédérale du 1^{er} juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (OSol, 814.12).
- Ordonnance fédérale sur la limitation et le traitement des déchets (OLED, 814.600) du 4 décembre 2015.

Législation cantonale

- Règlement sur la protection des sols (RSol, K 1 70.13) du 16 janvier 2008.

Directives et recommandations

- Directive d'application du règlement sur la protection des sols (K 1 70.13 – RSOL), 24 janvier 2014.
- GESDEC, 2018. *Guide des déchets de chantier*. 116 p.
- ECOMAT, 2016. *Guide pour la réutilisation des matériaux d'excavation non pollués*. 48 p.
- OFEV, 2015. *Sols et constructions. État de la technique et des pratiques*. Connaissance de l'environnement. 113 p.
- OFEV, 2022. *Construire en préservant les sols*.
- OFEV, 2001. *Commentaires concernant l'ordonnance du 1^{er} juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (OSol)*. L'environnement pratique. Actualisé en 2005. 46 p.
- OFEFP, 2001. *Instructions : évaluation et utilisation de matériaux terreux*. L'environnement pratique. 22 p.
- OFEV, 1999. *Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais* (Directive sur les matériaux d'excavation).
- DETA, DGE, GESDEC, *Plan de mesure pour la protection des sols 2015 – 2018*.
- Norme SN 640 581, 2017. *Terrassement, sol. Protection des sols et construction*.
- GESDEC, OCEV, DT, 2019, *Protection des sols sur les chantiers – Contenu minimal d'un concept de gestion des sols*

Note : La section consacrée à la protection des sols s'attache principalement à la gestion des horizons superficiels A et B (terre végétale et sous-couche arable). Les horizons plus profonds ne sont pas assimilés à des sols.

Conséquence :Phase de chantier :

Durant le chantier, l'ensemble des exigences relatives à la protection des sols devront être mises en œuvre. En particulier, les sols devront être décapés, stockés et, le cas échéant, remis en place de manière conforme à la législation en vigueur.

Les stocks de matériaux terreux seront dans la mesure du possible mis en place en bordure de périmètre afin de servir de digues anti-bruit durant toute la phase de travaux.

Phase d'exploitation :

Le projet va nécessiter le décapage définitif des emprises du site de surface, entraînant la perte définitive d'importantes surfaces de sol parmi lesquelles des surfaces d'assolement (SDA).

On désigne par surfaces d'assolement les terres arables convenant le mieux à l'agriculture. Ces surfaces sont intégrées dans le plan directeur cantonal, qui doit notamment garantir un quota de 8 400 ha de SDA afin de subvenir aux besoins de la population dans l'hypothèse où le ravitaillement serait perturbé.

En raison de la valeur agronomique vraisemblablement élevée des terres soustraites à l'agriculture, l'emprise du projet constitue un impact négatif. Des mesures de minimisation de l'impact de la surface des sites devront ainsi être envisagées (construction prévue de certains bâtiments).

Le projet devra intégrer au maximum la valorisation des matériaux terreux (terre végétale et sous-couche) dans le cadre des aménagements paysagers des sites.

6.4.8. Sites pollués

Législation fédérale

- Loi sur la protection de l'environnement (LPE, 814.01) du 7 octobre 1983.
- Ordonnance sur l'assainissement des sites pollués (OSites, 814.680) du 26 août 1998.
- Ordonnance relative à la taxe pour l'assainissement des sites contaminés (OTAS, 814.681) du 26 septembre 2008.

Législation cantonale

- Loi d'application de la législation fédérale sur les sites contaminés (LaLSC, K 1 71) en vigueur depuis le 27 mars 2003.

Directives et recommandations

- OFEV, 2006. *Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux*. L'environnement pratique. 2^e version actualisée. 34 p.
- OFEV, 2016. *Projets de construction et sites pollués. Un module de l'aide à l'exécution « Gestion générale des sites pollués »*. L'environnement pratique. 28 p.

Conséquence :

Phase de chantier :

À priori, le site du projet n'inclut pas de parcelles inscrites au cadastre cantonal des sites pollués. Toutefois, l'absence d'inscription au cadastre des sites pollués ne signifie pas que les matériaux d'excavation ne sont pas pollués.

Si la présence de matériaux pollués est mise en évidence pendant la phase de chantier, des investigations spécifiques devront être réalisées. En fonction de la nature des polluants et de leur concentration, ces matériaux devront être triés et évacués dans des filières agréées adéquates (valorisation, traitement et/ou stockage définitif), conformément à l'OLED. Le terrassement de matériaux pollués devra faire l'objet d'un suivi environnemental par un ingénieur spécialisé.

Tout projet de construction touchant les surfaces de sites pollués inscrits dans le cadastre cantonal (puits d'accès, excavations, forages, ...) ne sera autorisé que si les termes de l'art. 3 OSites sont remplis, soit principalement que le projet ne doit pas créer un besoin d'assainissement.

Phase d'exploitation :

Non concernée.

6.4.9. Déchets et substances dangereuses pour l'environnement

Législation fédérale

- Loi sur la protection de l'environnement (LPE, 814.01) du 7 octobre 1983.
- Ordonnance fédérale sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED, 814.600) du 4 décembre 2015.
- Ordonnance sur les mouvements de déchets (OMoD, RS 814.610) du 22 juin 2005.
- Ordonnance du DETEC concernant les listes pour les mouvements de déchets (LMoD, RS 814.610.1) du 18 octobre 2005.
- Ordonnance sur la réduction des risques liés à l'utilisation de substances, de préparations et d'objets particulièrement dangereux (ORRChim, RS 814.81) du 18 mai 2005.

Législation cantonale

- Loi sur la gestion des déchets (LGD, L 1 20) du 20 mai 1999.
- Règlement d'application de la loi sur la gestion des déchets (RGD, L 1 20.01) du 28 juillet 1999.

Directives et recommandations

- OFEV, 2006. *Manuel d'exécution de l'OMoD et de LMoD*. État au 14 mars 2006. 41 p.
- OFEV, 2003. *Instructions : Gestion des déchets et des matériaux pour les projets soumis ou non à une étude d'impact sur l'environnement*. Déchets. Série L'environnement pratique. 11 p.
- OFEFP, 2001. *Instructions : Évaluation et utilisation de matériaux terreux (Instructions matériaux terreux)*. Série L'environnement pratique. 22 p.
- OFEV, 2006. Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux. Matériaux bitumineux et non bitumineux de démolition des routes, béton de démolition, matériaux non triés). L'environnement pratique. 2^e édition actualisée. 34 p.
- OFEV, 1997. Déchets. Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux (Matériaux bitumineux et non bitumineux de démolition des routes, béton de démolition, matériaux minéraux non triés). Série L'environnement pratique. 24 p.
- GESDEC, 2018. Guide des déchets de chantier. 116 p.
- ECOMAT, 2016. *Guide pour la réutilisation des matériaux d'excavation non pollués*, 48 p.
- GESDEC, *Plan de gestion des déchets du canton de Genève 2014-2017*, adopté par le Conseil d'État le 25 mars 2015. 72 p.
- GESDEC, 2004. Directive d'application pour l'élimination des déchets de la construction du 27 février 2004.
- GESDEC, 2002. *Concept cantonal de gestion des déchets*, 30 p.
- OCEV, DT, 2021, *Plan de gestion des déchets 2020-2025*, adopté par le Conseil d'État. 166 p.
- Société suisse des ingénieurs et des architectes, 2023. *Limitation et gestion des déchets de chantier*. Norme SIA 430. 28 p.

Conséquence :
Phase de chantier :

Le projet du FCC va générer une grande quantité de matériaux d'excavation. Leur valorisation devra être privilégiée. Un concept de gestion de matériaux d'excavation devra être produit. Il définira, de la manière la plus précise possible, la nature des formations rocheuses et meubles concernées pour pouvoir évaluer les possibilités de valorisation.

Le canton de Genève est particulièrement touché par une pénurie de sites de décharges pour le stockage définitif des matériaux d'excavation.

Dans cette optique, il sera nécessaire de nouer des partenariats avec des entreprises qui possèdent des sites de traitement de matériaux pour une valorisation maximale.

Un plan de gestion des déchets de chantier devra également être établi avant l'ouverture du chantier. Il précisera les différents types de déchets, les mesures à mettre en œuvre pour assurer une collecte optimale et leur valorisation, leur traitement ou leur élimination (filiales d'évacuation), conformément aux recommandations et exigences légales.

Phase d'exploitation :

Le projet devra promouvoir au maximum, la limitation et le tri des déchets sur les sites d'exploitation.

6.4.10. Organismes dangereux pour l'environnement
Législation fédérale

- Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM, RS 814.012) du 1^{er} juin 2015.

Directives et recommandations

- ARE/OFEV/OFT/OFEN/OFROU/DETEC, 2022. *Guide de planification - Coordination aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs*. Série L'environnement pratique. 64 p.
- OFEV, 2024. *Seuils quantitatifs selon l'Ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM). Un module du manuel de l'ordonnance sur les accidents majeurs* (4^e édition actualisée). 79 p.

Conséquence :
Phases de chantier et d'exploitation :

Les impacts sont liés au risque d'une colonisation par des néophytes et, lors de la phase de chantier, au risque de propagation par l'importation de terres contaminées.

Les sites industriels sont particulièrement sujets au risque d'implantations d'espèces invasives. Le concept paysager qui sera produit pour le site devra tenir compte de ce problème et prévoir des surfaces de promotion de la biodiversité qui seront suivies afin d'éviter toute implantation de néophytes.

Le cas échéant, pendant la phase de chantier, les mesures habituelles de prévention (enherbement des stocks de matériaux terreux) et de lutte contre les néophytes (arrachage des semis ou jeunes plants et évacuation pour incinération) devront être mises en œuvre.

6.4.11. Prévention des accidents majeurs et protection contre les catastrophes

Législation fédérale

- Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM) du 1^{er} juin 2015.

Recommandations, normes et directives

- ARE/OFEV/OFT/OFEN/OFROU/DETEC, 2022. *Guide de planification - Coordination aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs*. Série L'environnement pratique. 64 p.
- OFEV, 2024. *Seuils quantitatifs selon l'Ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM). Un module du manuel de l'ordonnance sur les accidents majeurs*. (3^e édition actualisée).

Conséquence :

Pendant la phase de développement technique, le CERN étudiera la nature et la quantité des substances présentes sur le site et potentiellement dangereuses selon l'OPAM. Il conviendra de revoir les études de risques produites par le CERN en fonction des éventuelles modifications de stockage et de gestion de ces substances dangereuses en lien avec le projet.

6.4.12. Conservation de la forêt

Législation fédérale

- Loi sur la protection de l'environnement (LPE, 814.01) du 7 octobre 1983.
- Loi fédérale sur les forêts (LFo, RS 921.0) du 4 octobre 1991.
- Ordonnance sur les forêts (OFo, RS 921.01) du 30 novembre 1992.

Législation cantonale

- Loi sur les forêts (LForêts, M 5 10) du 20 mai 1999.
- Règlement d'application de la loi sur les forêts (RForêts, M 5 10.01) du 22 août 2000.

Conséquence :

Le site PB se situe à proximité d'une forêt, mais il n'est pas affecté par le projet.

Conformément à la loi sur les forêts (LFo, article 17), les constructions et installations à proximité de la forêt peuvent être autorisées uniquement si elles n'en compromettent ni la conservation, ni le traitement, ni l'exploitation. À Genève, l'article 11 de la loi sur les Forêts (M 5 10) fixe à 20 mètres la distance minimale appropriée qui doit séparer les constructions et les installations de la lisière de la forêt.

Le Département du territoire (DT) peut, après consultation du Département, de la commune, de la Commission des monuments, de la nature et des sites et de la Commission consultative de la diversité biologique, accorder des dérogations pour :

- des constructions ou des installations d'intérêt général dont l'emplacement est imposé par leur destination ;
- des constructions de peu d'importance contiguës au bâtiment principal ou des rénovations, des reconstructions, des transformations, ainsi que pour un léger agrandissement de constructions existantes ;
- des constructions respectant l'alignement fixé par un plan d'affectation du sol, un plan d'alignement, ou s'inscrivant dans un alignement de constructions existantes, pour autant que la construction nouvelle soit réalisée sur un terrain en zone à bâtir et située à au moins dix mètres de la lisière de la forêt et qu'elle ne porte pas atteinte à la valeur biologique de la lisière.

6.4.13. Flore, faune et biotopes

Législation fédérale

- Loi sur la protection de l'environnement (LPE, 814.01) du 7 octobre 1983.
- Loi sur la protection de la nature et du paysage (LPN, RS 451) du 1^{er} juillet 1966.
- Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN, RS 451.1) du 16 janvier 1991.
- Ordonnance concernant l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels (OIFP, RS 451.11) du 29 mars 2017.
- Ordonnance sur les réserves d'oiseaux d'eau et de migrateurs d'importance internationale et nationale (OROEM, RS 922.32) du 21 janvier 1991.
- Ordonnance sur la protection des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale (OBat, RS 451.34) du 15 juin 2001.
- Loi sur la chasse et la protection des mammifères et oiseaux sauvages (Loi sur la chasse, LChP, RS 922.0) du 20 juin 1986.
- Ordonnance sur la chasse et la protection des mammifères et oiseaux sauvages (Ordonnance sur la chasse, OChP, RS 922.01) du 29 février 1988.
- Loi fédérale sur la protection des animaux (LPA, RS 455) du 16 décembre 2005.
- Règlement d'application de la loi fédérale sur la protection des animaux (RaLPA, M 3 50.02) du 15 juin 2011.
- Ordonnance sur la protection des animaux (OPAn, RS 455.1) du 23 avril 2008.
- Ordonnance sur la protection des végétaux contre les organismes nuisibles particulièrement dangereux (OPV, RS 916.20) du 31 octobre 2018.
- Ordonnance sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement (ODE, RS 814.911) du 10 septembre 2008.
- Ordonnance sur la protection des zones alluviales d'importance nationale (OZA, RS 451.31) du 28 octobre 1992.
- Ordonnance sur la protection des bas-marais d'importance nationale (OBM, RS 451.33) du 7 septembre 1994.
- Ordonnance sur la protection des prairies et pâturages secs d'importance nationale (OPPS, RS 451.37) du 13 janvier 2010.

Législation cantonale

- Loi sur la biodiversité (LBio, M 5 15) du 14 septembre 2012.
- Règlement d'application de la loi sur la biodiversité (RBio, M 5 15.01) du 8 mai 2013.
- Loi sur la protection des monuments, de la nature et des sites (LPMNS, L 4 05) du 4 juin 1976.
- Règlement général d'exécution de la loi sur la protection des monuments, de la nature et des sites (RPMNS, L 4 05.01) du 29 novembre 1976.
- Règlement sur la protection du paysage, des milieux naturels et de la flore du 25 juillet 2007 (RPPMF, L 4 05.11)
- Loi sur la faune (LFaune, M 5 05) du 7 octobre 1993 et loi modifiant la loi sur la faune du 26 janvier 2024.
- Règlement d'application de la loi sur la faune (RFaune, M 5 05.01) du 13 avril 1994.
- Règlement sur la conservation de la végétation arborée (RCVA, L 4 05.04) du 27 octobre 1999.
- Loi visant à promouvoir des mesures en faveur de la biodiversité et de la qualité du paysage en agriculture (LMBA, M 5 30) du 14 novembre 2014.
- Règlement d'application de la loi visant à promouvoir des mesures en faveur de la biodiversité et de la qualité du paysage en agriculture (RMBA, M 5 30.01) du 14 janvier 2015.
- Loi sur la biodiversité (Lbio) du 14 septembre 2012 et son règlement d'application.

Directives et recommandations

- Conservatoire et jardins botaniques (CJBG). Liste rouge des plantes vasculaires du canton de Genève. Actualisée en 2019.
- Conservatoire et jardins botaniques (CJBG). Liste prioritaire des plantes vasculaires de Genève.
- Direction générale de l'agriculture et de la nature (DGAN), 2012. Fiches « Plan d'action flore ».
- DGAN, 2006. Fiches « Espèces invasives ».
- DGAN, 2016. Directive concernant les travaux de taille, l'élagage et l'abattage.
- OCAN, 2020. Directive concernant les plantations compensatoires (3^e version).
- Direction générale de la nature et du paysage (DGNP), 2013. Directive concernant la plantation et l'entretien des arbres.
- DGNP, 2008. Directive concernant les mesures à prendre lors de travaux à proximité des arbres.
- DGNP, 2008. Directive concernant la conservation des arbres. Critères de maintien et motifs d'abattage.
- DGAN, 2008. Directive concernant la transplantation des arbres.
- OCAN, 2018. Stratégie Biodiversité Genève 2030 (SBG-2030)¹¹⁶.
- OCAN, 2020. Plan Biodiversité 2020-2023 de la Stratégie Biodiversité Genève 2030¹¹⁷.

¹¹⁶ <https://www.ge.ch/document/7302/telecharger>

¹¹⁷ <https://www.ge.ch/document/7302/annexe/1>

Conséquence :Phase de chantier :

Des bureaux d'études indépendants devront réaliser des inventaires de la flore pendant la phase d'étude d'impact pour identifier les espèces protégées et concernées par le projet. Des inventaires de la faune seront également effectués pour définir les espèces qui devront être prises en compte dans les concepts de compensation.

D'éventuels abattages de végétaux nécessiteront une autorisation auprès de l'Office cantonal de l'agriculture et de la nature (OCAN). La requête en abattage doit être accompagnée d'un plan des aménagements extérieurs situant les arbres à abattre, ceux à conserver et ceux à replanter avec l'implantation de la construction. La conservation est à privilégier systématiquement.

Phase d'exploitation :

En fonction des impacts mis en évidence, des concepts de compensation seront établis pour le site et intégreront différentes mesures : installation de nichoirs, création de surfaces favorables à la biodiversité, végétalisation de toitures, plantations etc., susceptibles d'accueillir des espèces à favoriser.

6.4.14. Paysages et sites

Législation fédérale

- Loi sur la protection de l'environnement (LPE, 814.01) du 7 octobre 1983.
- Loi sur l'aménagement du territoire (LAT, RS 700) du 22 juin 1979.
- Ordonnance sur l'aménagement du territoire (OAT, RS 700.1) du 28 juin 2000.
- Loi sur la protection de la nature et du paysage (LPN, RS 451) du 1^{er} juillet 1966.
- Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN, RS 451.1) du 16 janvier 1991.
- Ordonnance concernant l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels (OIFP, RS 451.11) du 29 mars 2017.

Législation cantonale

- Loi sur la protection des monuments, de la nature et des sites (LPMNS, L 4 05) du 4 juin 1976.
- Règlement général d'exécution de la loi sur la protection des monuments, de la nature et des sites (RPMNS, L 4 05.01) du 29 mars 2023.
- Règlement sur la protection du paysage, des milieux naturels et de la flore (RPPMF, L 4 05.11) du 25 juillet 2007.
- Loi cantonale d'application de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LaLAT, L 1 30), du 4 juin 1987.
- Règlement cantonal sur la conservation de la végétation arborée (RCVA, L 4 05.04), du 27 octobre 1999.

Éléments réglementaires et directives

- Norme VSS 640577. Association Suisse des professionnels de la route et des transports. Terrassement/Protection des arbres et arbustes. 1^{er} mars 2003.
- Recommandations pour la protection des arbres. Union Suisse des Services des Parcs et Promenades (VSGG/USSP).
- DGAN, 2016. Directive concernant les travaux de taille, l'élagage et l'abattage.
- OCAN, 2020. Directive concernant les plantations compensatoires (3^e version).
- DGNP, 2013. Directive concernant la plantation et l'entretien des arbres.
- DGNP, 2008. Directive concernant les mesures à prendre lors de travaux à proximité des arbres.
- DGNP, 2008. Directive concernant la conservation des arbres. Critères de maintien et motifs d'abattage.
- DGAN, 2008. Directive concernant la transplantation des arbres.
- OCAN, 2008. Directive concernant le Plan d'Aménagement Paysager (PAP)¹¹⁸.

¹¹⁸ <https://www.ge.ch/document/13695/telecharger>

Conséquence :Phase de chantier :

Il conviendra d'intégrer le cas échéant des dispositifs de digue anti-bruit, qui auront également vocation à réduire l'impact visuel des chantiers.

Phase d'exploitation :

L'impact visuel du site devra être intégré à un stade précoce dans le concept architectural des sites afin d'être minimisé. Cela doit s'effectuer pendant une phase de concertation avec le public avant que les développements techniques ne soient finalisés.

6.4.15. Monuments historiques et sites archéologiques*Législation fédérale*

- Ordonnance concernant l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels (OIFP, RS 451.11) du 29 mars 2017.

Législation cantonale

- Loi cantonale sur la protection des monuments, de la nature et des sites (LPMNS, L 4.05) du 4 juin 1976.
- Loi sur les constructions et les installations diverses (LCI, L 5 05) du 14 avril 1988.

Conséquence :

Aucun monument historique ou site archéologique n'est concerné par le projet. Ce paragraphe est sans objet.

6.5. HIÉRARCHISATION DES CONTRAINTES EXAMINÉES

Les contraintes rencontrées sur l'aire d'étude du FCC et leurs conséquences influent sur la sensibilité de l'implantation du projet.

La section 2.5 a présenté de manière détaillée les contraintes identifiées et leur hiérarchisation.

6.6. GÉNÉRALITÉS SUR L'ANALYSE DES ACCÈS

L'enjeu relatif aux accès est majeur. Il concerne tout particulièrement la phase de chantier durant laquelle les accès vont devoir permettre :

- d'évacuer les matériaux d'excavation ;
- d'amener le matériel et les matériaux de construction nécessaires à la réalisation des travaux de génie civil et de la machine scientifique.

Pour chaque site potentiel, une analyse des accès possible est effectuée à trois échelles :

1. **Grande échelle** : pour identifier les connexions aux réseaux structurants et aux voies ferrées,
2. **Échelle médiane** : pour préciser les voies empruntées (principalement départementales) pour accéder au réseau structurant,
3. **Échelle locale** : pour préciser la connexion à la parcelle.

L'analyse des accès présentée dans le présent document est une synthèse de fiches d'analyse détaillées auxquelles on se référera pour plus de détails. Les fiches détaillées présentent notamment des images de chacune des contraintes décrites, permettant de mieux l'appréhender.

Profils en travers retenus pour les élargissements de voies ou les portions neuves :

Certaines portions de voies communales ou départementales présentent un gabarit visiblement inadapté à un trafic poids lourds élevé. Ces portions ont été repérées et sont signalées dans le présent rapport. En revanche, certains renforcements structurels nécessaires n'ont pas encore été identifiés et nécessiteront des échanges avec les différentes autorités gestionnaires (État, Conseils départementaux, communes). C'est pourquoi un examen des différents itinéraires envisagés sera réalisé en temps utile avec les autorités gestionnaires et les parties prenantes de manière à confirmer les hypothèses de dimensionnement et à déterminer les renforcements structurels nécessaires sur ces réseaux (structures de chaussée, ouvrages d'art).

Il est parfois nécessaire de prévoir l'élargissement et le renforcement de portions de voies communales ou départementales dont le gabarit n'est pas adapté à un trafic poids lourds élevé.

Pour des élargissements, afin que deux poids lourds puissent se croiser à vitesse réduite, un profil en travers minimum de 5,50 m de chaussée avec deux bandes dérasées de 0,50 m est nécessaire (Illustration 156).

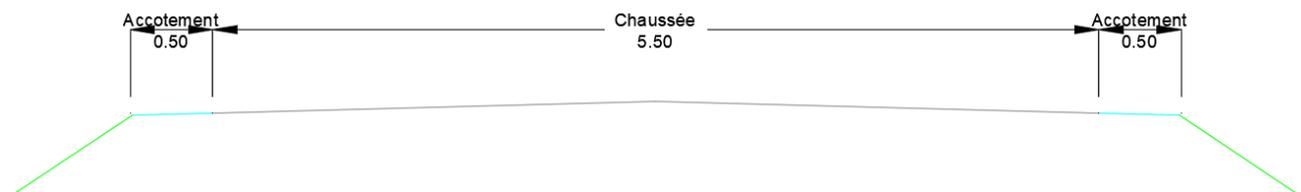


Illustration 156 : Profil en travers type pour les élargissements de voies existantes.

La connexion de certaines parcelles à la voie la plus proche est réalisée par de nouveaux accès. Ces voies, qui se situeront dans l'emprise des sites (parcelles), pourront être de dimensions plus réduites : 4,00 m de chaussée et 0,50 m de bande dérasée. Ce profil réduit nécessitera la passation de consignes aux chauffeurs de véhicules concernés (Illustration 157).

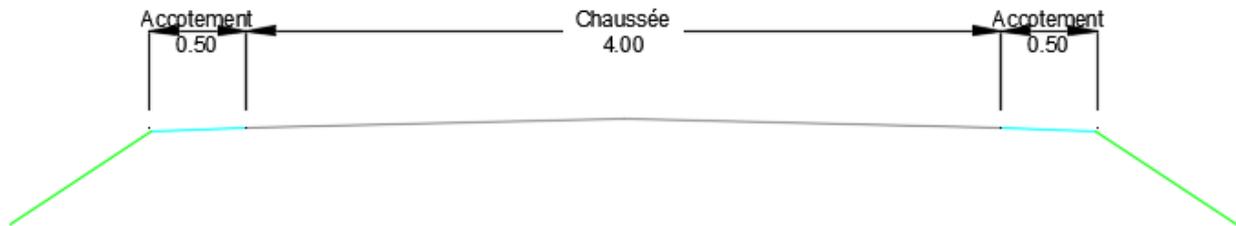


Illustration 157 : Profil en travers type pour les accès neufs (sur les emprises du chantier).

6.7. CONNEXION À CERTAINES AIRES AUTOROUTIÈRES

La présente étude d'emplacement a examiné la faisabilité de connexions au réseau autoroutier pour l'évacuation des matériaux et l'amenée de matériel pendant la phase de construction.

Cette éventualité de connexions directes s'inscrit dans un objectif d'intérêt général, visant à limiter les impacts du projet, notamment pendant la phase du chantier. Les choix techniques spécifiques seront effectués ultérieurement, pendant la phase de développement et de préparation du projet par les États membres du CERN et la communauté scientifique internationale.

Pour vérifier la faisabilité technique, juridique et financière d'accès directs aux autoroutes, un dossier a été élaboré à cet effet et présenté le 14 septembre 2022 à l'autorité concédante, la Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités (DGITM) :

Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités / Direction des mobilités routières / Sous-direction des financements innovants et du contrôle des concessions autoroutières / Chef du Bureau des services aux usagers et de la comodalité,

Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités / Direction des mobilités routières / Sous-direction des financements innovants et du contrôle des concessions autoroutières / Chef du Bureau du patrimoine et de l'aménagement,

La faisabilité de quatre nouvelles connexions au réseau autoroutier a été analysée pour les sites suivants :

- site PD à Nangy (sur l'autoroute A40),
- site PF à Éteaux/La Roche-sur Foron (sur l'autoroute A410),
- site PG à Charvonnex/Groisy (sur l'autoroute A40),
- site PJ à Dingy-en-Vuache/Vulbens (sur l'autoroute A410).

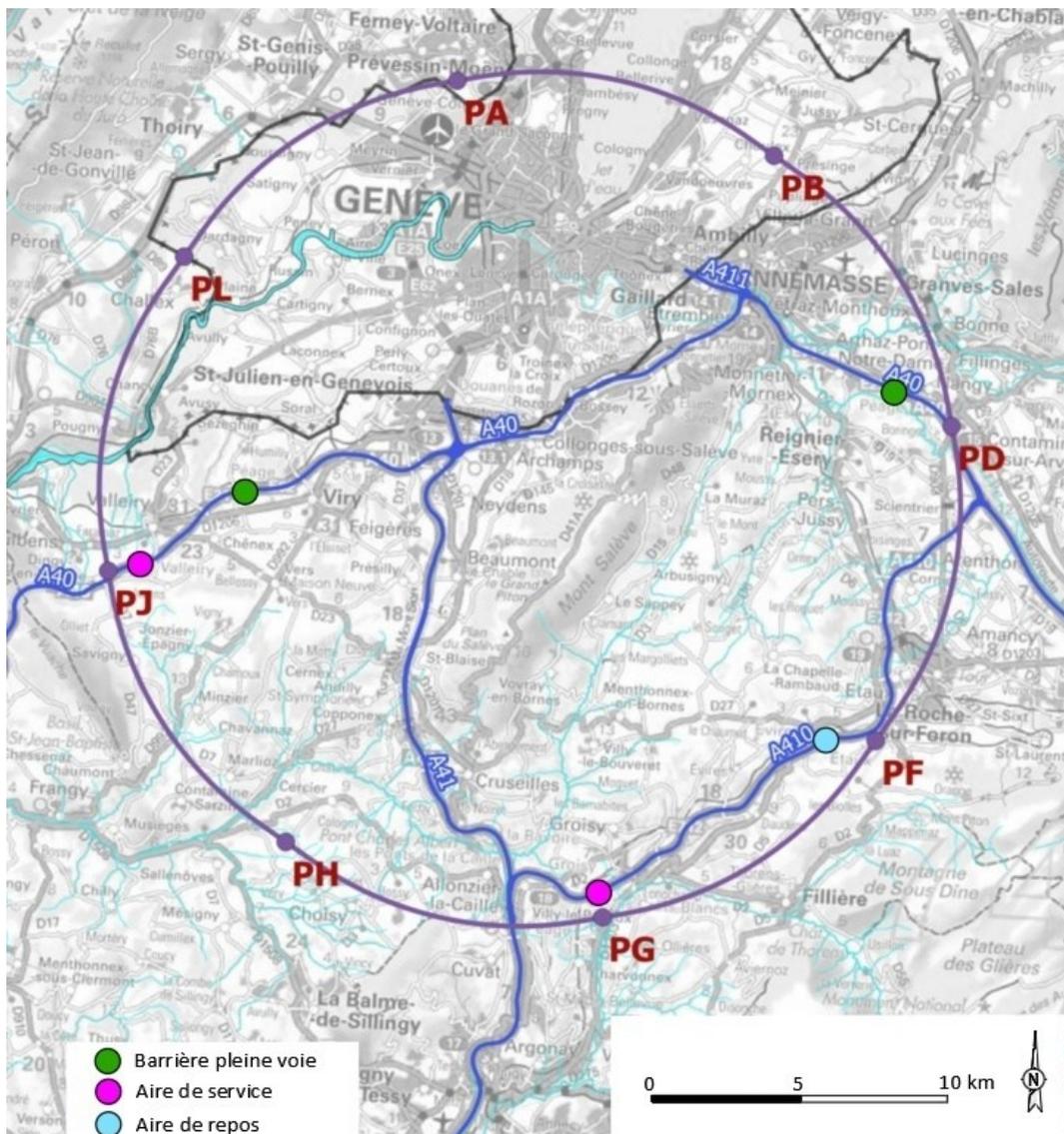


Illustration 158 : Carte de situation des connexions étudiées au réseau autoroutier (via certaines aires).

Les conclusions de ces échanges ont été les suivantes :

- les principes décrits conviennent bien à la DGITM, l'option de charger en dehors de l'aire est préférée ;
- des échanges ont porté sur des ajustements, mais les décisions finales seront prises avec l'exploitant au moment du projet ;
- la procédure de demande future a été détaillée ;
- les justifications proposées, au nom de l'intérêt général, conviennent bien ;
- les entrées-sorties devront être équipées de dispositifs de détection pour gérer les péages.

Les solutions privilégiées en matière de connexion aux aires sont présentées¹¹⁹ dans la suite du présent rapport.

¹¹⁹ Rapport détaillé : FCC-2204270900_Faisabilité_connexions_autoroutes_V0100

6.8. GÉNÉRALITÉS SUR LES SITES DE SURFACE

6.8.1. Éléments relatifs aux sites en surface

Les sites en surface servent à :

- construire les tunnels et les cavernes en sous-sol ;
- installer les accélérateurs de particules ;
- assembler et installer les détecteurs des expériences ;
- fournir des ressources à la machine : de l'électricité, de l'eau de refroidissement, de l'air frais, des systèmes cryogéniques pour le refroidissement des aimants et des systèmes radiofréquence et des lignes de communication et de transport des données.

On distingue deux types de sites en surface :

- les sites scientifiques,
- les sites techniques.

Le scénario FCC permet d'accueillir jusqu'à quatre expériences. Par conséquent, quatre sites de surface peuvent être des sites scientifiques. L'hypothèse de travail prévoit une première phase d'exploitation avec un collisionneur de leptons (FCC-ee) avec deux expériences, suivie par un collisionneur de hadrons (FCC-hh) avec quatre expériences. Un site scientifique se distingue d'un site technique par la présence d'éléments supplémentaires, notamment d'infrastructures pour l'assemblage, le test et l'installation du détecteur de l'expérience, d'un centre de calcul et d'aménagements pour des chercheurs qui travaillent sur place pour l'assemblage, le test, l'installation et le fonctionnement de l'expérience (par exemple salle de contrôle, salle de réunion, bureaux, ateliers).

Le type et la taille des constructions en surface dépendent principalement des technologies utilisées. Comme ces technologies seront seulement connues une fois le développement technique des accélérateurs et des expériences finalisé, vers 2035 pour le collisionneur de leptons et vers 2055 pour le collisionneur de hadrons, il n'est pas possible de fournir des spécifications fiables en 2024, une à trois décennies plus tôt. Les concepts pour les sites de surface et leur aménagement se fondent donc sur des technologies disponibles aujourd'hui et prennent donc en compte des hypothèses optimisant leur efficacité. Une telle approche permet de présenter des périmètres possibles. Les hypothèses pour les sites de surface se basent également sur le fait que les sous-stations électriques se trouvent sur les sites. Ce choix reste à être confirmé ou adapté en liaison avec RTE (France) et avec Swissgrid (Suisse), et en prenant en considération les choix technologiques pour la configuration de la distribution de l'électricité qui répond le mieux aux besoins de l'accélérateur de particules. La surface des sites tient également compte des hypothèses pour la bonne intégration du site dans son environnement. En fonction de l'emplacement finalement choisi, le choix des matériaux et de l'architecture des bâtiments pourront évoluer. Par exemple, il est également envisageable que certains systèmes, tels que les infrastructures de refroidissement, doivent être déplacés par rapport au puits si cela permet une meilleure intégration paysagère et une fourniture plus simple et plus efficace des ressources. De tels développements feront l'objet d'une démarche itérative dans les phases ultérieures du projet, après la phase exploratoire de faisabilité technique.

Un seul bâtiment peut héberger plusieurs équipements. Le tableau suivant indique l'utilisation des équipements concernés (Tableau 30).

Tableau 30: Utilisation des équipements sur les sites.

Domaine	Description
Site	Éléments du site tels que parkings, routes, grilles, entrée
Sous-sol	Éléments nécessaires en surface pour pouvoir construire en sous-sol
Utilitaires	Services généraux pour le fonctionnement qui ne sont pas strictement liés à l'accélérateur et à l'expérience (assainissement, eau et fourniture habituelle d'électricité)
Aimants	Éléments nécessaires pour les tests et l'installation des aimants
Radiofréquence	Éléments nécessaires pour les tests, l'installation et le fonctionnement des systèmes radiofréquence
Alimentation électrique	Systèmes nécessaires pour alimenter l'accélérateur et l'expérience
Distribution électrique	Systèmes en surface permettant la conversion de puissance et la transmission de l'électricité dans la machine en sous-sol
Expérience	Systèmes nécessaires pour la construction, le test, l'installation et le fonctionnement de l'expérience
Refroidissement	Systèmes de refroidissement à l'eau et à l'air pour l'accélérateur et pour l'expérience
Ventilation	Systèmes de ventilation du tunnel et des cavernes proches des puits
Vide	Systèmes pour créer le vide dans l'accélérateur
Cryogénie	Systèmes de refroidissement cryogénique pour l'accélérateur et l'expérience
Transport	Systèmes de transport, de gestion des équipements tels que grues, ascenseurs, lieux de stockage, de chargement et de déchargement
Sécurité	Systèmes pour la protection des personnes tels que équipements de premiers soins, équipements destinés aux pompiers et systèmes d'accès
TIC	Technologies de l'information et de la communication, par exemple centre de calcul

Un site scientifique où une expérience est installée comprend habituellement les éléments suivants :

- un hangar d'assemblage, de test et d'installation pour l'expérience ;
- un bâtiment à l'emplacement du puits principal pour l'installation de l'expérience et pour l'accès à la caverne principale ;
- un bâtiment à l'emplacement du puits secondaire pour l'accès à la caverne de service ;
- un bâtiment pour l'air comprimé ;
- un bâtiment pour stocker et fournir le gaz de travail à l'expérience ;
- un bâtiment pour les équipements électroniques, proche du puits ;
- une station de ventilation proche du puits ;
- une station de pompage d'eau, avec des refroidisseurs pour faire tourner le circuit d'eau de refroidissement ;
- une station de refroidissement (des échangeurs) ;
- un endroit de stockage (hangar) et des ateliers qui pourront être intégrés au hangar d'assemblage de l'expérience ;
- un bâtiment pour l'accès au site avec des bureaux, des salles de réunion et, éventuellement, un centre de calcul ;
- un bâtiment permettant le transport d'équipement et de matériel entre la surface et le sous-sol pour effectuer des analyses radiologiques ;
- de l'espace pour décharger du matériel et de l'équipement et pour permettre aux camions de manœuvrer et de tourner ;
- un endroit pour les infrastructures pour le tri et la collecte des déchets ;
- une sous-station électrique.

Un site technique comprend habituellement les éléments suivants :

- un bâtiment à l'emplacement du puits pour l'accès à la caverne de service ;
- un bâtiment pour stocker et fournir le gaz de travail à l'expérience ;
- un bâtiment pour les équipements électroniques, proche du puits ;
- une station de ventilation proche du puits ;
- une station de pompage d'eau, avec des refroidisseurs pour faire tourner le circuit d'eau de refroidissement ;
- une station de refroidissement (des échangeurs) ;
- un endroit de stockage (hangar) ;
- de l'espace pour décharger du matériel et de l'équipement et pour permettre aux camions de manœuvrer et de tourner ;
- un endroit pour les infrastructures pour le tri et la collecte des déchets ;
- une sous-station électrique ;
- sur deux des quatre sites techniques, un système de refroidissement cryogénique pour les systèmes radiofréquence.

La surface des bâtiments construits et des surfaces de stockage et de manœuvre sur un site technique ne dépasse pas en général 25 000 m² (2,5 ha). Un site scientifique accueille généralement 40 000 m² (4 ha) de constructions. Si l'on tient compte des routes et des accès nécessaires aux sites, des zones tampons et de l'objectif d'intégration dans le paysage, un site technique nécessite en général quatre ha de terrain, contre six pour un site scientifique.

L'illustration 159 ci-dessous représente les éléments qu'on peut trouver sur un site de surface et indique les distances nécessaires entre les constructions afin de garantir des accès adéquats pour le chargement et le déchargement des équipements, ainsi que pour les manœuvres.

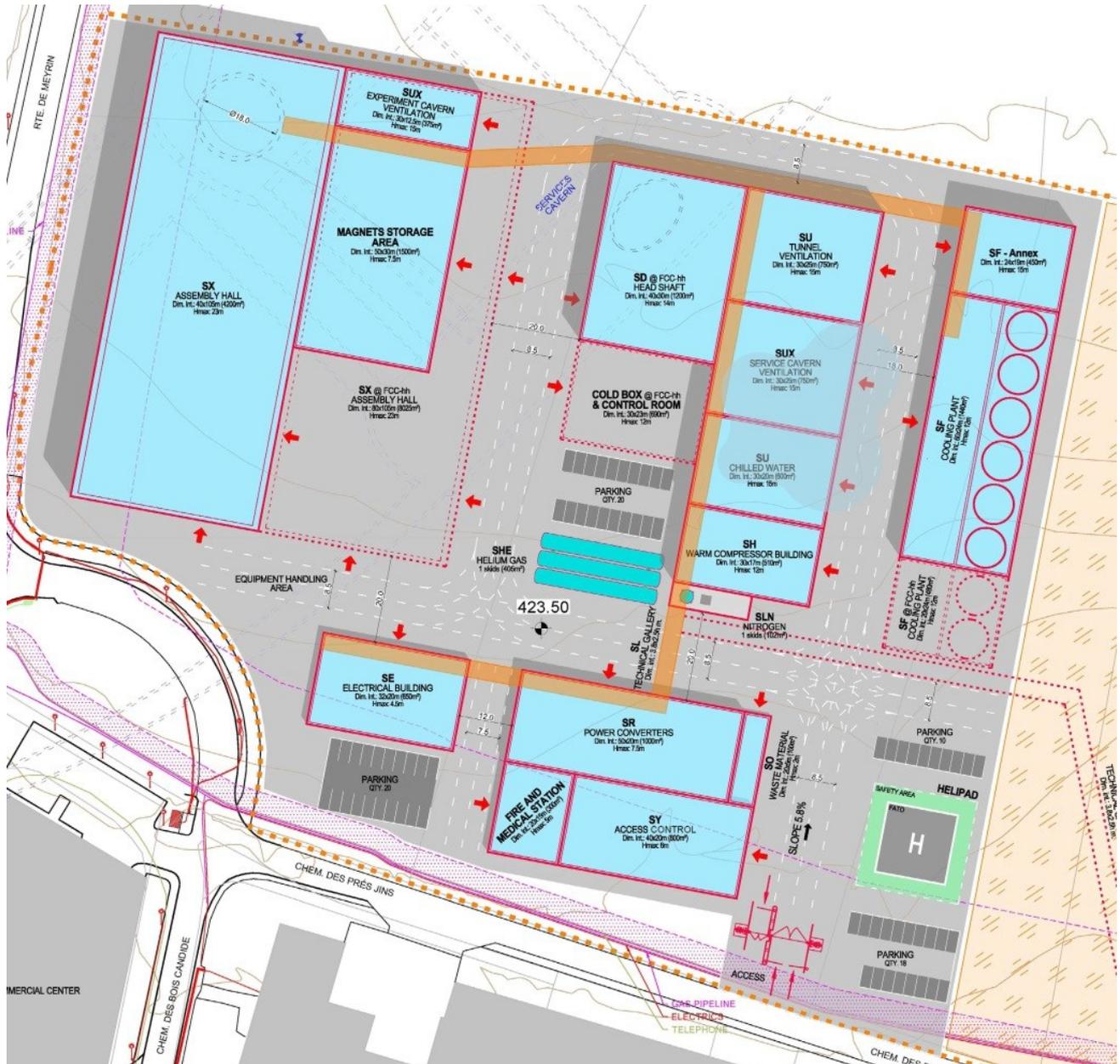


Illustration 159: Exemple d'éléments se trouvant sur un site scientifique, qui met en évidence la nécessité d'espace pour les manœuvres entre les bâtiments. Ce schéma sert uniquement à illustrer ce principe et ne constitue pas une hypothèse pour une réalisation éventuelle.

6.8.2. Processus itératif d'intégration

Dans le cadre de l'étude de faisabilité, les sites de surface sont précisés de manière itérative :

- pour l'emplacement : des surfaces théoriques d'environ cinq hectares pour les sites techniques et d'environ sept hectares pour les sites scientifiques permettent d'examiner la faisabilité d'une implantation ;
- des optimisations et des mutualisations sont ensuite réalisées chaque fois que c'est possible pour réduire les emprises et les impacts ;
- des représentations indicatives des sites de surface sont ensuite réalisées et accompagnées d'une description quand elles sont communiquées (en cours) ;
- les étapes ultérieures permettront de travailler à l'intégration architecturale et paysagère.

L'importance de l'intégration architecturale et architecturale, ainsi que celle de la végétalisation, est à souligner (Illustration 160).



Illustration 160 : Cette illustration avec un bâtiment existant montre l'importance du processus à mettre en place dès la phase de la conception.

6.8.3. Fréquentation des sites pendant l'exploitation

La fréquentation des sites scientifiques (sites d'expérience) ou des sites techniques par le personnel varie en fonction des périodes d'exploitation.

Des estimations fondées sur le retour d'expérience de sites existants du LHC sont présentées ci-après.

Fréquentation d'un site scientifique par le personnel :

Le Tableau 31 présente, à titre indicatif, une estimation de la fréquentation quotidienne des sites scientifiques.

Tableau 31 : Estimation de la fréquentation des sites scientifiques.

Site scientifique	Installation	Fonctionnement	Phase d'entretien	Coupure longue
Période	5 ans	10 mois	2 mois	tous les 3 ans
Personnel par jour	200 à 300 techniciens	4 à 8 équipiers et 12 à 16 techniciens	100 techniciens	200 à 300 techniciens

Fréquentation d'un site technique par le personnel :

Le Tableau 32 présente, à titre indicatif, une estimation de la fréquentation quotidienne des sites techniques.

Tableau 32 : Estimation de la fréquentation des sites techniques.

Site technique	Installation	Fonctionnement	Phase d'entretien	Coupure longue
Période	5 ans	10 mois	2 mois	tous les 3 ans
Personnel par jour	100 techniciens	0 à 10 équipiers ou techniciens selon le système	15 à 30 techniciens (+ 5 si intervention de sécurité du type incendie)	0 à 100 techniciens selon le système

7. SITE PA – FERNEY-VOLTAIRE (AIN, FRANCE)

Le chapitre 7 présente de manière détaillée l'environnement d'implantation du site PA, à Ferney-Voltaire. La description du site et de son environnement est suivie de l'analyse urbanistique et paysagère, de l'analyse environnementale (contraintes actuelles) et de l'analyse des accès, notamment des connexions aux réseaux ferré, routier et autoroutier.

Le périmètre du site de surface présenté dans ce chapitre est une ébauche conceptuelle et ne correspond pas nécessairement au périmètre précis tel qu'envisagé actuellement. La section 15.3 présente la dernière version de ce périmètre en détail.

7.1. DESCRIPTION

Le site se trouve sur la commune de Ferney-Voltaire dans le département de l'Ain, proche de la frontière suisse et de Genève (Illustration 161).

Le site se trouve à proximité immédiate de l'emplacement du point 8 du LHC au CERN, ce qui permettra des synergies. Le site du CERN à Meyrin est également proche, à environ 4 km.

Le site est bordé, à l'est, par l'espace commercial dénommé « Espace Candide » et, à l'ouest, par un secteur résidentiel en cours de construction au nord de la route de Meyrin (RD35).

Le site PA est déterminant pour l'ensemble du scénario car il s'agit du point de base du tracé.

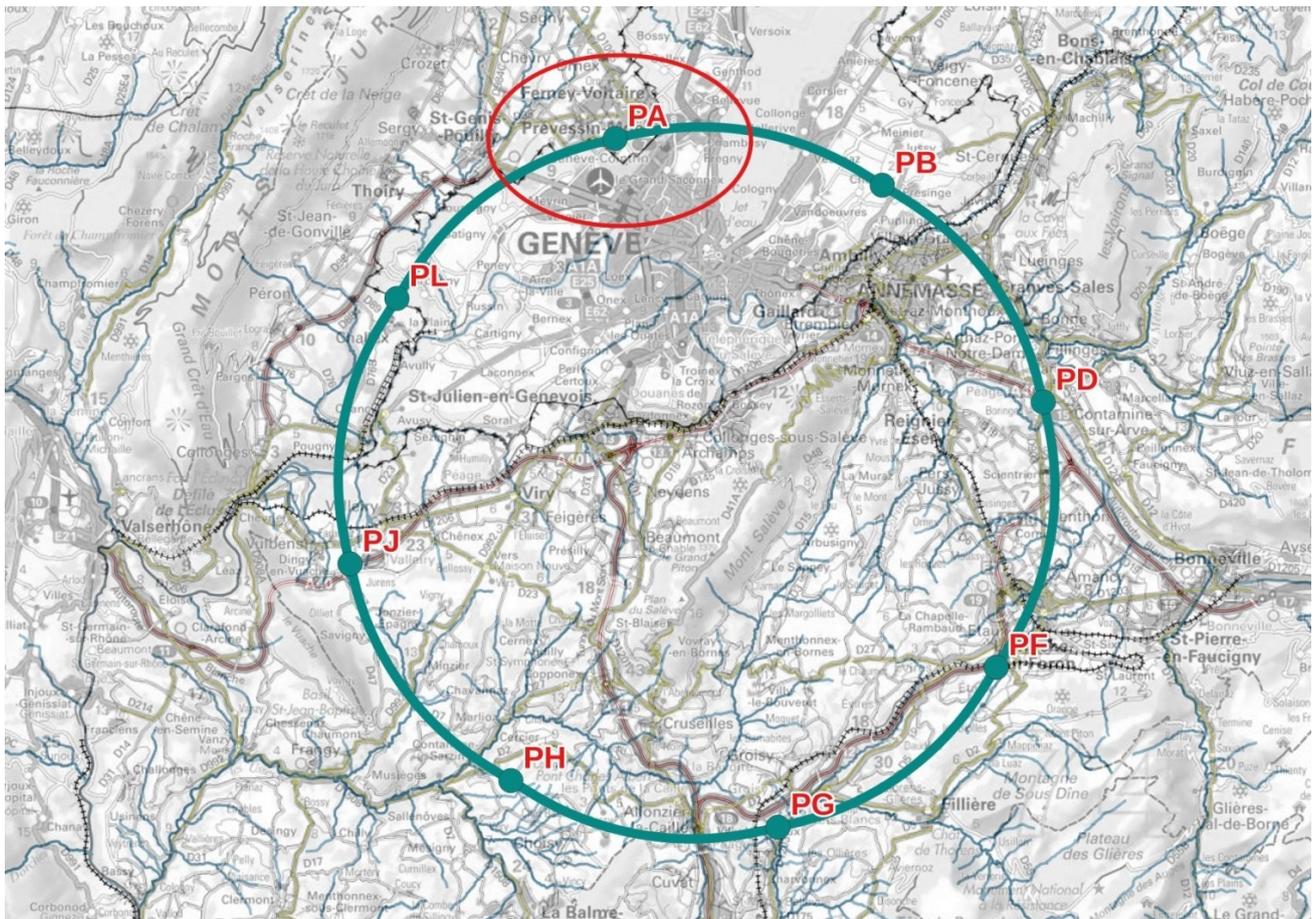


Illustration 161 : Carte du tracé : emplacement du site PA.

Les coordonnées WGS84 du point théorique pour le scénario PA31-4.0 sont :

- Latitude : 46.2480475° N,
- Longitude : 6.0986019° E.

Le site PA est un site scientifique. Le puits principal est situé à une trentaine de mètres, à gauche du point théorique, directement sur le tracé.

L'élévation est de 422 m. La profondeur du puits est de 201 m.

Les parcelles envisagées sont les suivantes (Illustration 162) :

- site principal (nord) : environ 5,3 ha,
- site optionnel (sud) : environ 2,5 ha.

La liste des parcelles cadastrales concernées figure dans l'annexe 16.3.

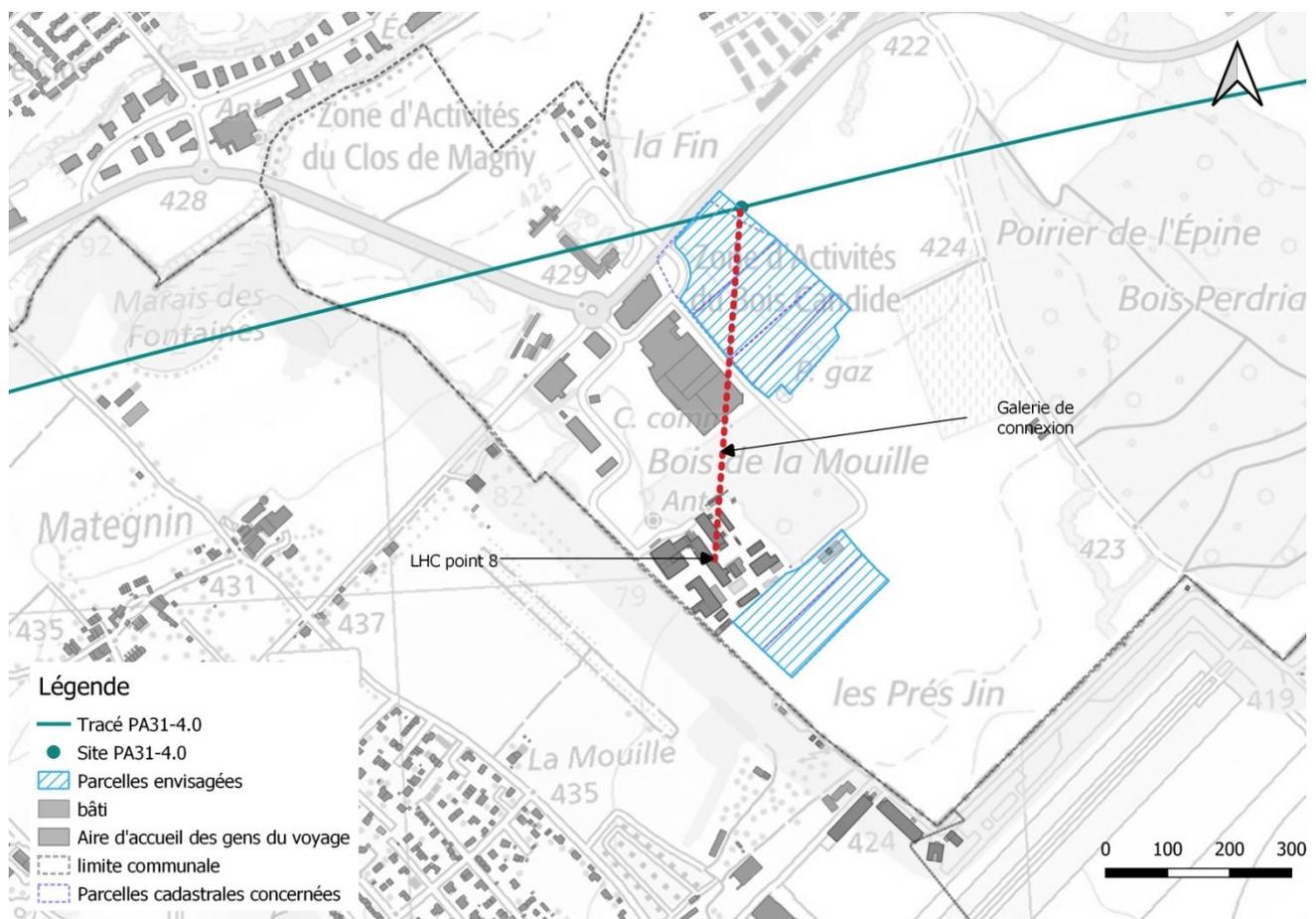


Illustration 162 : Carte de situation des parcelles envisagées au site PA (décembre 2023).

Les **caractéristiques et contraintes** de ce site sont les suivantes :

- taille réduite : environ 4 ha, 110 à 150 m x 280 m ;
- puits unique vers la caverne d'expériences à l'ouest du point nominal ;
- puits unique pour accéder à la caverne de service à l'intérieur de l'anneau : soit à proximité du puits d'expériences, soit à 300 m à l'intérieur de l'anneau sur le site du point 8 du LHC ;
- contraintes de visibilité dues à la présence de bâtiments d'habitation et à un projet de construction prévu de l'autre côté de la route :
 - hall d'assemblage pour l'expérience aussi bas que possible,
 - réutiliser autant que possible le point 8 du LHC,
 - possibilité d'étendre le point 8 du LHC vers le sud,
 - intégration au point 8 du LHC via une galerie souterraine d'une longueur de 300 m ou un tunnel d'accès au niveau du collisionneur et du chemin des Prés Jins,
- intégration urbanistique délicate :
 - alignement et cohérence architecturale avec le centre commercial (hauteur, volumes), visibilité,
 - conditions de circulation difficiles nécessitant une bonne planification des activités de construction.

Les principales **opportunités** offertes par le site sont les suivantes (Illustration 163) :

- synergies et mutualisation d'équipements avec le point 8 du LHC, y compris pour un réseau de chaleur ;
- centre de visite ;
- proximité de la zone commerciale de l'Espace Candide ;
- zone résidentielle à proximité (écoquartier) et projet de nouvel hôpital ;
- zone d'aménagement concerté (ZAC) en construction et sa future Cité internationale des savoirs ;
- proximité des campus du CERN (Meyrin et Prévessin) et synergies avec leurs services ;
- nombreuses possibilités offertes par la commune de Ferney-Voltaire : logement, commerce, enseignement et services publics ;
- fourniture de chaleur à Ferney-Voltaire, à l'aéroport et à des quartiers de Genève ;
- proximité des réseaux thermiques structurants GeniTerre et GeniLac ;
- raccordement confirmé à la station de prélèvement de l'eau du lac Léman.

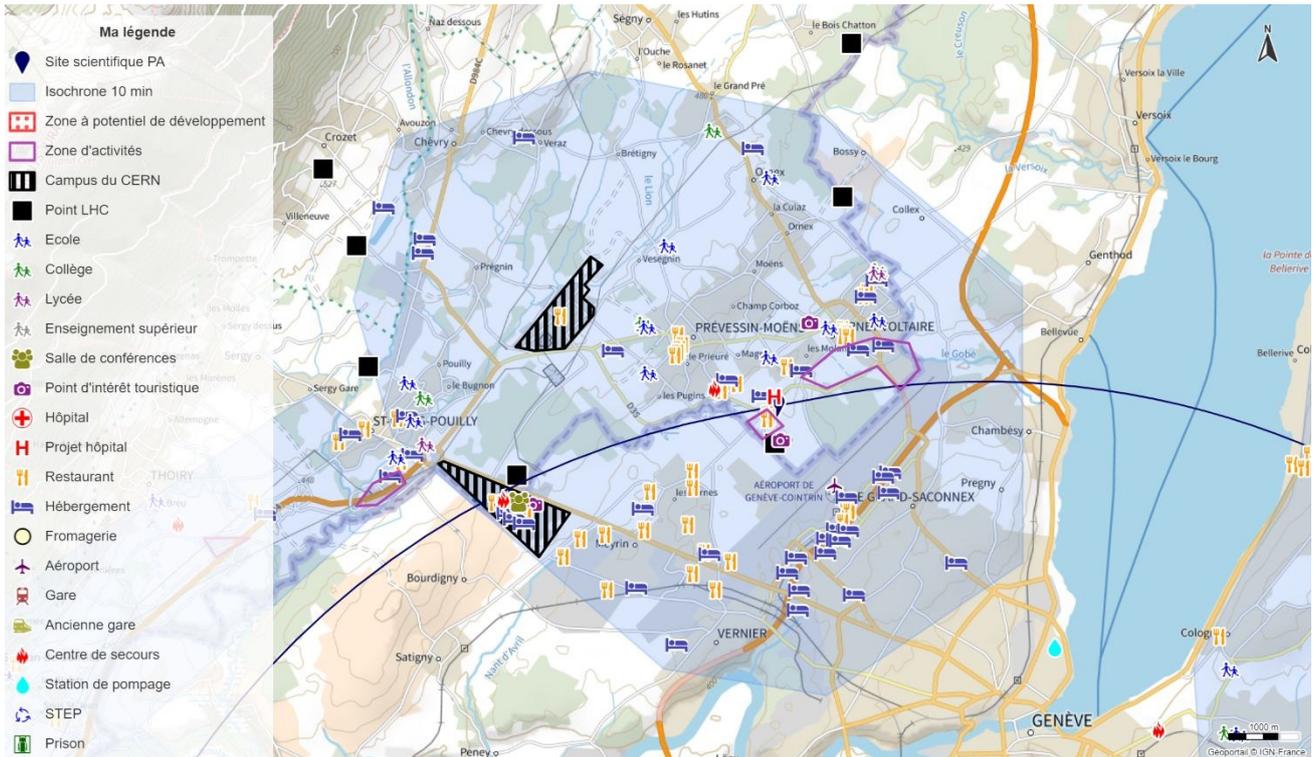


Illustration 163 : Carte des opportunités principales à proximité du site PA.

Foncier

Le site est constitué (Illustration 164) :

- de parcelles privées pour l'essentiel,
- de parcelles appartenant à l'État ; point 8 du LHC au CERN,
- d'environ 1 ha de secteur communal au sud du point 8 du LHC.

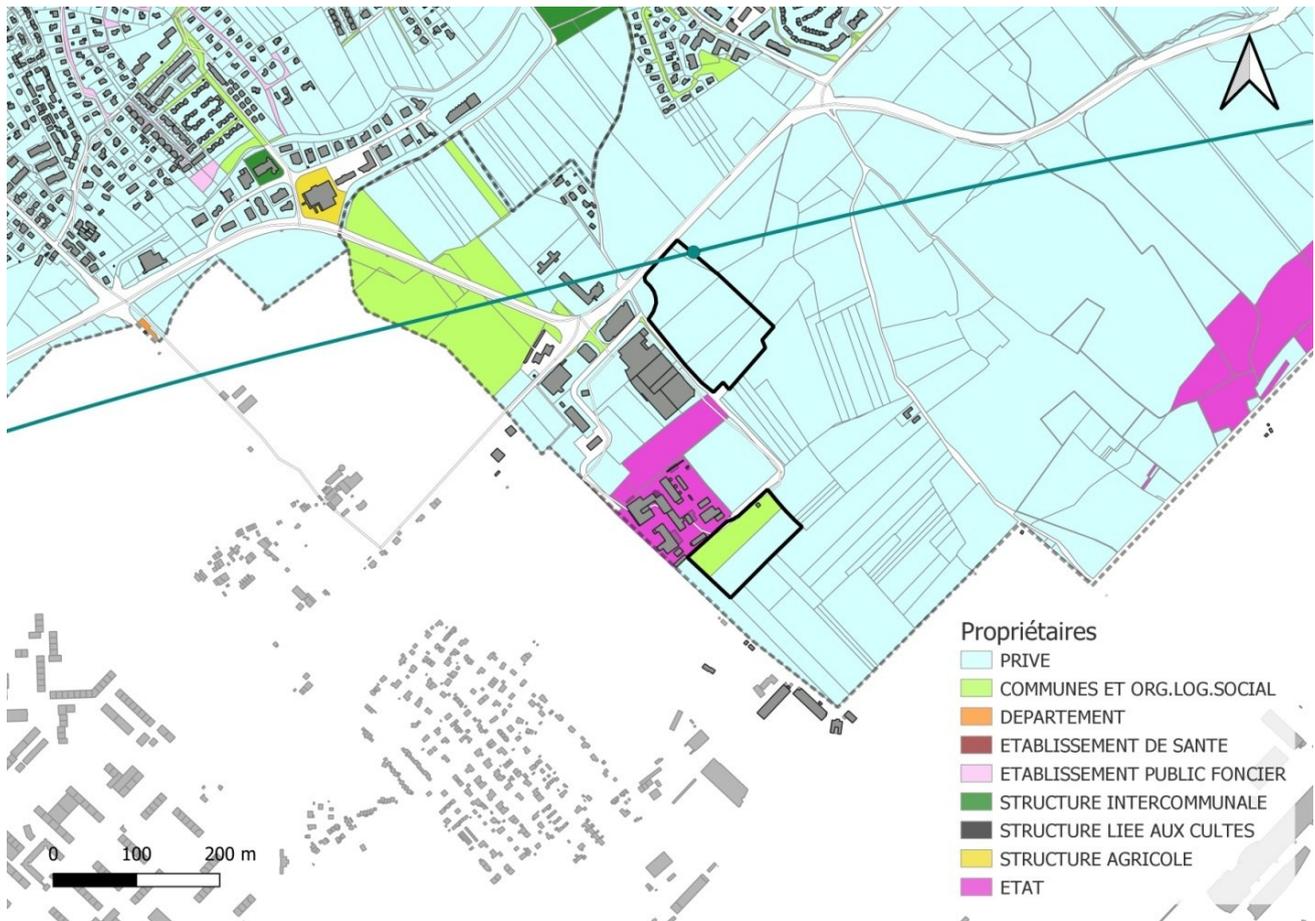


Illustration 164 : Carte des propriétaires de parcelles au site PA. Source : cadastre anonymisé.

Carte des exploitants agricoles

Un seul exploitant agricole semble concerné pour les deux polygones (Illustration 165).

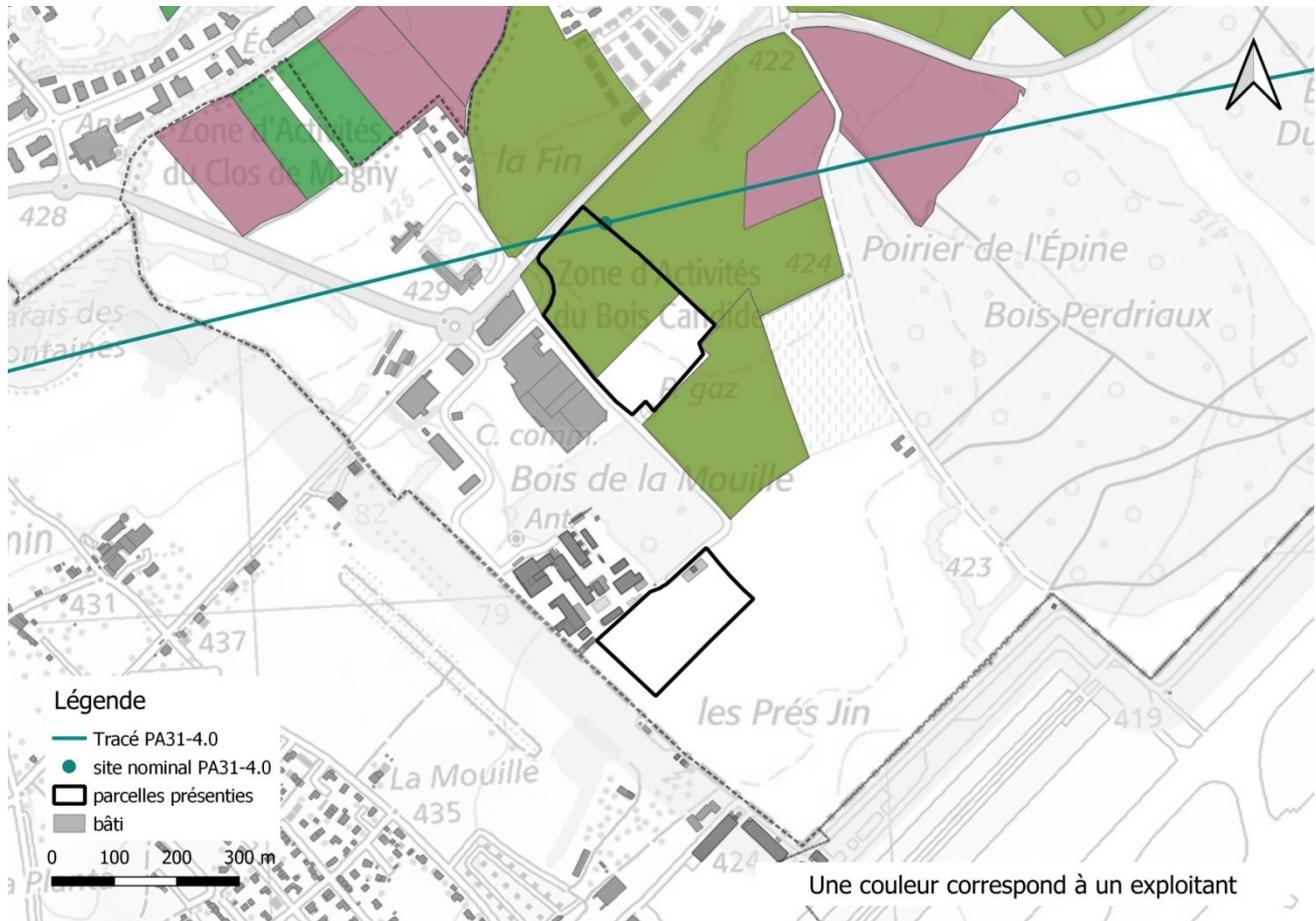


Illustration 165 : Carte des exploitants agricoles au site PA. Source : Registre parcellaire graphique.

7.2. ANALYSE URBANISTIQUE ET PAYSAGÈRE

7.2.1. État des lieux

Le site se trouve sur la commune de Ferney-Voltaire, à proximité de la commune de Prévessin-Moëns et de la frontière suisse. D'un point de vue orographique, la zone est en plaine, avec la chaîne de montagnes du Jura derrière elle.

La zone est composée d'éléments de nature différente : zones agricoles et forestières, zones commerciales, résidences, nouveaux écoquartiers, proximité de la frontière suisse et présence de l'aéroport. Il convient de souligner également la présence du point 8 du LHC du CERN.

Il est à noter que, pour l'ensemble de ce rapport, les symboles utilisés sur les cartes de situation des prises de vues sont des flèches indiquant le point et la direction générale de prise de vue, et non pas des angles de vue.

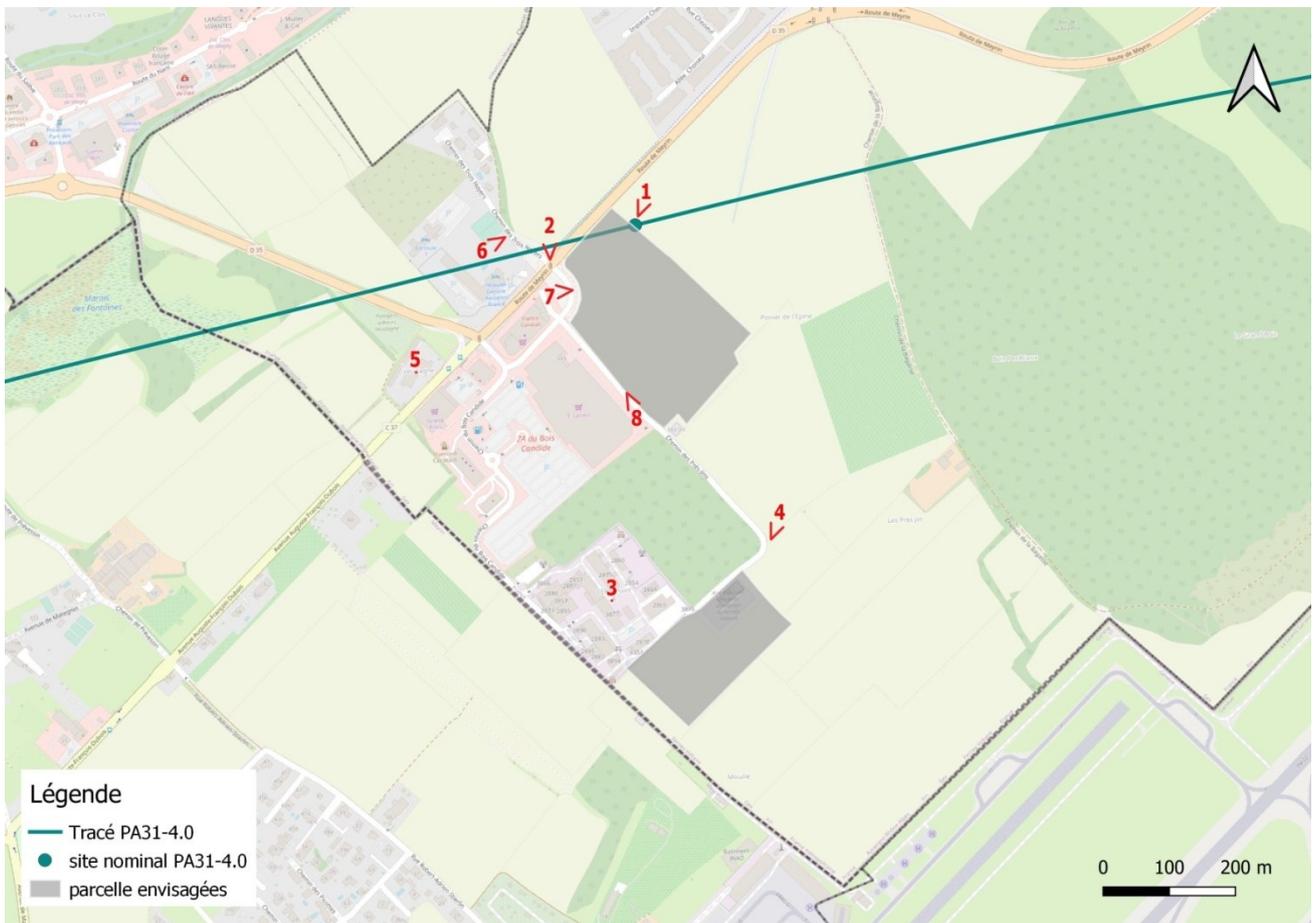


Illustration 166 : Carte de situation des prises de vues au site PA.



Vue du site, actuellement occupé par un champ
(numéro 1 sur l'Illustration 166)



Centre commercial à proximité du site
(numéro 2 sur l'Illustration 166)



Site existant du CERN
(numéro 3 sur l'Illustration 166)



Aire d'accueil des gens du voyage
(numéro 4 sur l'Illustration 166)



Petite zone résidentielle
(numéro 5 sur l'Illustration 166)



Nouvel écoquartier
(numéro 6 sur l'Illustration 166)



Illustration 167 : Vue du site depuis le carrefour, numéro 7 sur la carte de situation des prises de vues.



Illustration 168 : Vue du site longeant le magasin Leclerc, numéro 8 sur la carte de situation des prises de vues.

Un écoquartier est actuellement en cours de construction à proximité du site.

Le contexte architectural et paysager est très différencié.

S'agissant de l'acceptabilité du projet, le territoire a déjà un long passé de collaboration avec le CERN.

7.2.2. Urbanisme, architecture et paysage

La forte attractivité économique de Genève a conduit au fil des ans à une augmentation constante de la population transfrontalière vivant en France. Ce contexte économique et social particulier se reflète dans le territoire, caractérisé par la présence de grands îlots résidentiels, et qui a fait l'objet de spéculations immobilières.

Du point de vue de l'urbanisme, on trouve de nombreux petits villages avec un centre historique souvent réduit, accolés à de vastes quartiers résidentiels (influence de la proximité de Genève). Compte tenu de l'évolution récente, l'architecture qui domine dans ces lieux est surtout de style contemporain. L'infrastructure du CERN (bâtiments, équipements électriques, etc.) marque profondément le paysage.

Il est précisé que les photographies présentées ici ont pour but de contextualiser les environs de l'emplacement et ne présentent en rien de l'architecture future des sites.

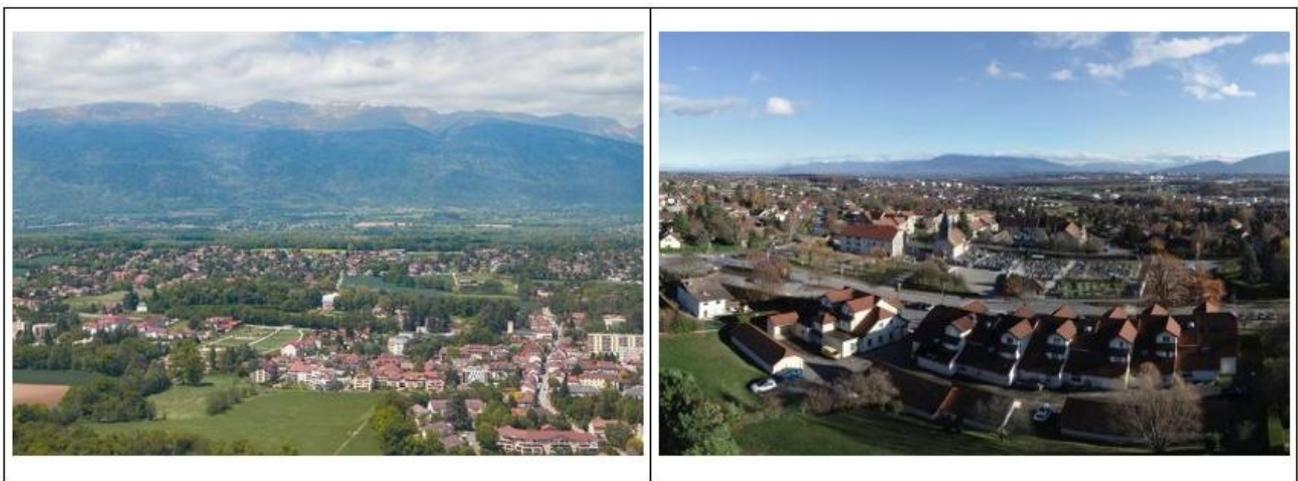


Illustration 169 : Vue sur la plaine, avec le Jura en arrière-plan (à gauche). Succession de zones résidentielles (à droite).

7.3. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

Carte de synthèse des contraintes

La carte suivante présente la synthèse des contraintes environnementales (Illustration 170).

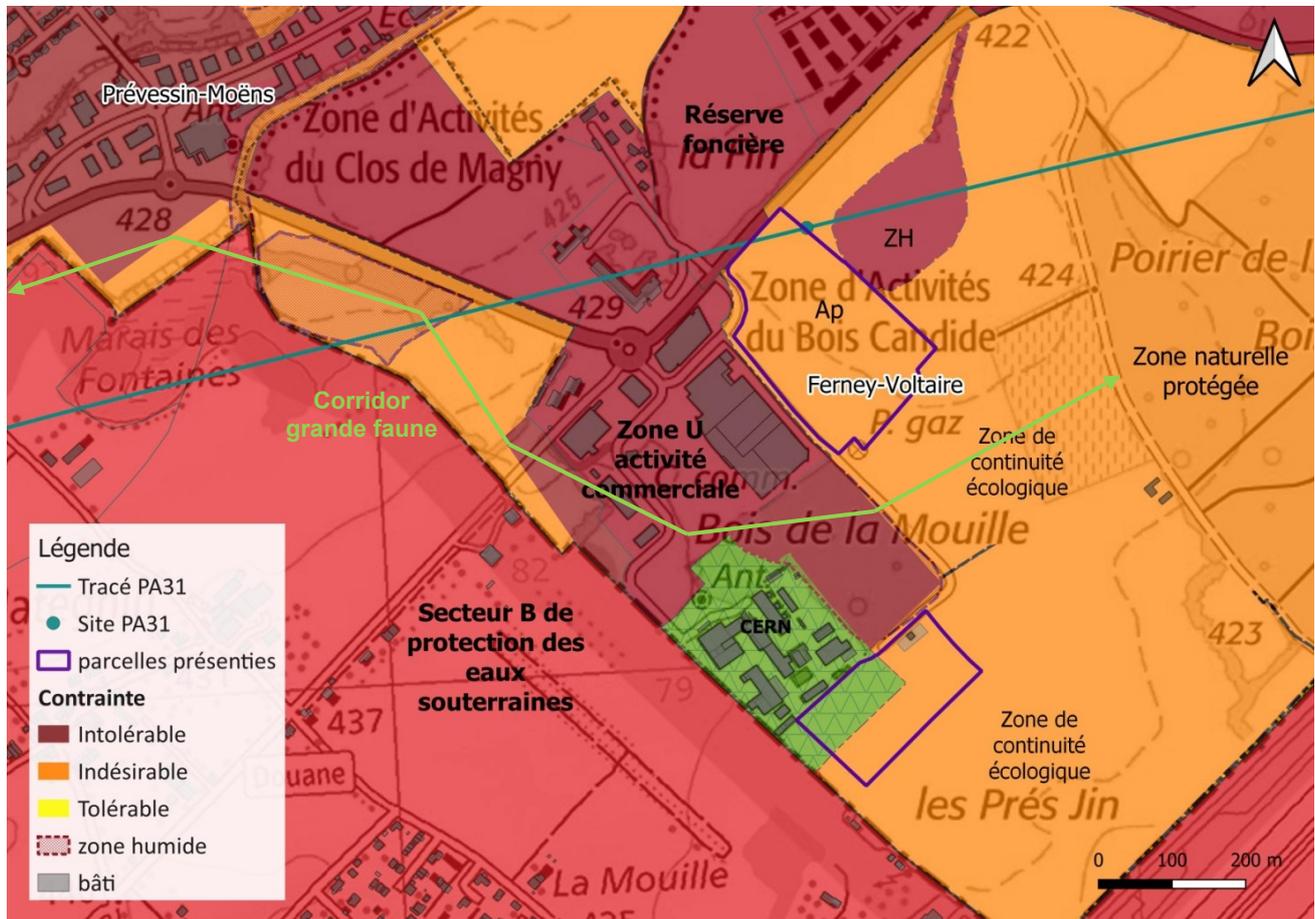


Illustration 170 : Carte des contraintes environnementales autour du site PA.
Un corridor pour le déplacement de la grande faune est présent (ligne verte ; source : SITG).

Polygone nord

Le polygone nord se situe en zone agricole protégée (Illustration 170) : cette protection imposée par arrêté préfectoral pourrait être levée, par arrêté préfectoral également, et nécessiterait l'adoption de mesures de compensation. Une zone naturelle protégée dans l'intérêt de la continuité écologique s'étend en bordure nord-est et sud-est du site. Il conviendra de préserver cette continuité. Le secteur est a priori destiné à intégrer les parties artificialisées de Ferney-Voltaire à moyen terme. La proximité avec les projets urbains de l'autre côté de la RD sera à étudier. Plus particulièrement, les contraintes de visibilité liées à la présence de bâtiments d'habitation et à un projet de construction prévu de l'autre côté de la route conduiront à la conception de bâtiments aussi bas que possible, notamment pour le hall d'assemblage de l'expérience. Le site semble donc envisageable.

Polygone sud

Le secteur Sud se situe pour partie en zone agricole protégée (Illustration 170) : cette protection imposée par arrêté préfectoral pourrait être levée, par arrêté préfectoral également, et nécessiterait l'adoption de mesures de compensation. La mobilisation éventuelle de ce secteur nécessiterait de déplacer l'aire d'accueil des gens du voyage et de vérifier le maintien du bon fonctionnement de la zone humide, qui serait alors enclavée sur au moins trois côtés.

Le maintien des continuités écologiques est également à intégrer (conservation de corridors suffisamment grands). Néanmoins, le site PA (les deux polygones confondus, nord et sud) ne se situe pas sur un corridor écologique identifié dans le SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes.

Ressources en eau

Le site PA envisagé est à proximité immédiate du point 8 du LHC. Dans ce cadre, des synergies seront à rechercher concernant l'alimentation en eau. L'Illustration 171 présente la possibilité d'alimentation du site grâce au réseau d'alimentation suisse existant. La faisabilité technique et la capacité nécessaire ont été confirmées par les SIG en 2023. Il n'y aurait pas d'effets indésirables en cas de raccordement à la conduite existante.

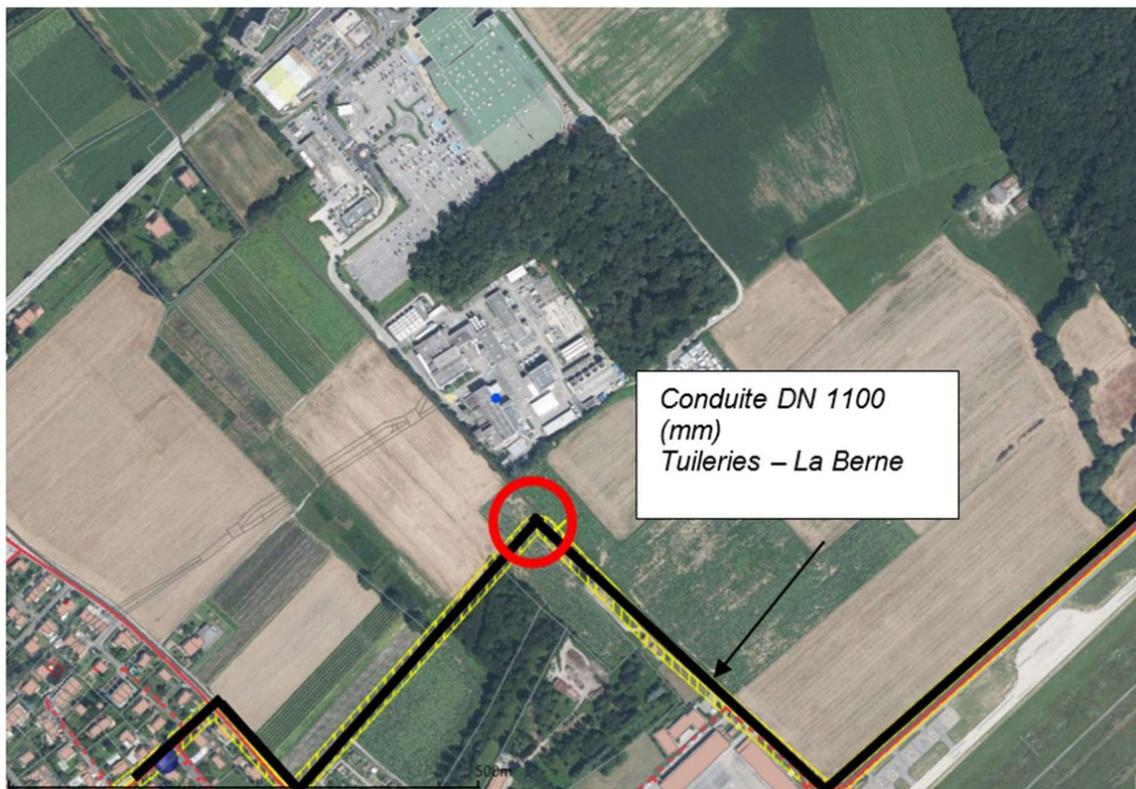


Illustration 171 : Schéma de l'alimentation actuelle en eau à Meyrin, avec un raccordement possible au point 8 du LHC pour fournir l'eau au FCC. Source : SIG.

Le *Rapport sur l'environnement 2019-2020* du CERN¹²⁰ mentionne une consommation de 2 006 millions de litres (2 millions de m³), prélevés essentiellement dans le lac (le Vengeron/GeniLac), en soulignant que ce volume est d'environ 47 % inférieur aux années de fonctionnement de l'accélérateur.

¹²⁰ <https://hse.cern/fr/rapport-environnement-2019-2020>

7.4. ANALYSE DES ACCÈS

Le site PA se situant près de la frontière, les possibilités de connexion aux réseaux structurants ont été examinés sur le territoire environnant, donc sur les territoires français et suisse.

Ce document décrit uniquement les réseaux existants et ne préjuge en rien des choix ultérieurs. Il sera nécessaire d'établir une planification détaillée avec les autorités françaises et suisses chargées de la circulation pour déterminer les solutions en matière de transports, notamment pour ce qui concerne les matériaux d'excavation.

7.4.1. Situation par rapport au réseau routier structurant et aux voies ferrées



Illustration 172 : Carte du réseau routier structurant et des voies ferrées.

Points d'intérêt de la carte du réseau routier structurant et des voies ferrées (Illustration 172) :

E5 : échangeur 5 : Meyrin

E7 : échangeur 7 : Grand- Saconnex sur l'A1

G1 : ZI Gare de Meyrin

G2 : ZI embranchements ferroviaires sud Meyrin

G3 : Gare de Satigny

Les points d'accès au réseau structurant sont les suivants :

1. La RD 1005 rejoint l'autoroute A1 via l'échangeur 7 : Le Grand-Saconnex (E1),
2. L'A1. L'autoroute A1 mène à Lausanne ou à l'autoroute A41, qui conduit jusqu'à Grenoble ou Lyon,
3. La voie ferrée : une ligne de chemin de fer passe à proximité du site. Trois gares sont proches mais deux paraissent plus favorables.

7.4.2. Itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental

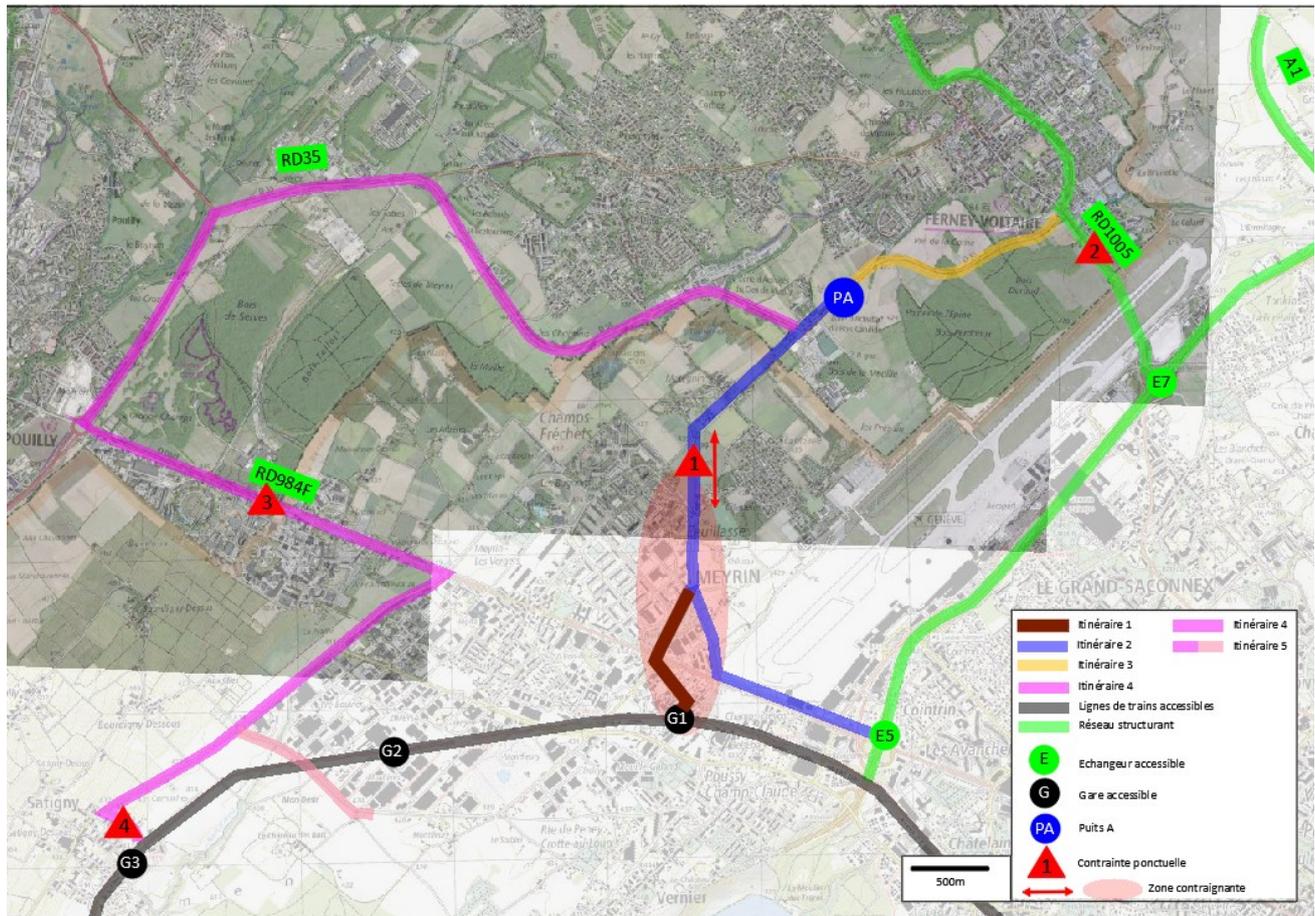


Illustration 173 : Carte des itinéraires d'accès au site PA.

Contraintes des itinéraires vers le réseau structurant (Illustration 173)

Contrainte 1 : profil en travers légèrement réduit à 5 m + bandes cyclables (avenue de Mategnin sur une section de 300 m)

Contrainte 2 : poste de douane français

Contrainte 3 : poste de douane de Meyrin

Contrainte 4 : passage à proximité d'habitations

Contrainte hachurée en rouge : zone urbanisée de Meyrin



Illustration 174 : Profil en travers de l'avenue de Mategnin au niveau de la douane (contrainte 1).

Vers la voie ferrée pour marchandises dans une zone industrielle

Deux itinéraires sont représentés :

- le plus direct est contraignant car il traverse des zones urbanisées ;
- l'autre itinéraire est plus long mais évite davantage les secteurs urbanisés.

D'autres accès semblent possibles et pourront être étudiés.

Des échanges avec les exploitants actuels de ces plateformes ferroviaires devront permettre, dans un second temps, d'affiner les possibilités d'accès et d'usage et de procéder au choix de l'accès retenu.

La distance entre le site PA et le point de connexion ferroviaire potentiel G3 en Suisse (Illustration 177) est d'environ 6,5 km (itinéraire long).



Illustration 177 : Accès à la gare de Satigny (Suisse). Coordonnées N46.214889, E6.038429.

Vers l'autoroute A1 via l'échangeur 5

Hormis la contrainte 1 (profil en travers réduit) évoquée précédemment, l'accès à l'échangeur 5 ne comporte pas de difficulté particulière. Il est situé à environ 3,7 km du site PA.

Vers l'autoroute A1 via l'échangeur 7

Hormis la contrainte 2 (douane) évoquée précédemment, les RD35 et RD 1005 ne présentent pas de contraintes particulières. L'échangeur 7 est situé à environ 4 km du site PA.

7.4.3. Connexion au réseau local

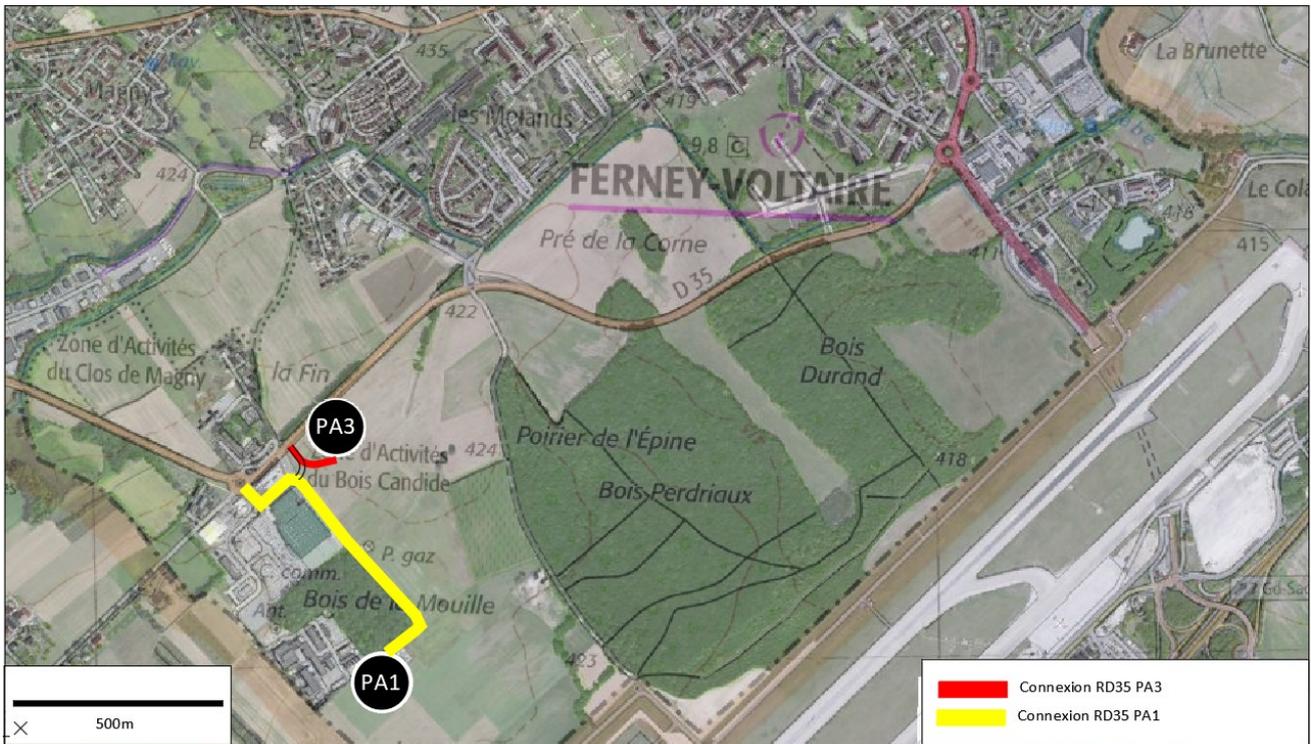


Illustration 178 : Connexion du site PA au réseau local.

Connexion au réseau local par la RD35

La connexion au PA3 (Illustration 178) peut s'effectuer via l'accès existant qui rejoint la RD35.

L'accès à l'implantation PA1 emprunte le chemin des Prés Jins, à 800 m de la RD35. Les 450 premiers mètres sont probablement suffisamment grands pour permettre le passage de poids lourds. Les 350 derniers mètres seront probablement à renforcer et à élargir (largeur inférieure à 3,50 m) pour un coût estimé à 280 k€.

7.5. SYNTHÈSE POUR LE SITE PA

Le site PA se situe sur la commune de Ferney-Voltaire dans un territoire déjà très urbanisé dans lequel une nouvelle implantation paraît envisageable en tenant compte de la proximité des ensembles résidentiels au nord.

Sur le plan environnemental, les divers secteurs envisagés sont couverts par des protections orange (zones agricoles protégées, zone naturelle protégée) qui semblent surmontables si des dérogations sont accordées après l'application d'une démarche Éviter-Réduire-Compenser minutieuse.

Les accès aux réseaux structurants semblent réalisables moyennant quelques aménagements. La connexion aux gares semble techniquement possible mais nécessitera des échanges avec les exploitants actuels pour en affiner la faisabilité.

8. SITE PB – PRESINGE/CHOULEX (CANTON DE GENÈVE, SUISSE)

Le chapitre 8 présente de manière détaillée l'environnement d'implantation du site PB à Presinge/Choulex. La description du site et de son environnement est suivie de l'analyse urbanistique et paysagère, de l'analyse environnementale (contraintes actuelles) et de l'analyse des accès, notamment des connexions aux réseaux ferré, routier et autoroutier.

Le périmètre du site de surface présenté dans ce chapitre est une ébauche conceptuelle et ne correspond pas nécessairement au périmètre précis tel qu'envisagé actuellement. La section 15.4 présente la dernière version de ce périmètre en détail.

8.1. DESCRIPTION

Le site PB envisagé se situe sur la commune de Presinge dans le canton de Genève, en Suisse. Il est situé à environ 12 km de Genève (Illustration 179). La commune est frontalière avec la France.

Le site se trouve en bordure de la commune de Choulex, qui peut être concernée par certaines surfaces selon le polygone retenu. Presinge et Choulex sont des secteurs préservés du canton bénéficiant d'un cadre naturel et agricole de grande qualité.

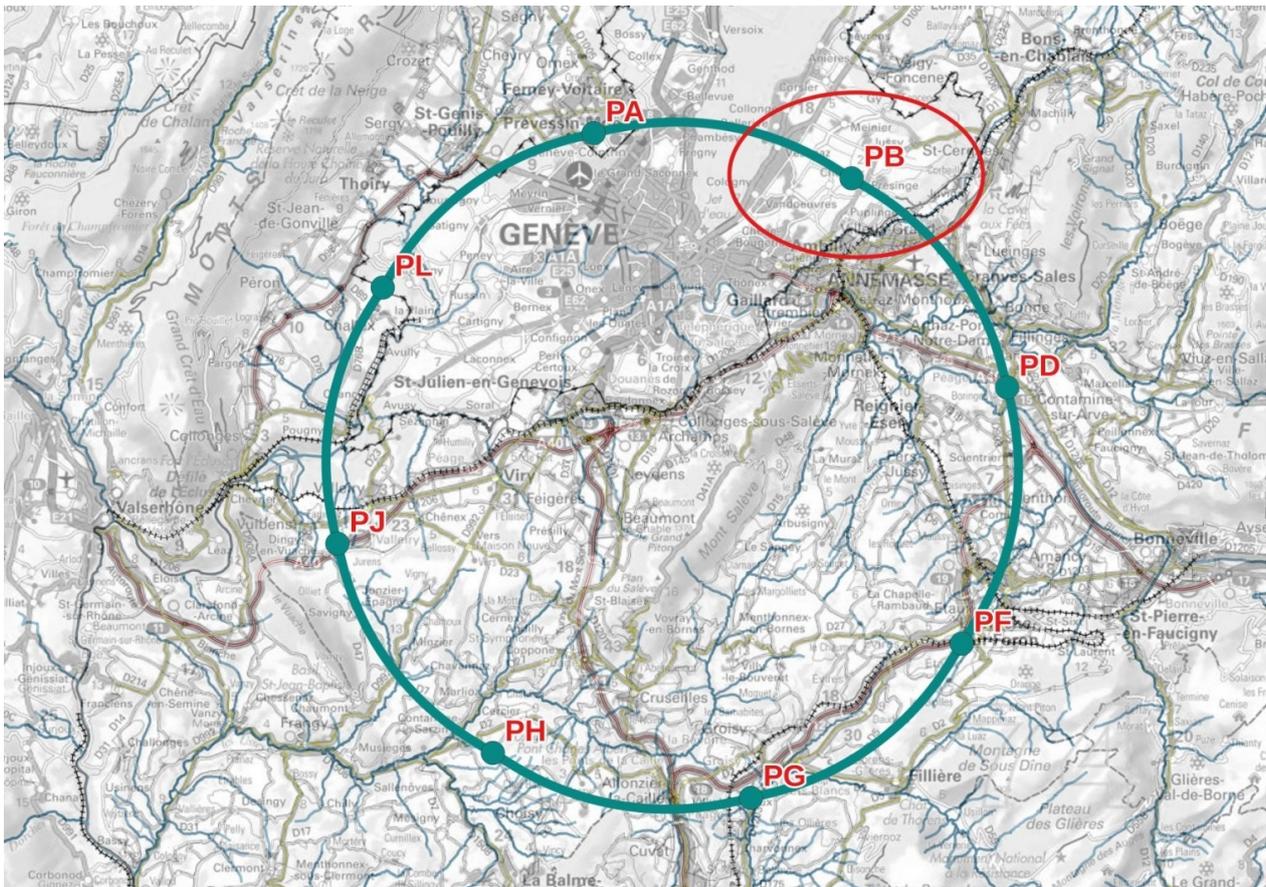


Illustration 179 : Carte du tracé : emplacement du site PB.

Les coordonnées WGS84 du point théorique du scénario PA31-4.0 sont :

- Latitude : 46.2271027° N,
- Longitude : 6.2374818° E.

L'élévation est de 422 m. La profondeur du puits est de 201 m. Le site PB est un site technique. Le puits peut être déplacé de part et d'autre du point théorique vers des sites présentant des contraintes moindres.

Deux espaces d'environ 4 ha chacun ont été choisis pour l'emplacement d'un site sur un grand terrain de plus de 100 ha appartenant à l'État de Genève.

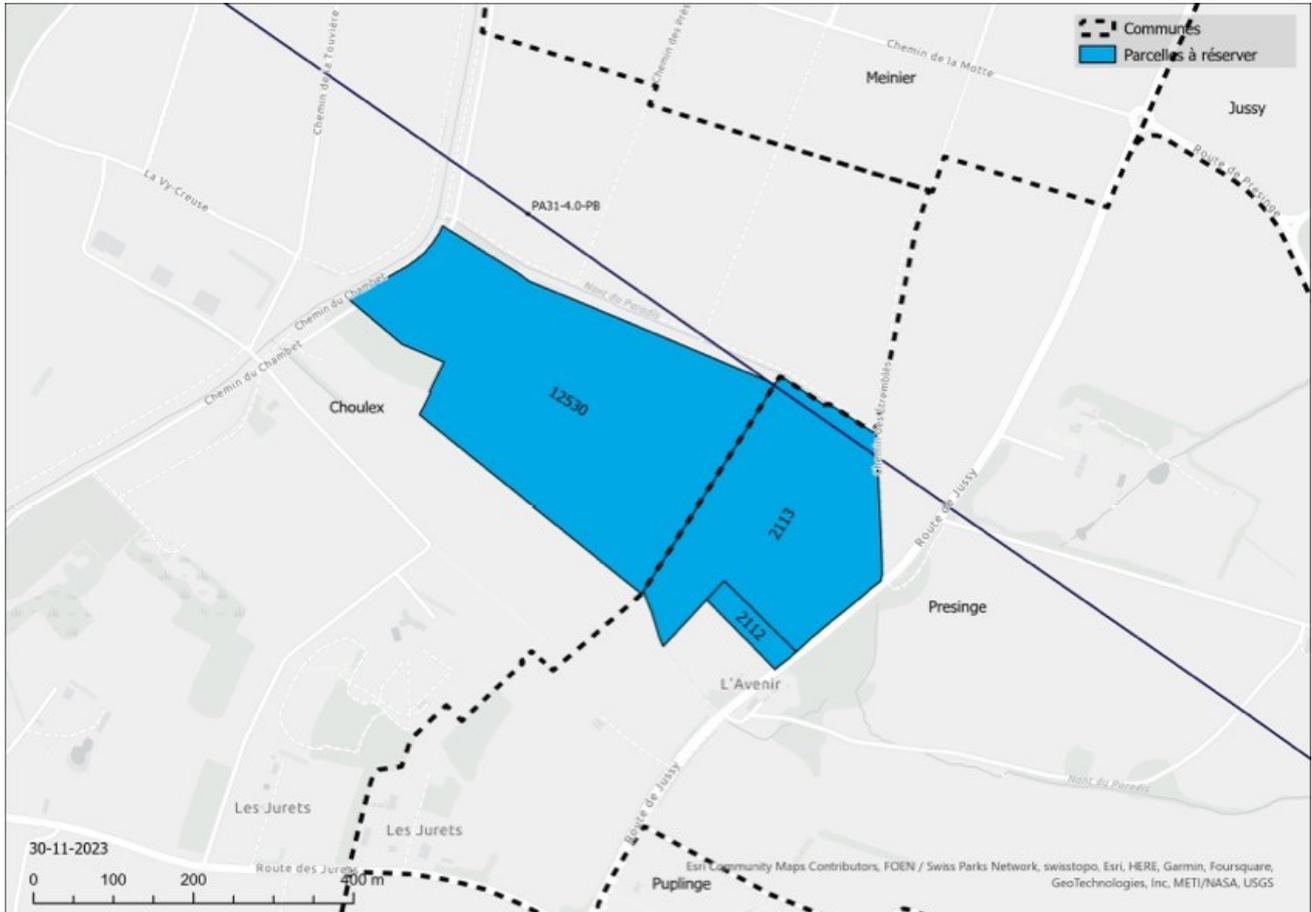


Illustration 180 : Parcelles cadastrales prises en considération pour l'optimisation de l'emplacement du site PB (décembre 2023).

La parcelle agricole 2113 (5,7 ha) est située sur la commune de Presinge et directement connectée à la route de Jussy, dans le secteur Girec, à la sortie du lieu-dit L'Avenir (Illustration 180).

La parcelle agricole 12530 est située sur la commune de Choulex. Elle nécessiterait la création d'un accès à la route de Jussy via la parcelle 2113 située sur la commune de Presinge ou par le nord. Deux communes seraient alors directement affectées si l'accès se faisait par la route de Jussy.

Les deux parcelles sont partiellement occupées par des espaces boisés : dans sa partie nord-ouest pour la parcelle 12530 et par un cordon boisé à l'est pour la parcelle 2113.

La parcelle agricole 2112 est une propriété privée.

Les parcelles sont délimitées au nord et à l'est par le ruisseau du Nant du Paradis. Cette zone est partiellement aménagée, des arbres et des roseaux servant d'habitat à la petite faune, comme les batraciens (grenouilles et crapauds). Il s'agit d'une zone protégée à éviter (zone rouge). Au sud du secteur identifié, une maison est située sur la parcelle 2111 (4 206 m², 33 m de longueur), séparée de la parcelle 2113 par la parcelle 2112 (3 693 m², 27 m de longueur). La distance entre la maison et le site candidat est de 40 m.

Plusieurs autres sites, à l'est de la route de Jussy, ont aussi été envisagés, puis rejetés en raison de leur haute valeur écologique, du risque de nuisances pour les voisins et de conflits avec des projets programmés de renaturation et de mobilité douce.

La route de Jussy permet un accès direct à la parcelle 2113 (Illustration 180). C'est pourquoi l'emplacement privilégié se trouve sur cette parcelle à Presinge, en bordure de la route.

Les caractéristiques et contraintes de ce site sont les suivantes :

- grand terrain appartenant au canton. L'emplacement optimal reste à déterminer avec les services cantonaux ;
- contraintes fortes des parcelles adjacentes :
 - zone de protection environnementale en forêt et le long du Nant,
 - activités biologiques et agricoles,
 - bâtiments patrimoniaux,
 - zone résidentielle et de loisirs
 - politique de préservation de la nature et de renaturation avec les acteurs du voisinage,
 - nécessite une très bonne intégration environnementale et paysagère.
- accès routier :
 - route de Jussy relativement étroite, comportant des pistes cyclables,
 - accès uniquement par le centre-ville de Genève ou Annemasse (poste-frontière),
- aucune infrastructure sur le site actuellement.

Les principales **opportunités** offertes par le site sont les suivantes (Illustration 181) :

- terrain d'environ 16 ha appartenant à l'État de Genève ;
- proximité et synergies possibles avec la caserne de pompiers de Choulex-Vandœuvres ;
- Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (HEPIA) et Centre de formation professionnelle nature et environnement ;
- présence de services de proximité dans les communes concernées et avoisinantes (Jussy, Choulex, Presinge, Puplinge) : possibilité de créer des partenariats avec les services de restauration ;
- renforcement de l'infrastructure écologique soutenue par le Nant du Paradis ;
- possibilités d'étudier la mise en place d'un réseau de chaleur avec la présence de consommateurs potentiels aux alentours ;
- possibilité d'utiliser les transports en commun pour se rendre au site (à étudier) et développement des pistes cyclables prévu pour 2030 ;
- possibilité d'améliorer la desserte des réseaux électriques sur le territoire ;
- opportunité de futures synergies en matière d'éducation et de récupération de chaleur fatale avec la planification de la rénovation de l'établissement pénitentiaire Champ-Dollon ;
- HUG - Hôpital des Trois-Chêne situé à proximité.

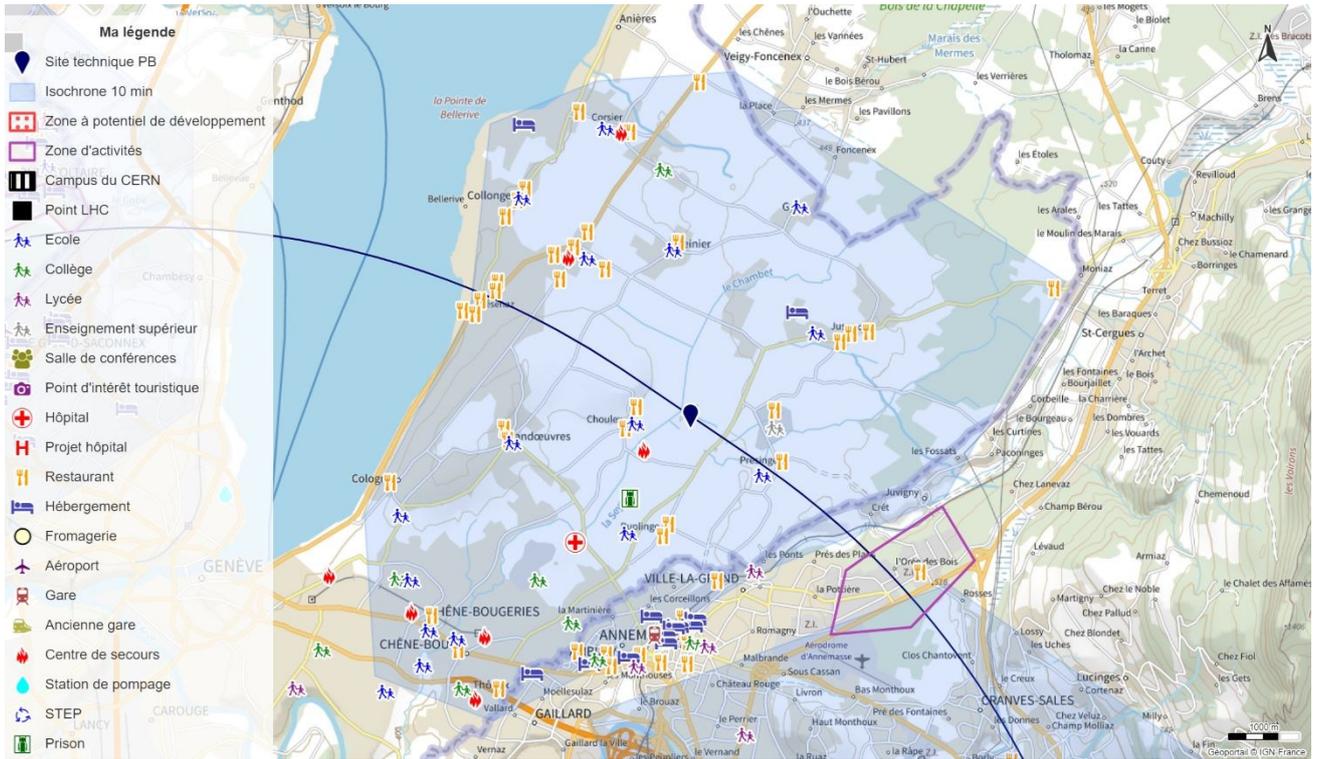


Illustration 181 : Carte des opportunités principales autour du site PB.

8.2. ANALYSE URBANISTIQUE ET PAYSAGÈRE

8.2.1. État des lieux

Les périmètres soumis à des analyses urbanistiques et paysagère se trouvent sur les communes de Presinge et Choulex, en Suisse.

La région du bassin de la Seymaz était autrefois une zone marécageuse. Les grands marais (Choulex, Le Carre, Meinier, Corsinge et Sionnet) concentraient ou restituaient les eaux, selon la période, régularisant ainsi le débit de la rivière. Drainées dès la fin du XIX^e siècle pour laisser place à l'agriculture, des prairies humides ne subsistaient qu'à la confluence de la Seymaz et du Chambet, là où se situait le cœur des anciens marais, ainsi que dans les bois de Jussy. La renaturation de la Haute-Seymaz, débutée à la fin des années 1990, a permis de réhabiliter ces anciens marais, qui jouent aujourd'hui un rôle de refuge pour une faune et une flore caractéristiques, et sont une escale prisée par les oiseaux migrateurs. Plus en aval, la Seymaz et son cordon boisé constituent un corridor biologique important¹²¹.

La route de Jussy (RC 23, route cantonale de réseau primaire) longe le polygone et assure une liaison vers la France en direction d'Annemasse ou vers le centre-ville de Genève (Illustration 182).

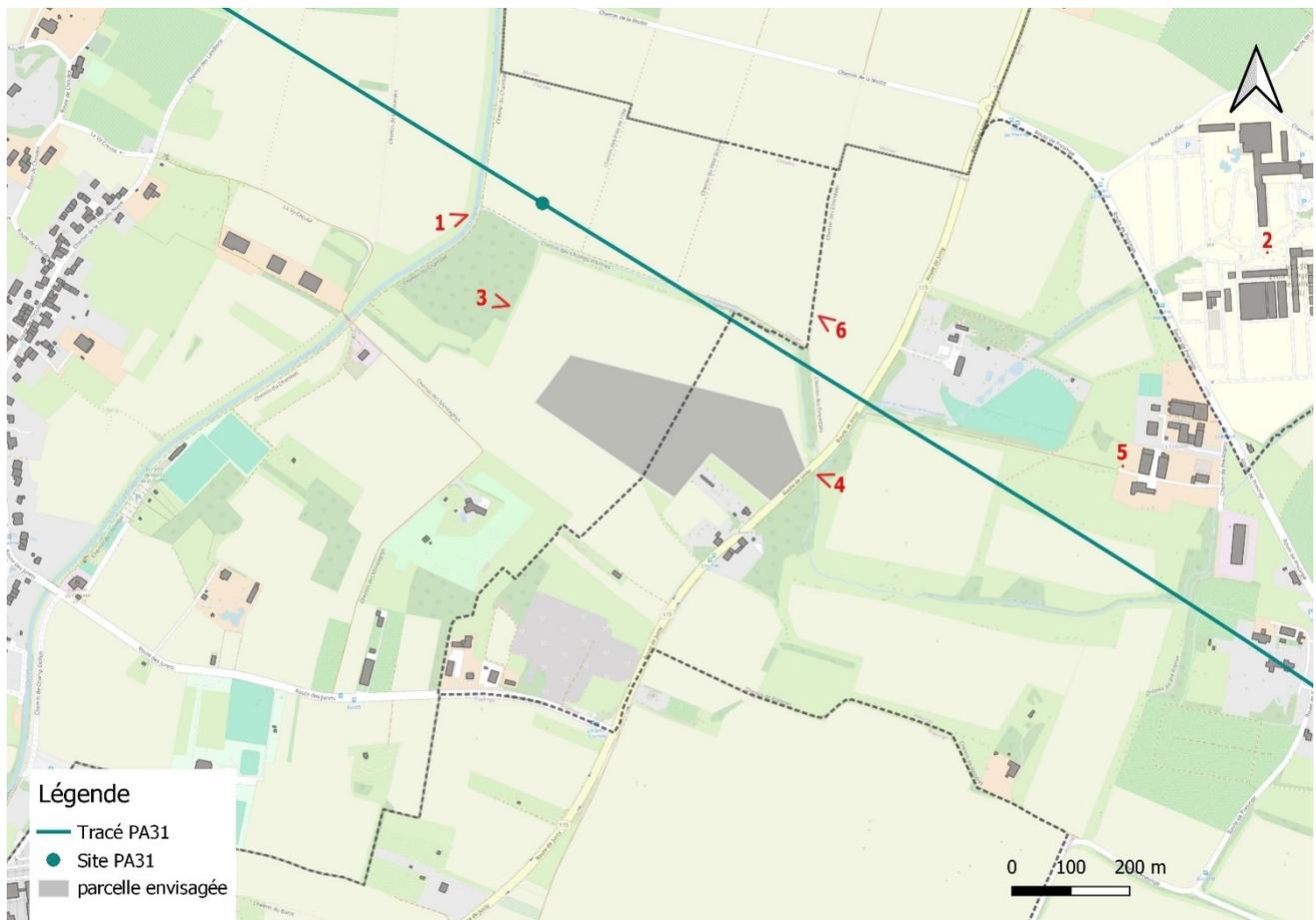


Illustration 182 : Carte de situation du secteur investigué pour le site PB.

¹²¹ État de Genève, Fiche Rivière n° 10, La Seymaz, décembre 2009.



Illustration 183 : Zone de campagne, à gauche (numéro 1 sur l'illustration 182), Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture, à droite (numéro 2 sur l'illustration 182).



Illustration 184 : Vue du site depuis la forêt vers l'est (numéro 3 sur la carte de situation).



Illustration 185 : Vue du site depuis la route de Jussy vers l'ouest (numéro 4 sur la carte de situation).

8.2.2. Urbanisme, architecture et paysage

Le secteur, préservé de l'urbanisation, garde son caractère rural. Le territoire est majoritairement à vocation agricole. Des hameaux résidentiels composés de maisons individuelles sont présents, comme celui de Presinge. À proximité, une surface importante est occupée par la Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (HEPIA).

Patrimoine

Aucune contrainte patrimoniale relative aux mesures de protection des bâtiments ou au recensement architectural n'est répertoriée dans le secteur identifié ou à proximité. Les bâtiments les plus proches se situent sur le site de l'Abbaye et ne sont pas directement concernés par le projet.

Le secteur défini est en revanche entouré de voies de communication historiques (Illustration 186) :

- d'importance régionale : tracé historique, par exemple la route de Jussy,
- d'importance régionale : tracé historique avec substance (GE 100.1/pt.434 - Les Champs d'Arrhes),
- d'importance régionale : tracé historique avec beaucoup de substance (GE 100.1/pt.434 - Les Champs d'Arrhes).

Il sera nécessaire de collaborer avec l'autorité cantonale pour compléter le diagnostic et préciser les conséquences pour les accès au site.

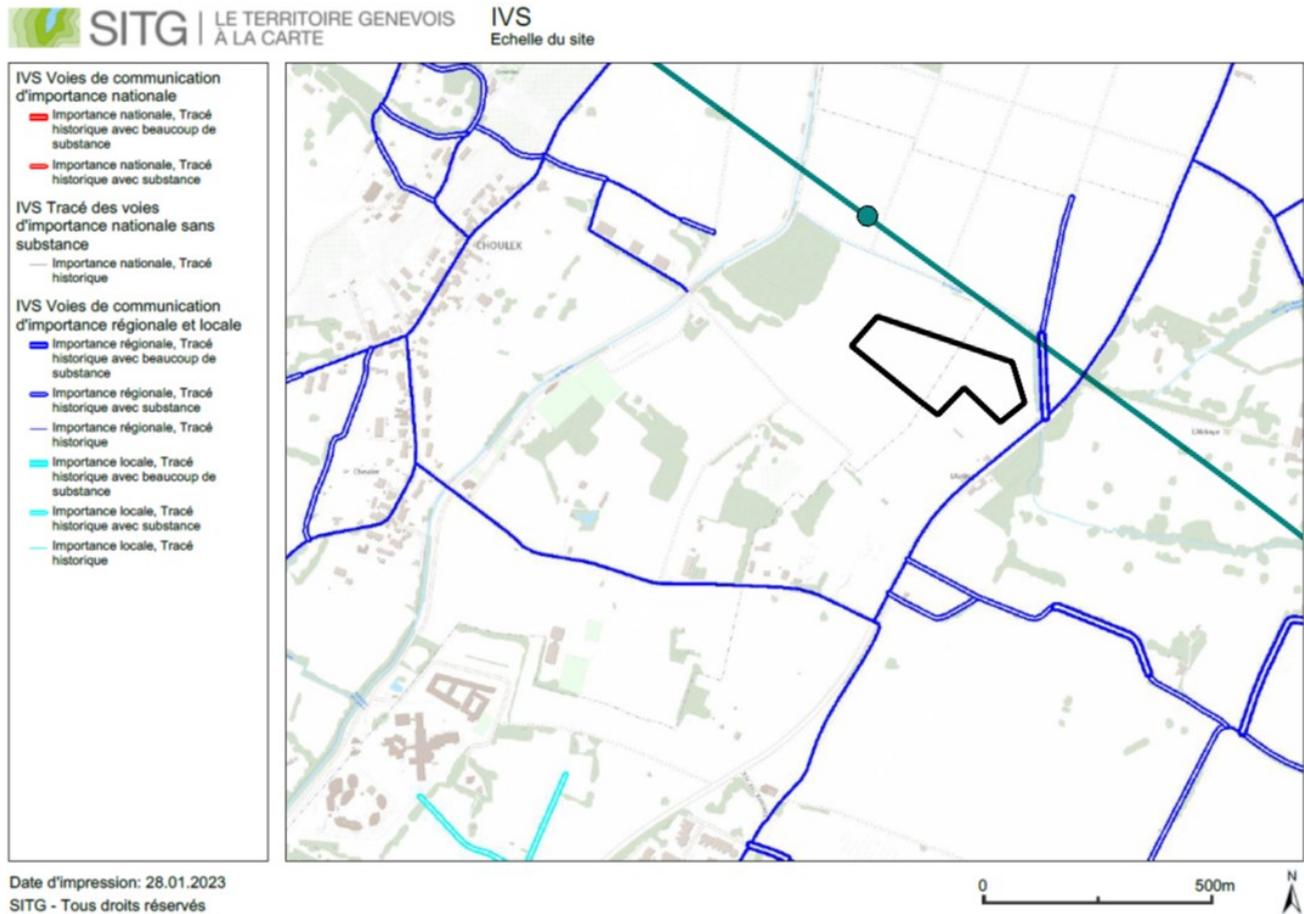


Illustration 186 : Tracés et points des voies de communication historiques, dans le secteur investigué. Source : SITG.

Les photographies présentées ici ont pour but de contextualiser les environs de l'emplacement envisagé. Elles ne montrent pas des endroits à proximité immédiate du site PB.



Illustration 187 : Vue du Domaine de l'Abbaye (à 700 m à l'est du site), numéro 5 sur la carte de situation.



Illustration 188 : Vue des prés entourant le Domaine de l'Abbaye depuis le chemin de Pré-Rojoux, numéro 5 sur la carte de situation.



Illustration 189 : Vue du paysage depuis le chemin du Chambet vers le nord-est, numéro 6 sur la carte de situation.

8.3. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

Compte tenu des contraintes les plus importantes, des risques et des développements inscrits dans le plan directeur cantonal 2030, une surface nette d'environ quatre hectares devrait être allouée aux installations en surface du FCC, avec une contrainte liée aux surfaces d'assolement (SDA). Le terrain se situe également sur un corridor écologique entre la forêt, à l'ouest, et la zone de l'Abbaye, à l'est (Illustration 192).

Compte tenu des zones de protection à éviter (Illustration 190, en rouge), il reste un espace net d'environ 4,4 hectares pour un site candidat en surface sur le territoire de Presinge. Si un voisinage avec les maisons du hameau L'Avenir est à éviter, le site peut s'étendre sur le territoire de Choulex sur la parcelle voisine à l'ouest. La même superficie serait disponible pour un site à Choulex, entre la forêt et le Nant du Paradis.

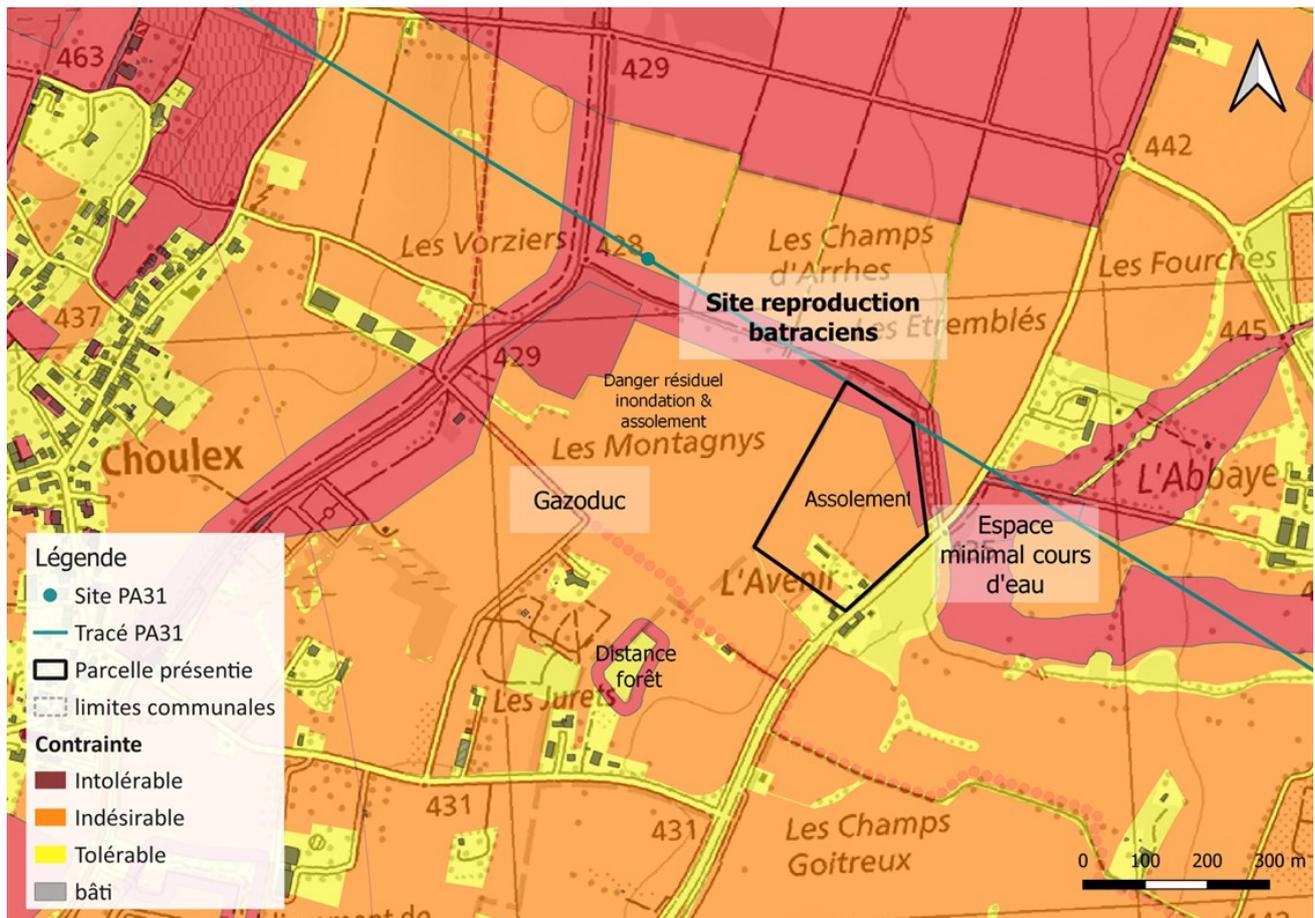


Illustration 190 : Carte des contraintes environnementales dans le secteur investigué pour le site PB (mai 2024).
Les zones en rouge sont à éviter.

Les parcelles agricoles préalablement identifiées sont soumises au plan sectoriel fédéral concernant la SDA. Les parcelles pourraient devenir constructibles avec une mise en zone à bâtir conformément à la réglementation en matière d'aménagement du territoire et comprenant une pesée des intérêts. Il est également possible de modifier la zone au niveau cantonal. Un classement par le canton en zone à bâtir n'est possible qu'en respectant les conditions de l'ordonnance sur l'aménagement du territoire (article 30, alinéa 1bis). Si la première option est considérée comme réalisable sur un horizon de dix ans, la seconde est jugée peu réaliste par les autorités cantonales (Département du territoire de l'État de Genève).



Illustration 191 : Passage du chemin aux champs agricoles au niveau de Choulex après la limite entre Presinge et Choulex, à mi-chemin entre la route de Jussy et la forêt.

Les SDA consommées inscrites dans un inventaire cantonal seront en principe compensées par des surfaces de superficie équivalente, en tenant compte de leur qualité, avec le soutien des cantons concernés (voir principe 14 du plan sectoriel SDA).

Gestion des risques

La parcelle de Choulex (parcelle 12530) est soumise à un danger résiduel d'inondation de la Seymaz d'après la carte cantonale des dangers. Ce risque est toutefois considéré comme négligeable.

Le sud est limité par la zone d'exclusion des gazoducs de 100 m de largeur de part et d'autre du périmètre (Illustration 192, en bleu), laquelle nécessite la réalisation d'une étude de risque OPAM (accidents majeurs) en coordination avec les autorités nationales et cantonales concernées.

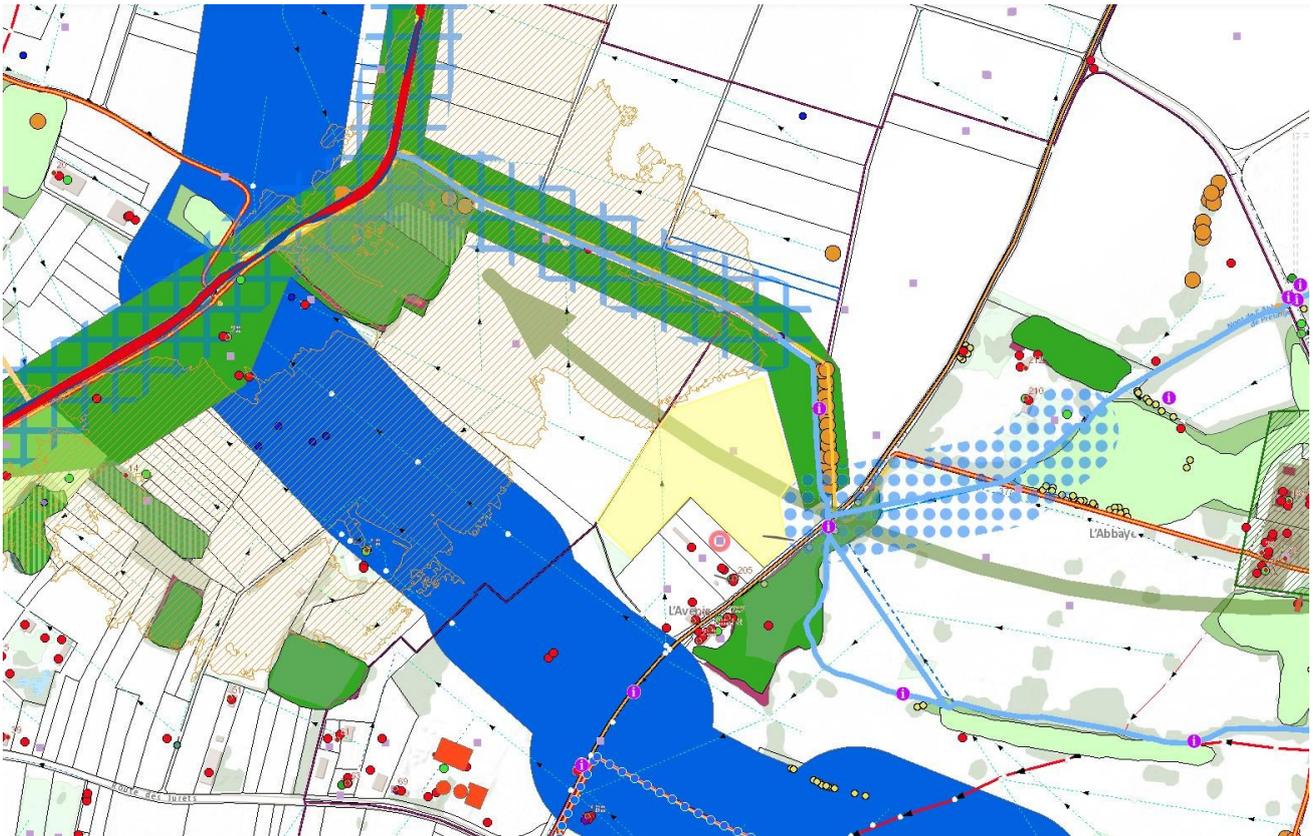


Illustration 192 : Carte comportant les couches de contraintes, de protection et de danger.

Elle indique une zone résiduelle de 3,3 ha (polygone jaune) sur la parcelle de Presinge. La flèche verte indique la présence d'un corridor écologique ; les zones présentant un danger d'inondation sont représentées en vert foncé ; et en bleu foncé la zone d'exclusion des gazoducs.

Source : SITG.

Milieu naturel

Le Nant du Paradis (Illustration 194) est situé entre la parcelle et un chemin rural. Il est considéré par la commune de Presinge comme « un biotope essentiel pour la région ». Il n'est pas envisageable d'affecter ce site de haute valeur naturelle (son cours, ses milieux naturels et ses habitats).

La qualité écologique de ce secteur est reconnue aux niveaux cantonal et national (Illustration 193) :

- Protection fédérale :
 - Inventaire fédéral des sites de reproduction des batraciens fixes. Les batraciens sont fortement menacés. À l'exception de la grenouille rousse, toutes les espèces encore présentes en Suisse figurent sur la liste rouge des espèces rares et menacées. L'ordonnance sur la protection des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale doit permettre de conserver les habitats spécifiques des espèces particulièrement menacées.
- Protection cantonale :
 - Site prioritaire flore : Ces sites font l'objet de mesures de conservation et sont à considérer dans les plans d'aménagement du territoire. Les sites prioritaires flores sont considérés au minimum comme espèces ou biotopes digne de protection au sens de la LPN et du Règlement sur la protection du paysage, des milieux naturels et de la flore (RPPMF) L 4 05.11.



Illustration 193 : Protection de la biodiversité à proximité du site PB.



Illustration 194 : Vue vers les parcelles agricoles depuis le chemin rural qui longe le Nant du Paradis.

La forêt qui se trouve au nord-ouest et au sud-est du secteur est intégrée au cadastre forestier cantonal. Un relevé précis des lisières devra être réalisé dans le cadre du diagnostic.

L'infrastructure écologique déterminée en 2020 (Illustration 195) met en évidence un secteur de bonne qualité participant à la connectivité des milieux). Le Nant du Paradis et les deux secteurs forestiers le long du site sont identifiés comme des corridors biologiques et des réservoirs de biodiversité, dont le maillage pourrait être renforcé.

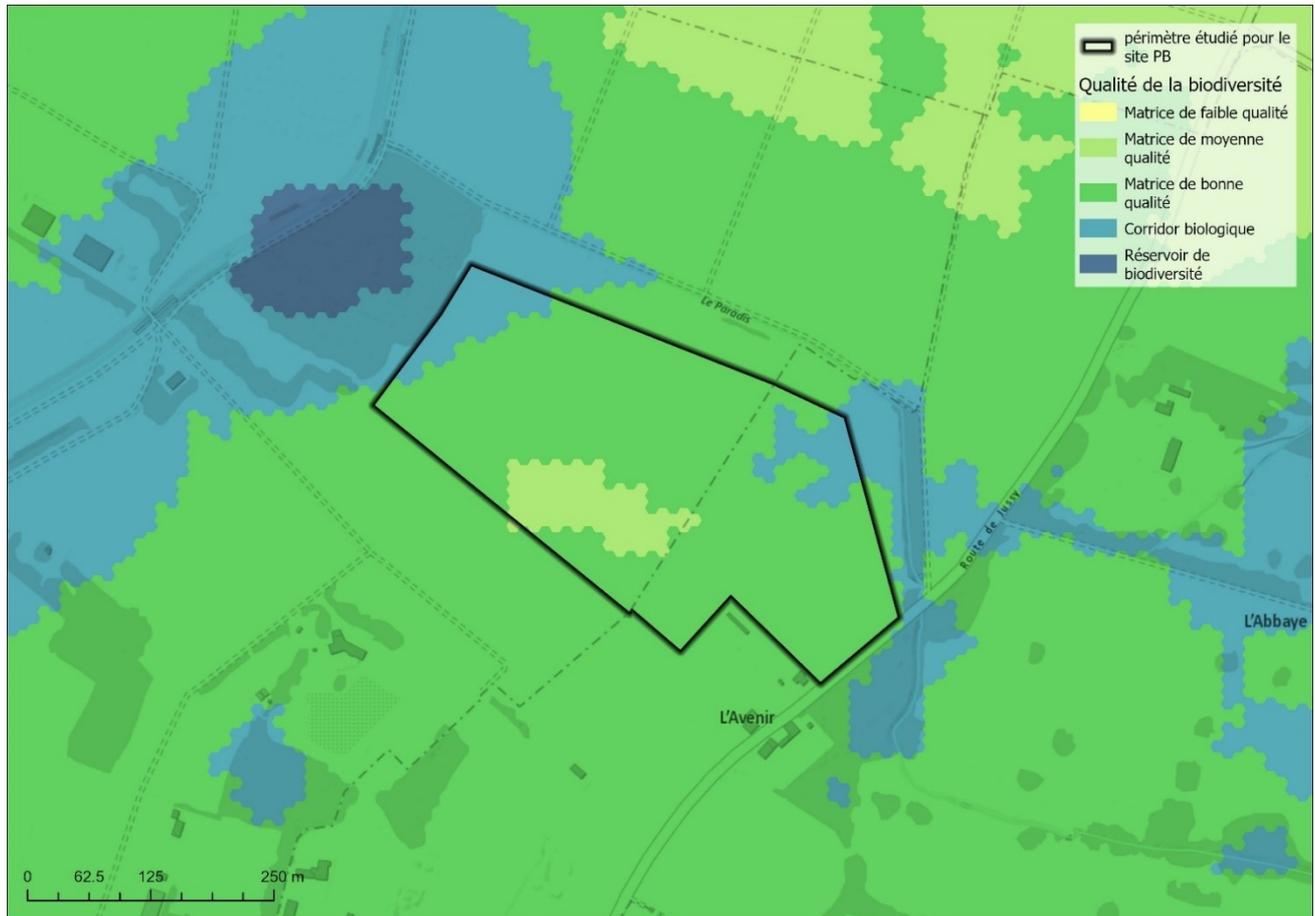


Illustration 195 : Connectivité de l'infrastructure écologique autour du secteur investigué pour le site PB, d'après une carte de l'OCAN. Source : SITG.

En outre, le secteur en question est au cœur d'une trame noire définie à l'échelle cantonale comme un continuum nocturne (Illustration 196). Il sera donc essentiel de limiter au maximum la pollution lumineuse générée par le site.

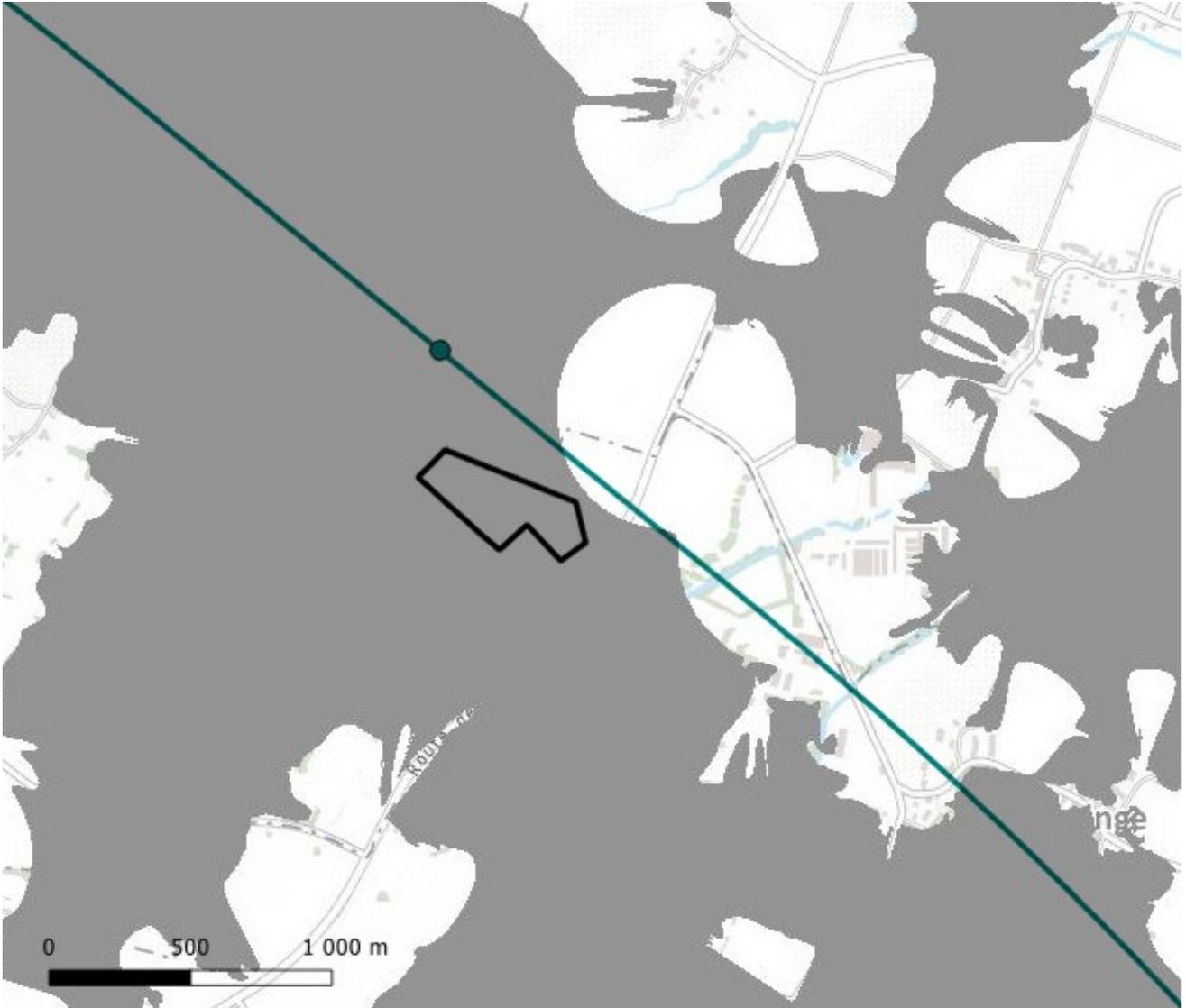


Illustration 196 : Continuum nocturne autour du secteur investigué pour le site PB.



Illustration 197 : Vue vers les champs du site candidat et la forêt au bout des champs depuis le parking de la route de Jussy.

Projets planifiés ou en cours dans le voisinage à prendre en considération

Le plan directeur cantonal 2030 (PDCn) identifie un corridor biologique à enjeu de part et d'autre de la route de Jussy au niveau du Nant du Paradis. L'objectif à terme est de s'assurer de la continuité et du renforcement de ce corridor afin d'assurer une liaison entre les espaces naturels le long du Nant du Paradis jusqu'au bois des Blanchard.

Possibilités de stockage temporaire et de traitement des matériaux d'excavation

Les matériaux excavés devront être stockés temporairement sur le site de surface et, si nécessaire, sur des parcelles à proximité afin d'être traités avant qu'ils soient transportés vers d'autres endroits pour leur réutilisation ou leur dépôt final.

À la suite d'une analyse préliminaire géomatique, d'une première approche et sous réserve de la réalisation d'études plus spécifiques, les matériaux d'excavation pourraient être stockés temporairement sur environ 5 ha des deux terrains de Presinge et Choulex (environ 500 000 m³ de matériaux). La compensation de la perte de revenus due à l'impossibilité d'effectuer des cultures agricoles pendant la phase de construction reste à étudier.

Les deux sites mentionnés précédemment ne constituent que des hypothèses qui n'ont pas fait l'objet d'une vérification. Des analyses détaillées devront être réalisées afin de mieux investiguer ces possibilités ainsi que d'autres, et pour les faire valider ou écarter éventuellement.

Les routes qui partent du site sont en bon état mais ne sont pas très larges (deux voies, suffisantes pour les voitures et les camions de taille ordinaire). La route de Jussy n'a qu'une seule voie au niveau de la parcelle identifiée, car les deux côtés de la route sont réservés aux vélos (chaussée à voie centrale banalisée). Les routes à l'est (Jussy, Meinier et vers La Pallanterie) sont étroites et comportent souvent des aménagements pour réduire

la vitesse et des ronds-points. Le trafic est important le matin. De même, la route vers Thônex et Chêne-Bourg est bien entretenue mais n'est pas conçue pour un trafic important. Par conséquent, une planification minutieuse du trafic et un concept de transport des matériaux d'excavation seront nécessaires pour les activités de chantier.

La section suivante comporte un examen plus détaillé des accès.

Opportunités

Deux lignes de bus de transport public (TPG 33 et 86) ont un arrêt qui se trouve juste sur l'emplacement du site de surface (L'Avenir).

Il existe des opportunités pour la constitution d'un réseau énergétique incluant différents acteurs :

- l'HEPIA, située à 1,2 km par la route, pourrait bénéficier de la chaleur résiduelle du FCC pour le chauffage, y compris pour les serres ;
- la ferme biologique de l'Abbaye, située à 300 m, offre les mêmes débouchés (chauffage des serres, étables pour les vaches et installations pour les poules, manège, tennis club de Presinge) ;
- le foyer de Presinge, qui accueille des migrants, pourrait également profiter de l'approvisionnement en chaleur résiduelle ;
- le Centre pénitentiaire de Puplinge ;
- l'hôpital des Trois-Chêne, à Thônex (un peu plus éloigné).

En ce qui concerne le partage d'autres infrastructures techniques telles que les réseaux d'électricité et de télécommunications, il serait nécessaire d'effectuer une analyse détaillée pour étudier les potentiels de synergies avec l'HEPIA et les communes de Presinge et de Choulex.

Sensibilité locale et économique

Cette thématique devrait faire l'objet d'une analyse ultérieure, effectuée en coopération avec les parties prenantes locales.

Sensibilité écologique

La haute valeur écologique des terrains doit être respectée.

L'intégration paysagère doit être anticipée et faire l'objet d'une étude menée par des professionnels sensibles aux enjeux du secteur (Haute-Seymaz).

Il serait nécessaire de négocier un accord avec les maisons voisines dans L'Avenir.

Infrastructures existantes

Aujourd'hui, les parcelles ne disposent d'aucune infrastructure technique (eau, électricité, télécommunications, assainissement). Il est nécessaire d'engager une concertation avec les Services Industriels de Genève pour disposer de la meilleure connexion possible aux infrastructures urbaines et trouver le moyen de fournir 6 MW pour un tunnelier pendant la phase de construction. Comme le site aura un seul puits et pas de grande caverne en sous-sol, deux tunneliers à cet emplacement sont techniquement exclus. La faisabilité avec un seul tunnelier a été confirmée par les SIG.

Le site est proche du réseau de Meinier, qui dispose d'une conduite de 300 mm. La capacité de distribution est estimée à 100 l/s. Un raccordement d'un diamètre de 300 mm et d'une longueur de 360 m est à prévoir pour la phase de chantier. Le raccordement du site PA au réseau d'eau des SIG ouvre la possibilité de fournir de l'eau du lac à ce secteur. L'agriculture peut aussi tirer profit de cette fourniture d'eau.

Accessibilité au site depuis le CERN

La parcelle est directement accessible depuis la route de Jussy.

Depuis le CERN (Esplanade des Particules, Meyrin), le site se trouve à 17,5 km en traversant la ville de Genève. Il faut 50 minutes à une heure pour atteindre le site soit par la route du quai de Coligny, au bord du lac, soit par la rue de Genève via les Eaux-Vives et Chêne-Bourg. Ces deux routes sont peu adaptées à des interventions fréquentes et présentent de nombreuses contraintes de trafic du fait de l'environnement urbain (centre-ville, pont sur le Rhône et lac).

Un autre itinéraire, via les autoroutes A1 et A40 (France), prend environ 40 minutes dans des conditions de circulation favorables. Cependant, les embouteillages sont fréquents au niveau du poste-frontière de Bardonnex et de la zone d'Annemasse. En outre, la zone Étrembières-Annemasse-Gaillard-Ville-la-Grand présente de nombreuses contraintes, en particulier pour la phase de chantier.

Par conséquent, il convient de trouver une autre solution pour desservir le site pendant les activités de construction, d'installation, de maintenance et de réparation.

Pour la phase de construction, l'hébergement local des travailleurs en Suisse et en France est possible. En revanche, cela est impossible s'agissant des activités de maintenance, de réparation ou d'installation, qui nécessitent du personnel hautement spécialisé du CERN ou du LAPP (Annecy). Par conséquent, un système de transport pouvant atteindre une vitesse d'environ 25 km/h dans le tunnel fait également l'objet d'une étude conceptuelle.

8.4. ANALYSE DES ACCÈS

Il conviendra de collaborer avec les autorités suisses et françaises chargées de la circulation pour déterminer les possibilités de transport, notamment s'agissant des matériaux d'excavation. Le principe en la matière est que chaque État assure la prise en charge exclusive des matériaux de son territoire.

Le site PB se situant près de la frontière, les possibilités de connexion aux réseaux structurants ont été examinées sur le territoire environnant, par conséquent sur les territoires suisse et français.

Il convient de souligner la situation particulière de la zone du site PB, bordé, d'une part, par le lac et, d'autre part, par le territoire français.

8.4.1. Situation par rapport au réseau routier structurant et aux voies ferrées

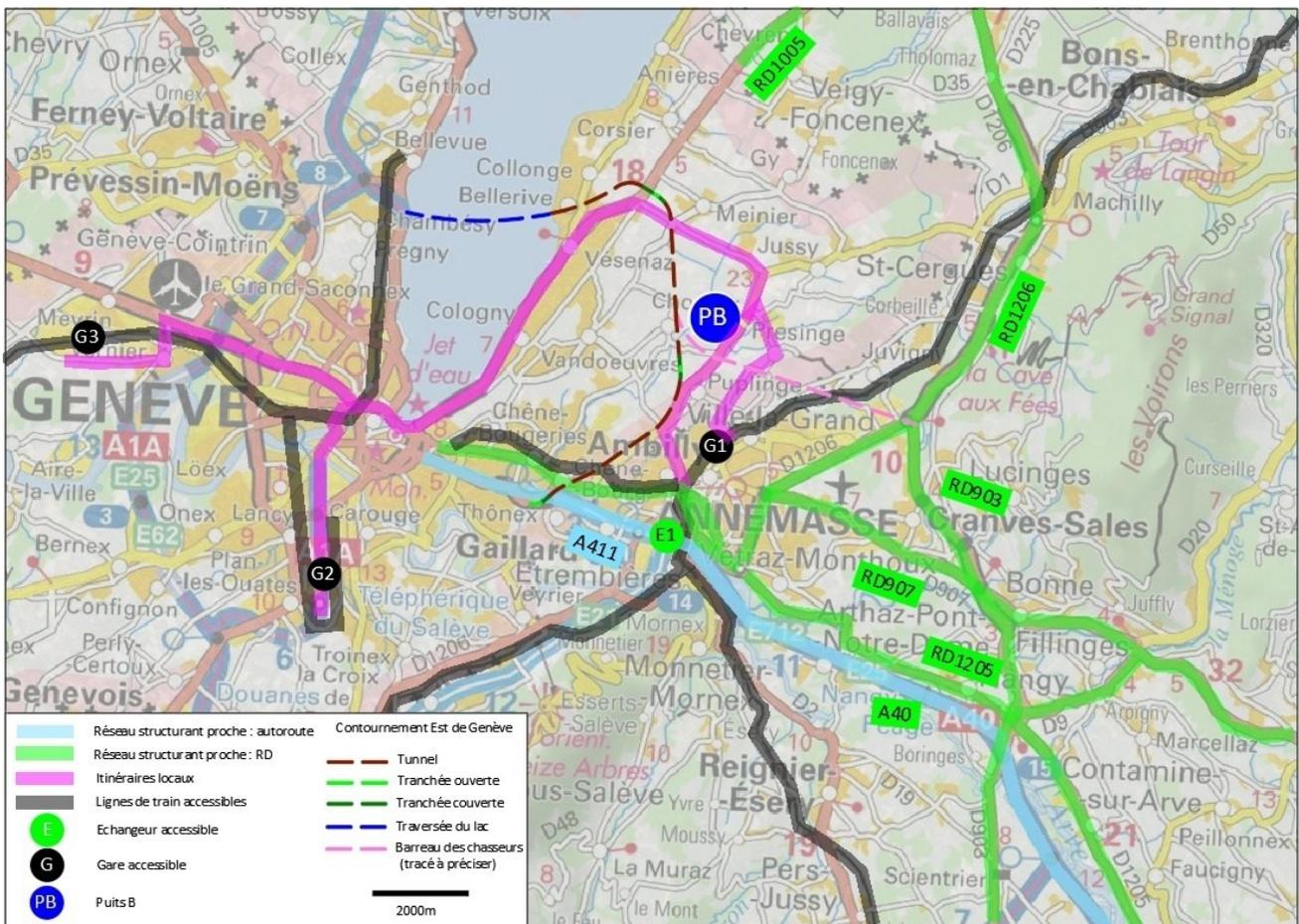


Illustration 198 : Réseau routier structurant et voies ferrées autour du site PB.

Points d'intérêt de la carte du réseau routier structurant et des voies ferrées (Illustration 198)

Gx : gares accessibles à proximité

E1 : point d'échange à proximité pour rejoindre l'A41/A40

Sur le territoire suisse, deux gares (G2 et G3) existent, qui servent actuellement à l'évacuation de matériaux de grands chantiers. Les réseaux routiers structurants sont denses mais très urbains.

Ce site est à proximité d'Annemasse, le réseau structurant est dense et une ligne de chemin de fer passe à proximité de ce futur site.

Projet routier futur : le Contournement Est de Genève

En complément du réseau structurant présenté, il convient de noter le futur projet de Contournement Est de Genève (Illustration 199).

Les derniers échanges des services avec le CERN mentionnent un horizon prévisionnel de mise en service au-delà de 2045 si les études en cours confirment la faisabilité du Contournement Est. L'étude est en cours. Il conviendra de suivre l'évolution du projet et de repérer les éventuelles synergies.

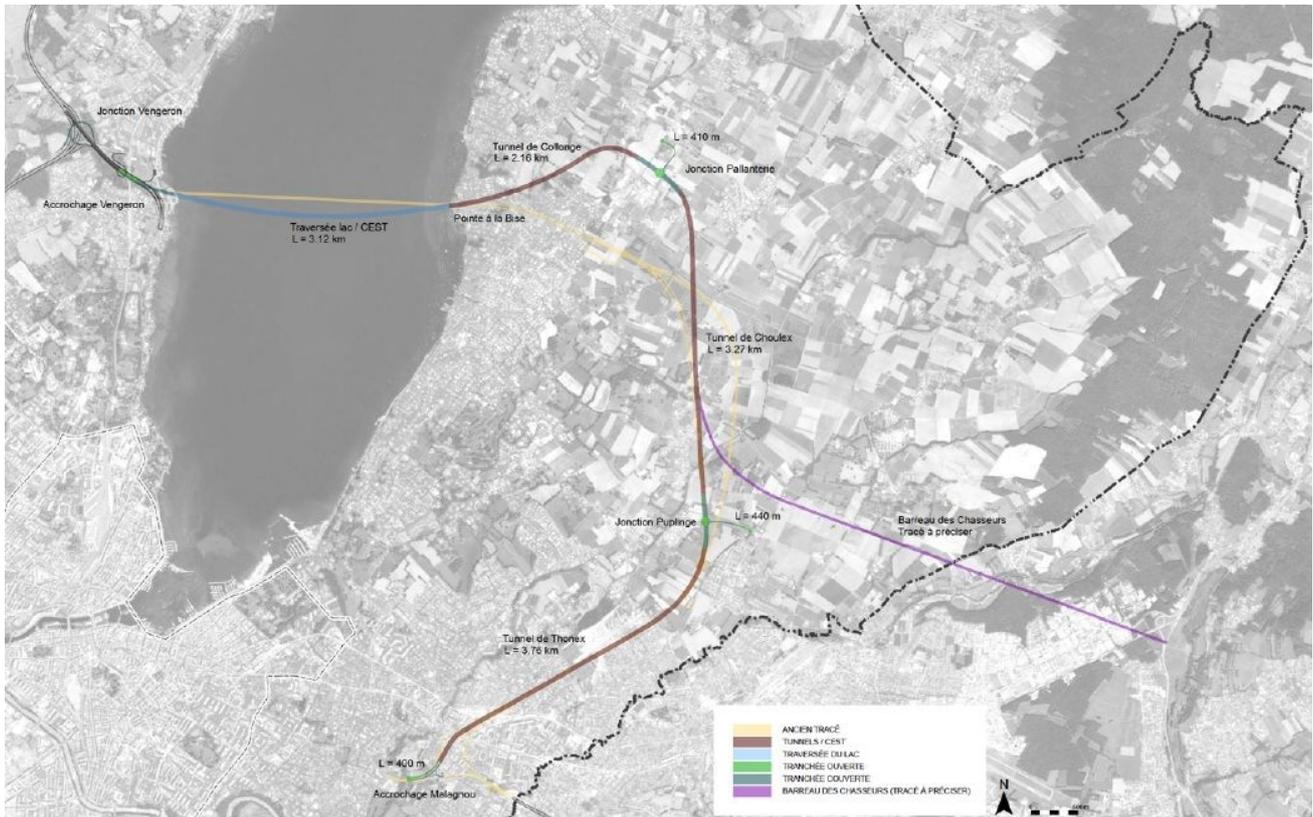


Illustration 199 : Tracé du projet de contournement Est de Genève. Source : Contournement Est et Traversée du Lac- Étude de projets-Rapport de Synthèse-République et canton de Genève-31.03.2021.

8.4.2. Itinéraires vers le réseau structurant genevois par le réseau départemental français

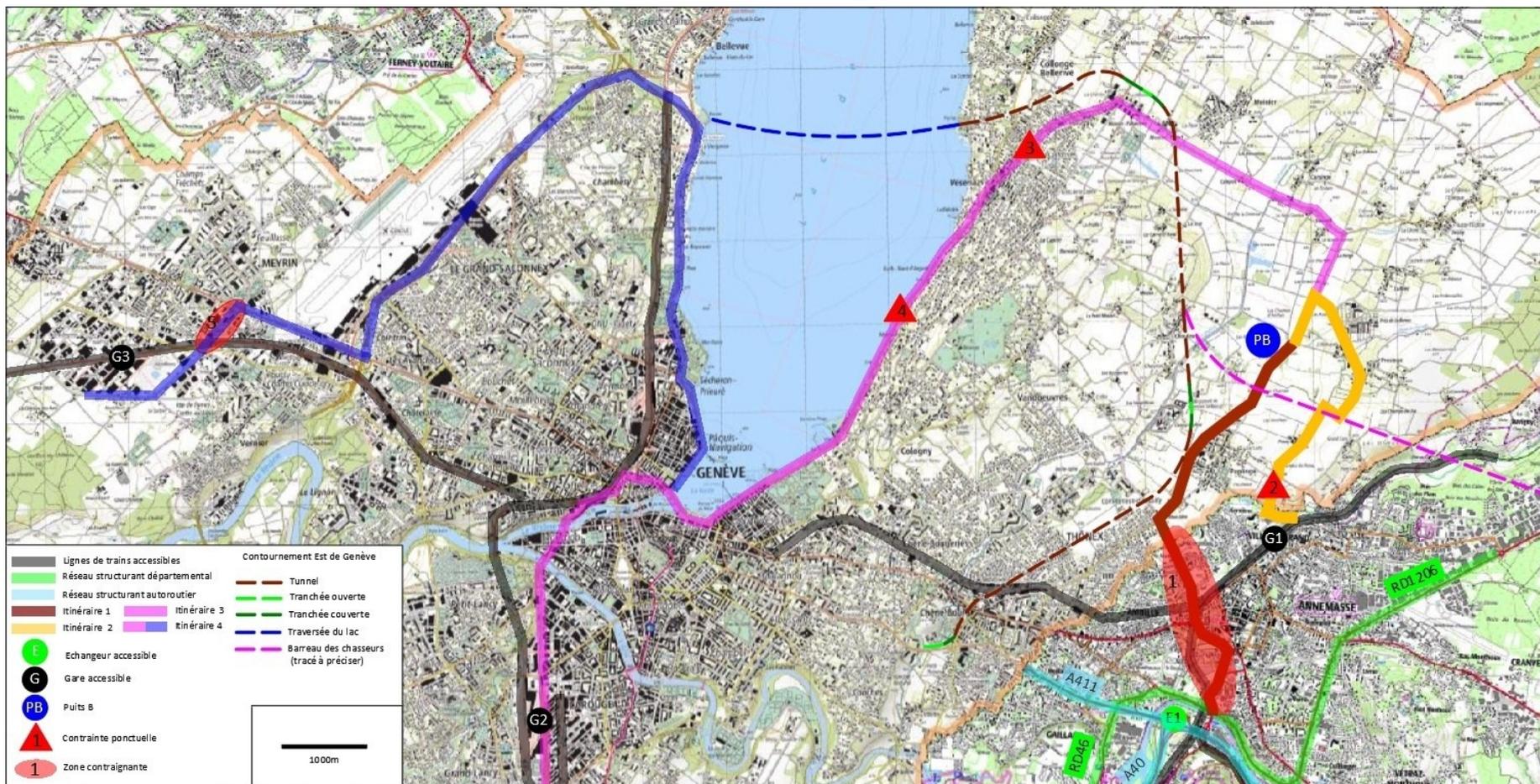


Illustration 200 : Réseau structurant genevois et réseau départemental français autour du site PB.

Contraintes d'accès au réseau structurant (Illustration 200)

Contrainte 1 : secteurs très urbanisés d'Annemasse

Contrainte 2 : route de Cornière, large de 4 m, à élargir sur environ 300 m (coût estimé à environ 240 k€ HT). Des poteaux électriques longent la route. Le profil en travers s'élargit en arrivant près des habitations. La structure de chaussée sera probablement à renforcer pour permettre le passage intense de poids lourds.

Contrainte 3 : traversée de Vézenaz à proximité des habitations

Contrainte 4 : passage par les quais de Cologny et de Gustave-Ador

Contrainte 5 : secteur très urbanisé de Meyrin

Pour rejoindre la voie ferrée (G1) (en évitant la traversée de Puplinge)

L'accès à la voie ferrée est distant d'environ 4,8 km.

La route de Presinge (itinéraire 2 évitant Puplinge) comporte des profils en travers réduits d'environ 5 à 5,50 m (Illustration 201). Il est à noter qu'une étude est en cours pour bien connaître le fonctionnement de cette gare.

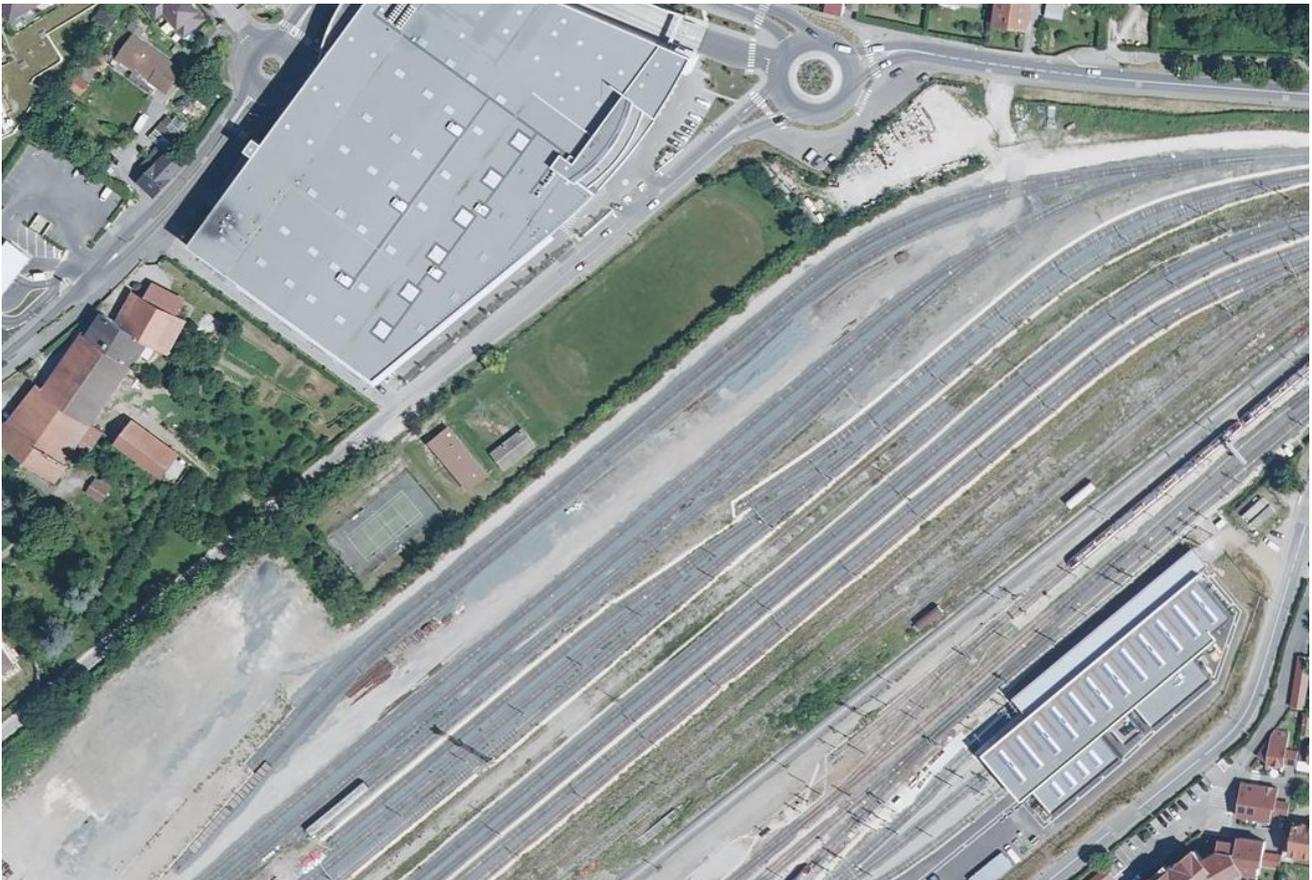


Illustration 201: Accès à la ligne de chemin de fer depuis la rue Albert Hénon. Coordonnées 46.202727, 6.240267.

Pour rejoindre les RD 1206 et A411 (itinéraire 1)

Le réseau structurant est situé à environ 3,3 km (RD1205, RD 1206 puis échangeur A40/A411).

La principale et très forte contrainte concerne la traversée de la zone urbanisée d'Annemasse, avec des habitations à proximité. Il existe des plateaux et des îlots centraux aménagés, franchissables par des poids lourds.



Illustration 202 : Plateaux aménagés au centre d'Annemasse.

Pour rejoindre les gares G2 et G3

Ces itinéraires, d'une longueur de 16,3 km pour accéder à G2 et de 26,4 km pour accéder à G3, présentent de nombreuses contraintes. Ils seraient envisageables ponctuellement, pour un transport exceptionnel, mais ne constitueraient pas une solution durable.

La G2 n'offre pas de nouvelles places disponibles pour créer un nouvel embranchement ou une zone de stockage (Illustration 203). Il sera nécessaire d'obtenir un accord pour l'utilisation d'un embranchement déjà existant.

Habituellement, deux plateformes de chargement sont utilisées pour l'aire genevoise : CFF et Ducret (peu de possibilités de stockage). Aujourd'hui, il existe plus de deux plateformes mais certains de ces sites sont temporaires et n'existent que le temps de la réalisation de grands chantiers.

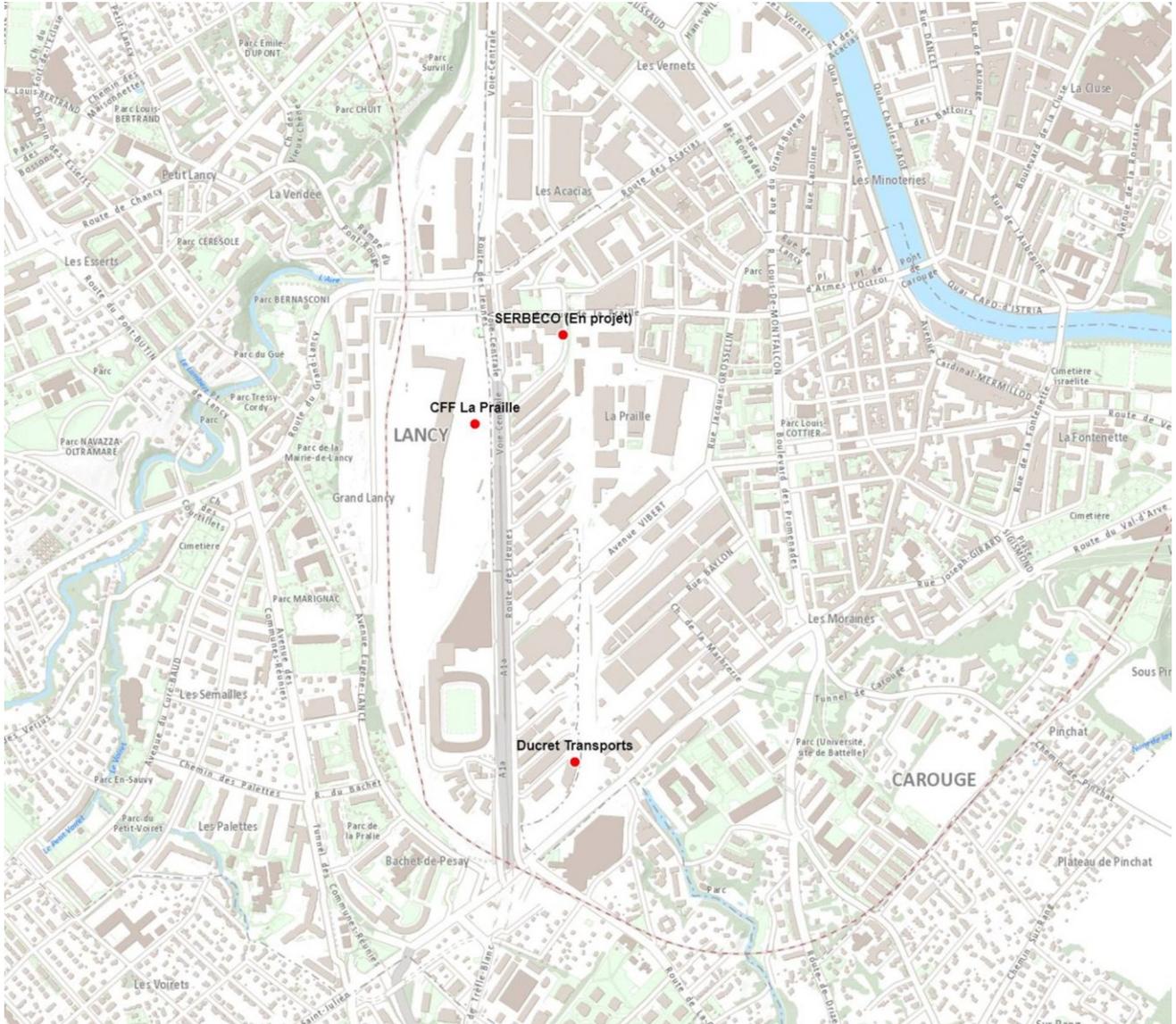


Illustration 203 : Situation de la plateforme G2 à Genève. Carte fournie par le GESDEC.

Quant à la G3, située sur la commune de Meyrin, les sites habituellement utilisés comme plateforme de chargement sont les entreprises SASSO Recyclage et GESA Rail (Illustration 204).



Illustration 204 : Situation de la plateforme G3 à Genève. Carte fournie par le GESDEC.

8.4.3. Connexion au réseau local

Il est nécessaire de préciser que les options mises en évidence seraient provisoires. La construction de ces accès, même temporaires, pourrait avoir des conséquences fortes sur l'environnement, notamment sur la protection des écosystèmes. Ces contraintes environnementales seront donc prises en considération (cf. Illustration 205 et Illustration 206).

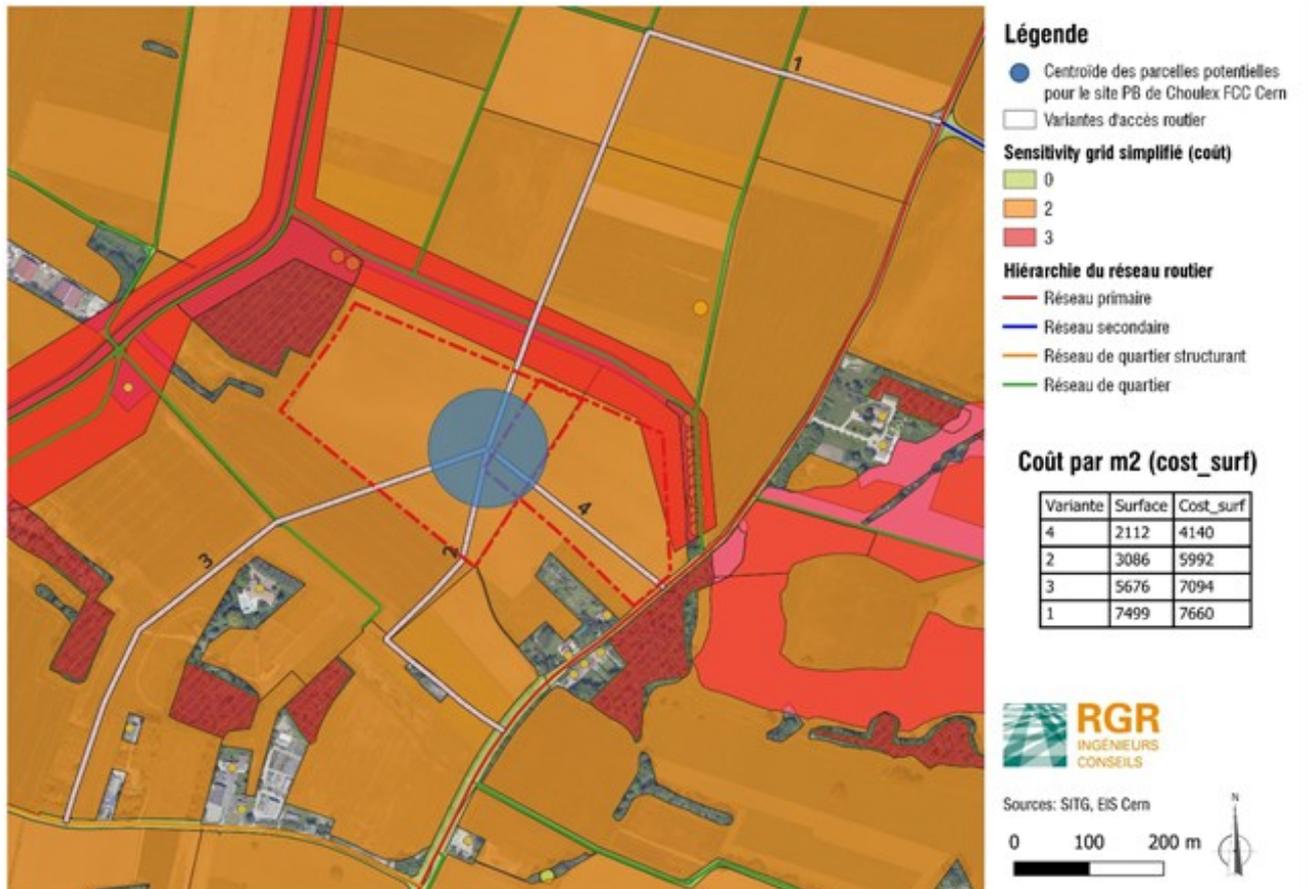


Illustration 205 : Synthèse des contraintes environnementales autour des options pour un site PB à Choulex ou Presinge (site de référence à la date de réalisation de l'étude : Octobre 2023).

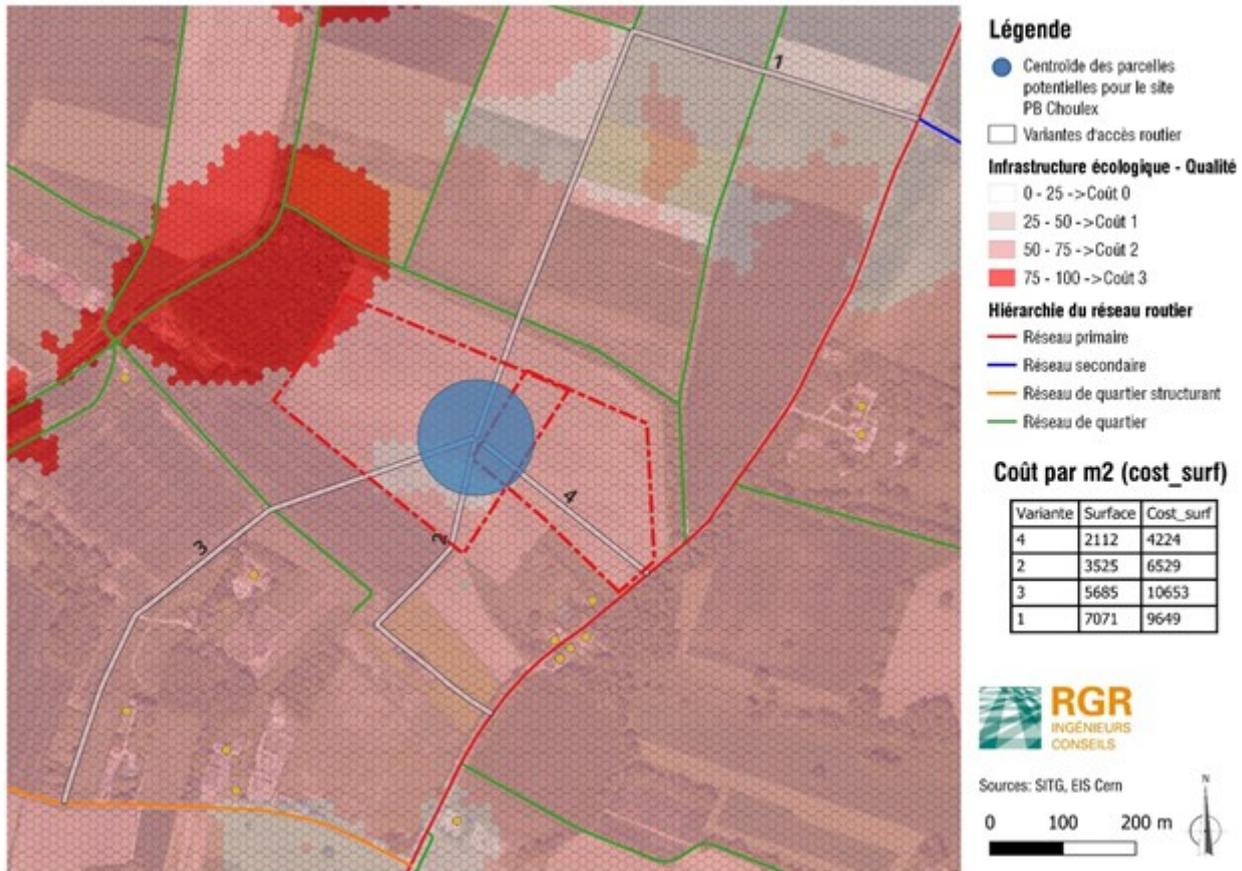


Illustration 206 : Enjeux écologiques autour des options d'un site PB à Choulex ou Presinge (site de référence à la date de réalisation de l'étude : Octobre 2023).

Suivant la recommandation formulée par le canton de Genève lors de l'accompagnement par la cellule interdépartementale mise en place dans ce contexte, une analyse exploratoire a été effectuée et un concept d'accès routier au site PB par Choulex ou Presinge a été élaboré par un bureau d'études possédant l'expertise nécessaire¹²².

Les aspects environnementaux ont été analysés en tenant compte des différentes contraintes. Les aspects liés à l'accessibilité au site ont été développés.

La liste des critères analysés est la suivante :

1. la distance d'accès à la parcelle,
2. l'emprise et le nombre de propriétaires affectés,
3. la protection de la nature (évaluation quantitative),
4. l'infrastructure écologique (évaluation quantitative),
5. l'impact paysager,
6. les nuisances subies au niveau des habitations (bruit, sécurité),
7. l'impact sur la gestion du trafic,
8. l'impact sur la mobilité douce,

¹²² RGR Ingénieurs Conseils, *Étude pour l'accès routier au site PB à Choulex et Presinge : Rapport final*, V3.0, 6 mars 2024, <https://doi.org/10.5281/zenodo.10788385>

La conduite d'une analyse multicritères a permis de recommander une variante parmi les cinq variantes analysées (cf. Illustration 207) en tenant compte de nouvelles thématiques sur la mobilité. Différents services de la République et canton de Genève (Office cantonal des transports, Office cantonal de l'agriculture et de la nature, Service de l'environnement et des risques majeurs) ont été consultés et ont pu formuler leurs remarques au sujet de cette analyse.

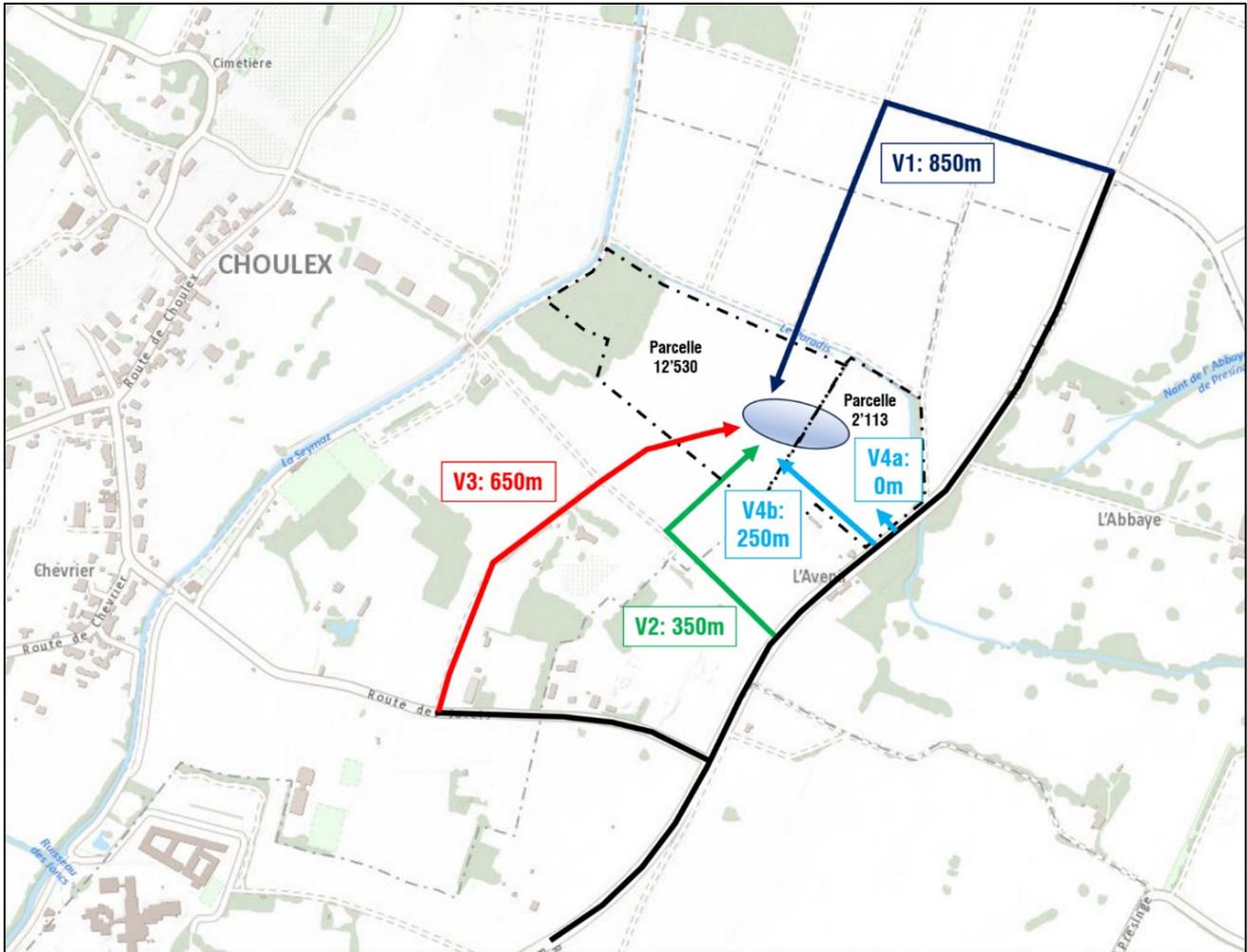


Illustration 207 : Étude de différentes variantes pour l'accès au site PB à Choulex ou Presinge.

La variante 4a ne passerait que sur la parcelle 2113 à Presinge. Elle ne nécessiterait donc pas d'emprise sur le domaine privé. Avec une implantation du site PB sur cette parcelle, aucune emprise ne serait nécessaire, y compris sur le domaine public. Cette variante est la plus avantageuse sur ce point par rapport aux autres variantes.

8.5. SYNTHÈSE POUR LE SITE PB

L'emplacement du site PB se trouve sur la commune de Presinge en Suisse, dans un environnement agricole, avec la présence à proximité de quelques hameaux et de l'Abbaye de Presinge, une maison de maître, classée bâtiment historique auprès du canton.

Sur le plan environnemental, les deux sites envisagés se trouvent sur des parcelles agricoles en SDA et en bordure de site d'importance nationale ou cantonale du point de vue de la protection des milieux naturels. Une vigilance particulière concernant la protection du Nant du Paradis est essentielle, même si les emprises du projet pourront vraisemblablement éviter les secteurs protégés.

Les accès aux réseaux structurants sont très délicats car ils traversent des zones urbanisées.

9. SITE PD – NANGY (HAUTE-SAVOIE, FRANCE)

Le chapitre 9 présente de manière détaillée l'environnement d'implantation du site PD à Nangy. Après une description du site et de son environnement, sont détaillées l'analyse urbanistique et paysagère, l'analyse environnement (qui détaille les contraintes présentes) et l'analyse des accès (notamment connexions aux réseaux ferrés, au réseau autoroutier et au réseau routier).

Le périmètre du site de surface présenté dans ce chapitre est une ébauche conceptuelle et ne correspond pas nécessairement au périmètre précis tel qu'envisagé actuellement. La section 15.5 présente la dernière version de ce périmètre en détail.

9.1. DESCRIPTION

Le site se trouve sur la commune de Nangy dans le département de la Haute-Savoie (Illustration 208).

L'environnement est très contrasté, mêlant hameaux résidentiels à caractère traditionnel et zones d'activités plutôt commerciales.

Un hôpital (CHAL) est situé à proximité immédiate, au sud-est du site envisagé (hameau de Findrol).

La commune est située au voisinage d'un important nœud routier/autoroutier, l'échangeur A40/RD903. La mise à 2x2 voies de la RD903 (liaison A40 - Chasseurs), pour laquelle la concertation a été lancée le 4 mai 2022, doit être prise en compte dans la planification du site et des accès.

Une barrière de péage pleine voie sur l'A40 est présente au nord-ouest, à environ 1,9 km.

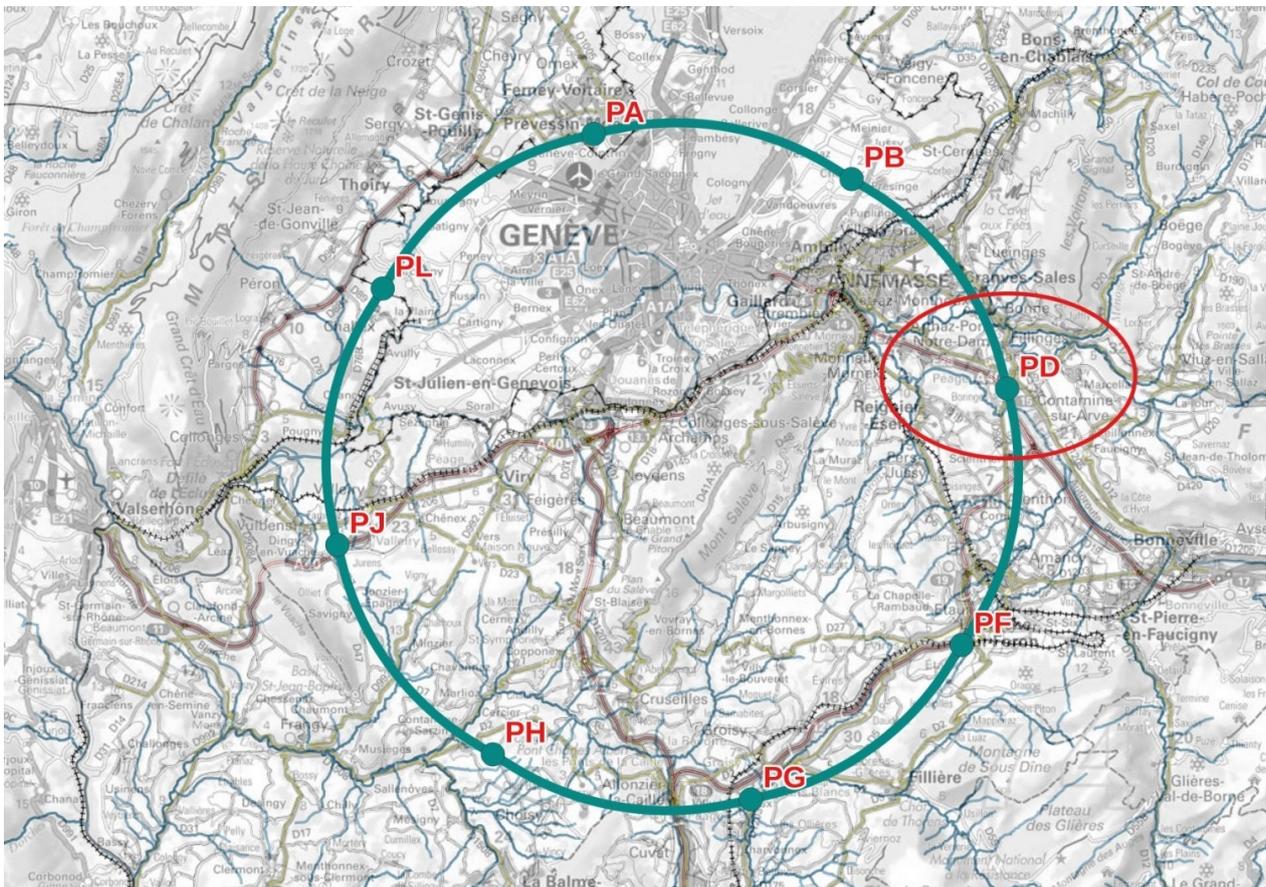


Illustration 208 : Carte du tracé : emplacement du site PD.

Les coordonnées WGS84 du point théorique sont :

- Latitude : 46.1453657° N,
- Longitude : 6.3169260° E.

Le site PD est un site technique, mais peut également être un site scientifique optionnel pendant la phase 1 (FCC-ee) et il constituera nécessairement un site scientifique pendant la phase 2 (FCC-hh). Le puits est donc placé directement sur le tracé du tunnel, environ une trentaine de mètres au nord du point théorique. Un deuxième puits est nécessaire environ 80 m à l'intérieur du tracé pour donner un accès à la caverne pour les équipements techniques.

L'élévation est de 453 m. La profondeur du puits est de 181 m.

Les parcelles envisagées sont affichées dans l'illustration 209 et correspondent à :

- site principal, environ 4,9 ha,

La liste des parcelles cadastrales concernées par le site figure dans l'annexe 16.3.

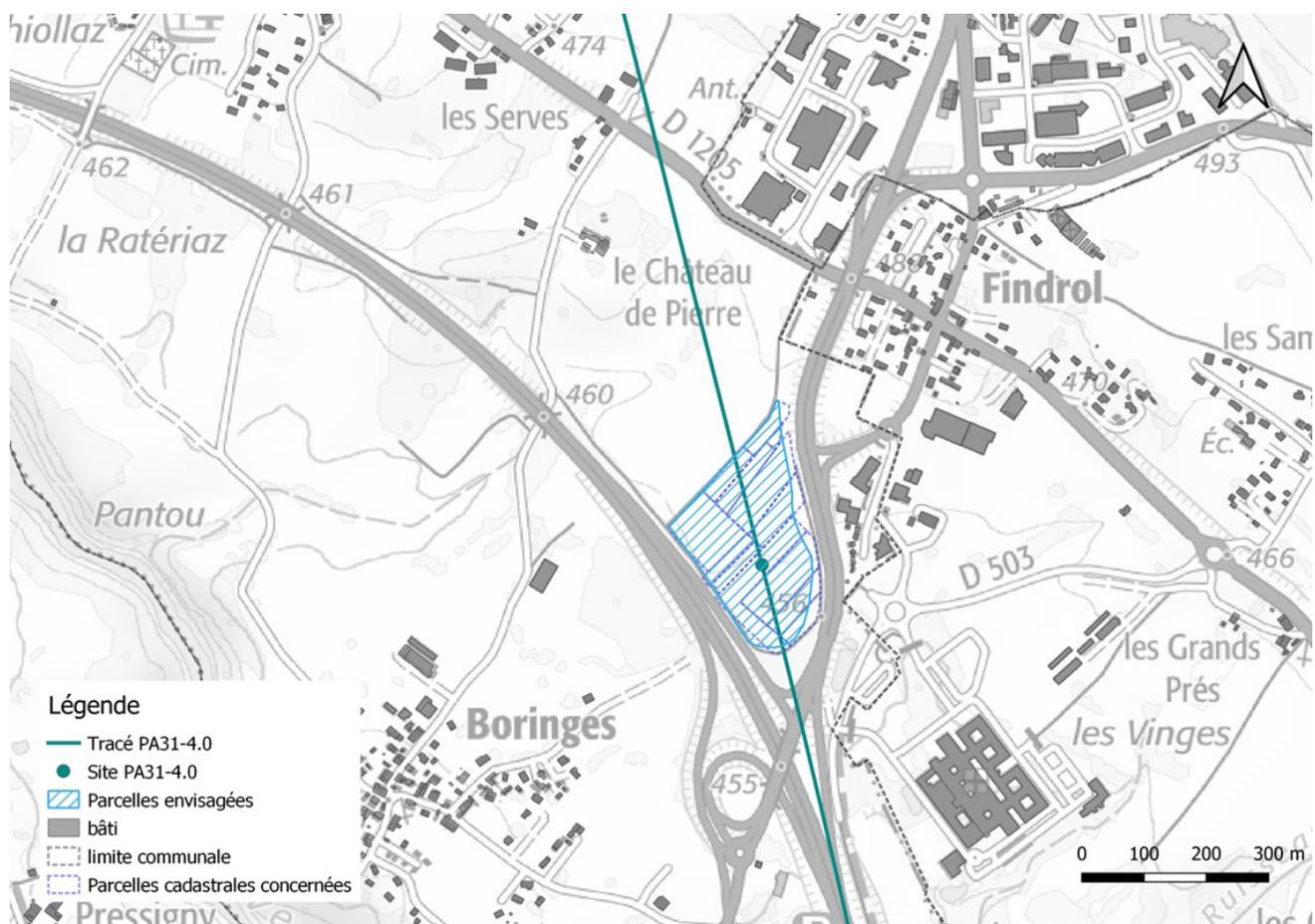


Illustration 209 : Carte de situation des parcelles envisagées pour le site PD (août 2024).

Les **caractéristiques et contraintes** de ce site sont les suivantes (Illustration 209) :

- le site présente des contraintes au sud, à l'ouest, et à l'est :
 - taille : longueur de 300 m et largeur d'environ 150 m, jusqu'à 6 ha ;
- puits unique au-dessus de la caverne d'expériences au nord du point théorique :
 - Le point théorique se trouve dans la zone d'exclusion, mais l'objectif est de déplacer la zone d'exclusion à 18 m au sud (à 100 m de l'autoroute) ;
- puits unique au-dessus de la caverne de service à l'intérieur de l'anneau, le plus au nord possible :
 - Le puits devra garder une distance minimale même après la dérogation préfectorale, ce qui requiert une attention particulière à l'emplacement des structures souterraines ;
- conditions de circulation difficiles dans le secteur :
 - La gare de péage A40 est un lieu d'embouteillages fréquents,
 - Nœud d'échange entre les voies routières, l'hôpital, le campus hospitalier, les activités commerciales et les zones résidentielles au nord et à l'ouest du site ;
- les problèmes de visibilité depuis le nord et le nord-est devraient pouvoir être résolus par une bonne intégration paysagère et architecturale ;
- les emplacements éventuels à proximité de l'Arve ont été examinés mais écartés en raison des contraintes liées à la présence de la réserve naturelle et d'une zone de risque naturel (inondation).

Les principales **opportunités** offertes par le site sont les suivantes (Illustration 210) :

- proximité de l'hôpital CHAL, des zones d'activités et des zones industrielles (regroupant environ 110 entreprises), possibilité de constitution d'un réseau de chaleur ;
- station d'épuration (STEP) de Scientrier à proximité d'une unité de méthanisation, qui offre une possibilité de fourniture de chaleur fatale. Autre possibilité s'agissant de l'éventuelle récupération des eaux rejetées par la station (à confirmer par des analyses) ;
- proximité immédiate de la Fromagerie de la Tournette (Verdannot) pour la récupération de la chaleur fatale ;
- activités de restauration et d'hôtellerie à proximité ;
- proximité de la barrière pleine voie de l'autoroute A40 pour le transfert par convoyeur des matériaux excavés ;
- possibilité d'utiliser les transports en commun pour venir sur le site ;
- projet de liaison 2x2 voies de la RD903 depuis Findrol jusqu'à l'agglomération d'Annemasse et, éventuellement, jusqu'en Suisse ;
- potentielle synergie avec le Centre de première intervention d'Arthaz-Pont-Notre-Dame,
- possibilité d'améliorer la desserte des lignes à haute tension ;
- en ce qui concerne le réseau de chaleur urbain, la chaleur résiduelle pourrait être fournie au Centre hospitalier Alpes-Léman (CHAL), à une distance de moins de 300 m, accessible par un passage souterrain de la D903. La chaleur peut également être fournie à tous les services médicaux dans les environs de l'hôpital et, éventuellement, aux habitations voisines ;
- il existe un réseau de chaleur urbain au centre de Reignier, 3,5 km à l'ouest du site PD ;

- Un producteur de fromage au nord du site au niveau de la D1205, à une distance d'environ 500 m (Fromagerie de la Tournette) et la STEP de Bellecombe, à Scientrier (2,3 km), pourraient être des consommateurs potentiels de chaleur ;
- Il existe à proximité des entreprises d'usinage et de production de machines à bétonner (Quadra 1) et de micromécanique (par exemple AFT), qui pourraient établir des synergies avec la construction du FCC-ee.
- Le site du P+R (parking-relais) crée une possibilité de renforcer les transports publics vers les grands pôles qui pourraient desservir le site (Annecy, Genève).

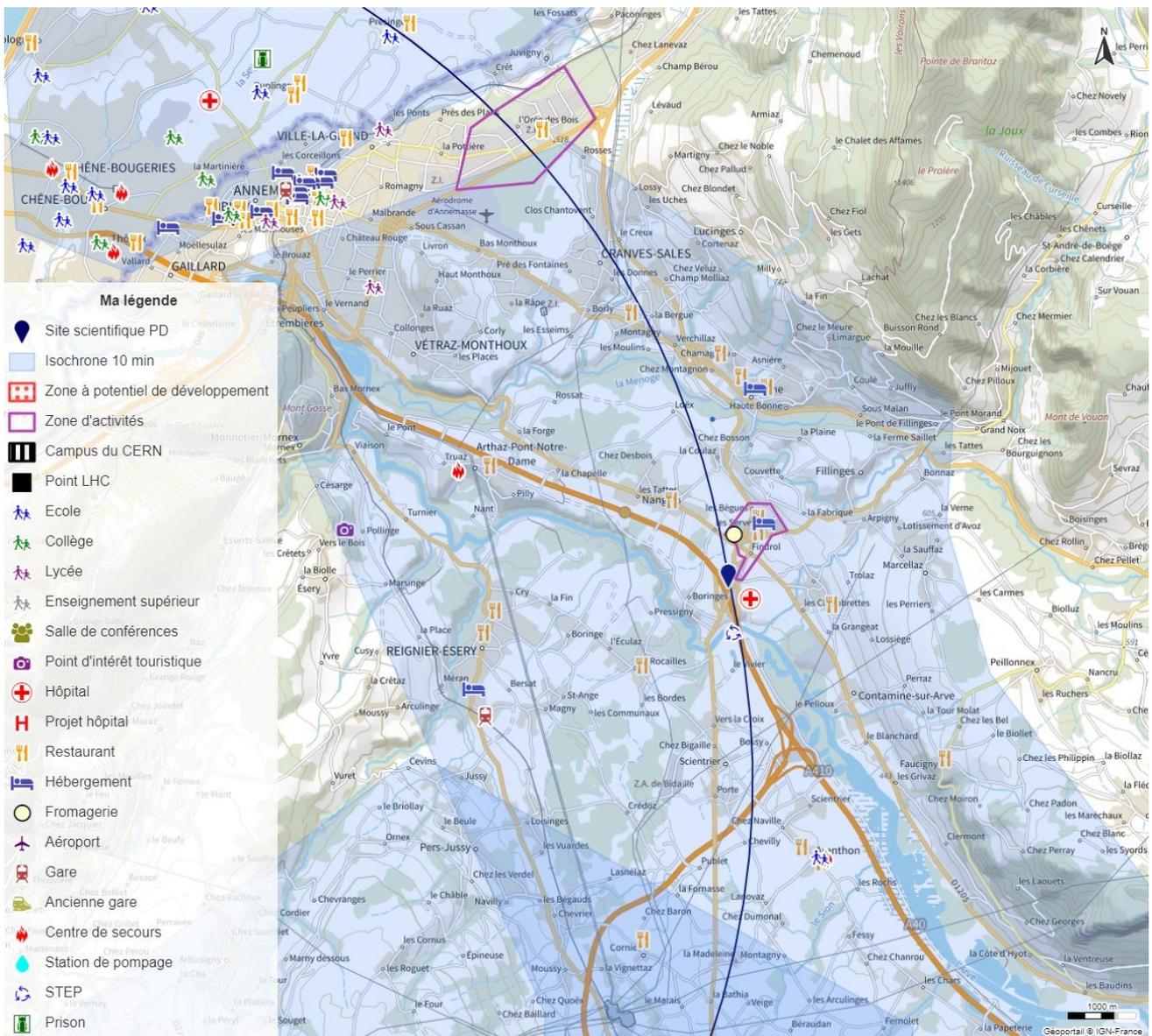


Illustration 210 : Carte d'ensemble des opportunités principales autour du site PD.

Description du site et de son environnement

Le site candidat est situé sur un champ entre :

- l'autoroute A40 à l'ouest,
- la D903 à l'est,
- la D1205 au nord sur la commune de Nangy.

L'emplacement réservé relatif à l'autoroute (au sud du site) n'est pas inclus dans le polygone du site.

Le site envisagé est aujourd'hui accessible par la route de Serves au nord-ouest, qui se prolonge par un chemin agricole qui fait le tour du site et n'est interrompu qu'au nord-est sur environ 150 m. Il reprend ensuite et contourne une maison proche de la D903. Un accès agricole depuis la D903 existe au sud-est. Il existe également un ouvrage hydraulique qui passe sous la D903 et rejoint le P+R du CHAL à Nangy.

La zone du site se trouve sur une pente douce (vers le sud).

Une grande ferme ancienne, d'aspect modeste, située à une distance de 400 m, n'est que partiellement visible (toit et étage supérieur) depuis la partie la plus haute du site. Il n'existe pas d'autre visibilité directe. Les seuls bâtiments visibles depuis le site sont ceux d'un producteur de fromage (reblochon) tout au nord et d'une entreprise de pompes funèbres à l'est.

L'ensemble de la zone est exposé à un bruit important causé par le trafic routier et autoroutier (mesures instantanées relevées entre 75 dB et 85 dB).

La surface de la zone est suffisamment vaste pour accueillir un site technique et un site d'expériences. Cependant, en raison de la proximité du point d'interaction avec la zone située au sud, appartenant à la concession autoroutière, un seul puits d'accès à la caverne d'expériences peut être envisagé. Le puits d'accès serait relativement proche de la caverne de service de l'autoroute, à une distance de 150 m, mais encore suffisamment éloigné de la zone clôturée de l'autoroute.

Foncier

Le site est constitué :

- de parcelles privées pour l'essentiel,
- de quelques parcelles communales, départementales ou intercommunales (Illustration 211).



Illustration 211: Carte des propriétaires fonciers par type pour le site PD. Source : cadastre anonymisé.

Deux cas de figure se présentent suivant l'option de desserte retenue :

- si un accès comportant un rond-point est créé au nord, sur la RD1205, seules quelques parcelles devront être acquises auprès de propriétaires privés ;
- si l'accès existant via le chemin rural et la route, à l'ouest, est utilisé, une servitude devrait être demandée et des nuisances éventuelles pour les habitations riveraines de cette route seraient à prévoir.

La section 9.4. intitulée « Analyse des accès » donne plus d'informations sur ces éléments.

Carte des exploitants agricoles

Les exploitants agricoles sont au nombre de quatre sur l'ensemble de ces parcelles. Ils sont relativement dispersés sur chacune des parcelles (Illustration 212).

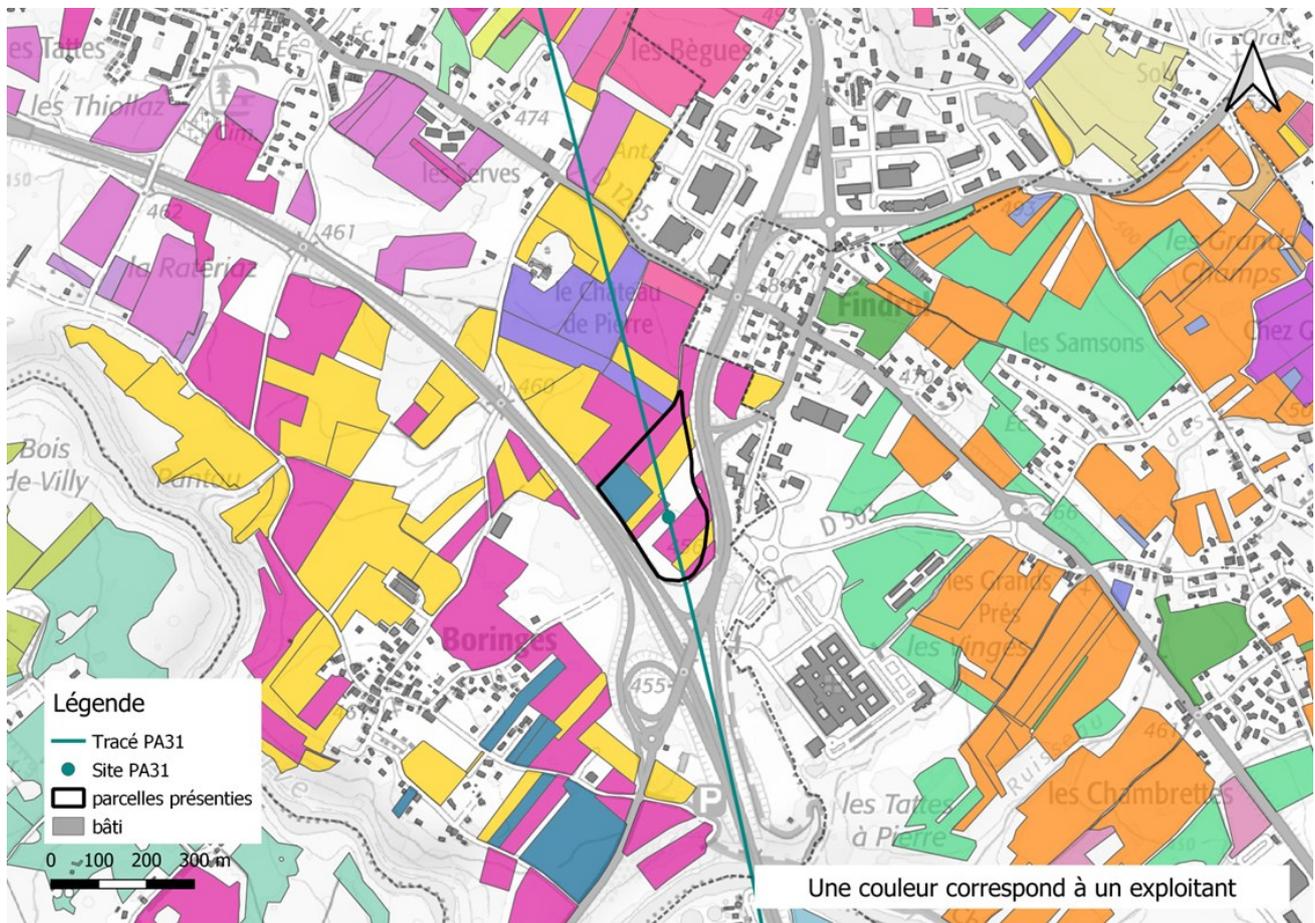


Illustration 212: Carte des exploitants agricoles pour le site PD. Source : Registre parcellaire graphique.

Sites possibles au sud écartés

Deux autres parcelles situées au sud de l'embranchement entre la route d'Annecy et l'autoroute ont été examinées avant d'être écartées en raison :

- de la sensibilité environnementale liée à la proximité de l'Arve,
- de la nécessité de mobiliser deux petites parcelles de part et d'autre de la route (surface insuffisante avec une seule parcelle).

9.2. ANALYSE URBANISTIQUE ET PAYSAGÈRE

9.2.1. État des lieux

Le site se trouve sur la commune de Nangy, à proximité de la sortie autoroutière de l'A40 (Illustration 213), dans la vallée de l'Arve, entre les chaînes montagneuses du Salève et des Voirons. La zone est marquée par le passage de deux éléments, l'un naturel (l'Arve), l'autre artificiel (l'autoroute).

Du point de vue architectural, les éléments sont très différenciés : hameaux résidentiels à caractère traditionnel, zones d'activités (essentiellement commerciales) et hôpital.

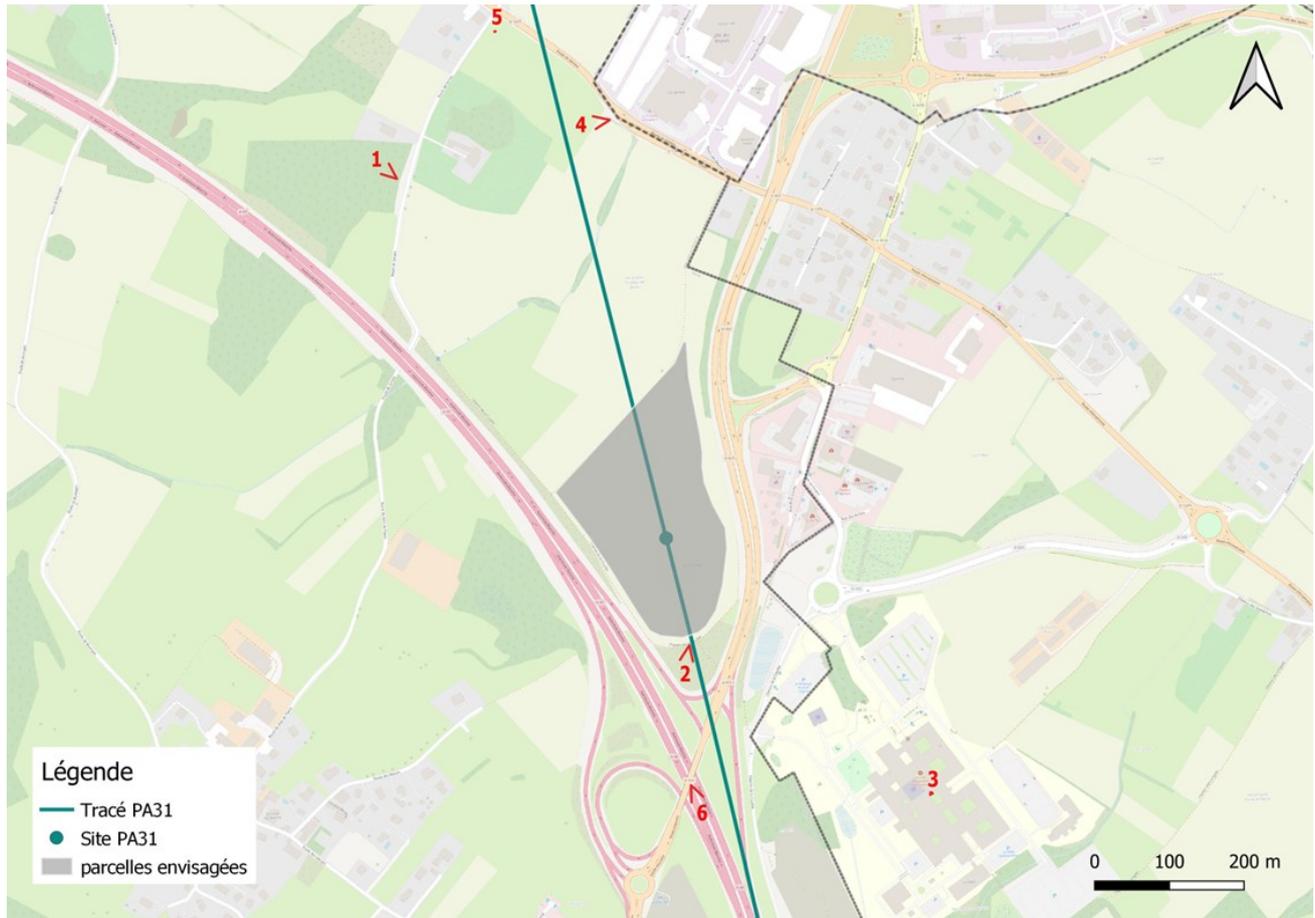


Illustration 213 : Carte d'analyse paysagère relative à la parcelle du site principal.

Le terrain est très plat. Il n'y a pas d'habitations à proximité immédiate, hormis une maison au nord-est.



Illustration 214 : Vue du site depuis la route de Serves vers le sud-est (numéro 1 sur la carte de situation).



Illustration 215 : Vue panoramique depuis le sud du site vers le nord-est. On distingue l'autoroute, à gauche, et la D903 au loin sur la droite (numéro 2 sur la carte de situation).



Illustration 216 : En haut à gauche, le Centre hospitalier (numéro 3 sur la carte de situation). En haut à droite, la zone d'activités (numéro 4 sur la carte de situation). En bas à gauche, l'autoroute, avec le pont qui mène à l'hôpital (numéro 6 sur la carte de situation). En bas à droite, la route d'accès actuelle, qui traverse un hameau résidentiel (numéro 5 sur la carte de situation).

9.2.2. Urbanisme, architecture et paysage

Ce territoire, proche de l'A40 (sortie 5 Vallée Verte), se trouve sur la route Genève-Chamonix : sa situation géographique privilégiée en fait une zone attractive. Cette attractivité se reflète dans l'évolution du territoire qui, originellement à vocation agricole, a vu au fil du temps l'émergence de nombreux hameaux résidentiels. Les commerces sont concentrés dans des zones identifiées, partagées entre plusieurs communes (Nangy, Fillinges, Contamine-sur-Arve). Au niveau urbanistique, le lieu se caractérise par un certain étalement urbain même si, au niveau architectural, la commune de Nangy a fait preuve d'un effort d'intégration architecturale en mariant style contemporain et style traditionnel. S'agissant du paysage, les montagnes constituent la toile de fond de la région. Le secteur industriel est présent, concentré dans des zones délimitées.

Il est précisé que les photographies présentées ici ont pour but de contextualiser les environs de l'emplacement et ne présagent en rien de l'architecture future des sites.



Illustration 217 : Hameaux résidentiels et secteurs agricoles.

9.3. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

Carte de synthèse des contraintes

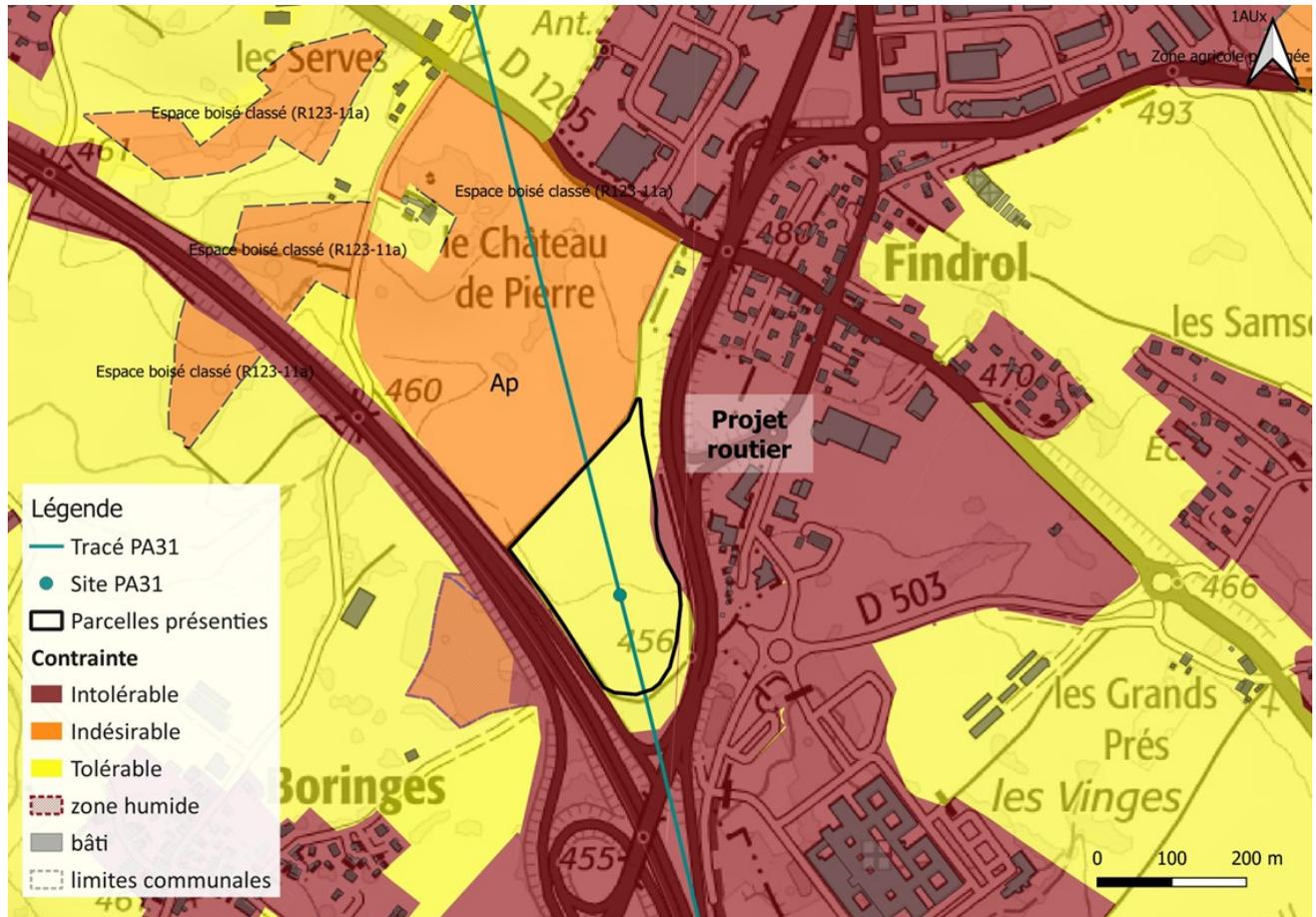


Illustration 218 : Carte des contraintes environnementales autour du site PD.

Le site envisagé bénéficie des protections suivantes (Illustration 218) :

- zone agricole protégée : cette protection imposée par arrêté préfectoral pourrait être levée, par arrêté préfectoral également, et nécessiterait l'adoption de mesures de compensation ;
- zone agricole ordinaire avec, éventuellement, un secteur agricole protégé au nord, concerné par la route d'accès direct à la RD1205 (0,5 ha dans cette hypothèse).

Le terrain d'agricole au nord de la parcelle est un terrain de valeur, avec un horizon exploitable d'environ 70 cm.

Il y a des arbres isolés, précieux car ils constituent un micro-habitat sur les hauteurs, mais ils ne se trouvent pas directement sur le périmètre du site.

Il est à noter qu'un projet routier est en cours à l'est de la parcelle considérée. Il a été pris en compte dans le découpage de la parcelle pressentie.

Le schéma régional de cohérence écologique (SRCE, désormais intégré au SRADDET) comporte une zone rouge très générale, englobant largement l'accès à l'autoroute et qui déborde au sud de la parcelle envisagée pour le site principal. Cependant, le zonage du SRADDET est à considérer à l'échelle de 1/100 000. À l'échelle de la parcelle, c'est le PLU de Nangy¹²³ qui fixe le zonage conformément au SRADDET. C'est donc sur la base du plan local d'urbanisme qu'a été établie la carte des contraintes environnementales.

Le PLU définit la zone autoroutière de l'A40 comme étant classée en « zone Ur ». Ce zonage ne concerne pas le périmètre envisagé pour le site PD. Pour information, le règlement lié à cette surface est le suivant (Texte 1) :

2. Sont admises les occupations et utilisations du sol suivantes si elles respectent les conditions ci-après :

- la reconstruction dans le volume d'un bâtiment détruit ou démoli depuis moins de 10 ans, à condition que sa destination soit conservée ou soit conforme aux occupations et utilisations du sol prévues dans la zone et dès lors qu'il a été régulièrement édifié. Le respect des autres règles de la zone n'est pas exigé, à l'exception de l'article 11 en vue d'assurer une meilleure insertion dans l'environnement naturel et bâti.
- les ouvrages techniques nécessaires au service public, sous réserve de prendre toute disposition pour limiter au strict minimum la gêne pouvant en découler, et pour assurer une bonne insertion dans le site.
- les bâtiments, ouvrages et installations nécessaires au fonctionnement de l'autoroute
- les centres d'entretien nécessaires au fonctionnement de l'autoroute.
- les installations nécessaires à la réalisation des travaux sur l'autoroute.
- les clôtures.
- les affouillements et exhaussements de sol à condition qu'ils soient strictement nécessaires aux activités existantes ou à la réalisation de constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif ou à la création de voirie et/ou de

Texte 1 : Règlement de la zone Ur au PLU de Nangy.

Possibilités de stockage temporaire et de traitement des matériaux d'excavation

Selon une première analyse, sous réserve de la réalisation d'études plus détaillées, 100 000 m³ à 200 000 m³ de matériaux d'excavation semblent pouvoir être stockés temporairement sur le site.

L'analyse des accès ci-après détaille les possibilités et les contraintes pour l'évacuation des matériaux par la route.

Les matériaux pourraient également être transportés par bande transporteuse jusqu'à la barrière de péage de Nangy Nord, distante d'environ 1 900 m.

Cette option nécessiterait la conclusion d'un accord avec le concédant et l'exploitant de l'autoroute afin d'autoriser :

- l'accès de camions au domaine autoroutier,
- l'aménagement de la grande zone de 1,3 ha à proximité du parking pour gérer le transfert des matériaux du tapis roulant aux camions.

¹²³ <https://www.mairienangy.fr/wp-content/uploads/2021/05/Reglement-signé-PLU-Modif-1-2018-compressé.pdf>

9.4. ANALYSE DES ACCÈS

Les parcelles envisagées pour le site PD sont situées à Nangy, le long de l'autoroute A40 et de la RD903 et à proximité de la RD1205.

9.4.1. Situation par rapport au réseau routier structurant et aux voies ferrées

La RD903 permet de rejoindre Annemasse ou La Roche-sur-Foron.

L'A40 rejoint l'A410, qui passe près de La Roche-sur-Foron par un itinéraire moins contraignant que la RD903 (pas de proximité avec des habitations). Il est possible d'aller à Annecy en passant par ce réseau structurant.

L'accès le plus proche à une ligne de chemin de fer est situé à La Roche-sur-Foron.

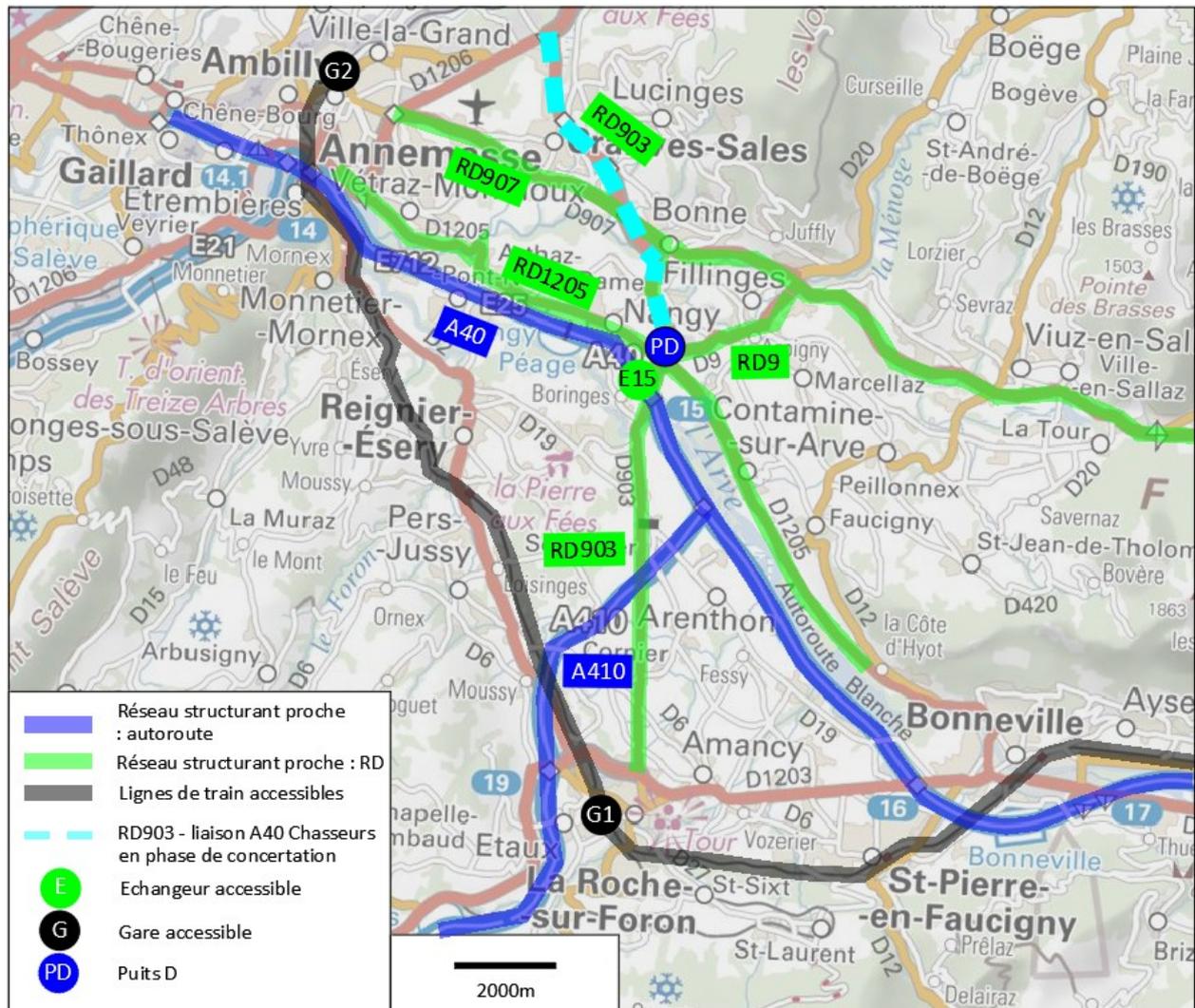


Illustration 219 : Réseau routier structurant et voies ferrées au site PD.

Points d'intérêt de la carte du réseau routier structurant et des voies ferrées (Illustration 219)

G1 : accès possible à une ligne de chemin de fer à La Roche-sur-Foron (située à 13,3 km via l'A410).

G2 : la gare d'Annemasse, située à 10 km, est plus difficilement accessible du fait de la traversée de la ville (proximité avec des habitations, trafic dense, chicanes, plateaux surélevés, etc.)

E15 : échangeur 15 la Vallée Verte depuis la RD905 sur l'A40

Vers la voie ferrée à La Roche-sur-Foron

Cette ligne de chemin de fer se situe à 1,5 km de l'échangeur 19 (A410/RD1203), à La Roche-sur-Foron (Illustration 220).

L'accès via les RD1203 et RD2A n'appelle pas de remarque. On notera néanmoins la présence de deux chicanes avec des îlots centraux sur la RD2A.

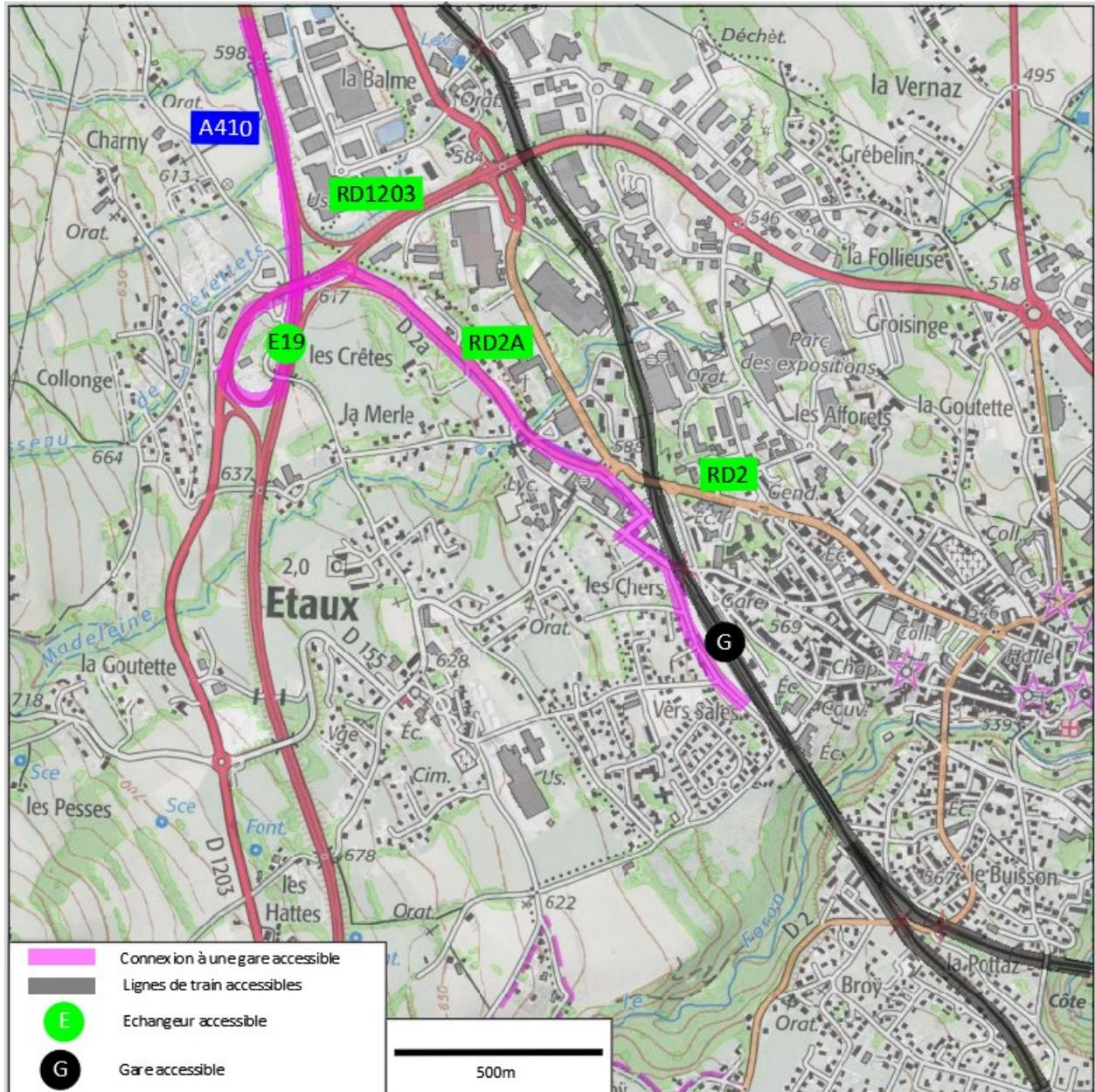


Illustration 220 : Itinéraire du site PD vers la voie ferrée à La Roche-sur-Foron.



Illustration 221 : Vue aérienne de la gare de La Roche-sur-Foron. Coordonnées 46.067528, 6.303691.

S'agissant de l'accès à la ligne de chemin de fer (Illustration 221), des échanges avec les exploitants actuels de ces plateformes devront permettre, dans un second temps, d'affiner les possibilités d'accès et d'usage et de procéder au choix de l'accès retenu.

9.4.2. Faisabilité de la connexion à l'aire de Nangy

La faisabilité technique, juridique et financière d'accès directs aux autoroutes a été discutée avec l'autorité concédante, la DGITM (Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités).

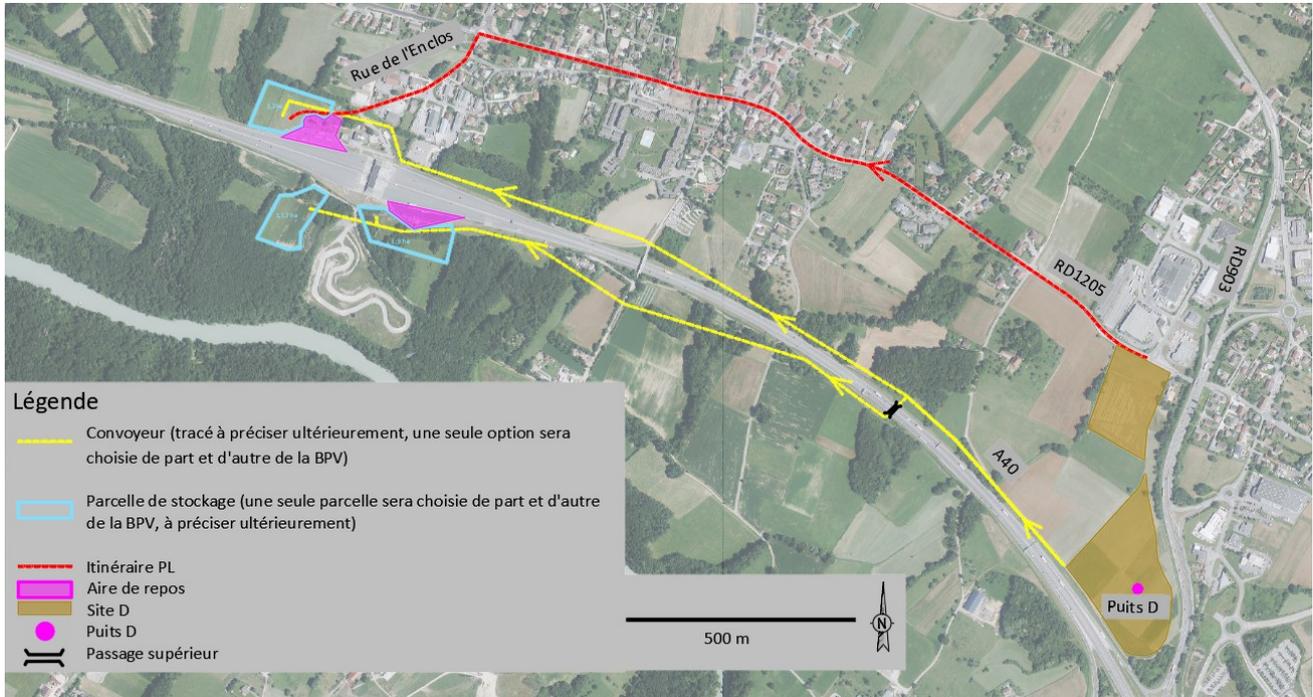


Illustration 222 : Situation du site PD et de la barrière pleine voie de Nangy, où sont examinées les possibilités de connexion.

Les deux solutions privilégiées sont présentées ci-après.

La DGITM signale le projet d'ATMB (Autoroutes et tunnel du Mont-Blanc, concessionnaire de l'A40) de transformer la barrière pleine voie en péage flux libre, ce qui entraînerait une suppression de la zone d'entonnement. Le cas échéant, une articulation entre ce projet de péage flux libre et celui de la connexion serait à définir, en fonction notamment du calendrier des opérations.

Nangy Nord

Cette solution consiste à effectuer le chargement en dehors du domaine autoroutier sur une parcelle de stockage. Pour cela, il faudrait mettre en place une clôture et un portail d'accès sur la parcelle de 1,2 hectare. Ainsi, le camion à vide venant de l'autoroute accèderait à cette parcelle depuis l'aire de repos. Son chargement se ferait à l'écart de celle-ci en cas d'utilisation d'un convoyeur.

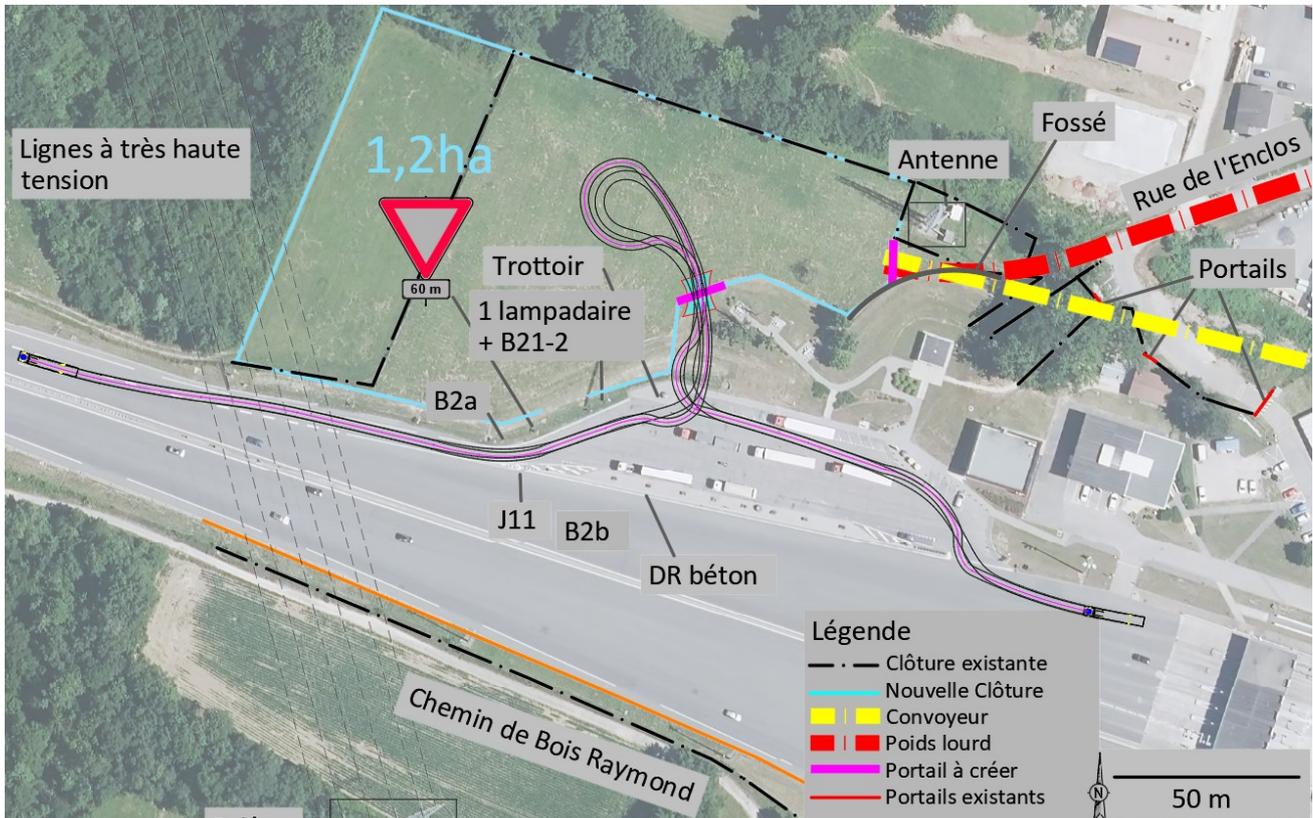


Illustration 223 : Nangy Nord : chargement des poids lourds sur une parcelle à l'écart de l'aire. L'accès est éloigné de la bretelle d'entrée.

Nangy Sud

Cette solution consiste à effectuer le chargement du poids lourd en matériaux excavés à l'écart du domaine autoroutier, sur une parcelle de l'autoroute classée en zone Ur. Cette parcelle, dont la taille est évaluée à environ 1,3 ha, peut servir de zone temporaire de stockage des matériaux et des engins durant la phase des travaux.

Le poids lourd vide emprunte la voie d'accès de service avant la barrière de péage, puis il rejoint la parcelle à l'écart du domaine autoroutier par un portail qui sera créé à cet effet.

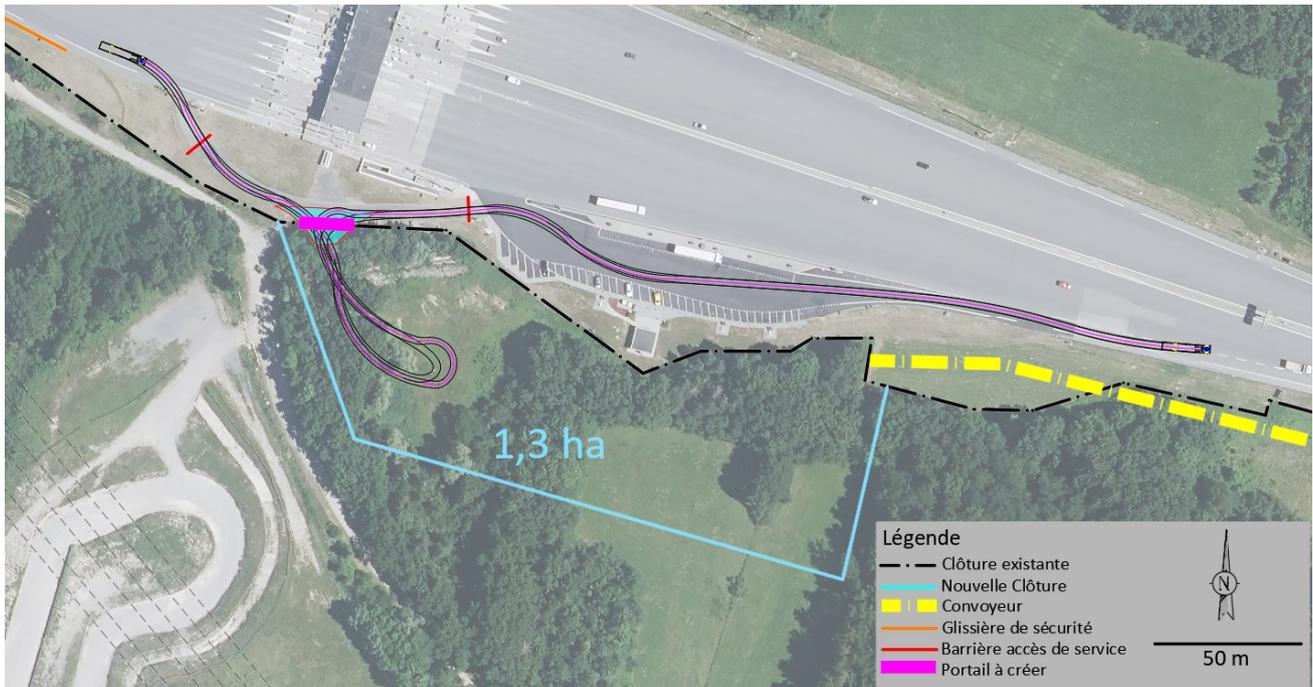


Illustration 224 : Nangy Sud : chargement des poids lourds sur une parcelle à l'écart de l'aire.

9.4.3. Itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental

La connexion vers le réseau structurant par le réseau départemental est différente suivant les parcelles examinées (Illustration 225).

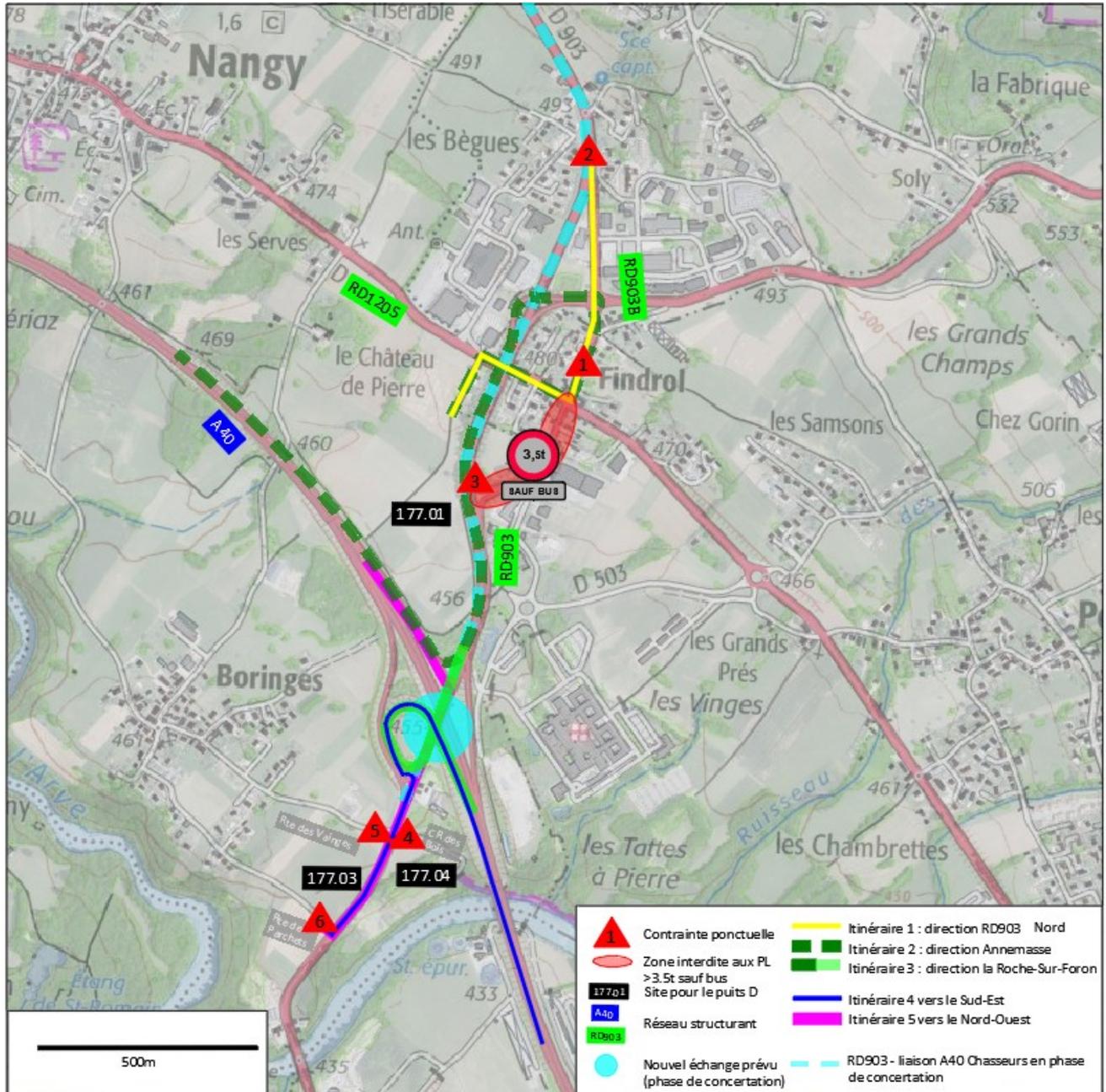
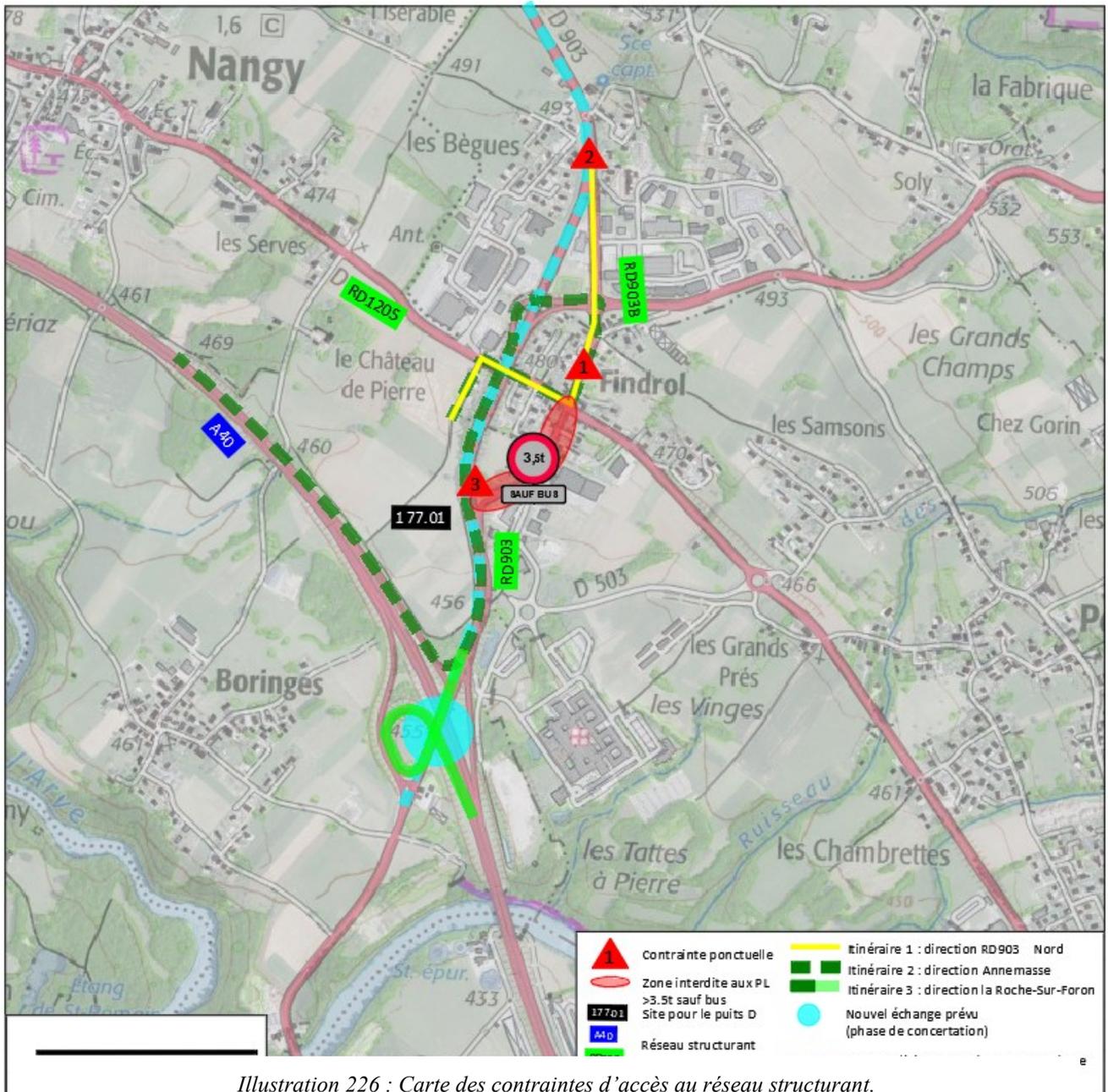


Illustration 225 : Réseau structurant et réseau départemental autour du site PD.

Un accès à la RD903 permet un raccordement à l'autoroute A40 via l'échangeur 15 (la Vallée Verte) ou de continuer sur la RD903 en direction d'Annemasse.

Itinéraires vers le réseau structurant via le réseau départemental



Contraintes des accès au réseau structurant (Illustration 226) :

Contrainte 1 : passage à proximité d'habitations

Contrainte 2 : vérifier les girations pour l'accès à la RD903 pour un semi-remorque

Contrainte 3 : accès impossible à la RD903 pour un poids lourd (conditions de sécurité et interdiction aux poids lourds)

Pour rejoindre la RD903 vers le nord, distante d'environ 1,1 km du site envisagé, la RD903B traverse une zone urbanisée (contrainte 1). Les enjeux de trafic sont importants sur ce secteur et nécessiteront une attention particulière (19 710 véhicules par jour sur la RD903 et 8 658 véhicules par jour sur la RD1205 en 2019, d'après Inforoute 74).



Illustration 227 : Vue proche du cédez-le-passage.



Illustration 228 : Vue éloignée du cédez-le-passage.

Le carrefour d'accès sur la RD903 (contrainte 2 au nord) s'effectue par un cédez-le-passage sans voie d'insertion (Illustration 227 et Illustration 228). Les girations pour un semi-remorque seront à vérifier. Des surlargeurs ponctuelles pourraient être nécessaires.

Un autre accès à la RD903 vers le nord était envisageable un peu plus au sud, ce qui aurait permis d'éviter le barreau Nord de la RD903B Findrol à proximité d'habitations, mais :

- le barreau de la RD2503 passant à proximité d'habitations entre le carrefour giratoire franchissable et le carrefour giratoire suivant au sud est interdit aux véhicules de plus de 3,5 tonnes ;
- l'accès se fait sur un carrefour en T avec un panneau stop (Illustration 229). Cette configuration n'est pas acceptable pour l'accès de poids lourds à une 2x2 voies et nécessiterait la création d'une voie d'insertion (275 m de longueur).



Illustration 229 : Vue de l'accès avec carrefour en T et panneau stop.

Vers l'autoroute A40 en direction d'Annemasse, l'accès s'effectue à environ 2,1 km sans difficulté. Il en est de même pour l'A40 vers La Roche-sur-Foron, à environ 2,4 km.

9.4.4. Connexion au réseau local

La desserte du site peut s'envisager de trois manières :

1. accès direct à la D903 (sens Nord-Sud uniquement), hypothèse non envisageable,
2. accès existant via le chemin rural et la route des Serves à l'ouest,
3. création d'un accès avec un rond-point au nord sur la RD1205.

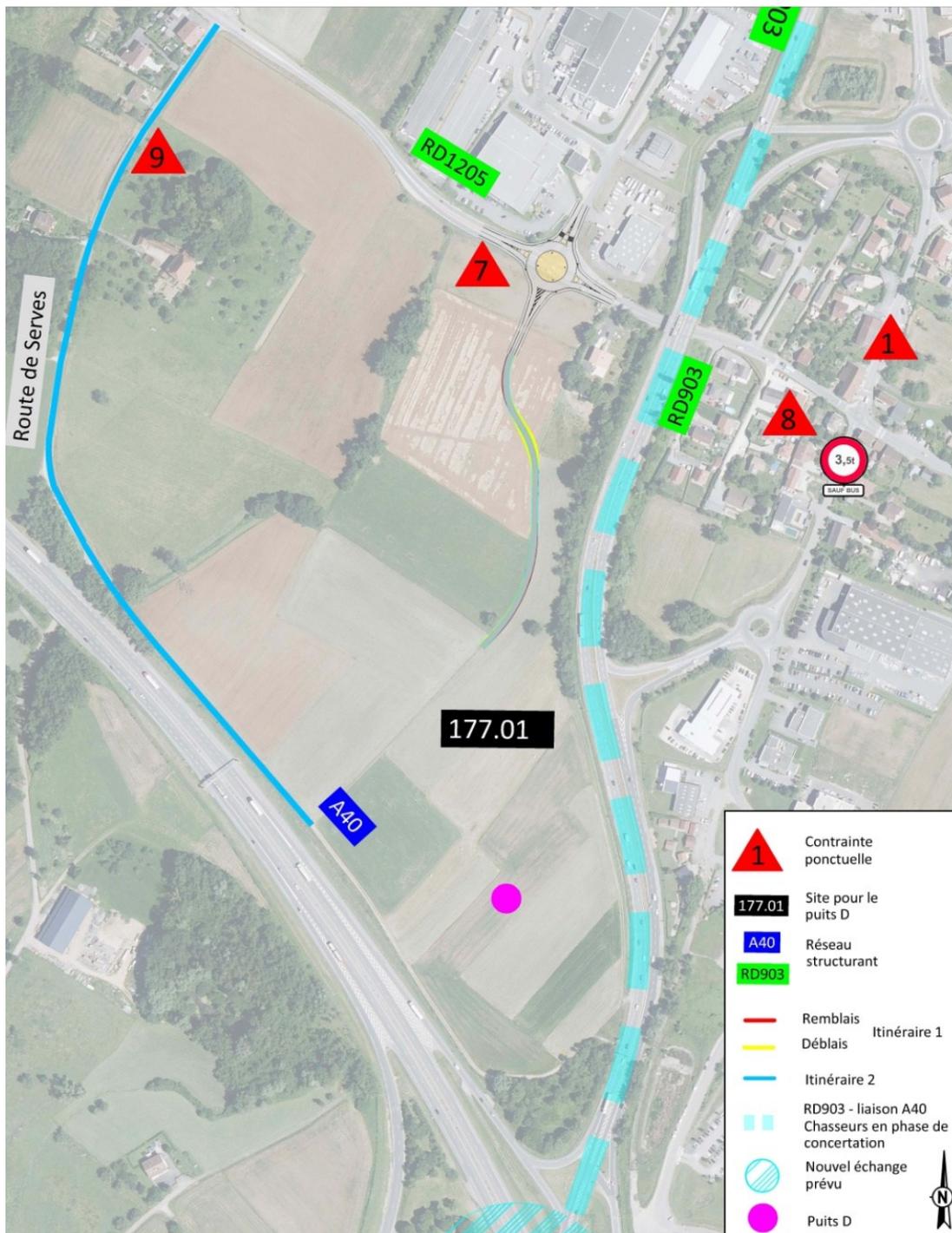


Illustration 230 : Connexion au réseau routier local au site PD.

Liaison A40 - Chasseurs

Le lancement de la concertation^{124,125,126} sur la liaison A40 - Chasseurs le 4 mai 2022 a permis de prendre connaissance des tracés envisagés par le Conseil départemental de la Haute-Savoie, maître d'ouvrage de cette liaison (Illustration 231).

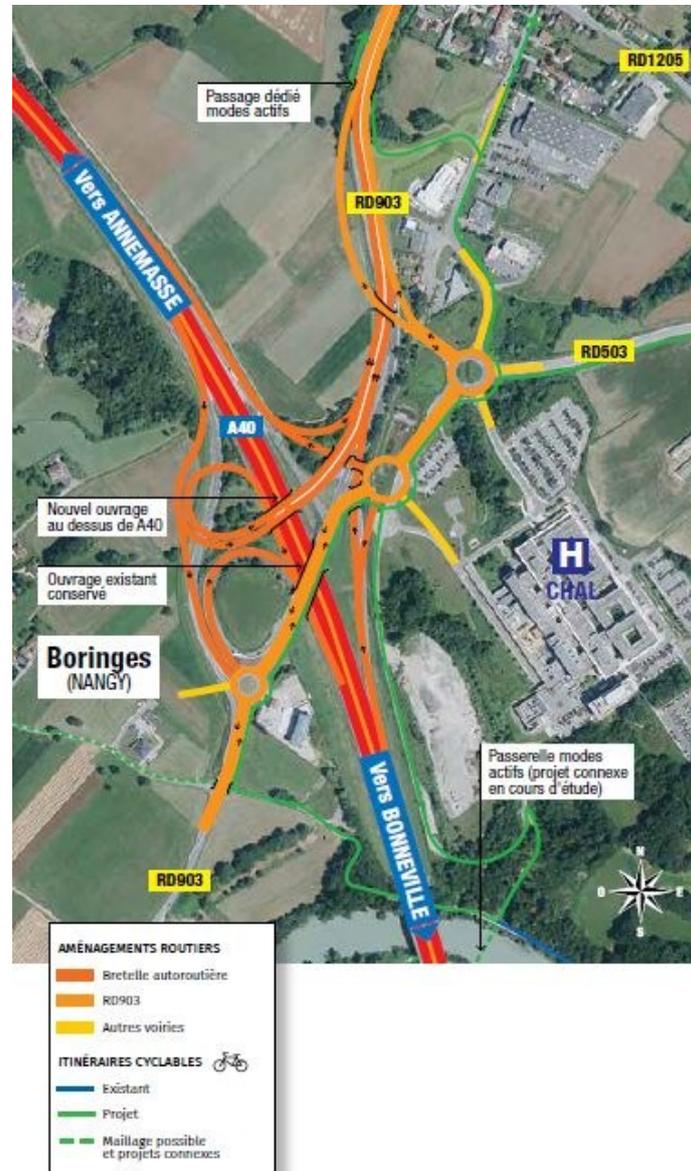


Illustration 231 : Carte de concertation pour le projet de liaison A40 - Chasseurs affectant le site PD.
Source : Conseil départemental de la Haute-Savoie, dossier de concertation de la liaison A40 - Chasseurs.

Des échanges entre le Conseil départemental de la Haute-Savoie et le CERN ont permis d'analyser les interfaces

¹²⁴ <https://actu.hautesavoie.fr/explorez-actu/rd-903-lancement-de-la-concertation-publique-de-la-liaison-a40-chasseurs>

¹²⁵ <https://www.ledauphine.com/politique/2021/12/21/c-est-parti-pour-la-concertation-de-la-rd-903-a-2x2-voies-entre-l-a40-et-le-carrefour-des-chasseurs>

¹²⁶ <https://www.sage-environnement.com/references-amenagement-du-territoire-urbanisme/42-amenagement-de-la-rd903-entre-l-a40-et-annemasse-74>

des deux projets. L'implantation envisagée pour le site PD est compatible avec le tracé de la future liaison A40 - Chasseurs. Il conviendra de poursuivre une coordination étroite des deux projets.

Le plan indicatif et détaillé du tracé de la liaison A40 - Chasseurs est présenté ci-après (Illustration 232 et 233).

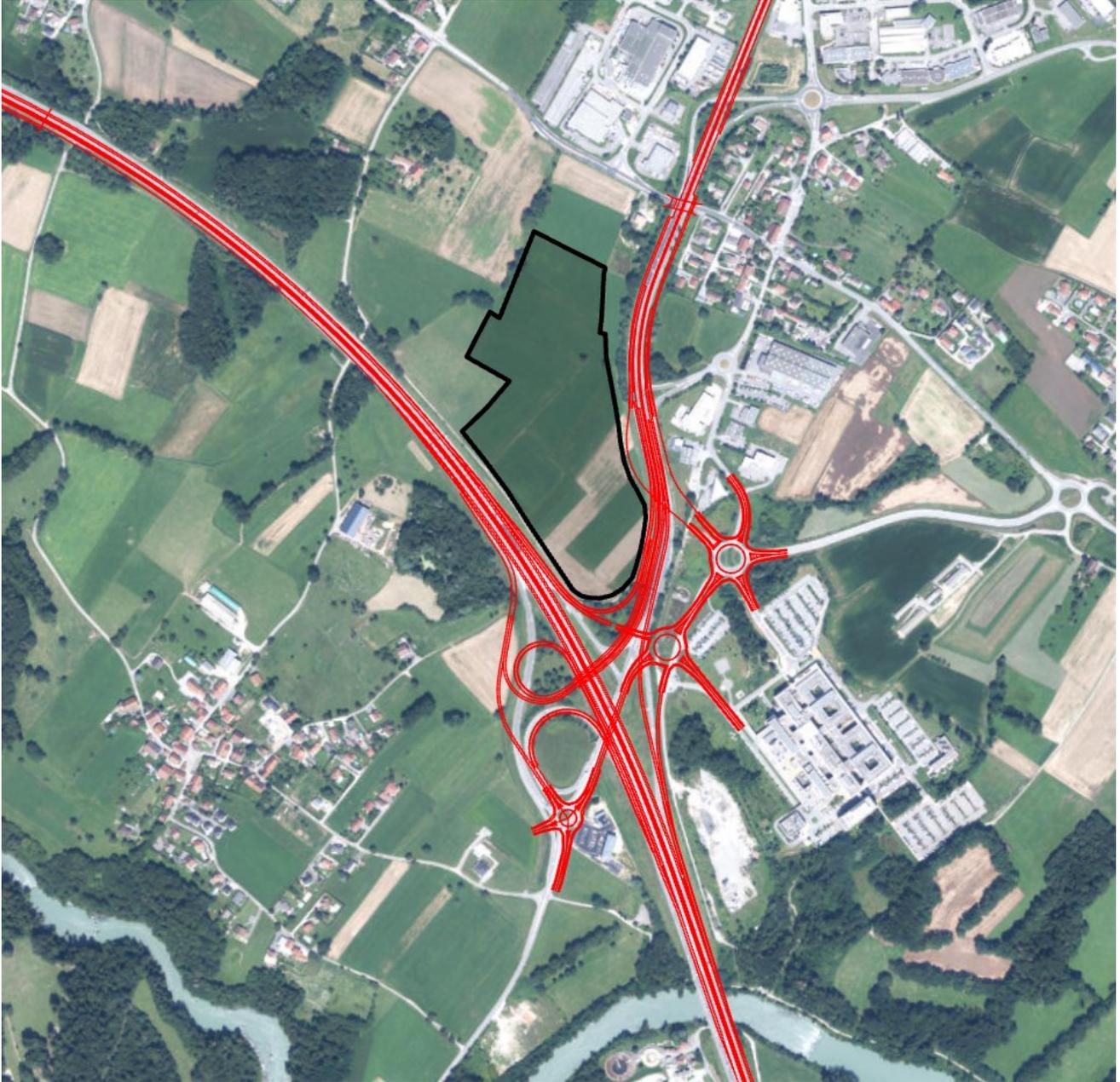


Illustration 232 : Plan indicatif de la liaison A40 - Chasseurs indiquant l'emprise maximale du site scientifique PD.

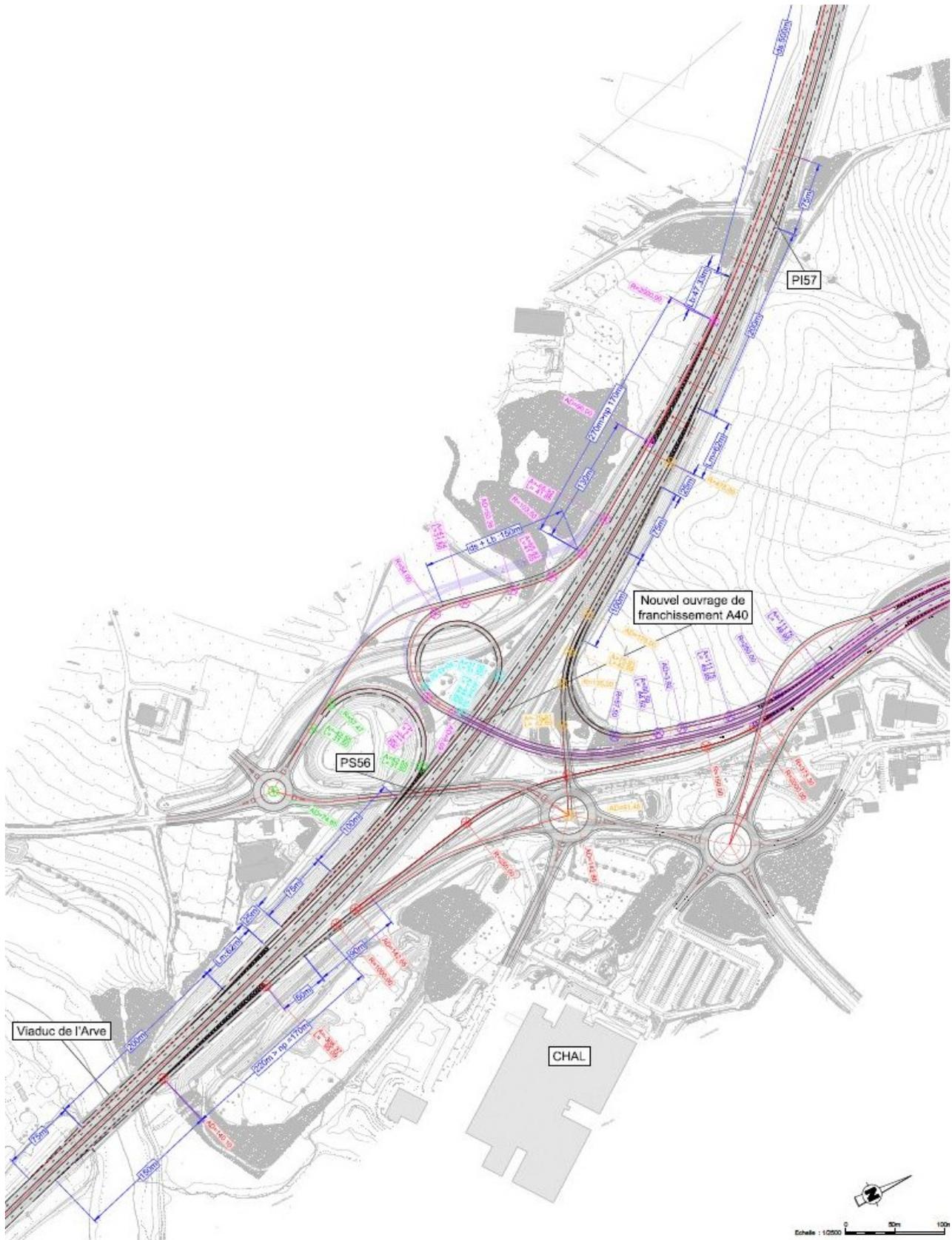


Illustration 233 : Plan détaillé du tracé de la liaison A40 - Chasseurs en interface avec le site PD.

Il serait possible de raccorder la parcelle sans interface avec le projet d'aménagement de la RD903 en empruntant la route de Serves qui rejoint la RD1205 (Illustration 234). La route de Serves, à l'ouest de la parcelle, présente une connexion de 750 m. Elle nécessite d'être élargie et renforcée sur les 450 premiers mètres déjà revêtus depuis le carrefour avec la RD1205. Une structure de chaussée devra être mise en place sur 300 m pour rejoindre le site PD car il s'agit actuellement d'un chemin non revêtu (coût estimé à 660 k€ HT).

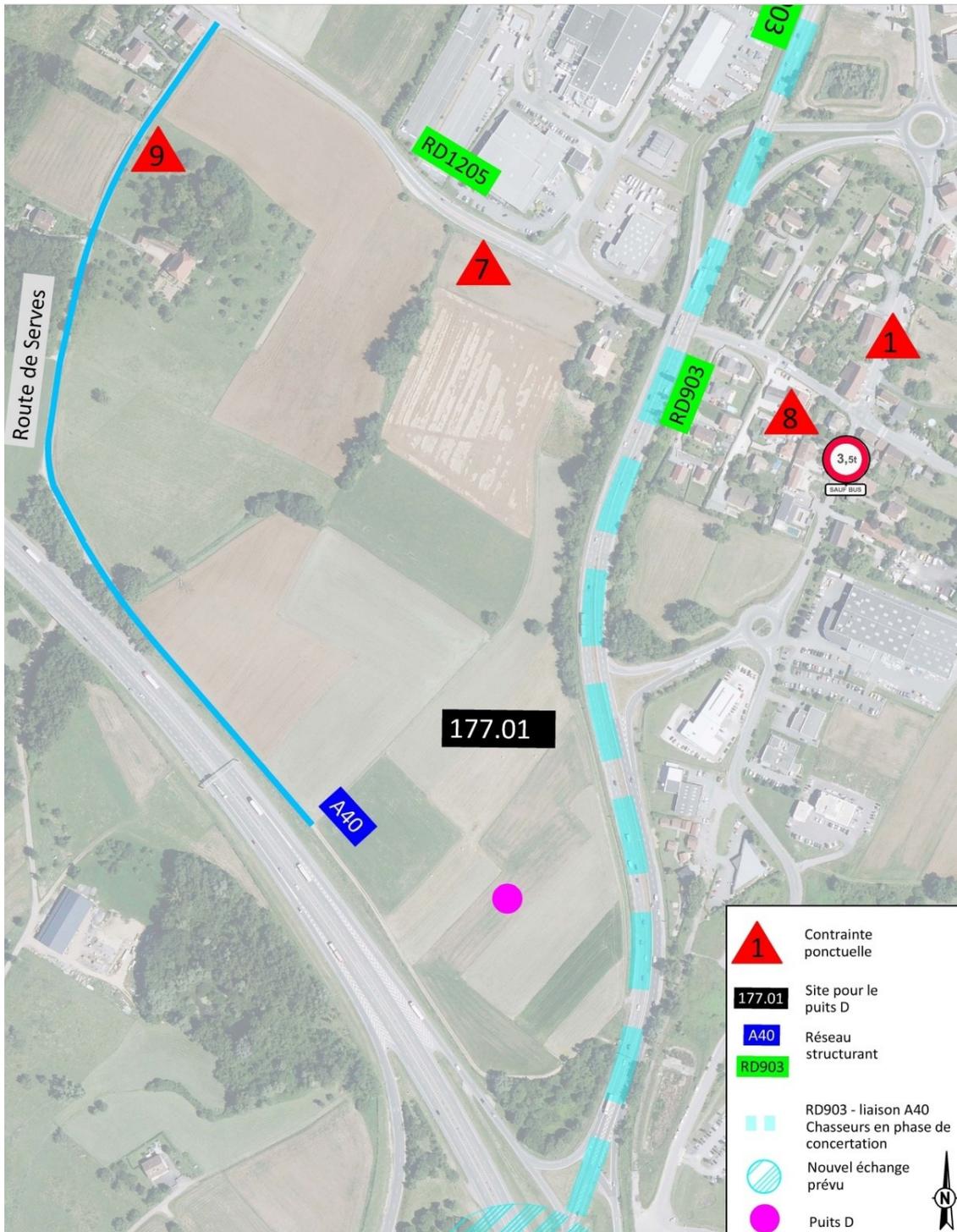


Illustration 234 : Connexion au réseau routier passant par la route de Serves.



Illustration 235 : Vue aérienne du carrefour de connexion avec la RD1205. Coordonnées 46.150638, 6.313643.

Le carrefour de connexion avec la RD1205 (Illustration 235) présente un aménagement central permettant d'effectuer des tourne-à-gauche en direction de la voie communale n° 27 et de la route de Serves. Il faudra s'assurer que la longueur de la voie de tourne-à-gauche est suffisante pour accueillir le trafic actuel et les poids lourds qui accèderont à la parcelle. Dans le cas contraire, un allongement de cette voie semble possible. La visibilité de franchissement pour le mouvement de tourne-à-gauche vers la route de Serves est assurée car la RD1205 se situe dans un alignement droit. En revanche, il sera nécessaire d'assurer la visibilité en sortie de la route de Serves et de revoir le régime de priorité.



Illustration 236 : Traversée du hameau par la route de Serves. Coordonnées 46.150594, 6.313587.

Par ailleurs, la route de Servas traverse un petit hameau (trois à quatre maisons et une ferme, Illustration 236) qui subirait des nuisances supplémentaires du fait du trafic (contrainte 9). Cette option ne semble donc pas opportune.

Une autre manière de raccorder la parcelle serait de créer un nouveau carrefour à la RD1205, au nord de la parcelle :

Un carrefour de raccordement à la RD1205 est à créer, pour :

- gérer le passage des poids lourds pour accéder au site PD durant les travaux,
- gérer le passage régulier de poids lourds rejoignant la zone commerciale située en face (auto-école pour poids lourds et concessionnaire de poids lourds),
- permettre un accès sécurisé au site après les travaux.

Un second tourne-à-gauche (Illustration 237) n'est pas envisageable. Il est peu sécurisé en raison de l'important trafic de poids lourds sur le tourne-à-gauche de part et d'autre de la RD1205, à proximité de l'ouvrage. La création d'un second tourne-à-gauche nécessiterait un élargissement du profil en travers sous cet ouvrage, donc sa reconstruction.

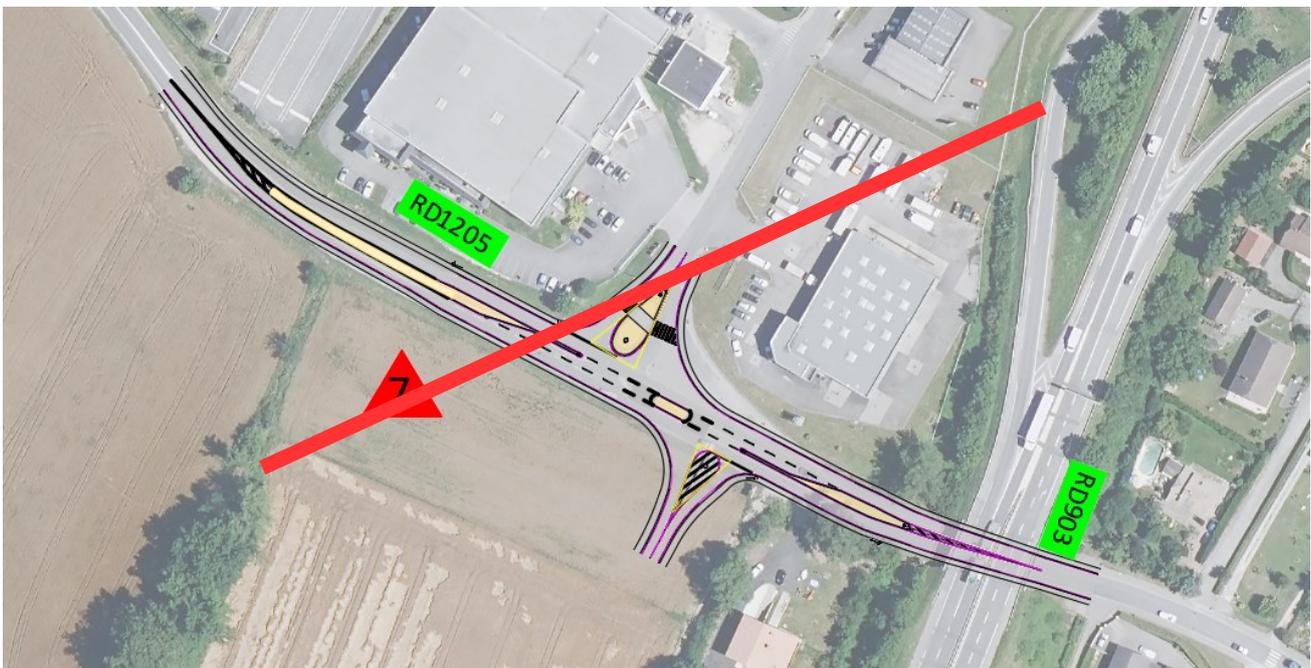


Illustration 237 : Hypothèse de connexion au réseau routier rejetée.

La création d'un carrefour giratoire semble une solution adaptée. L'illustration 238 représente le carrefour giratoire avec un rayon de 20 m pour le moment, ce rayon devant être ajusté selon les contraintes de transport.

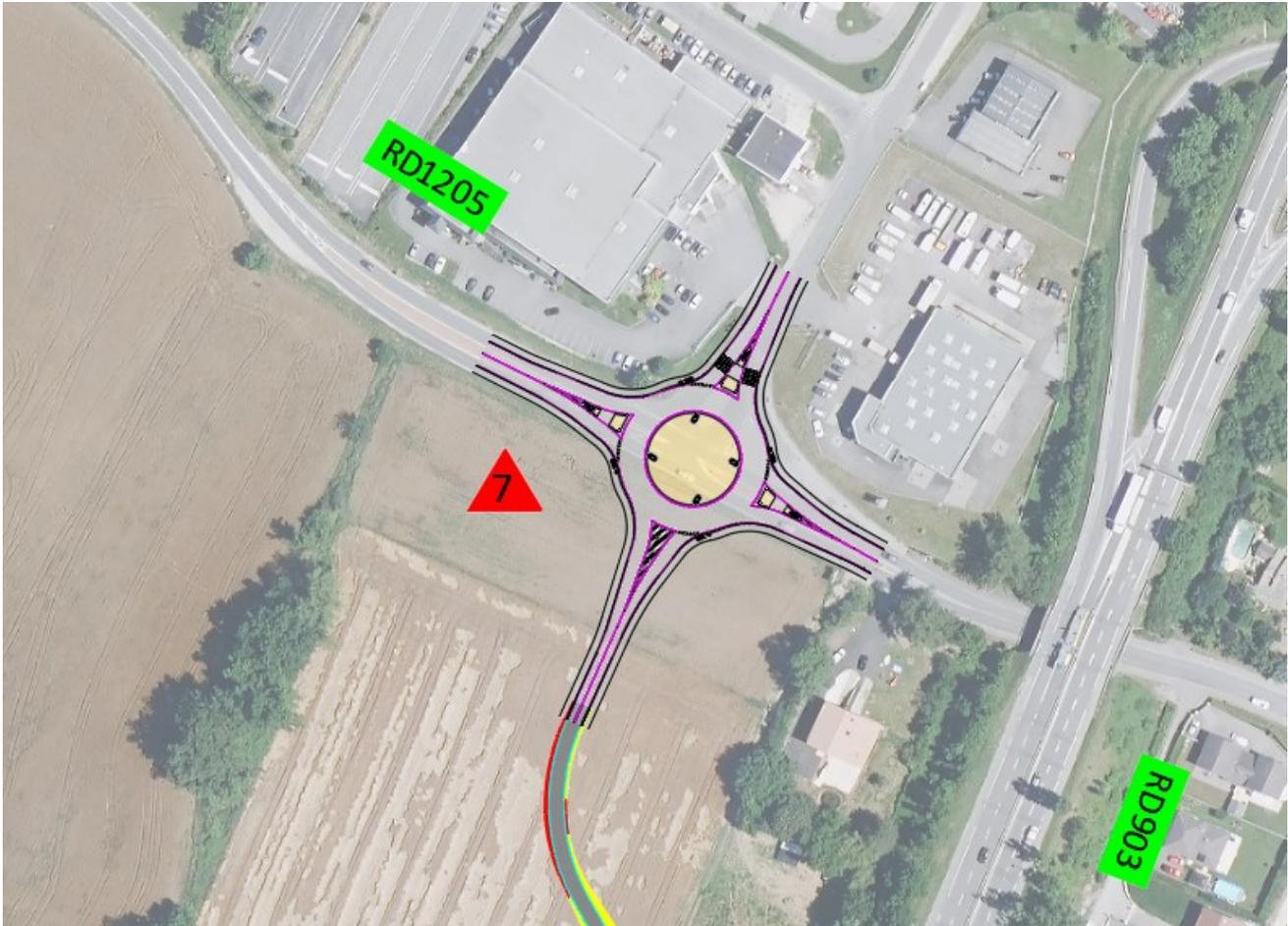


Illustration 238 : Solution de connexion au réseau routier par l'implantation d'un carrefour giratoire.

Il est à noter que cette hypothèse, élaborée avant les échanges avec le Conseil départemental de la Haute-Savoie, correspond précisément à l'aménagement prévu par ce même Conseil départemental.

La coordination entre le Conseil départemental de la Haute-Savoie et le CERN sur le secteur permettra d'assurer l'interface entre les deux projets.

S'agissant du tracé de l'accès au site depuis le carrefour giratoire, les conditions sont les suivantes (Illustration 239 et Illustration 240) :

- rayon minimal : 54 m,
- rampe maximale : 2,3 %.
- tracé présentant peu de déblais ou remblais.

Un accès d'environ 100 m est à créer en zone agricole protégée (coût estimé à 100 k€ HT). Il conviendra d'assurer la visibilité à l'emplacement de la connexion avec la RD1205 (contrainte 7).

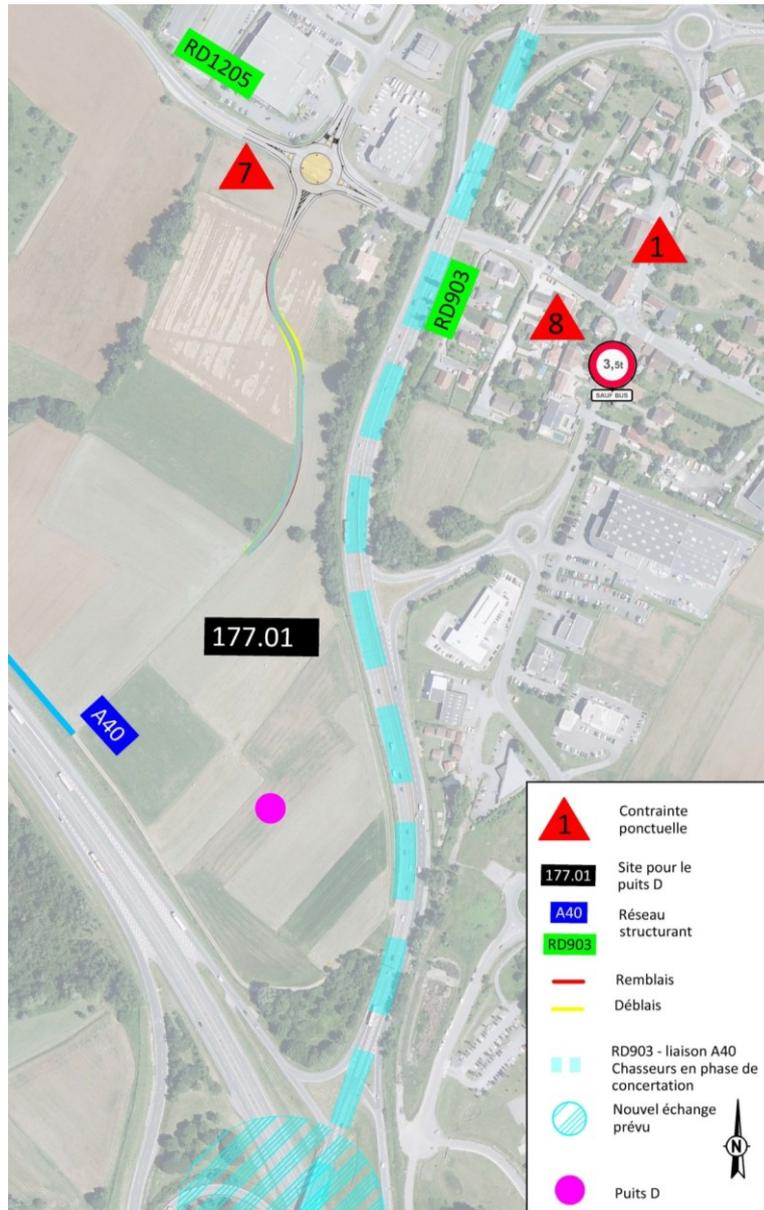


Illustration 239 : Itinéraire général avec un carrefour giratoire.

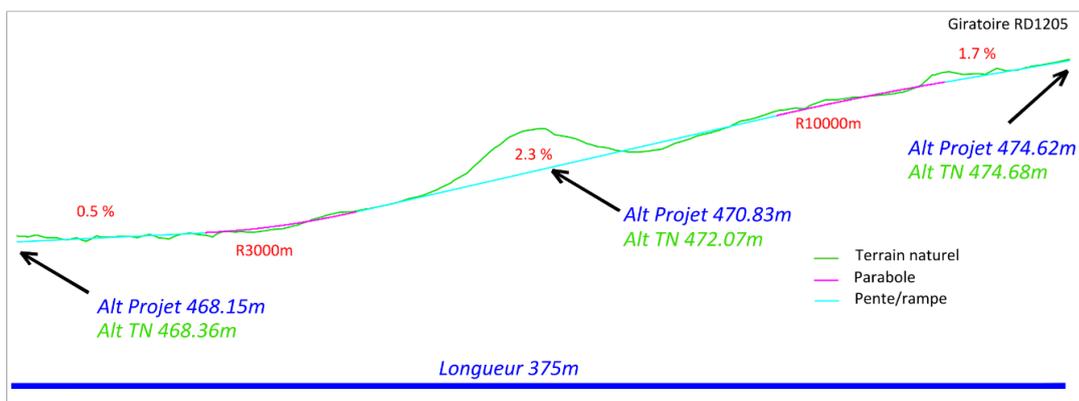


Illustration 240 : Profil en long du projet et du terrain naturel.

Scénario après la réalisation d'une étude approfondie par WSP/BG Ingénieurs Conseils SAS :

À la suite de cette analyse préalable, le bureau d'études WSP/BG qui travaille sur le projet d'aménagement de la RD903 a élaboré plusieurs scénarios d'accès. Le scénario basé sur l'approche présentée dans l'illustration 239 est démontré dans l'illustration 241 ci-dessous. Ce scénario est caractérisé par une consommation réduite de parcelles agricoles.

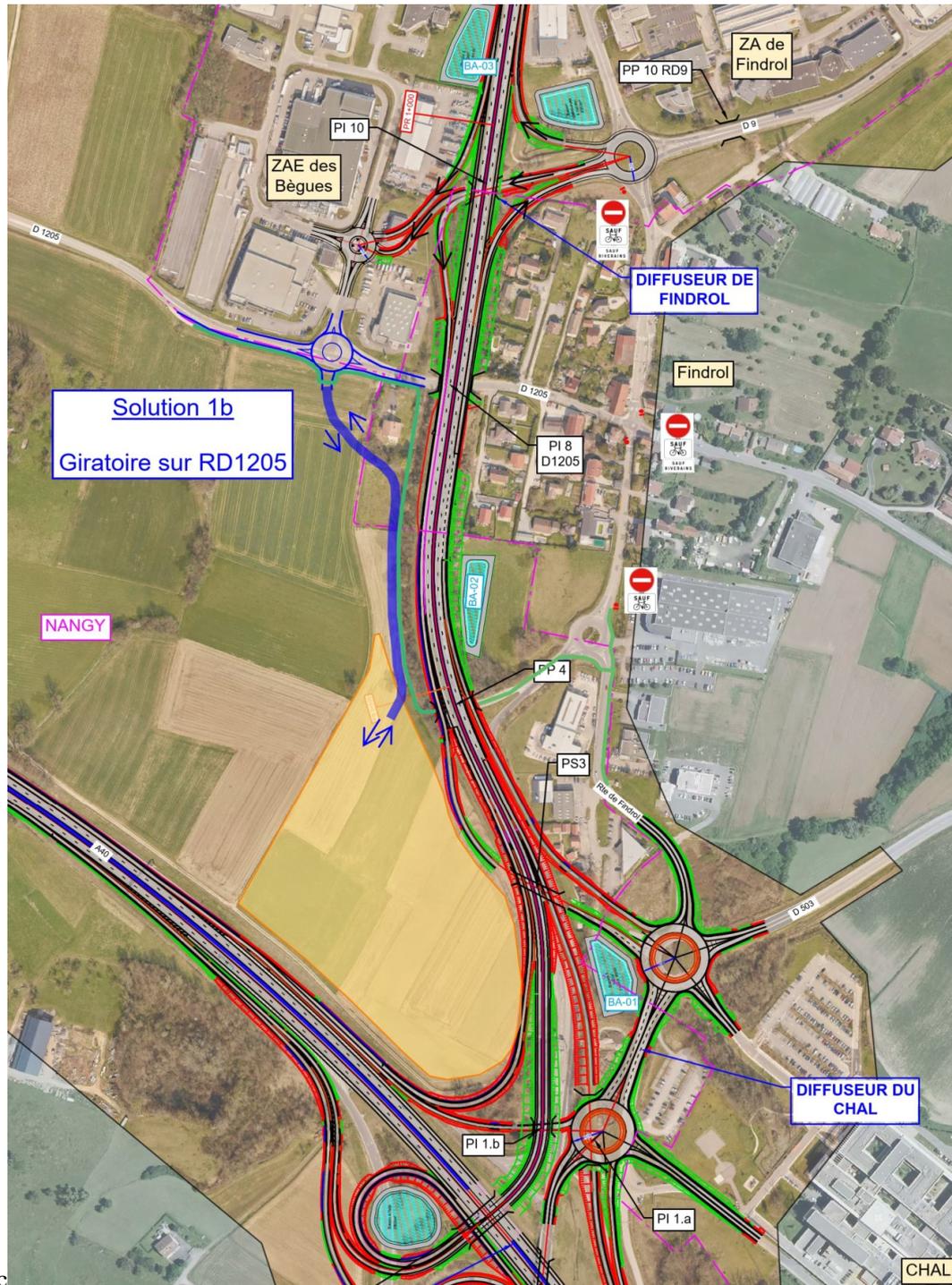


Illustration 241 : Scénario d'accès au site PD élaboré par le bureau d'études WSP / BG en synergie avec le projet d'aménagement de la RD903 en 2023.

9.5. SYNTHÈSE POUR LE SITE PD

Le site PD se situe sur la commune de Nangy, à proximité d'un nœud autoroutier, de hameaux et de zones d'activités. Une implantation paraît envisageable en se tenant à l'écart de l'habitat.

Les divers secteurs envisagés présentent des enjeux agricoles (parcelles agricoles intégrées dans un corridor écologique du SRADDET) mais ne bénéficient pas d'autre protection environnementale.

Les accès aux réseaux structurants paraissaient faisables à condition de prendre en considération la traversée de zones urbanisées et le niveau élevé de trafic du secteur). Le projet de liaison A40 - Chasseurs nécessite une coordination étroite avec le Conseil départemental de la Haute-Savoie. Cependant, la conception d'un accès routier créant une liaison entre la route de Bonneville et la RD903 pour le site PD peut contribuer à délester le trafic routier à Findrol.

Des connexions directes à l'autoroute via l'aire de la barrière pleine voie de Nangy ont fait l'objet d'un examen avec l'autorité concédante, la DGITM. Les connexions Nord et Sud sont envisageables.

La connexion à la gare de La Roche-sur-Foron semble possible mais nécessitera des échanges avec les exploitants actuels pour en affiner la faisabilité.

10. SITE PF – ÉTEAUX/LA ROCHE-SUR-FORON (HAUTE-SAVOIE, FRANCE)

Le chapitre 10 présente de manière détaillée l'environnement d'implantation du site PF. La description du site et de son environnement est suivie de l'analyse urbanistique et paysagère, de l'analyse environnementale (contraintes actuelles) et de l'analyse des accès, notamment des connexions aux réseaux ferré, routier et autoroutier.

Le périmètre du site de surface présenté dans ce chapitre est une ébauche conceptuelle et ne correspond pas nécessairement au périmètre précis tel qu'envisagé actuellement. La section 15.6 présente la dernière version de ce périmètre en détail.

10.1. DESCRIPTION

Les deux options envisagées pour un site technique se situent sur les communes d'Éteaux, au nord, et de La Roche-sur-Foron, au sud, dans le département de la Haute-Savoie (Illustration 242).

Ils se situent le long de la route départementale RD1203 et au nord de l'autoroute A410.

L'emplacement envisagé au nord (Éteaux) longe la RD1203 et se trouve en face d'une entreprise de travaux publics et de terrassement. Dans ce secteur, des activités industrielles et commerciales bordent la RD1203 au nord.

La parcelle située au sud (La Roche-sur-Foron) est assez isolée. Les accès sont complexes. L'aménagement d'un chemin rural existant de 2 400 m de longueur, qui longe l'autoroute au sud, et la création d'un pont au-dessus de la ligne ferroviaire seraient nécessaires.

Une information récente est à noter : un dossier de création d'une installation de stockage de déchets inertes (ISDI) sur le site Sud envisagé a été déposé (enquête publique réalisée du 12 décembre 2022 au 8 janvier 2023, le pétitionnaire étant la SARL Luc Maulet).

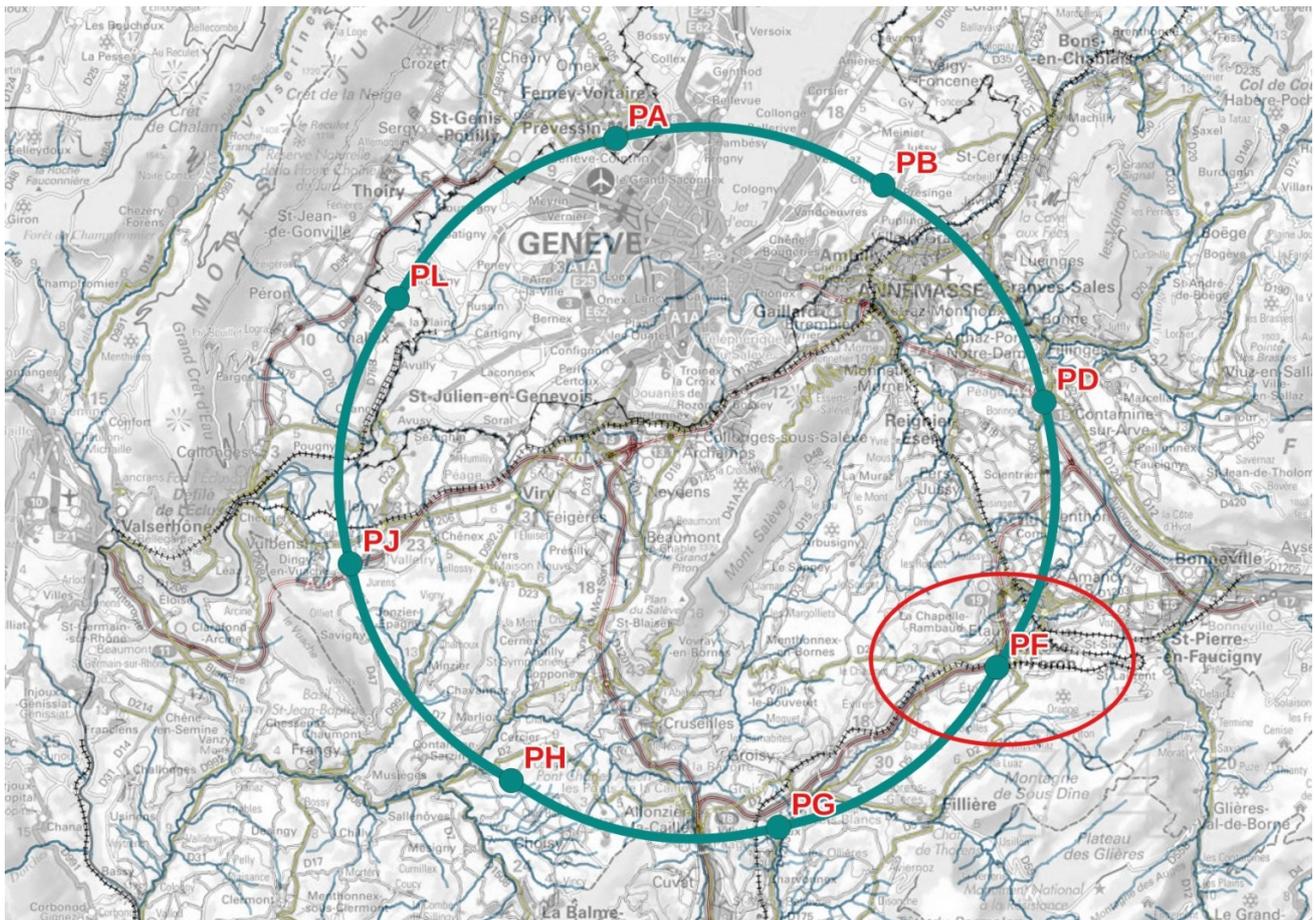


Illustration 242 : Carte de situation du site PF.

Les coordonnées WGS84 du point théorique sont :

- Latitude : 46.0490317° N,
- Longitude : 6.2865850° E.

L'élévation du point nominal est de 760 m. La profondeur du puits est de 380 m pour l'emplacement situé au nord et de 400 m pour celui situé au sud.

Le site PF est un site technique. Le puits a été déplacé sur une zone plus adaptée de la parcelle option Nord décrite ci-après. Les coordonnées éventuelles du puits déplacé seraient les suivantes :

- Latitude : 46.051720,
- Longitude : 6.284373.

Il est à noter que le site PF dispose de marges d'adaptation permettant de mobiliser en partie des secteurs boisés plutôt que des secteurs agricoles.

Les options envisagées sont les suivantes (Illustration 243) :

- site Nord (Éteaux) : environ 4 ha,
- site Sud (La Roche-sur-Foron) : environ 4,1 ha.

La liste des parcelles cadastrales concernées par le site figure dans l'annexe 16.3.

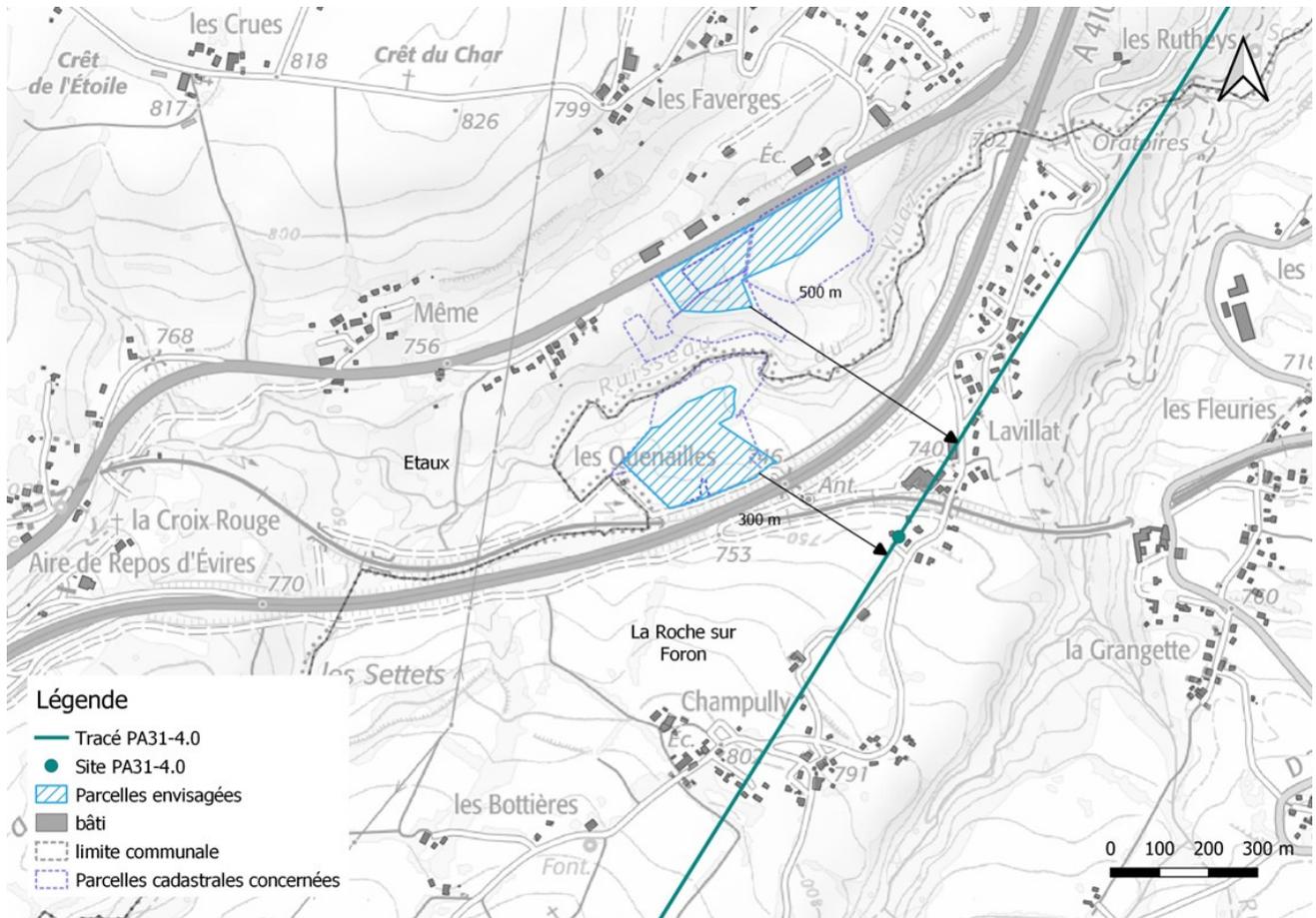


Illustration 243 : Carte de situation des options pour le site PF (mai 2024).

Les **caractéristiques et contraintes** de ce site sont les suivantes :

- une surface potentielle d'environ 4 ha pour le site principal le long de la RN 203 (RD1203) ;
- les parcelles concernées par le projet (cf. carte du site Nord) se situent à l'intérieur de cette surface potentielle pour éviter de faire face à des enjeux environnementaux ;
- le polygone portant la mention « site Sud » est concerné par la récente demande d'ISDI (zone Ax du PLU). L'analyse de cette surface est présentée ci-après ;
- tunnel horizontal d'une longueur de 558,5 m entre le puits d'accès sur le « site Nord » et le tunnel du collisionneur (à la même élévation que le collisionneur) ;
- d'après l'optimisation du tracé, le puits le plus profond atteint une profondeur de 400 m ;
- zone optionnelle pour permettre une éventuelle connexion ferroviaire au sud :
 - entre la zone de protection de la nature, le ruisseau et l'autoroute/la voie ferrée,
 - l'accès à cette zone est complexe (2 400 m de chemin à transformer en route et pont à créer),
 - étudier la possibilité de transférer des matériaux entre le site situé au sud et la RD1203 au moyen de convoyeurs.

Il est à noter que l'infrastructure technique est difficile à installer sur ce site, qui sera de ce fait équipé des éléments fonctionnels minimaux.

Une parcelle au sud de la voie ferrée a été étudiée (Illustration 243) mais a dû être écartée, en raison principalement :

- de la proximité du hameau,
- de la profondeur du puits,
- de la complexité des accès à la parcelle.

Les principales **opportunités** offertes par le site sont les suivantes (Illustration 244) :

- proximité de plusieurs zones d'activités et de divers équipements publics à Éteaux et à La Roche-sur-Foron apportant la possibilité d'un réseau de chaleur ;
- proximité de la Société fromagère d'Éteaux (groupe Lactalis) pour une potentielle récupération de la chaleur fatale ;
- présence d'un grand nombre d'écoles, de collèges et de lycées ;
- présence de sous-stations électriques Enedis ;
- présence d'un réseau d'assainissement ;
- raccordement possible à la ligne de 400 kV à Cornier ;
- présence de restaurants et d'hôtels à proximité ;
- tourisme d'affaires (Rochexpo, le parc des expositions de Haute-Savoie), divers sites de tourisme de loisirs ;
- possibilité d'utiliser les transports en commun pour venir sur le site et d'améliorer l'accessibilité jusqu'au site via l'aire d'autoroute A410 d'Éteaux/Évires ;
- potentielle synergie avec le Centre de secours du Pays Rochois à Éteaux.

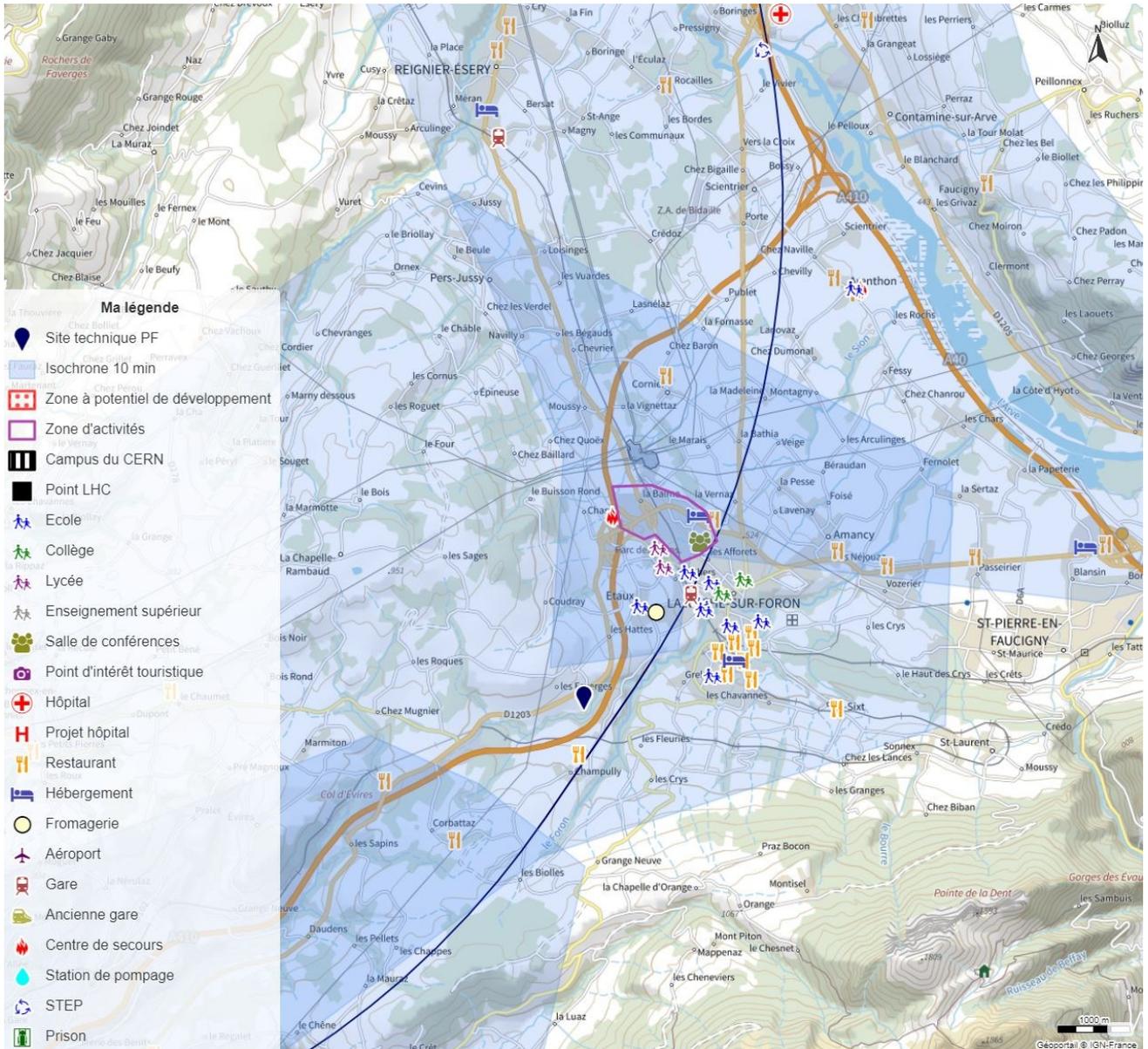


Illustration 244 : Carte d'ensemble des opportunités principales du site PF.

Foncier

On trouve principalement des parcelles privées (Illustration 245).

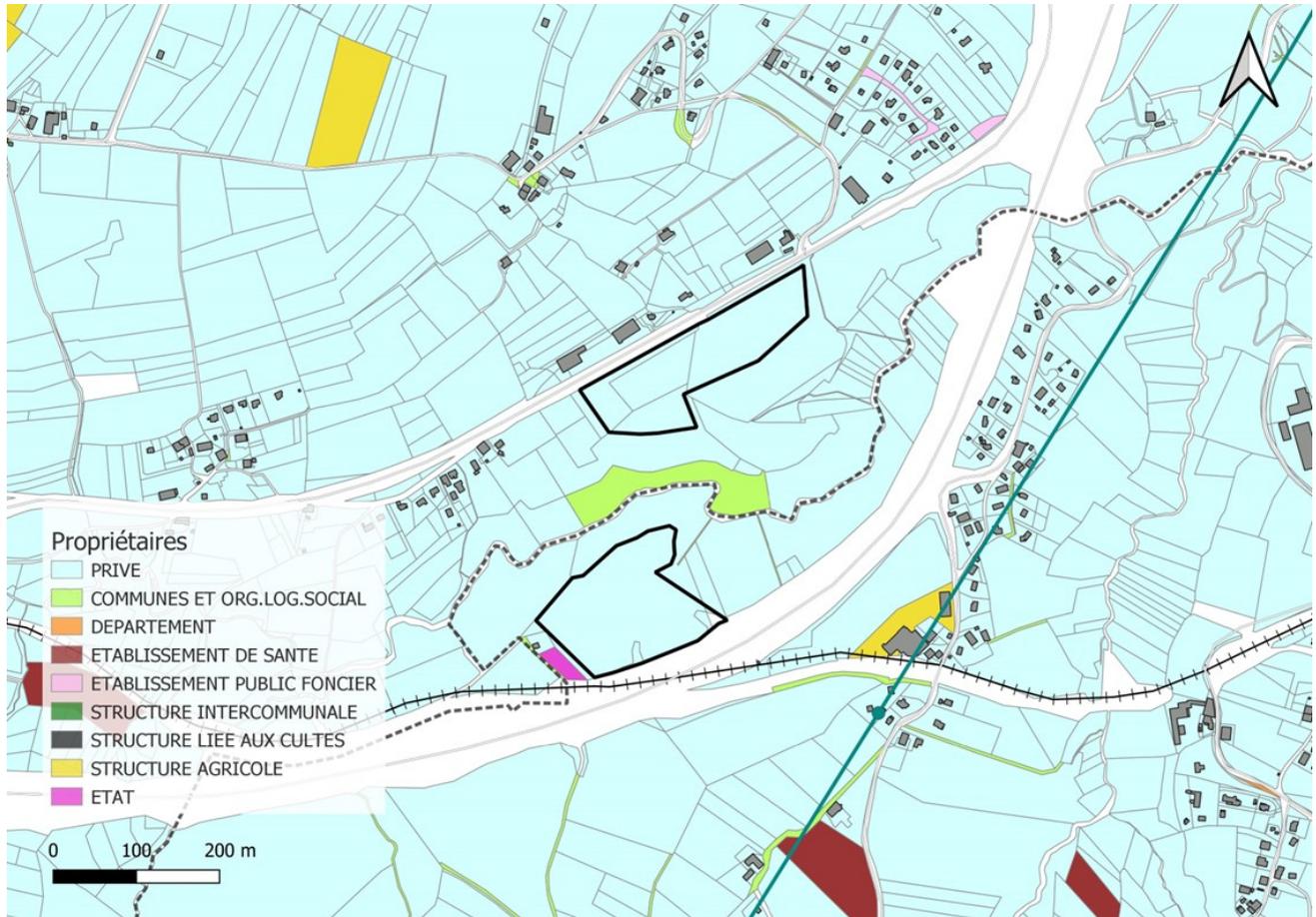


Illustration 245 : Carte des parcelles envisagées pour un site PF. Source : cadastre anonymisé.

Carte des exploitants agricoles

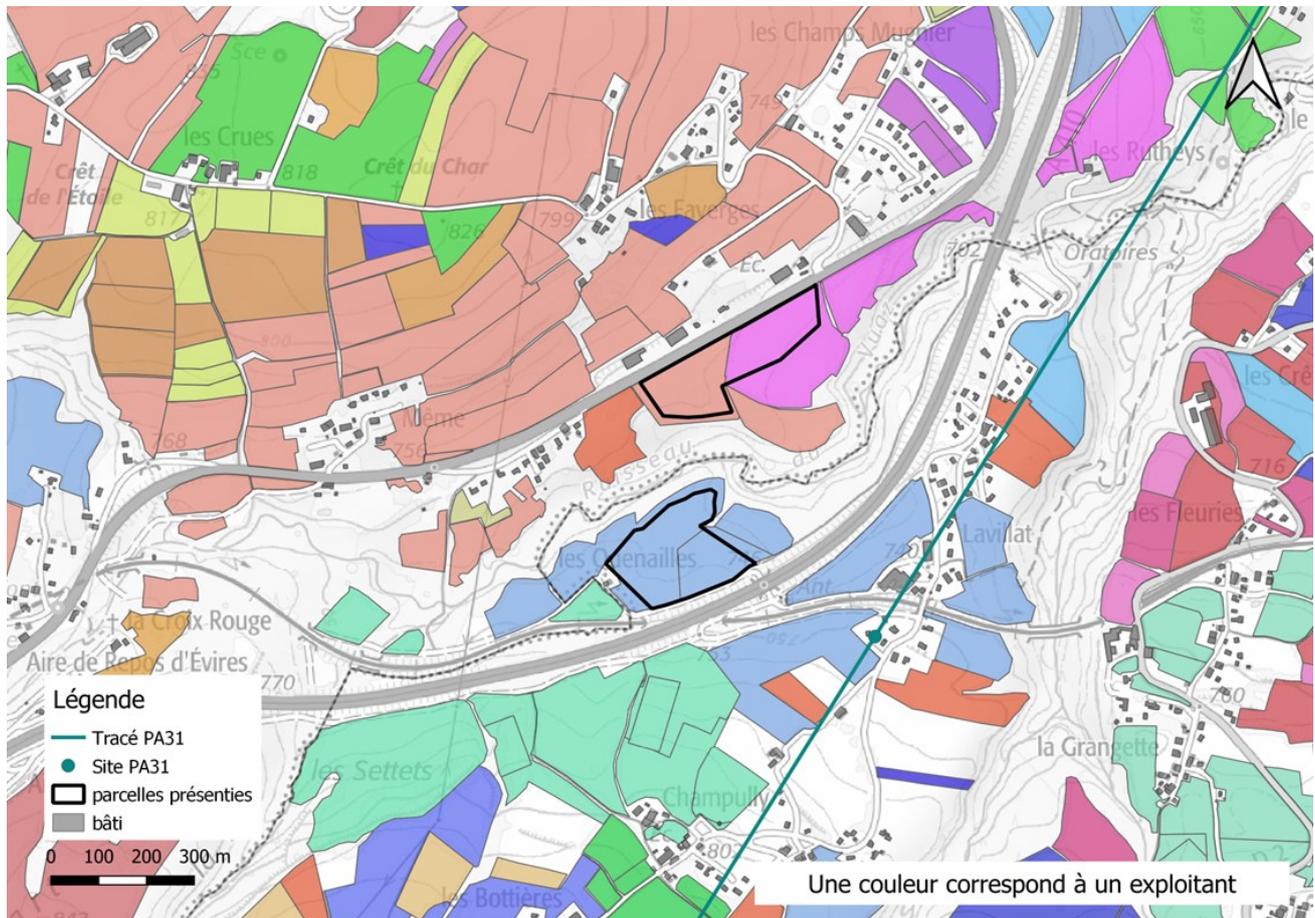


Illustration 246 : Carte des exploitants agricoles au site PF. Source : Registre parcellaire graphique.

Les exploitants agricoles sont au nombre de trois au total (Illustration 246) :

- deux sur le site Nord,
- un sur le site Sud.

10.2. ANALYSE URBANISTIQUE ET PAYSAGÈRE

10.2.1. État des lieux

Les sites sont situés dans un territoire qui se trouve sur les communes d'Éteaux et de La Roche-sur-Foron selon la parcelle considérée, néanmoins toujours dans un emplacement assez éloigné des agglomérations. Bien que ce territoire soit marqué par le passage de la voie ferrée et de l'autoroute il reste assez préservé. La voie ferrée est en effet encaissée et peu visible. A proximité, on note le passage de la rivière Foron du côté de la voie ferrée et du ruisseau du Vuaz du côté de l'autoroute (Illustration 247).

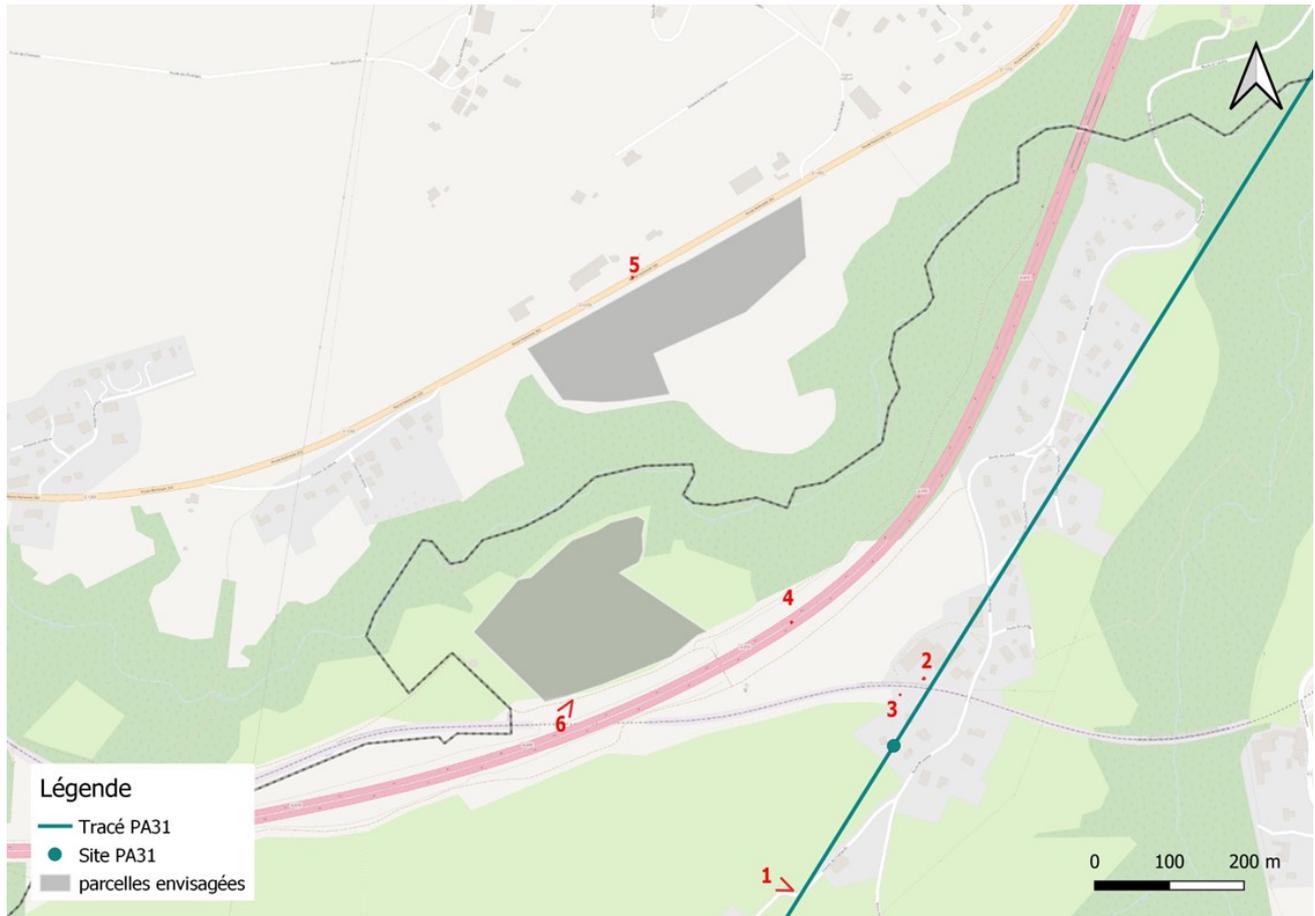


Illustration 247 : Carte de situation des prises de vues autour du site PF.



Champs agricoles et maisons individuelles
(numéro 1 sur la carte de situation).



Pont qui franchit le chemin de fer
(numéro 2 sur la carte de situation).



Chemin de fer encaissé
(numéro 3 sur la carte de situation).



Autoroute
(numéro 4 sur la carte de situation).

10.2.2. Urbanisme, architecture et paysage

La zone au sud-est de l'autoroute se caractérise par la présence de maisons individuelles anciennes, regroupées dans des petits hameaux, et de champs. Les habitations comprennent des maisons résidentielles et des fermes agricoles. Le paysage est d'aspect assez vallonné. Les montagnes en arrière-plan font partie de la chaîne des Aravis. L'architecture des bâtiments reflète la tradition haute-savoyarde ou en donne une version contemporaine. Le paysage est bucolique, inspirant un sentiment de paix et de tranquillité.

En revanche, au nord de l'autoroute, l'atmosphère est différente. La route nationale, qui passe sous une grande colline, est bordée par différents établissements économiques et commerciaux. Il n'y a pas de résidences. L'emplacement est calme mais l'importance du trafic sur la route départementale RD1203 entraîne un bruit de fond assez fort. Un petit bois cache l'autoroute depuis le fond de la vallée et les Aravis s'élèvent à l'arrière-plan.

Il est précisé que les photographies présentées ici ont pour but de contextualiser les environs de l'emplacement et ne présentent en rien de l'architecture future des sites.



Architecture contemporaine renouant avec la tradition.



Ferme traditionnelle.



Entreprises au bord de la route D1203.



Ligne électrique de 400 kV passant à l'ouest du site.

10.2.3. Le site PF (nord)

Le terrain est en légère déclivité.

L'élévation est de 738 m.



Illustration 248 : Vue de la route au nord du site (numéro 5 sur la carte de situation).



Illustration 249 : Vue du site Nord depuis la route nationale (numéro 5 sur la carte de situation).



Illustration 250 : Zone urbanisée avec une entreprise de travaux publics en face du site Nord, du côté opposé de la route par rapport à la photo précédente (numéro 5 sur la carte de situation).

Le site est desservi par la RD1203 et la RN203.

La route départementale et la route nationale constituent un axe de transit dans un environnement mêlant activités agricoles et d'autres activités économiques.

Il n'y a pas d'habitat à proximité immédiate.

Des infrastructures d'électricité de base, d'eau potable et d'assainissement se trouvent à proximité.

10.2.4. Le site PF (sud)

L'élévation est de 742 m.



Illustration 251 : Vue du site Sud (numéro 6 sur la carte de situation).

Le site est isolé et les accès sont moins faciles que pour le site au nord (cf. section consacrée aux accès).

Il n'y a pas d'infrastructures de base à proximité (électricité, eau potable, assainissement).

10.3. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

Les sites se situent sur les frontières des communes d'Éteaux et de La Roche-sur-Foron, entre la RD1203 et l'autoroute A410.

Carte de synthèse des contraintes

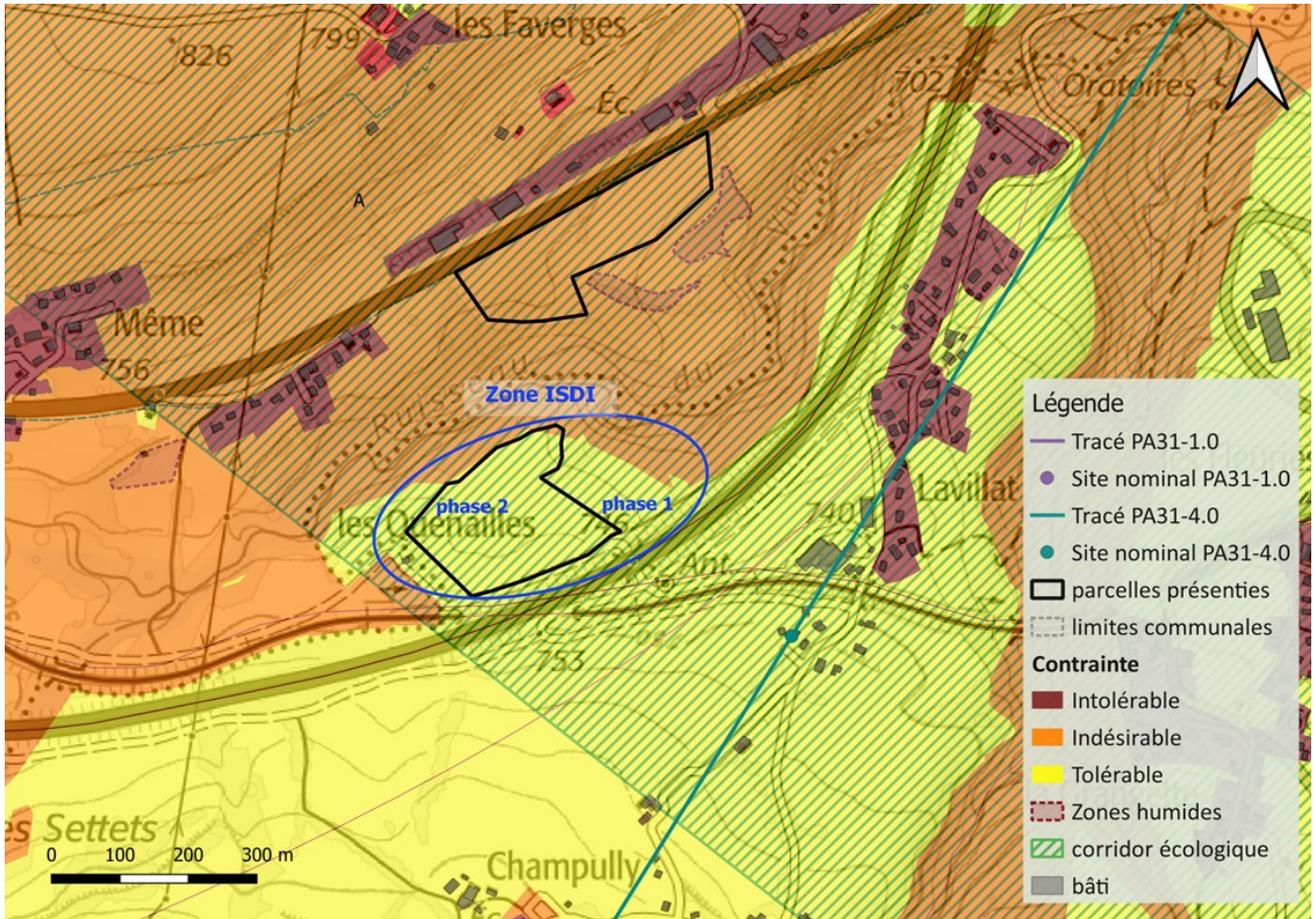


Illustration 252 : Cartes des contraintes environnementales autour des deux options envisagées (Nord et Sud) pour le site PF.

Site au nord

Différentes contraintes, notamment environnementales, pèsent sur le site (Illustration 252) :

- Deux zones humides sont inventoriées à l'échelle départementale^{127,128,129}. Les emprises du site éviteront les zones humides en assurant une délimitation adaptée (Illustration 253 ci-dessous),
- Un secteur protégé (axe de déplacement de la faune) est identifié au PLU. Pour ce secteur, le classement découle probablement d'une transcription du SRCE (à vérifier). Dans ce cadre, le maintien des continuités écologiques (conservation de corridors suffisamment grands) et de la circulation des espèces seront à intégrer au projet.
- L'option pour l'emplacement du site couvre une seule propriété.
- Le site nécessite un tunnel d'accès d'une profondeur de 400 m et d'une longueur de 450 m à 558,5 m selon le positionnement du puits pour relier le site de surface au tunnel souterrain de l'accélérateur.



*Illustration 253 : Zones humides à Éteaux (sud de la route des Faverges), prairies humides et pâturages d'intérêt ordinaire du point de vue de la flore et de la faune (sans aucune espèce de valeur connue
Source : Direction départementale du territoire de la Haute-Savoie, dernière visite en 2013.*

¹²⁷ Préfet de la Haute-Savoie, Les services de l'État en Haute-Savoie, DDT 74, Inventaire des zones humides : <https://www.haute-savoie.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Prevenir-le-risque-et-se-proteger/Eau/Zones-humides/>

¹²⁸ Zones humides du département de la Haute-Savoie, jeux de données mis à jour le 19 mai 2024 par la DREAL : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/zones-humides-du-departement-de-la-haute-savoie/>

¹²⁹ https://piece-jointe-carto.developpement-durable.gouv.fr/DEPT074A/zone_humide/74ASTERS3197_24-06-2024_fiche.pdf

Site au sud

- Le site Sud se situe sur une ISDI ayant le statut d'ICPE (installation classée pour la protection de l'environnement) mise en place à partir de 2023, qui sera exploitée pendant dix ans en deux phases (zone Ax dans le PLU).
- Une maison individuelle en ruines se trouve à l'extrémité ouest du site. Il semble qu'elle ait fait l'objet de rénovations récentes mais il n'y a pas d'informations supplémentaires.
- Un corridor écologique figurant dans le SRCE traverse les parcelles.
- Le maintien des continuités écologiques (conservation de corridors suffisamment grands) et de la circulation des espèces seront à intégrer au projet.
- La valeur écologique des parcelles Sud est moins importante que celle des parcelles de la variante Nord.
- Les parcelles appartiennent à une exploitation agricole située de part et d'autre de l'autoroute (GAEC La Roche Parnale, route de Lavillat). Cependant, l'emprise n'est pas exploitée du fait de la création de l'ISDI.

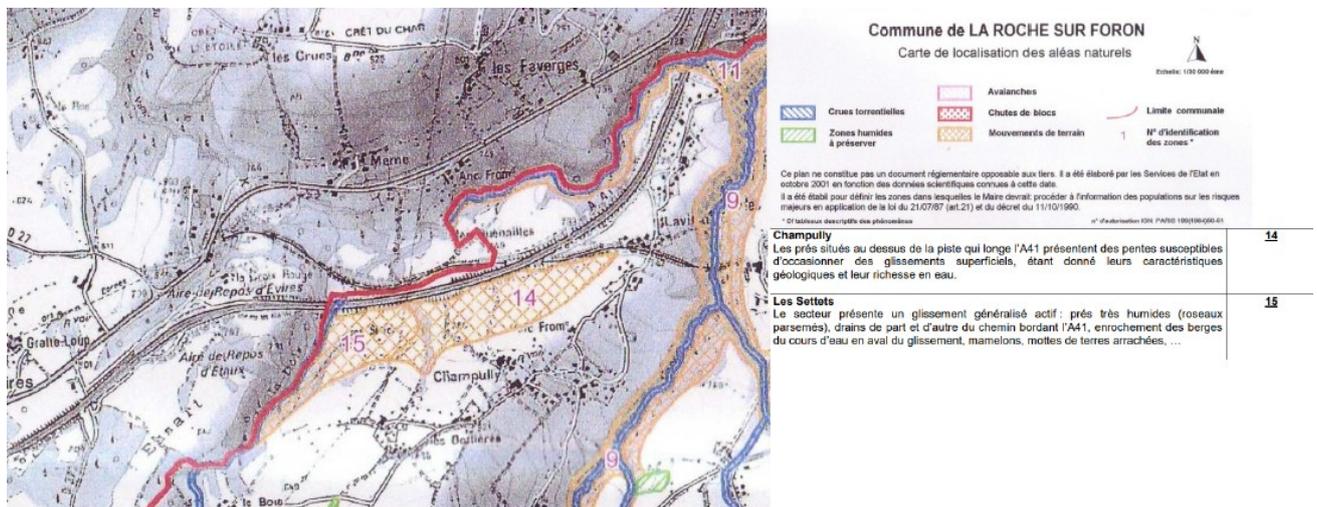


Illustration 254 : Carte des aléas naturels de La-Roche-sur-Foron à l'emplacement du site nominal.

Il est à noter que la zone au sud de l'autoroute est située à proximité d'une zone d'aléas naturels en raison de fortes pentes et de la présence d'eau dans les terrains (risque de mouvement de terrain, voir illustration 254). Cette zone n'était par conséquent pas envisagée pour un site de surface.

Le dossier d'ISDI sur le site Sud envisagé a été déposé (enquête publique du 12 décembre 2022 au 8 janvier 2023, le pétitionnaire étant la SARL Luc Maulet).

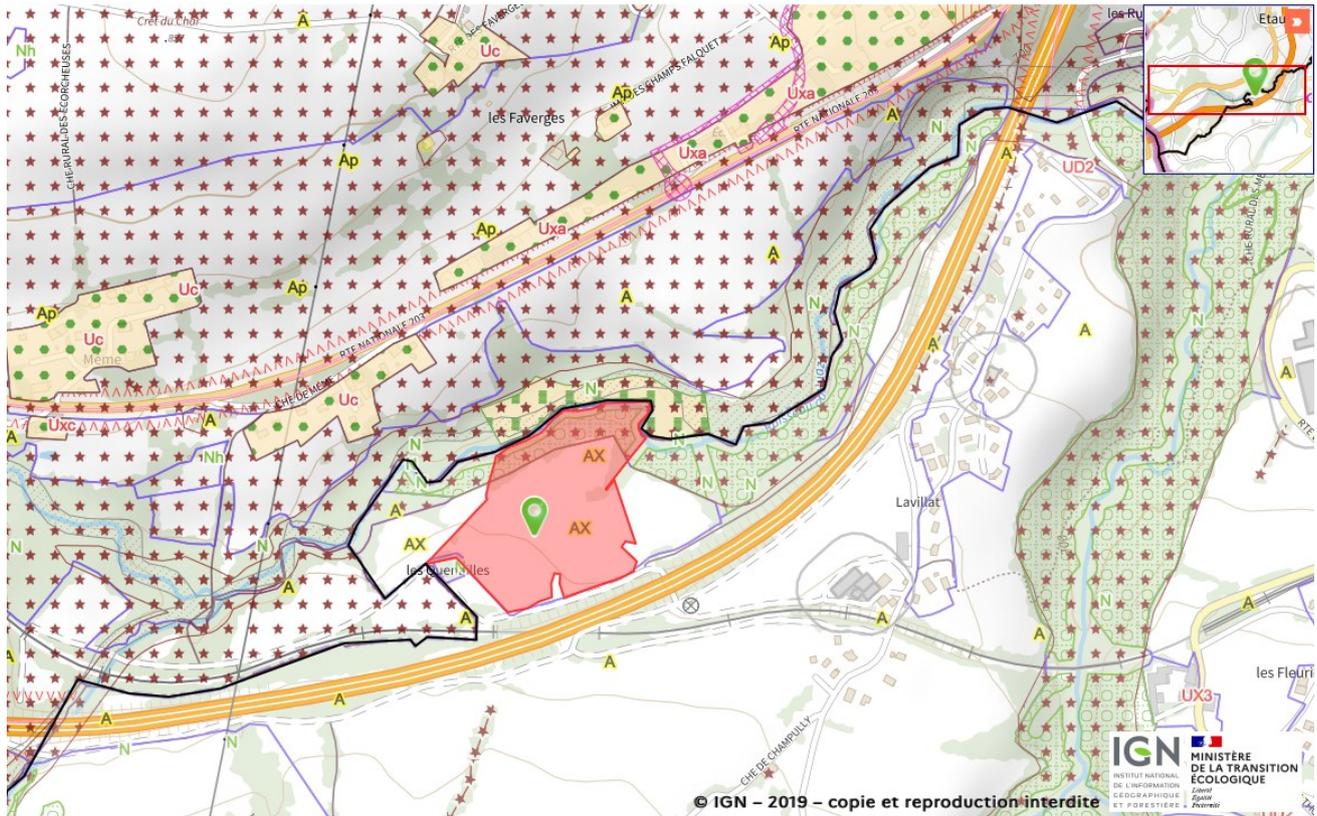


Illustration 255 : Secteur concerné par le dossier d'ISDI. L'emprise de la phase 2 de cette ISDI, qui a le statut d'ICPE pourrait servir d'emplacement pour le site PF (option Sud). Source : IGN.

10.4. ANALYSE DES ACCÈS

L'option Nord du site est située sur la commune d'Éteaux, l'option Sud sur la commune de La Roche-sur-Foron¹³⁰. Les sites sont situés le long de la RD1203 ou de l'autoroute A410.

10.4.1. Situation par rapport au réseau routier structurant et aux voies ferrées



Illustration 256 : Carte des accès au réseau routier structurant et aux voies ferrées.

¹³⁰ La situation du site PF présentée correspond à celle qui était valable au moment où l'analyse des accès a été réalisée. Depuis, la situation a changé mais cela n'a aucun impact sur les résultats présentés.

Points d'intérêt de la carte du réseau structurant et des voies ferrées (Illustration 256) :

G1 : accès possible à une ligne de chemin de fer à La Roche-sur-Foron

G2 : embranchement ferroviaire à envisager

E19 : échangeur 19 (La Roche-sur-Foron) sur l'A410

AR : aire de repos sur l'A410

Deux sites sont étudiés comme possibilités d'emplacement du site PF. Ils sont situés à proximité de la RD1203, de l'A410 et d'une ligne de chemin de fer. L'A410 rejoint l'A40 et l'A41.

La principale difficulté concerne la connexion du site Sud au réseau départemental. Les solutions envisageables sont détaillées dans le paragraphe 10.4.4.

À partir de la RD1206 ou de l'autoroute A 410, il existe différents accès.

Itinéraires rejoignant l'A410 ou une ligne de chemin de fer

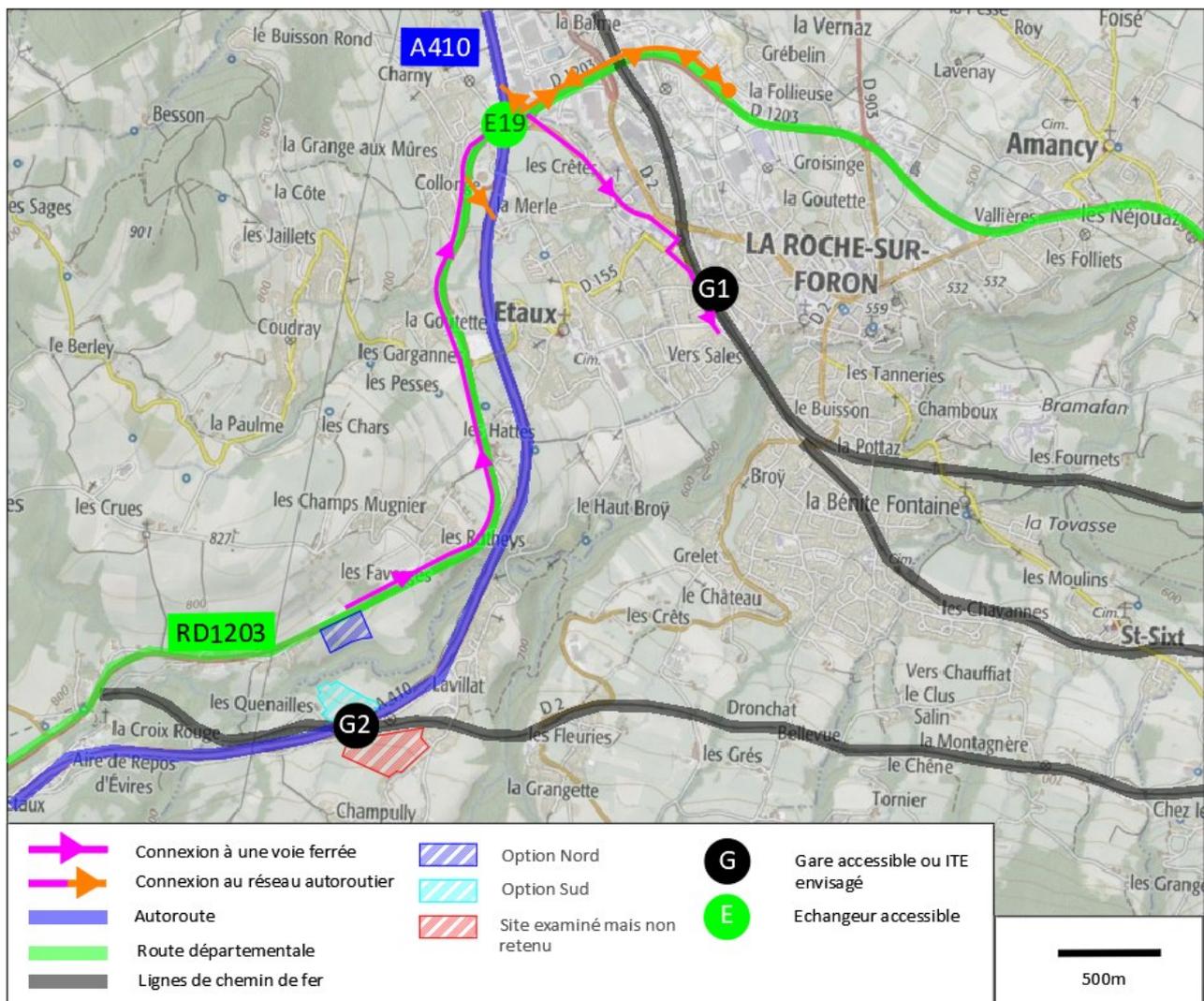


Illustration 257 : Carte des itinéraires vers l'autoroute ou la voie ferrée.

Points d'intérêt de la carte des itinéraires vers l'autoroute ou la voie ferrée (Illustration 257) :

G2 : embranchement ferroviaire à envisager

L'accès à une ligne de chemin de fer se situe à 4,6 km du site PF en passant par la RD1203. Il n'y a pas de contrainte particulière, hormis deux chicanes avec des îlots centraux en direction de la gare.

Il est possible de rejoindre l'A410 à l'échangeur E19 (à 2,8 km environ du site principal) pour aller dans la direction du sud-ouest (Annecy). Aller en direction du nord-est sur l'A410 rallonge l'itinéraire de 3 km, ce qui représente un itinéraire d'une longueur totale de 6 km. En effet, l'accès à la bretelle d'entrée sur l'A410 n'est pas direct ; il est nécessaire de faire demi-tour au premier carrefour giratoire.

G1 : gare de La Roche-sur-Foron (Illustration 258)



Illustration 258 : Vue aérienne de l'accès à la gare de La Roche-sur-Foron. Coordonnées 46.066159, 6.30428.

G2 : un embranchement à la ligne de chemin de fer pourrait être envisagé, sous réserve que l'alignement soit suffisant. Les études techniques devraient en préciser la faisabilité (Illustration 259).



Illustration 259 : Zone envisagée pour un embranchement ferroviaire. Coordonnées 46.048538, 6.278127.

Un passage agricole rejoint des parcelles au sud mais les contraintes de franchissement de l'autoroute peuvent être très fortes (Illustration 260).



Illustration 260 : Itinéraire non retenu. Coordonnées 46.048134, 6.283501.

Si un embranchement au nord n'était pas possible, il serait possible d'étudier la faisabilité d'un embranchement ferré au sud (Illustration 261).



Illustration 261 : Vue aérienne du passage de la voie ferrée sous l'autoroute. Coordonnées 46.048134, 6.283501.

10.4.2. Faisabilité de la connexion à l'aire d'Éteaux/Évires

La faisabilité technique, juridique et financière d'accès directs aux autoroutes a fait l'objet de discussions avec l'autorité concédante, la DGITM

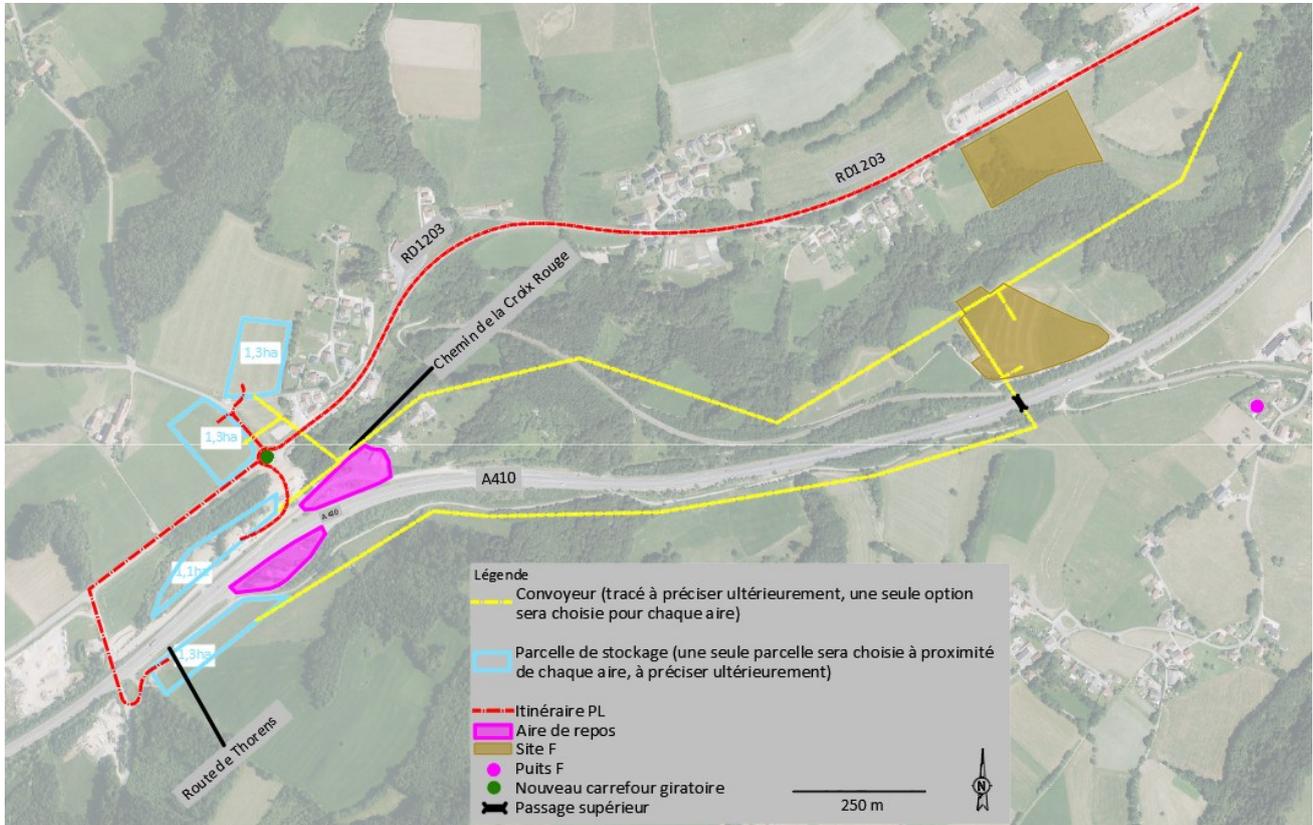


Illustration 262 : Situation du site PF et des aires Évires/Éteaux où sont examinées les possibilités de connexion (décembre 2023).

Les deux solutions privilégiées sont présentées ci-après.

Aire d'Évires (au nord)

Quel que soit le choix de l'emplacement de la parcelle de stockage, les poids lourds sortent de l'autoroute depuis la bretelle de sortie, rejoignent l'aire de repos, puis empruntent les deux portails d'accès de service pour rejoindre le chemin de la Croix Rouge et, finalement, l'une des parcelles. L'emplacement du portail entre la zone des bâtiments AREA et l'aire de repos paraît suffisamment éloigné de la bretelle de sortie depuis l'autoroute pour envisager une utilisation éventuelle par les poids lourds.

Le chargement se fait dans l'espace de stockage, en dehors du domaine autoroutier. Les poids lourds font ensuite le chemin en sens inverse, traversent l'aire de repos du côté du parking poids lourds, puis s'insèrent sur l'autoroute, en toute sécurité, via la bretelle de sortie de l'aire.

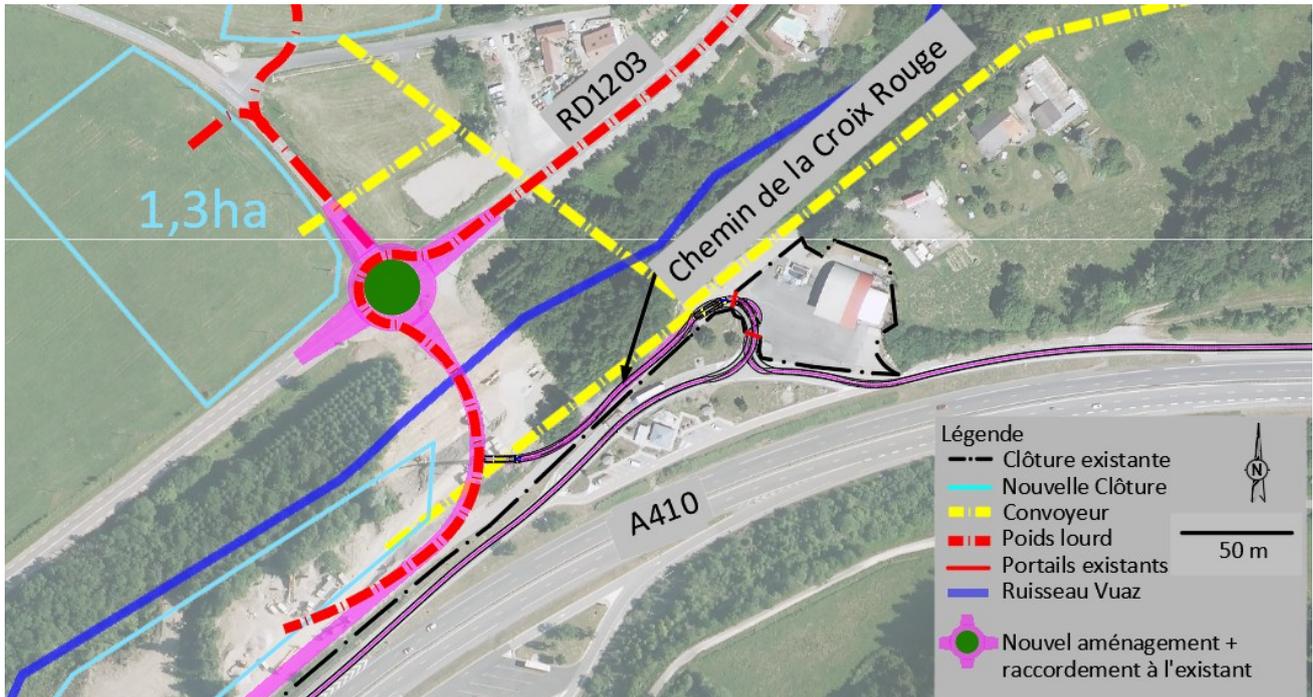


Illustration 263 : Connexion à l'aire d'Évires.

Aire d'Éteaux (au sud)

L'accès de service qui se trouve à l'aire d'Éteaux est proche de la bretelle de sortie de l'autoroute. Par conséquent, pour cette connexion, un nouvel accès est proposé, éloigné des bretelles d'accès, pour limiter les interférences entre les manœuvres des poids lourds et les mouvements d'entrée et de sortie de l'aire. Il est à noter que cet accès est situé à proximité des parkings pour véhicules légers.

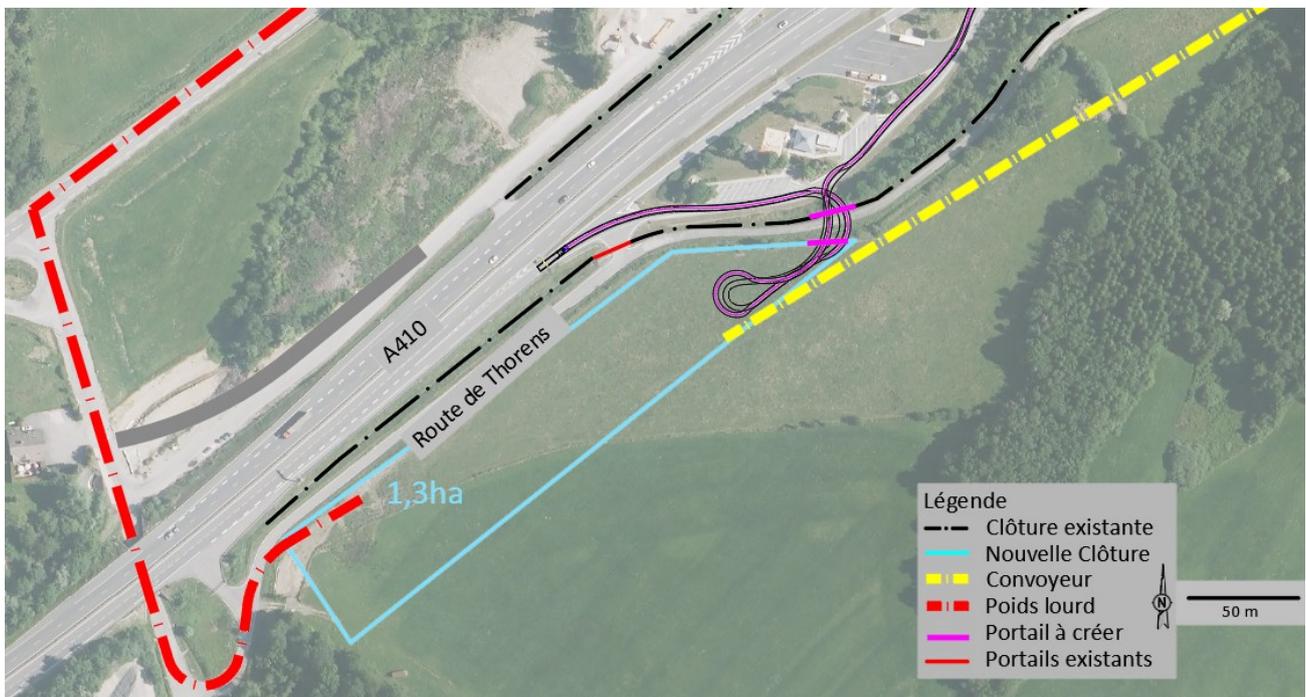


Illustration 264 : Connexion à l'aire d'Éteaux.

10.4.3. Itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental

Itinéraires depuis le site 176-03

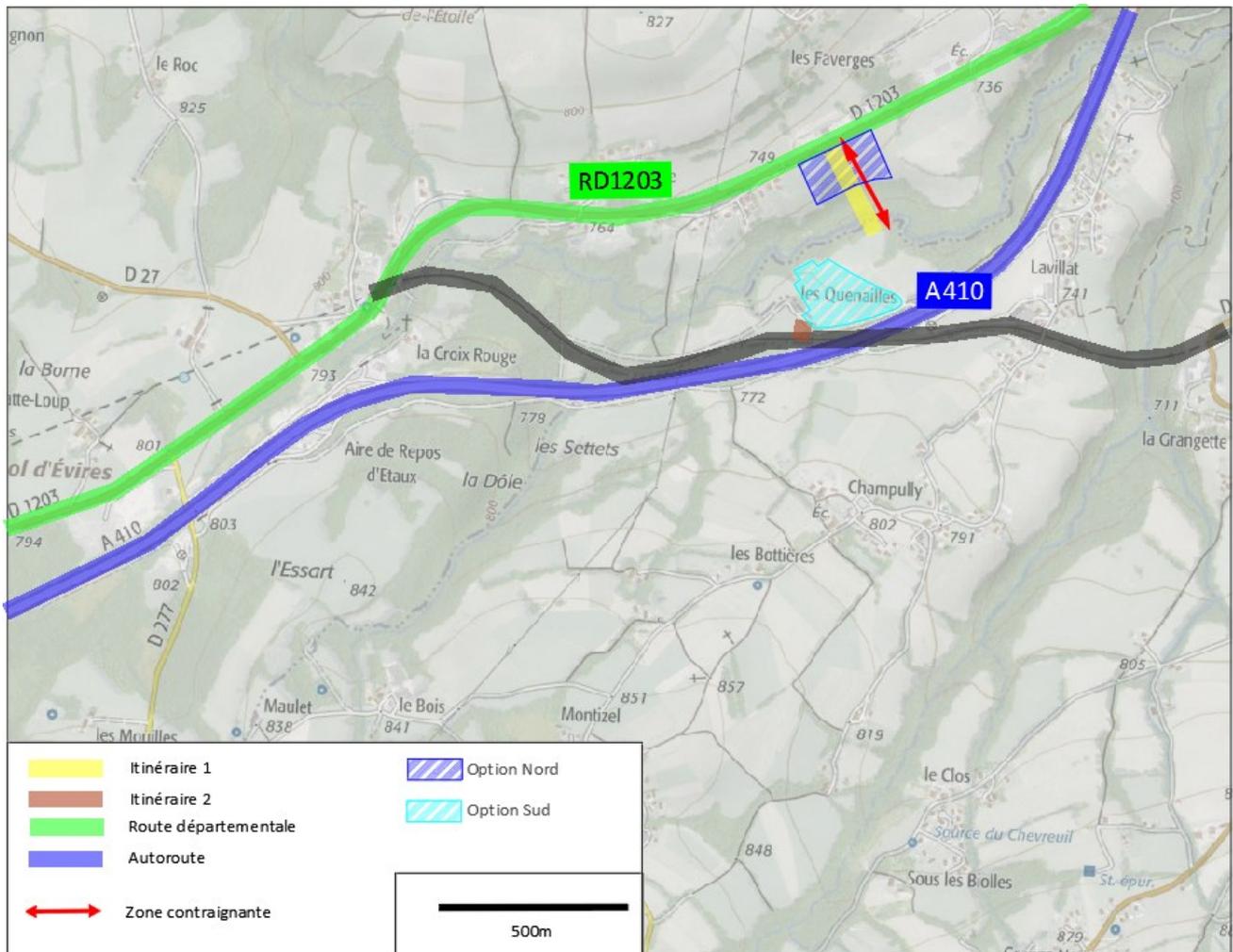


Illustration 265 : Carte des itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental.

Un itinéraire rejoignant l'aire de repos pour se raccorder à l'A410 (Illustration 265 et Illustration 266) paraît possible sur une vue en plan mais n'est en fait pas réalisable (terrain pentu, passage sous la ligne de chemin de fer, contraintes environnementales, proximité de l'autoroute et de la voie ferrée).

Cet itinéraire pourrait toutefois être envisagé pour un convoyeur à bandes, acheminant directement les matériaux du site PF jusqu'aux aires d'Éteaux/Évires.



Illustration 266 : Itinéraire rejeté, rejoignant l'aire de repos de l'A410. Coordonnées 46.048037, 6.278147.

Itinéraire 1 (jaune) : accès à la RD1203 (Illustration 265)

Une nouvelle voie pourrait être créée pour accéder à la RD1203. La zone est contraignante en raison de son terrain en rampe. Le tracé devra probablement être en lacets après le passage au-dessus du ruisseau. Cette voie sera d'une longueur évaluée à 650 m pour un coût estimé à environ 650 k€ HT. Il faudra construire un pont sur le ruisseau du Vuaz, dont le coût sera à préciser après une visite de terrain. L'impact environnemental sera toutefois moins important que celui d'un accès à l'aire de repos.

Itinéraire 2 (ocre) : accès à la ligne de chemin de fer (Illustration 265)

Cet itinéraire consiste à créer un embranchement sur la ligne ferroviaire. Il conviendra de vérifier sa faisabilité étant donné la faible longueur de l'alignement droit.

10.4.4. Connexion au réseau local

Site Nord

L'accès au site principal se fait directement sur la RD1203. Un bureau d'études possédant l'expertise nécessaire a été mandaté en 2024 pour faire une étude de faisabilité et développer un concept pour l'accès depuis la RD1203. Cinq variantes ont été prises en considération (Illustration 267), dont deux comportant un carrefour en T (C1, C2) et trois accès directs (A1, A2, A3).

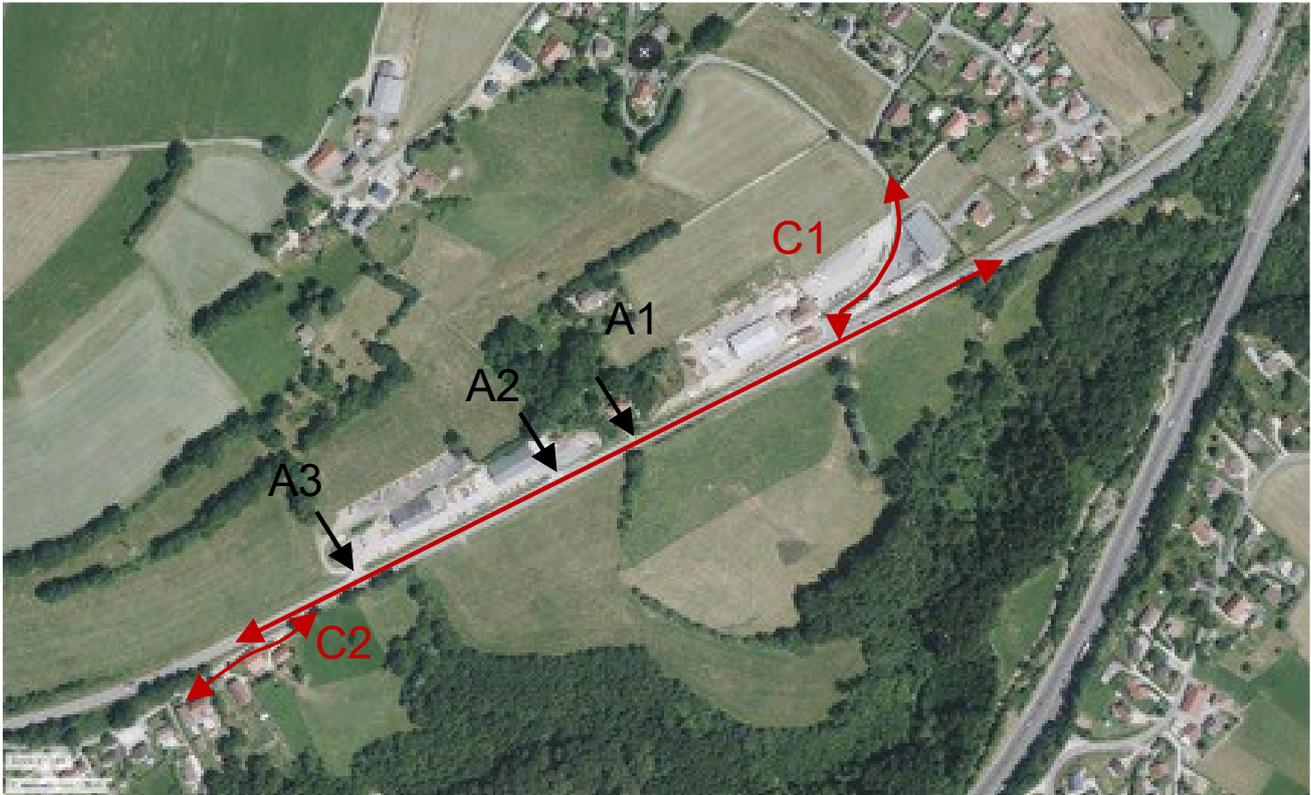


Illustration 267 : Cinq variantes d'accès à l'option Nord du site PF, dont deux comportant un carrefour en T (C1, C2) et trois accès directs (A1, A2 et A3).

L'analyse a révélé que, compte tenu des préoccupations en matière de sécurité routière et de maintien du flux du trafic, ainsi que des contraintes environnementales, la meilleure variante est un accès direct (A2) en face de l'entreprise de travaux publics Maulet. Le concept le plus adapté est un carrefour en T avec une voie de présélection en tourne-à-gauche (cf. Illustration 268).

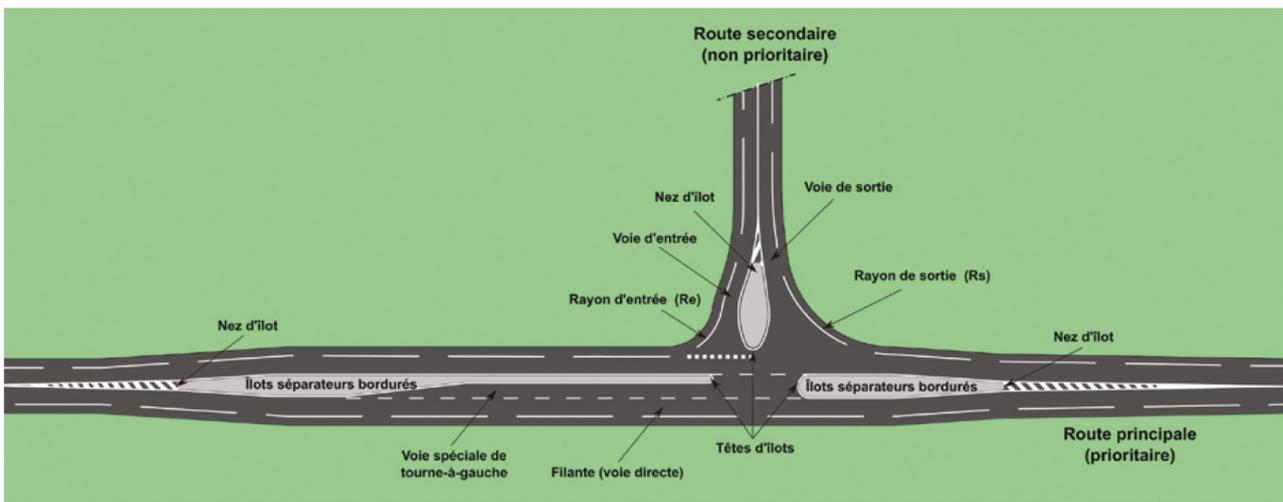


Illustration 268 : Principe d'accès au site PF depuis la RD1203.

Le concept détaillé est reproduit dans l'illustration 269.



Illustration 269 : Concept d'accès au site PF en face de l'entreprise de travaux publics Maulet.

Site Sud vers la RD1203 : option de connexion directe

Le terrain se trouve sur une rampe présentant une pente d'environ 15 %. En fonction des contraintes de chantier, l'accès à ce site devra probablement se faire par la création d'une route en lacets en respectant les girations des poids lourds et en ajoutant des surlargeurs dans les virages. Des données topographiques plus précises seront requises pour affiner le tracé.

Un ouvrage hydraulique franchissant le ruisseau du Vuaz (Illustration 270) serait à prévoir (coût non estimé).

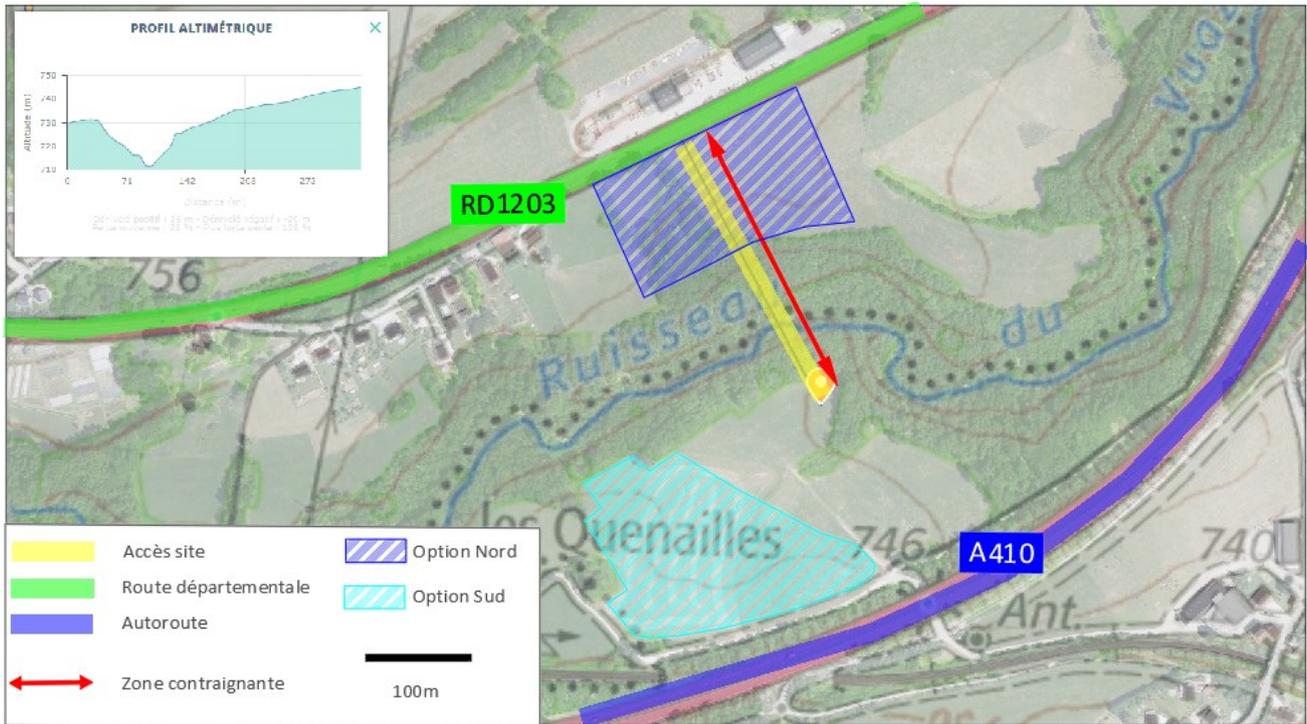


Illustration 270 : Carte de l'ouvrage hydraulique à prévoir au-dessus du ruisseau du Vuaz.

Le schéma ci-dessous (Illustration 271) montre un tracé en lacets représenté à partir de courbes de niveaux, comprenant des girations pour un poids lourd du type « camion benne » et avec un profil en travers constant de 5 m. Il longe la forêt pour que celle-ci soit aussi peu affectée que possible mais reste cependant dans une zone indésirable. Il faudra concevoir le tracé en tenant compte la topographie précise du terrain.

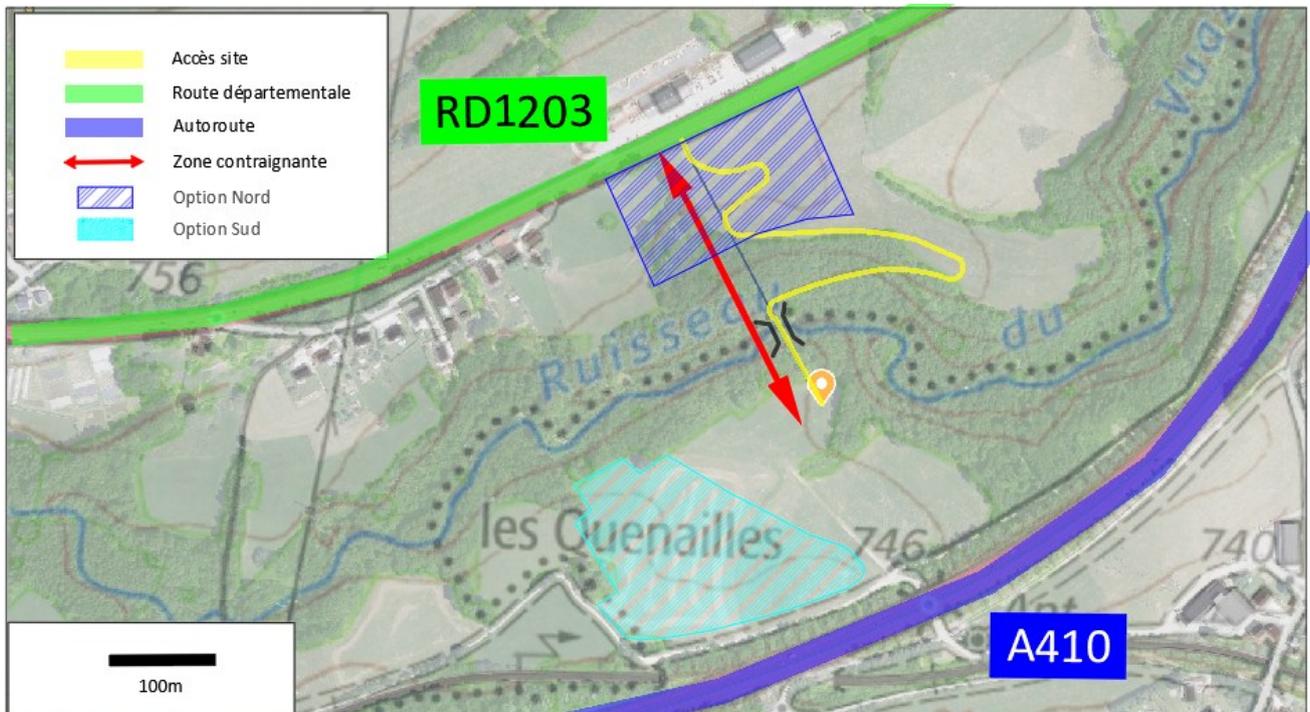


Illustration 271 : Carte d'un tracé possible en fonction de la topographie du terrain.

La connexion directe à la RD1203 apparaît donc très délicate du fait :

- de la présence de fortes pentes ;
- de la nécessité d'un tracé en lacets après le passage au-dessus du ruisseau ;
- de l'objectif de maintien des continuités écologiques (secteur de déplacement de la faune protégé par le PLU). En effet, une connexion couperait la continuité écologique.

Site Sud vers la RD1203 : option de connexion via la route de Thorens

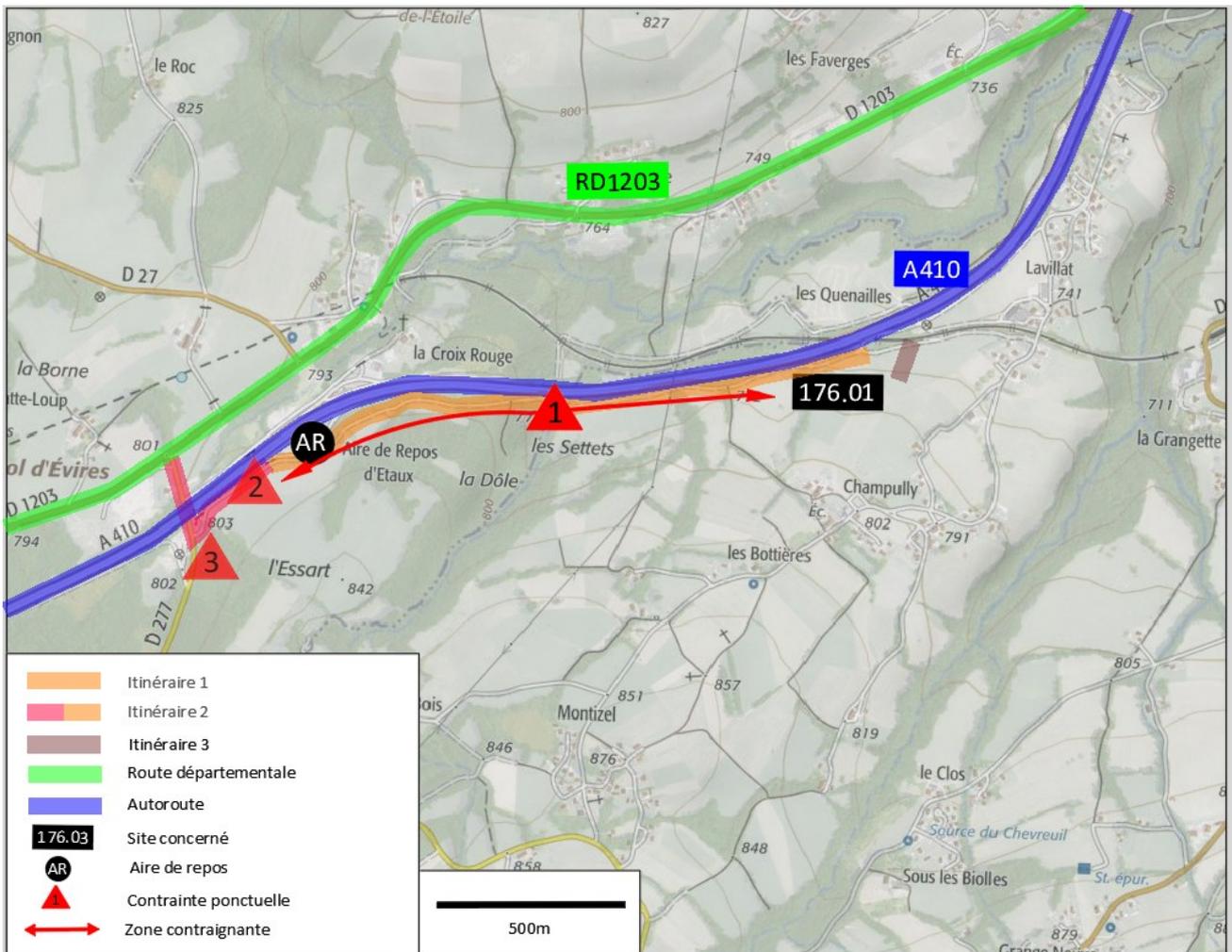


Illustration 272 : Route de Thorens longeant l'autoroute au sud.



Illustration 273 : Profil en long de la route de Thorens.

La route de Thorens a une longueur d'environ 1,5 km jusqu'à l'aire de repos. Elle présente des pentes pouvant atteindre 14 %.

10.5. SYNTHÈSE POUR LE SITE PF

Le site PF se situe soit sur la commune d'Éteaux (option Nord), soit sur la commune de La Roche-sur-Foron (option Sud).

Le site Nord principal se situe en bordure de la RD1203 près d'une petite zone d'activités. Il se prête a priori bien à une implantation. L'accès par la RD1203 est aisé. En revanche, la parcelle est soumise à diverses contraintes environnementales (corridor SRCE, secteur protégé par un PLUi, zones humides à proximité mais pas directement sur les parcelles considérées), qui nécessitera la mise en œuvre d'une démarche ERC minutieuse. Le découpage retenu pour l'implantation devra éviter plus particulièrement les secteurs sensibles.

La parcelle Sud optionnelle se situe dans un environnement rural et isolé sur le site d'une ISDI ayant le statut d'ICPE en construction, qui sera exploitée pendant dix ans. Elle ne présente pas d'enjeu majeur sur le plan environnemental (parcelles agricoles intégrées dans un corridor écologique du SRCE), mais les accès à cette parcelle Sud sont très complexes et coûteux. L'implantation sur l'ISDI d'un site de surface comportant un puits serait difficile.

Des connexions directes à l'autoroute via les aires d'Éteaux/Évires ont fait l'objet d'un examen avec l'autorité concédante, la DGITM. Les connexions Nord et Sud sont toutes deux envisageables.

11. SITE PG – CHARVONNEX/GROISY (HAUTE-SAVOIE, FRANCE)

Le chapitre 11 présente de manière détaillée l'environnement d'implantation du site PG à Charvonnex et à Groisy. La description du site et de son environnement est suivie de l'analyse urbanistique et paysagère, de l'analyse environnementale (contraintes actuelles) et de l'analyse des accès, notamment des connexions aux réseaux ferré, routier et autoroutier.

Le périmètre du site de surface présenté dans ce chapitre est une ébauche conceptuelle et ne correspond pas nécessairement au périmètre précis tel qu'envisagé actuellement. La section 15.7 présente la dernière version de ce périmètre en détail.

11.1. DESCRIPTION

Le site est à cheval sur la commune de Charvonnex et sur le sud de la commune de Groisy, dans le département de la Haute-Savoie (Illustration 274)

Le site principal est situé au nord de Charvonnex, sur un plateau dominant une colline en bas de laquelle passe la RD1203. L'environnement (une prairie non exploitée et une forêt) est éloigné de toute habitation. Au nord se trouvent l'autoroute A410 et son aire de Groisy, dont l'accès est possible depuis le site par un chemin forestier.

Au voisinage de l'autoroute, sous réserve des validations nécessaires, quelques parcelles devraient permettre des amenées de matériel et l'évacuations de matériaux.

La voie ferrée se situe à l'est du site. Il faudrait examiner la faisabilité d'une zone de transfert pour l'évacuation de matériaux à proximité de la voie ferrée.

Le site PG est un site scientifique particulier situé de manière diamétralement opposée au site PA, ce qui lui confère une importance particulière. L'activité des personnels y sera plus importante que sur les autres sites et pourrait nécessiter la collaboration des équipes du CNRS/IN2P3 LAPP (Laboratoire d'Annecy de Physique des Particules) selon des modalités à définir.

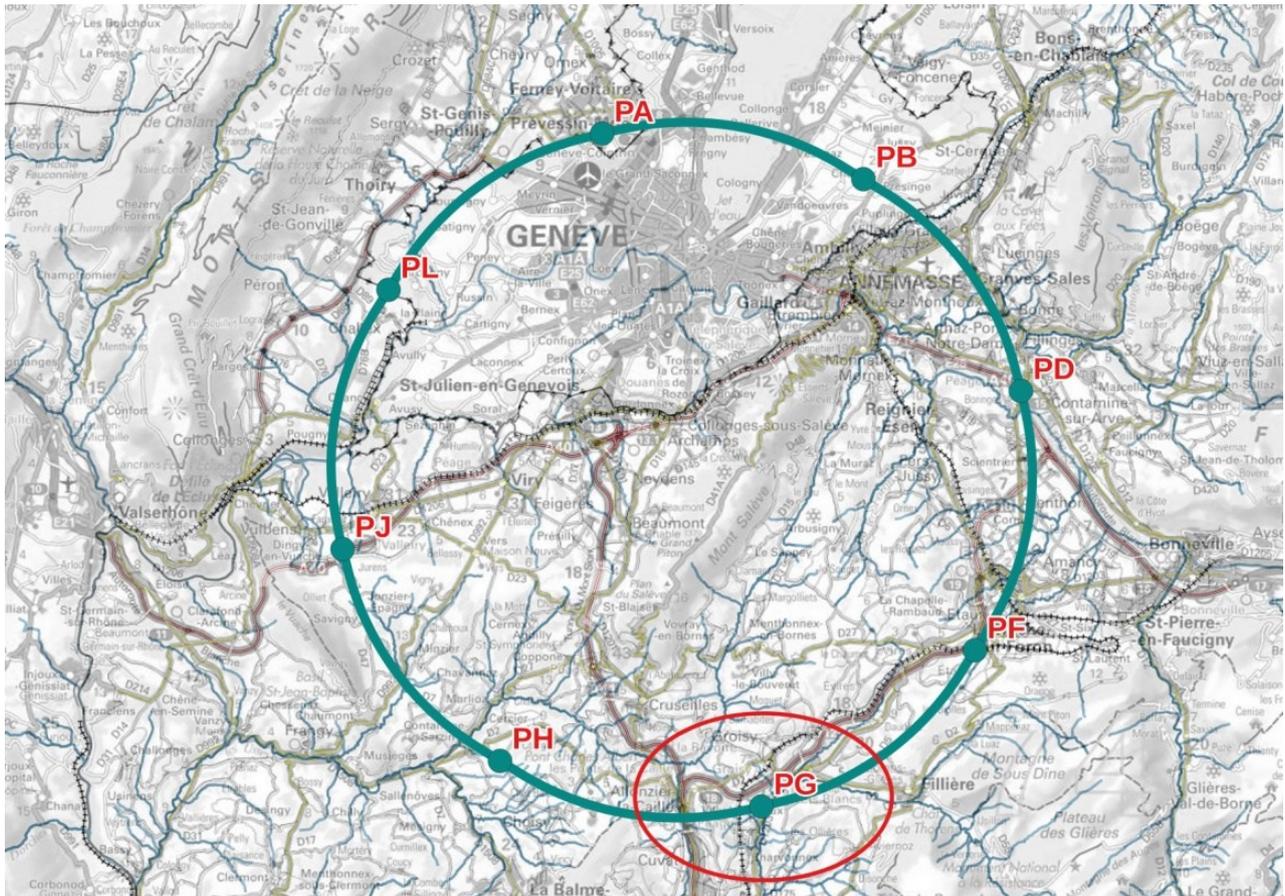


Illustration 274 : Carte de situation du site PG.

Les coordonnées WGS84 du point théorique sont :

- Latitude : 45.9938019° N,
- Longitude : 6.1693009° E.

L'élévation est de 592 m. La profondeur du puits est de 226 m.

Étant donné que le site PG est un site scientifique, les deux puits sont positionnés au point théorique. Cependant, il est à noter que le périmètre du site PG dispose de marges d'adaptation d'après l'analyse des enjeux environnementaux.

Les parcelles envisagées sont les suivantes (Illustration 275) :

- zone principale au sud : environ 6,9 ha. Le polygone indiqué comme « Parcelle 1 » correspond à l'emplacement initialement défini par le scénario de travail PA31-1.0. Le polygone indiqué comme « Parcelle 2 » est devenu l'emplacement privilégié à la suite de l'optimisation du collisionneur et de son emplacement général dans la version PA31-4.0. Ce scénario consommerait des espaces boisés classés et une partie de prairie actuellement non exploitée. Enfin, le polygone indiqué comme « Parcelle examinée non retenue » a été écarté en raison de la forte pente et de la présence d'une exploitation agricole. L'analyse ne figure que pour mémoire,
- zone d'accès au nord : environ 3,6 ha. Située à proximité de l'autoroute, elle devrait être utilisée pour accueillir des infrastructures techniques dans des bâtiments annexes et pour le stockage temporaire de matériaux excavés.

La liste des parcelles cadastrales concernées par le site figure dans l'annexe 16.3.

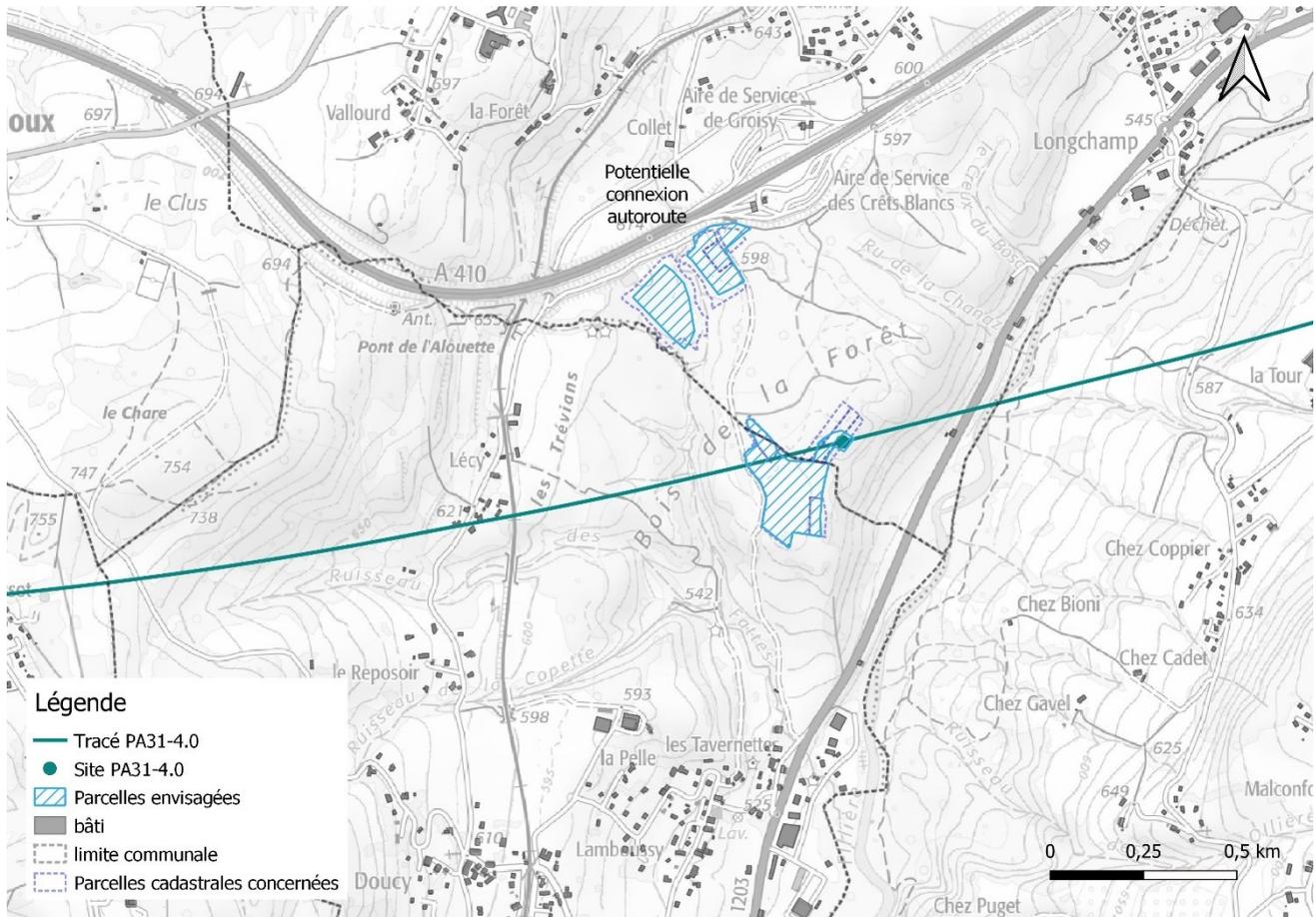


Illustration 275 : Carte des parcelles envisagées pour le site PG (mai 2024).

Les **caractéristiques et contraintes** de ce site sont les suivantes :

- possibilité d'un grand site de 7 ha, 300 m x 250 m ;
- un seul puits au-dessus de la caverne d'expériences en raison des contraintes topographiques ;
- nécessité d'une implantation partielle dans la forêt ;
- pente de 15 % à 30 % commençant à l'est du point d'implantation ;
- puits unique au-dessus de la caverne de service, à environ 80 m à l'intérieur de l'anneau ;
- nécessité de planifier soigneusement un accès optionnel depuis la route d'Annecy ;
- partie dénivelée de 70 m, pente de 20 % à éviter ;
- accès potentiel vers l'aire d'autoroute de Groisy d'une longueur d'environ 800 m à la même élévation ;
- possibilité d'accès à la voie ferrée à l'ouest par une zone d'environ 2 ha, à une distance de 500 m à travers la forêt ;
- très faible valeur agricole du pâturage sur le plateau, non favorable à la plantation ;
- forêt peu exploitée, mais de valeur du point de vue de la biodiversité.

Les principales **opportunités** offertes par le site sont les suivantes (Illustration 276) :

- pas de covisibilité, terrain plat si le site reste limité à la partie à cheval sur le plateau à Charvonnex et sur la forêt à Groisy, éloignée des habitations, proche du LAPP à Annecy ;
- potentiel de développement conjoint de l'accès ferroviaire (par exemple, réactivation de la gare de Doucy pour les travailleurs pendulaires vers Annecy et pour l'utilisation du Léman Express vers la région de Genève) ;
- proximité de la gare de Groisy et discussion dans le Plan de mobilité du Grand Annecy pour rouvrir la gare de Saint-Martin-Bellevue ;
- accès à l'aire d'autoroute de Groisy : possibilité de l'utiliser pour le transport de matériel ;
- proximité d'une petite zone d'activités (Longchamp) et de quelques services de restauration ;
- approvisionnement en chaleur résiduelle de la zone commerciale de Longchamp, à 1 800 m environ au nord-est et, éventuellement, des constructions résidentielles de Charvonnex ;
- proximité de deux collèges (l'un existant, l'autre en projet) ;
- zone d'activités d'Argonay située non loin, proposant des services d'hébergement et de restauration ;
- proximité de Dassault Aviation et Pfeiffer Vacuum, qui offrent des possibilités de formation ;
- renforcement de la desserte des lignes à haute tension ;
- alimentation en électricité de la station d'autoroute de Groisy pour le fonctionnement et la recharge des véhicules électriques (si c'est encore d'actualité à l'horizon 2045) ;
- possibilité de développement touristique du site scientifique avec un centre de visite ;
- possibilité d'intégration de commerces et de points de restauration à la gare ferroviaire de Groisy ;
- possibilité d'intégration de commerces et de points de restauration dans la partie basse du versant ;
- proximité de la caserne de sapeurs-pompiers de Groisy-Thorens ;
- amélioration de la couverture en fibre optique à Charvonnex et dans les villes des alentours ;
- potentiel de valorisation des eaux de refroidissement pour l'agriculture, les zones humides ou l'alimentation du ruisseau des Fattes vers Fillière.

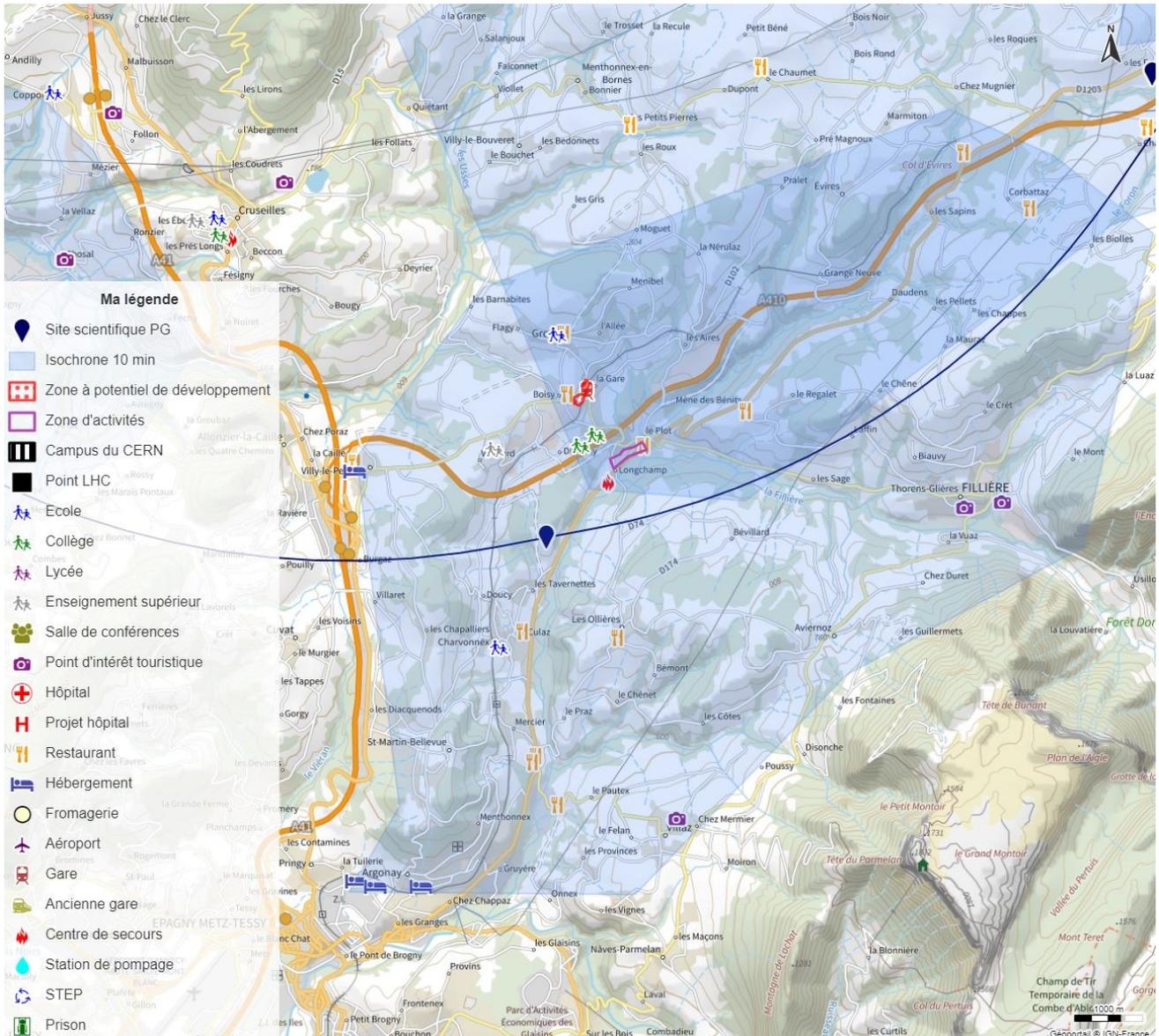


Illustration 276 : Carte d'ensemble des opportunités principales du site PG.

Foncier

Le site est constitué de parcelles privées uniquement (Illustration 277) :

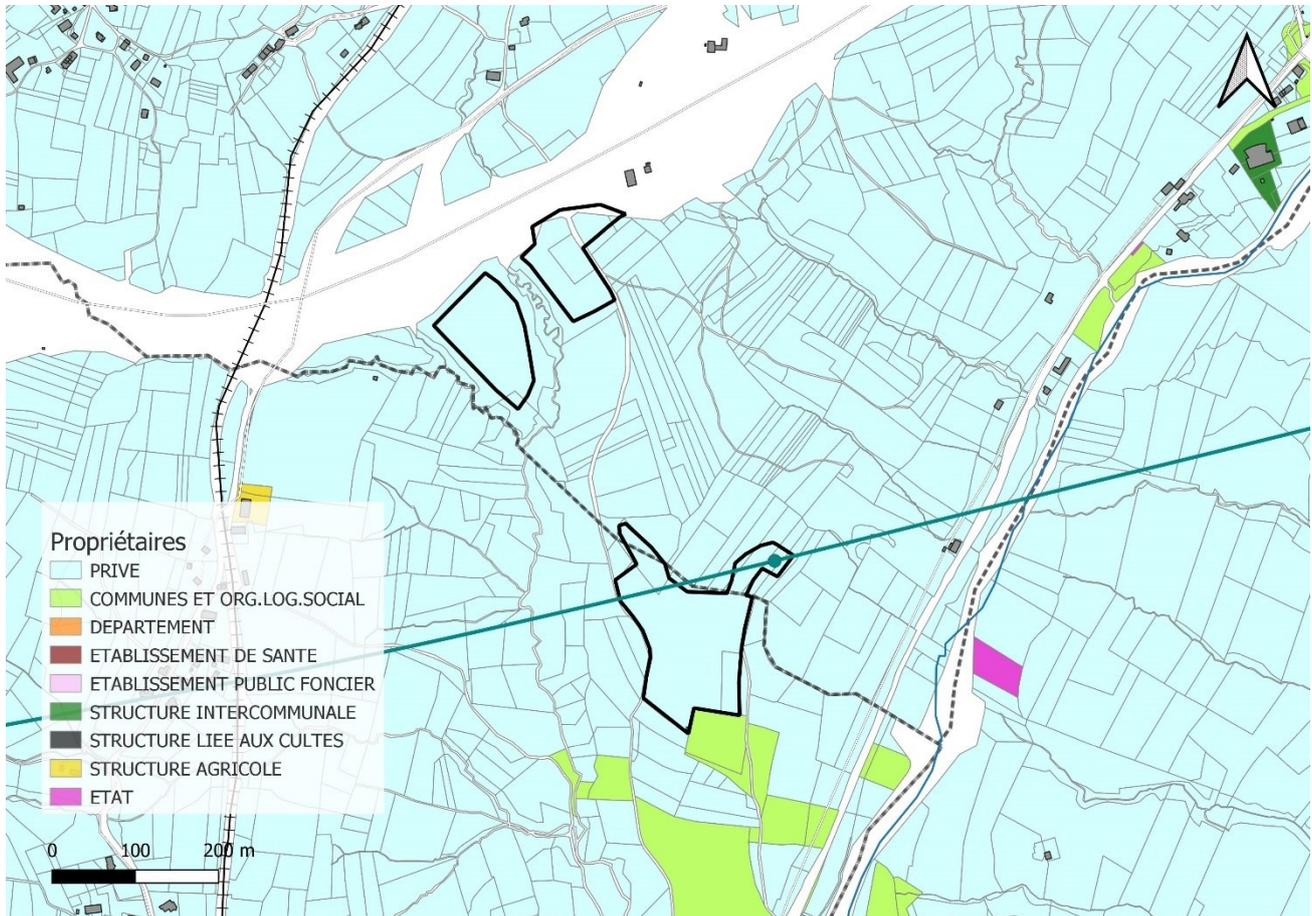


Illustration 277 : Carte des propriétaires fonciers au site PG. Source : cadastre anonymisé.

Carte des exploitants agricoles

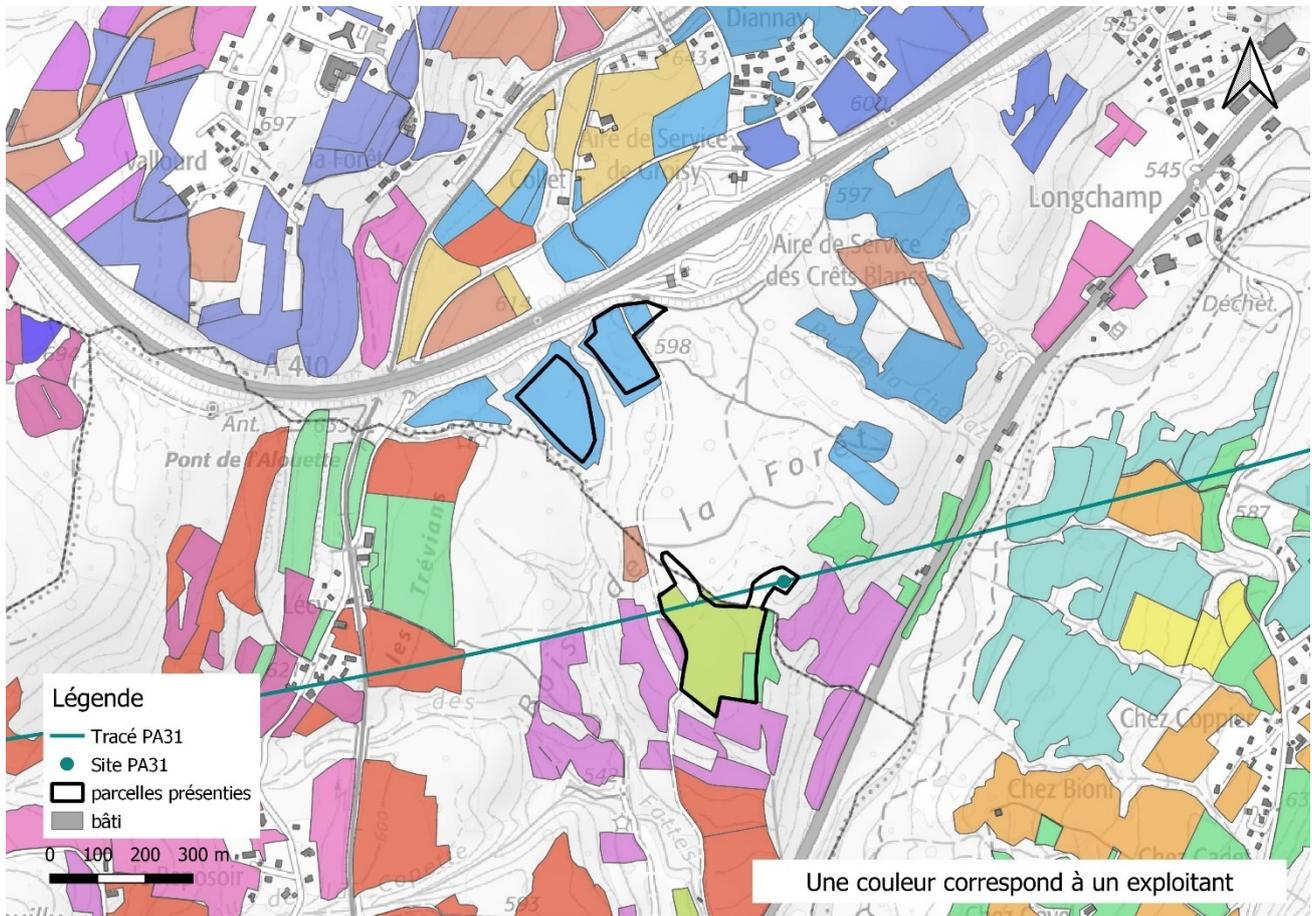


Illustration 278 : Carte des exploitants agricoles au site PG. Source : Registre parcellaire graphique.

Les parcelles agricoles sont exploitées par divers exploitants (Illustration 278).

Topographie

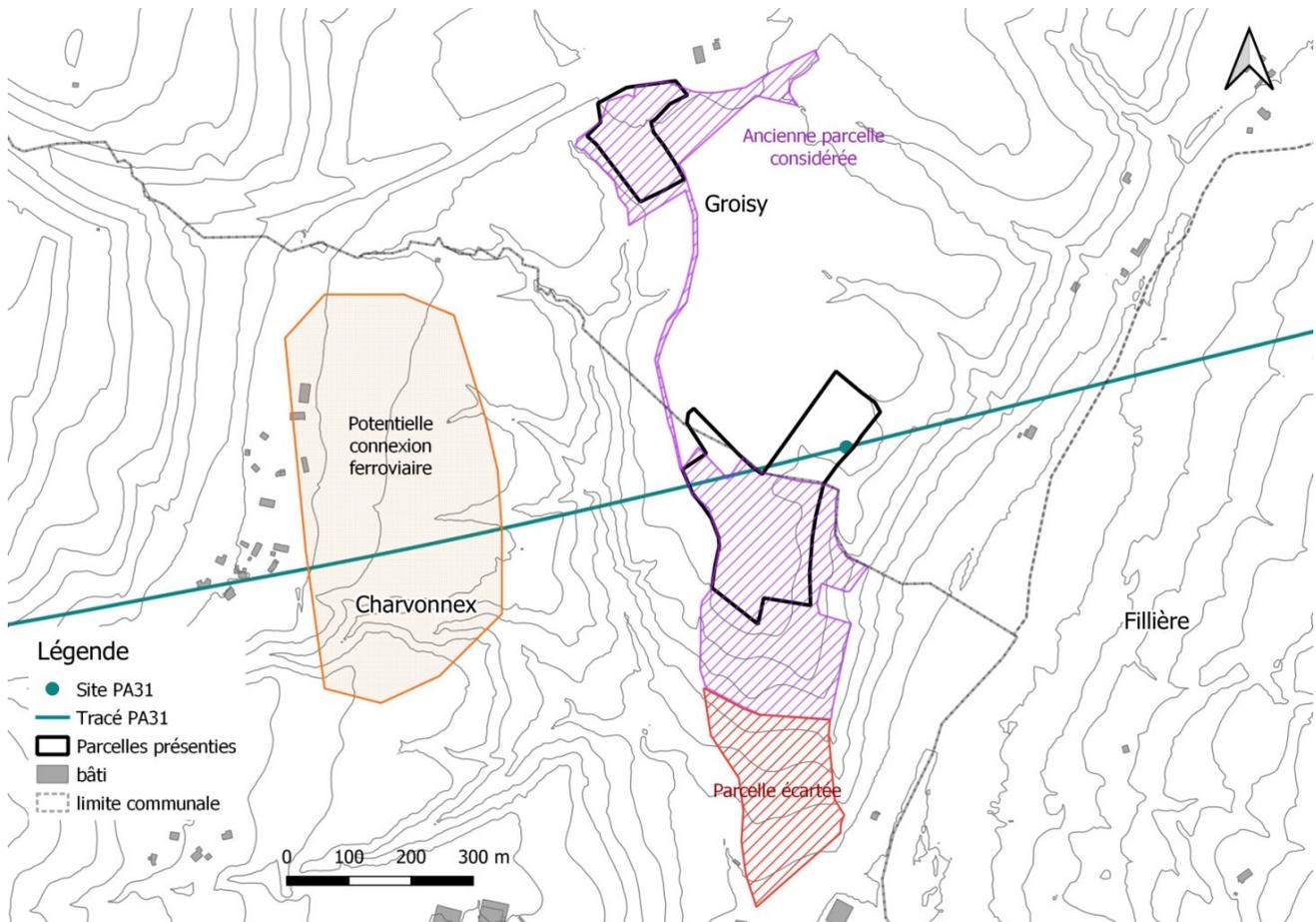


Illustration 279 : Carte de niveaux topographiques à 5m au site PG (décembre 2023).

La zone située à l'ouest du chemin agricole qui remonte le versant depuis la RD1203 n'est pas utilisable en raison d'une topographie défavorable (Illustration 279) et de la présence d'un ruisseau profondément encaissé (plus de 10 m).

Le chemin rural qui remonte le versant présente une pente très raide (17 % à 20 %) à environ 200 m du bas du versant. Il n'est pas revêtu. Cependant, il pourrait être facilement agrandi et aménagé en route d'accès pour les véhicules légers.

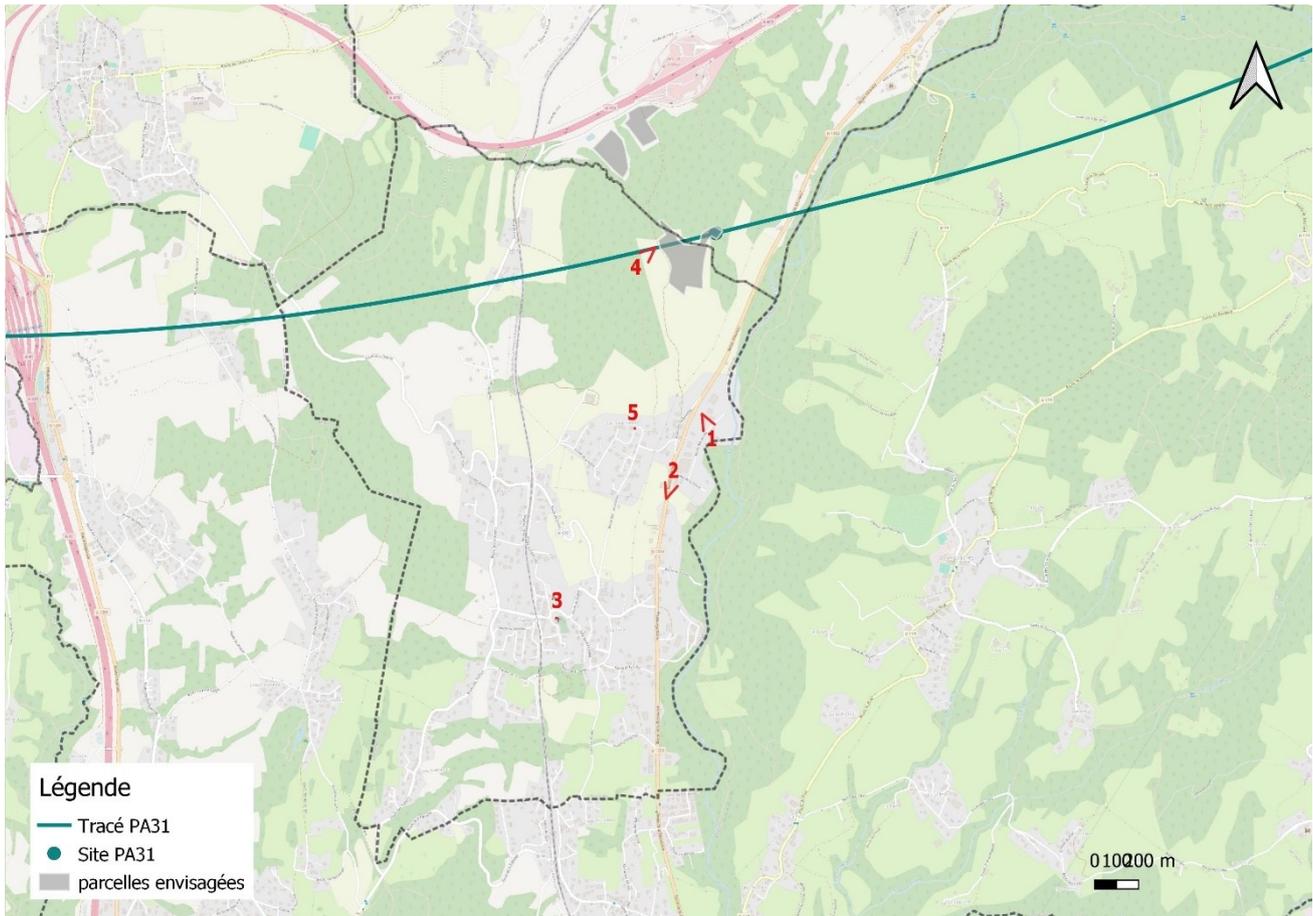
La zone située immédiatement à l'est des parcelles 1 et 2 descend de manière très raide sur la RD1203 et couvre une zone forestière protégée, à éviter.

Le chemin forestier vers l'aire de service de Groisy au niveau de l'A410 conduit à un espace de chargement/déchargement en terrain plat qui semble adapté. Le chemin forestier est large, bien que non revêtu.

11.2. ANALYSE URBANISTIQUE ET PAYSAGÈRE

11.2.1. État des lieux

Le site se trouve dans un territoire à cheval sur la commune de Charvonnex et sur la partie de la commune de Groisy, au sud de l'autoroute, hors de toute zone habitée. Charvonnex se caractérise par son développement autour d'une colline. Le centre historique est situé sur les hauteurs, ainsi que certains quartiers résidentiels. La route nationale vers Annecy, très fréquentée à l'heure de pointe, passe au pied de la colline et diverses activités économiques et industrielles se sont installées dans les environs. Les coteaux sont boisés (Illustration 280).





*Illustration 281 : Vue depuis le sud de la parcelle envisagée, puis rejetée, vers le nord
(numéro 1 sur la carte de situation).*



Illustration 282 : Vue du paysage vallonné aux alentours du site (numéro 2 sur la carte de situation).



Route d'Annecy. Activités économiques au pied de la colline de Charvonnex (numéro 3 sur la carte de situation).



Centre historique de Charvonnex au sommet de la colline (numéro 4 sur la carte de situation).



Zones boisées à proximité du site (numéro 5 sur la carte de situation).



Quartiers résidentiels le long de la route d'Annecy (numéro 6 sur la carte de situation).

11.2.2. Urbanisme, architecture et paysage

Le village de Charvonnex se caractérise par sa double nature : au sommet de la colline, le centre historique, avec ses bâtiments traditionnels et ses quartiers résidentiels composés de maisons individuelles ; dans la vallée, le long de l'axe de la route d'Annecy, le développement des activités économiques. Plus spécifiquement, la zone autour du site envisagé est hétérogène et ne présente aucune continuité. Le FCC pourrait conférer une caractérisation scientifique à ce secteur grâce à son site d'excellence,

Il est précisé que les photographies présentées ici ont pour but de contextualiser les environs de l'emplacement et ne présentent en rien de l'architecture future des sites.



Zones d'activités économiques
autour de la route d'Annecy.



Quelques maisons isolées
autour de la route d'Annecy.

11.3. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

Les sites se trouvent au sud de l'autoroute A410 et au nord-ouest de la RD1203.

Carte de synthèse des contraintes

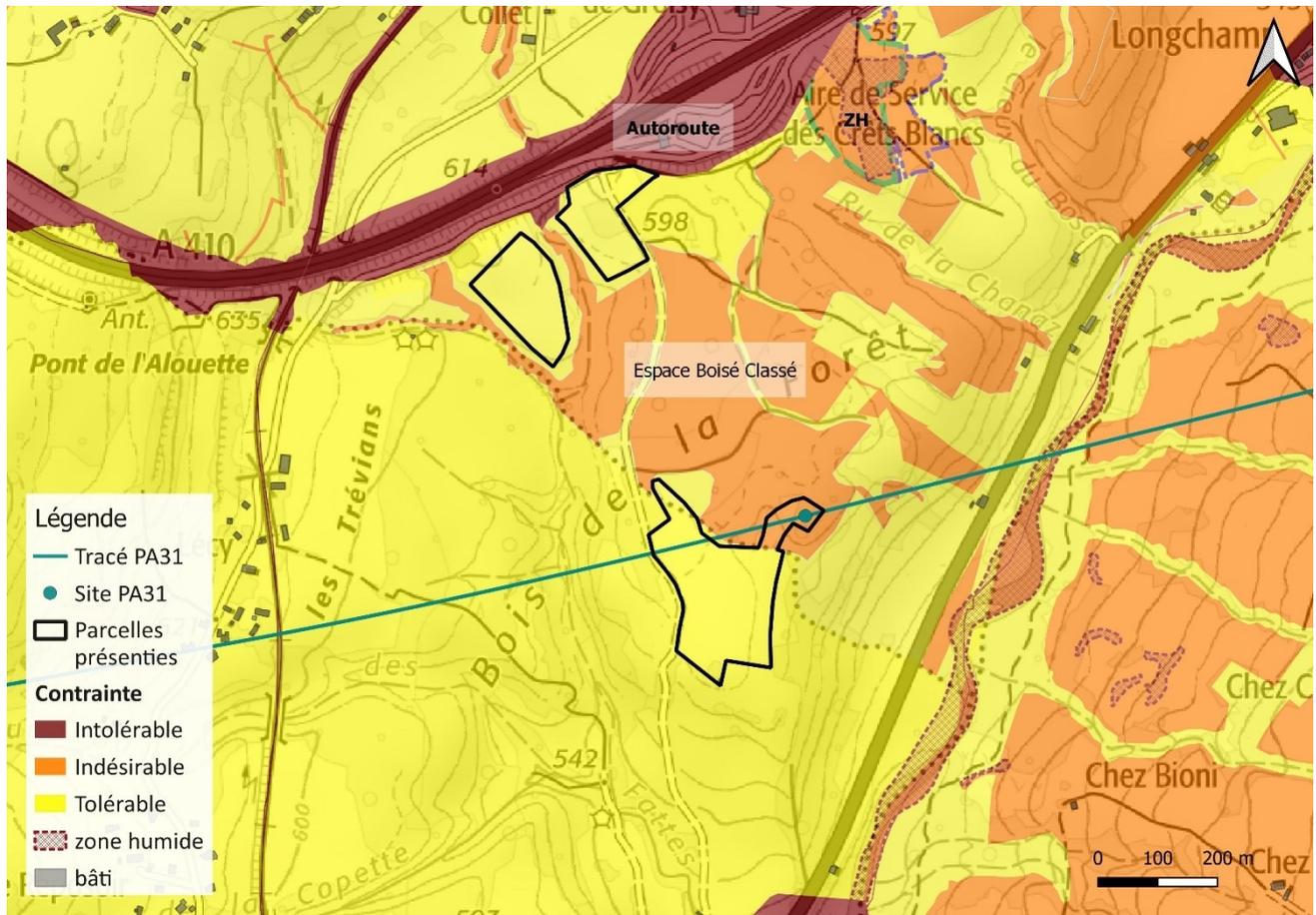


Illustration 283 : Carte des contraintes environnementales autour du site PG.

Zone principale (site de surface)

- Zone agricole non exploitée de pâturage, pour le polygone 1 envisagé. Elle concerne également la partie Sud du polygone 2.
- Espace boisé classé (EBC) : pour la partie Nord du polygone 2.
- La forêt est peu adaptée pour l'exploitation, possiblement pour la menuiserie, mais convient plutôt pour la production de bois de chauffage. Par ailleurs, la zone est de valeur sous l'angle de la biodiversité puisqu'elle est classée en catégorie 4, dans un classement qui compte cinq catégories, pour la qualité de sa biodiversité. Des zones humides qui se trouvent dans la forêt empiètent sur le plateau. La présence d'un espace boisé classé requiert une révision du PLUi et l'adoption de mesures de compensation s'il est détruit.
- Sur le plateau, le sol du pâturage est relativement humide et n'est pas favorable aux cultures. Le sol est graveleux et n'est pas adapté à l'agriculture, avec un horizon d'environ 30 cm au-dessus d'un sol d'argile et de roche. Sa valeur est très faible.

Zone d'accès (à proximité de l'aire d'autoroute)

- Zones agricoles et zones classées pour le stockage de déchets inertes.

Les points suivants sont également à noter en ce qui concerne l'environnement :

- le site se trouve dans un environnement de forêts : au nord, à l'ouest et à l'est ;
- le chemin traversant la forêt en direction de l'aire de service autoroutière devra être bien intégré et respecter les contraintes naturelles ;
- le site de surface, qui se situerait sur le plateau au nord, ne sera pas visible depuis la commune ;
- il est à noter que si le site de surface était situé en bas de la pente, l'approche architecturale aurait été plus délicate pour assurer une bonne intégration dans le paysage ;
- sur le plan acoustique, la partie supérieure du plateau est calme, alors que le versant et la partie basse de la pente subissent le bruit de la RD1203.

La forêt à l'ouest du site n'est a priori pas concernée par les interdictions¹³¹ de chasse figurant dans le plan de zonage de Charvonnex.

Règlement d'urbanisme

La commune de Charvonnex a élaboré un PLU. Les zones agricoles à Charvonnex ne bénéficient pas de protection (zone A) et une partie du site de surface se trouverait à Groisy dans la forêt (zone N, EBC). Les orientations du Plan d'aménagement et de développement durable (PADD) sont consultables en ligne sur le site de la concertation¹³². Les orientations du PADD sont les suivantes : limiter strictement l'extension urbanistique et protéger les zones humides existantes, les écoulements d'eau, les espaces verts continus dans le périmètre du village et les terrains non construits (également appelés « trame verte et bleue »). La zone candidate au site de surface est considérée comme un « autre terrain agricole, stratégique pour l'agriculture ».

Les parcelles proches de la gare autoroutière de Groisy, sur le territoire de Groisy, sont des terrains agricoles non protégés. En forêt, il s'agit de zones Nm¹³³ destinées au dépôt de matériaux inertes pour une durée limitée (Texte 2).

2-3-3- EN SECTEUR NM UNIQUEMENT :

- Sont aussi autorisés les activités de dépôts temporaires ou recyclages de matériaux inertes issus ou destinés à des activités agricoles, artisanales ou de BTP, sous réserve de prendre les dispositions nécessaires, afin d'éviter les impacts négatifs sur l'environnement. Une fois l'activité terminée, la remise à l'état initial des terrains est obligatoire.
- Les constructions autorisées seront obligatoirement non clos
 - Nota : on entend ici par non clos les constructions qui présentent au moins la moitié de ces façades totalement non closes (hors poteaux de soutènement).
- La mise en place de clôtures de sécurité est obligatoire, avec une hauteur limitée à 2m en limite séparative et en respectant un recul de 2m par rapport aux limites du domaine public.

Texte 2 : Extrait du règlement du PLU de Groisy concernant les zones Nm.

¹³¹ https://www.haute-savoie.gouv.fr/var/ide_site/storage/images/media/files/01_loisirs/chasse/reserve/reserve-chasse-charvonnex/129458-3-fre-FR/Reserve-chasse-Charvonnex.jpg

¹³² <https://en.calameo.com/read/0043200637aa7416e5025>

¹³³ data.geopf.fr/annexes/gpu/documents/DU_74137/4cce54d5467428f919201b8b514fdf34/74137_reglement_20220517.pdf

La construction de nombreux d'immeubles d'habitation et de maisons individuelles est prévue à Charvonnex, principalement le long de la voie ferrée, à l'ouest de la zone cible dans le secteur de Doucy. L'objectif déclaré est de ne pas consommer davantage d'espaces agricoles existants.

Un projet de supermarché à La Culaz a été abandonné en 2021.

Une piste cyclable vers Annecy est à l'étude.

La réouverture d'une halte ferroviaire à Doucy, qui a fonctionné de 1955 à 1992, est souhaitée.

Le niveau de bruit à proximité de la RD1203 est élevé mais, comme il n'est pas prévu que toute cette zone soit destinée à des quartiers d'habitation, aucune mesure de protection ou d'aménagement ne semble prévue. En revanche, des aménagements complémentaires de sécurité et de limitation de vitesse sont prévus pour Doucy.

Possibilités de stockage temporaire et de traitement des matériaux d'excavation

En première approche, et sous réserve d'études ultérieures, il semble y avoir des possibilités de stockage :

- les grandes parcelles de 2 ha situées sur le territoire de Groisy, à proximité de l'aire de service de l'autoroute en zones A et Nm semblent adaptées au stockage des matériaux d'excavation ;
- en fonction de l'emplacement du site de surface, une grande zone de 2 ha classée A, à proximité de la RD1203 et en bas de pente, pourrait également convenir.

L'étude relative aux matériaux excavés a examiné diverses options, notamment le réemploi de ces matériaux sur place. Toutefois, diverses options de transport des déblais paraissent envisageables :

- convoyeur vers l'A410 Nord (550 m en ligne droite à travers la forêt, ce qui nécessiterait une coupe d'une largeur de 10 m à travers la forêt) ;
- camions vers l'A410 Nord (700 m de route forestière) ;
- camions jusqu'à 40 tonnes sur la route menant à l'aire de service de Groisy via la route de Lecy, qui traverse Charvonnex : cette dernière éventualité semble à écarter en raison des restrictions de capacité de la route et des nuisances éventuelles pour les zones résidentielles de Charvonnex.

Le transport des matériaux d'excavation et des matériaux et équipements de construction pourrait s'organiser de préférence vers l'autoroute A410 par le chemin rural des Tavernettes, un chemin forestier. Ce chemin est en terrain plat, suffisamment large et pourrait être revêtu. Il pourrait accueillir un convoyeur reliant la zone de chantier au dépôt temporaire de matériaux d'excavation : 2,3 ha d'espace de stockage temporaire de déchets inertes à proximité de la station d'autoroute de Groisy, actuellement utilisés pour stocker des matériaux issus de l'exploitation forestière et des matériaux issus de l'entretien des routes.

Afin de faciliter l'accès des visiteurs pendant la phase d'exploitation et d'améliorer l'accessibilité depuis Annecy (depuis le LAPP, par exemple), l'aménagement et le revêtement du chemin des Tavernettes qui monte depuis la RD1203 (route d'Annecy) seront à envisager.

Les aspects relatifs aux accès et aux transports sont détaillés au paragraphe suivant.

Aspects sociaux et sensibilité locale

Il conviendra de bien veiller à prendre en compte les orientations déjà existantes du PADD, de chercher à développer la connexion ferroviaire en lien avec la commune et de trouver des synergies pour un pôle commercial au service de la population locale.

Option retenue : au sommet de la pente sur le plateau

Pour mémoire, une option d'emplacement sur la partie Sud du versant, sur un terrain relativement plat au voisinage de la RD1203, a été examinée mais a été écartée car les conditions topographiques ne rendaient pas possible la réalisation de l'accélérateur.

Halte ferroviaire de Doucy (voir également paragraphe spécifique ci-après)

La halte ferroviaire de Doucy (Charvonnex), qui existait par le passé, est à 2,5 km (4 min en voiture, 9 à vélo). La halte ferroviaire existante, à Groisy, se trouve à 3,7 km, mais le passage sous l'A410 a une hauteur limitée (une machine agricole peut passer).



Illustration 284: Schéma des gares sur la ligne ferroviaire entre Annecy et La Roche-sur-Foron.

Les caractéristiques de la ligne ferrée (Illustration 284, cf. railsavoie.fr) sont les suivantes :

Tableau 33 : Caractéristique de la ligne ferrée RFF.

N° ligne RFF	897.000 (Aix les Bains - Annemasse)
N° ligne Chaix	533 (Aix les Bains - Annemasse)
Date de construction	1883-1884
Longueur	39 km
Type de voie	Voie unique
Date d'électrification	1951
Mode d'électrification	Caténaire
Tension	20 kV 50 Hz puis, en 1953, 25 kV 50 Hz

Emplacement de l'ancienne halte ferroviaire

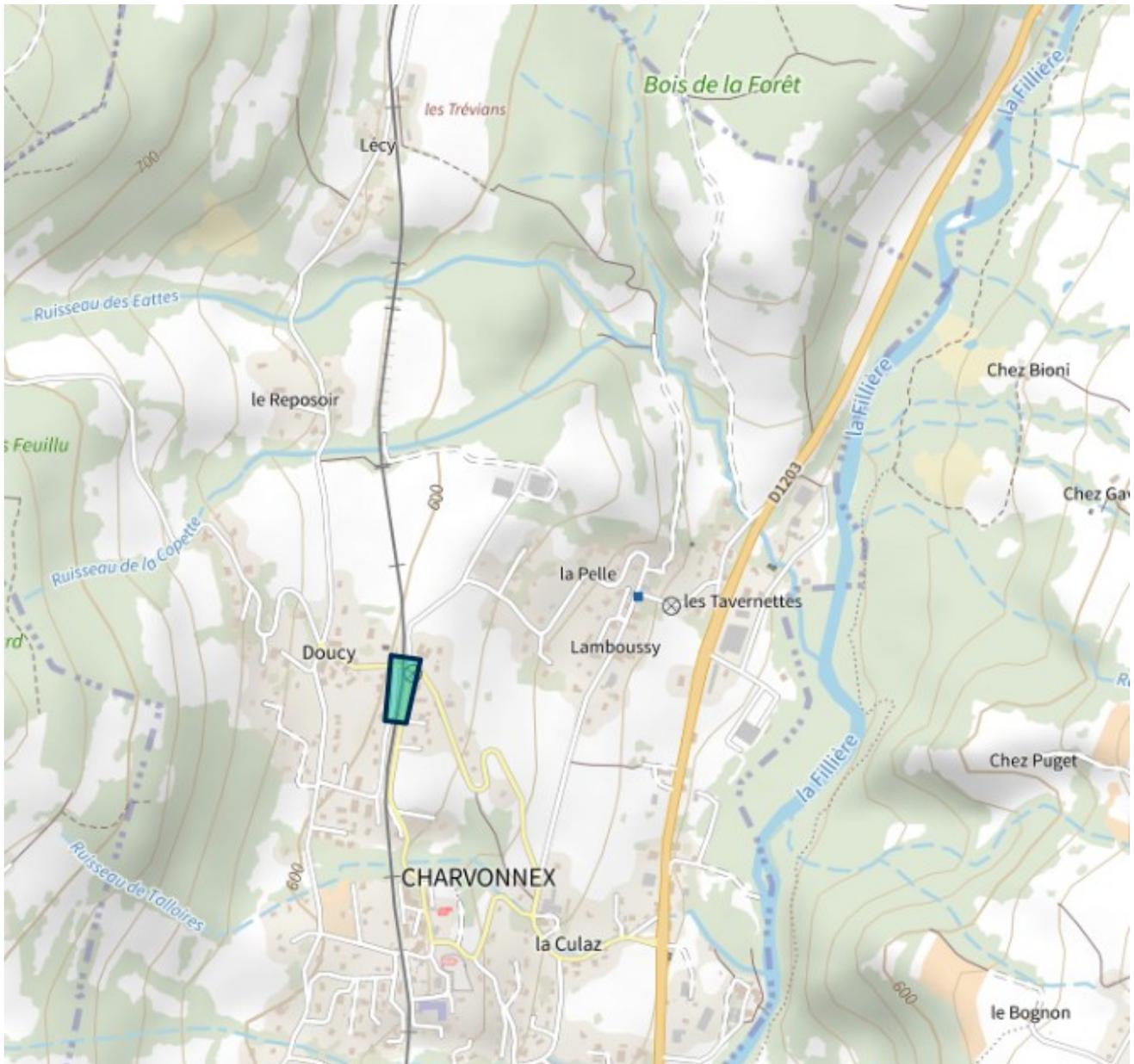


Illustration 285 : Carte de situation de l'ancienne halte ferroviaire de Doucy.

Gros plan sur l'ancienne halte ferroviaire

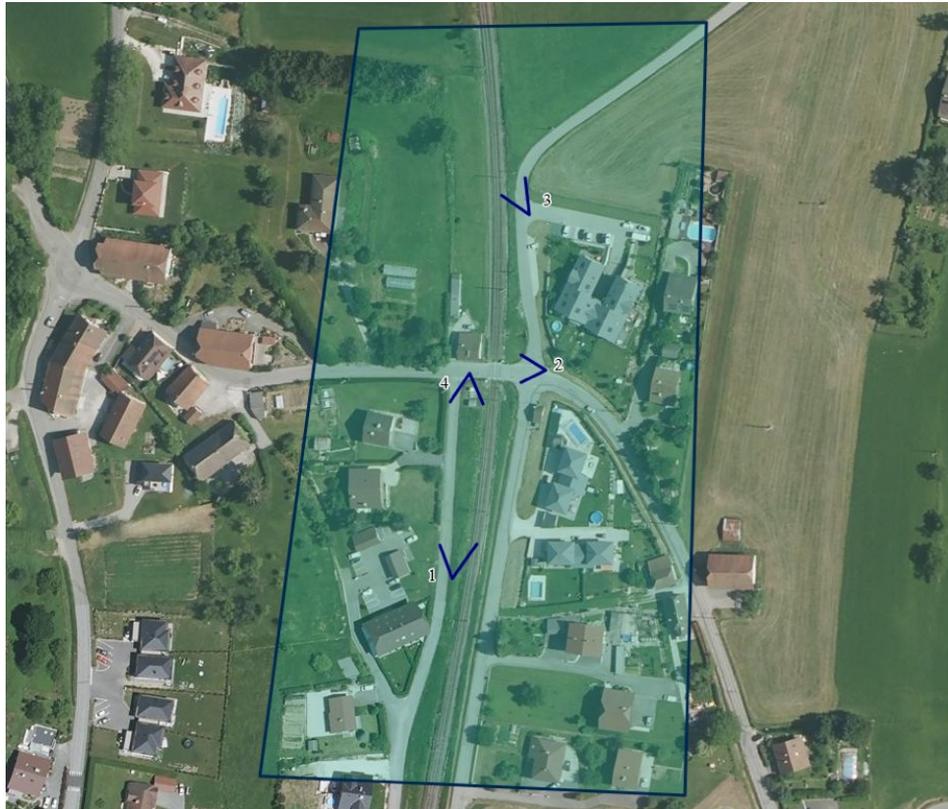


Illustration 286 : Vue aérienne de l'ancienne halte ferroviaire de Doucy, photographie de situation des prises de vues photographiques.



Illustration 287 : Site de l'ancienne halte de Charvonnex. Le point d'arrêt était situé là où la bande de verdure sépare aujourd'hui la rue du village de la voie (numéro 1 sur la photo de situation ci-dessus).



Illustration 288 : Vue du bâtiment du garde-barrière de l'ancienne gare de Charvonnex (numéro 2 sur la photo de situation).



Illustration 289 : La voie en direction d'Aix-les-Bains (numéro 3 sur la photo de situation).



Illustration 290 : La voie en direction de La Roche-sur-Foron (numéro 4 sur la photo de situation).

La volonté de rouvrir la gare de Doucy (Illustration 286) est exprimée dans le document du PADD et dans le compte rendu des réunions municipales relatives au PLU. À ce stade, il n'y a pas d'autres informations à ce sujet. La distance entre la gare de Saint-Martin-Bellevue et celle de Charvonnex est d'environ 3,5 km.

11.4. ANALYSE DES ACCÈS

11.4.1. Situation par rapport au réseau routier structurant et aux voies ferrées

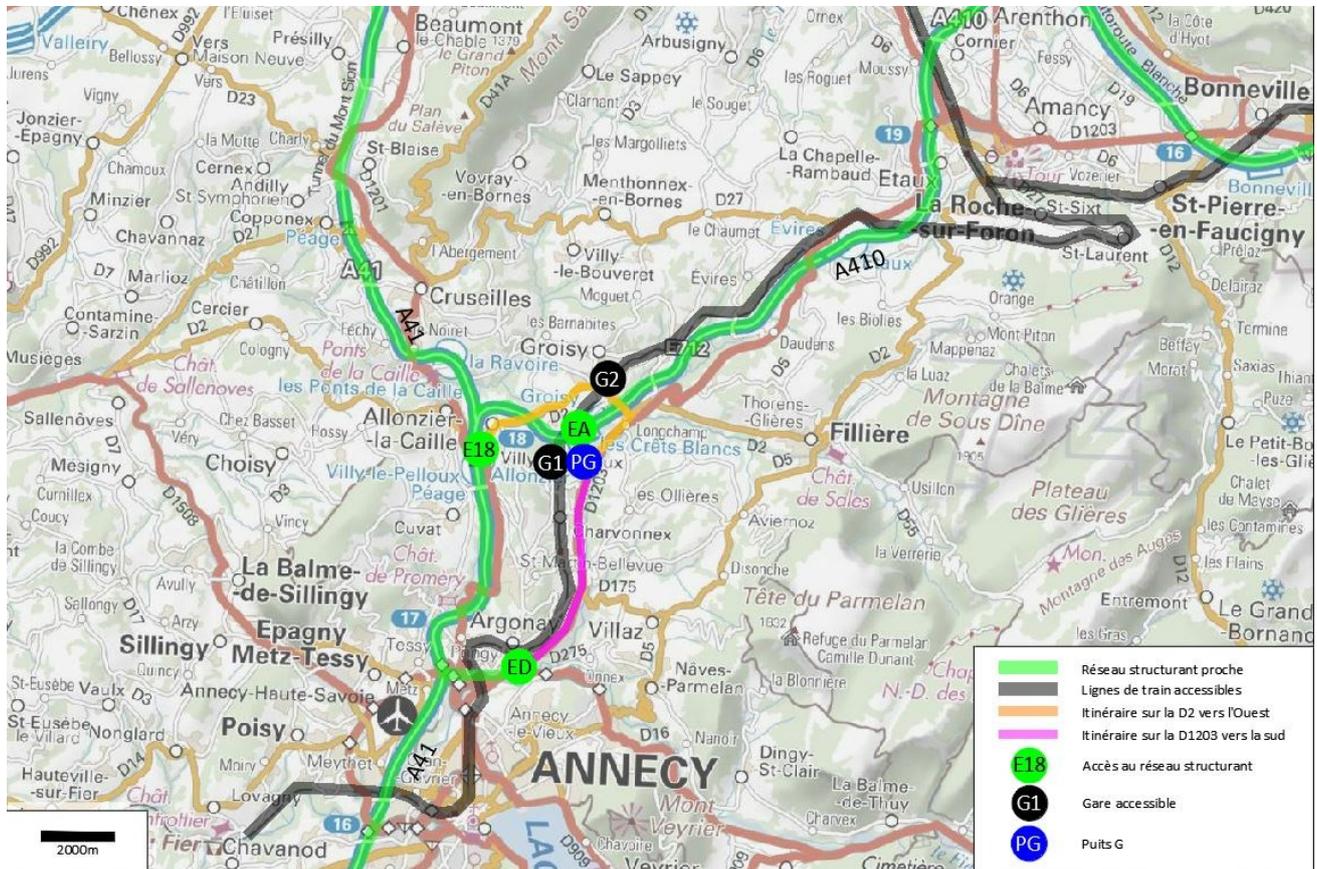


Illustration 291 : Carte d'accès au réseau routier structurant et aux voies ferrées.

Points d'intérêt de la carte du réseau structurant et des voies ferrées (Illustration 291) :

E18 : Échangeur 18 sur l'autoroute A41

EA : Aire des Crêts Blancs

ED : Début de la portion de D1203 à 70 km/h, isolée de son environnement, qui comporte des carrefours dénivelés

G1 : Embranchement à créer sur la parcelle 179.03

G2 : Gare de Groisy-Thorens-La Caille

Connexion aux voies ferrées

2 connexions sont possibles sur la voie ferrée à proximité du site PG. Ces possibilités sont :

- la création d'un embranchement sur cette ligne à l'ouest du puits G, sur la parcelle située à l'ouest du site principal (G1) ;
- la gare de Groisy-Thorens-La Caille (G2).

Gare de Groisy-Thorens-La Caille

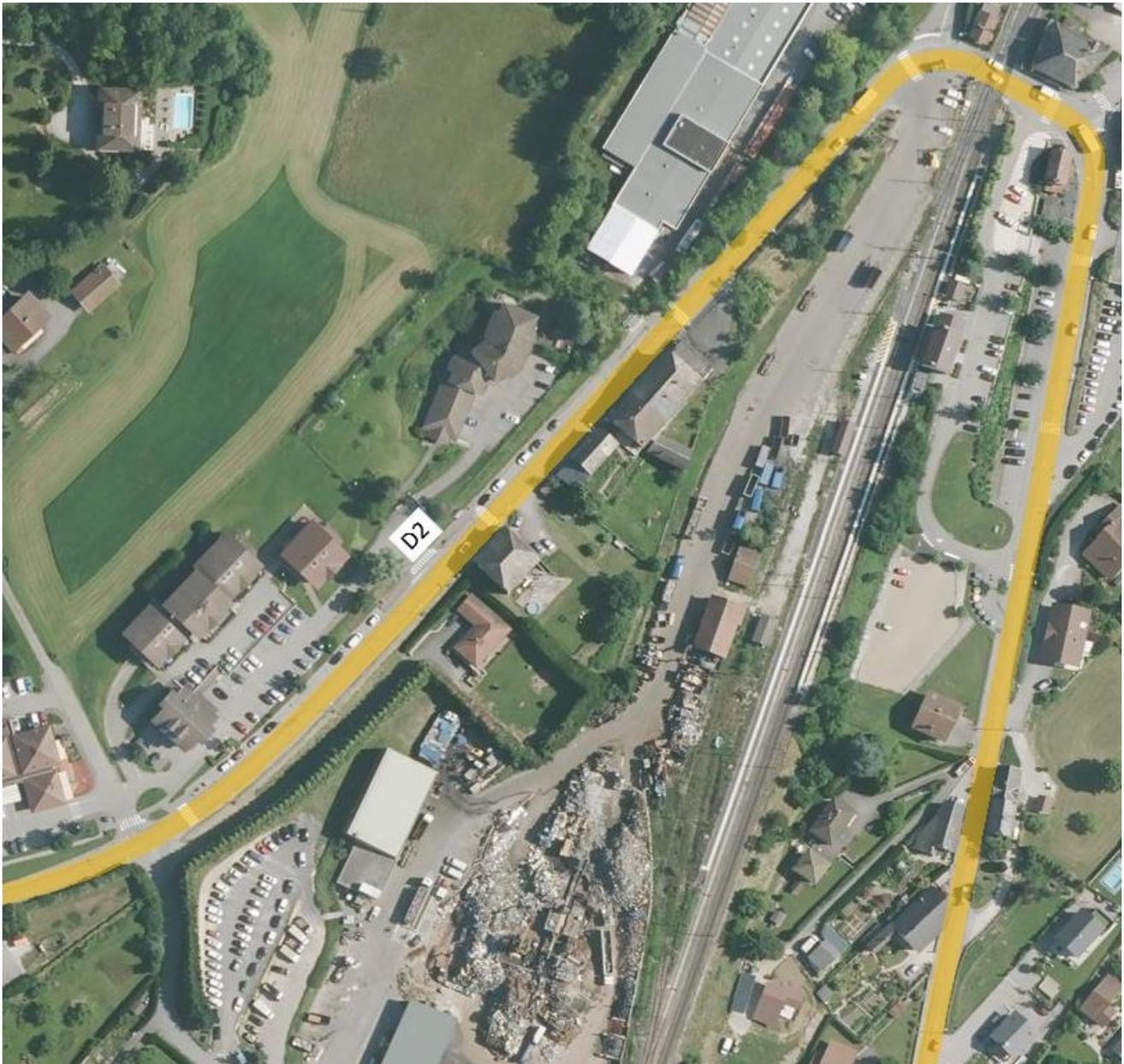


Illustration 292 : Vue aérienne de l'accès à la gare de Groisy-Thorens-La Caille. Coordonnées 46.011380, 6.175406.

La gare de Groisy (G2, Illustration 292) est située le long de la D2, qui mène également à l'échangeur 18 de l'A41. Cette route départementale ne présente pas de difficultés majeures pour les poids lourds mais traverse de longues zones habitées. Un des embranchements désaffectés situés entre le site industriel et la ligne de train pourrait être remis en état pour permettre le changement de matériaux. Des échanges avec les partenaires industriels concernés pourraient être nécessaires pour s'en assurer si cette gare était retenue. Cette gare est utilisable également pour le site PH.

Embranchement ferroviaire à créer sur la parcelle 179.03 à l'ouest du site PG

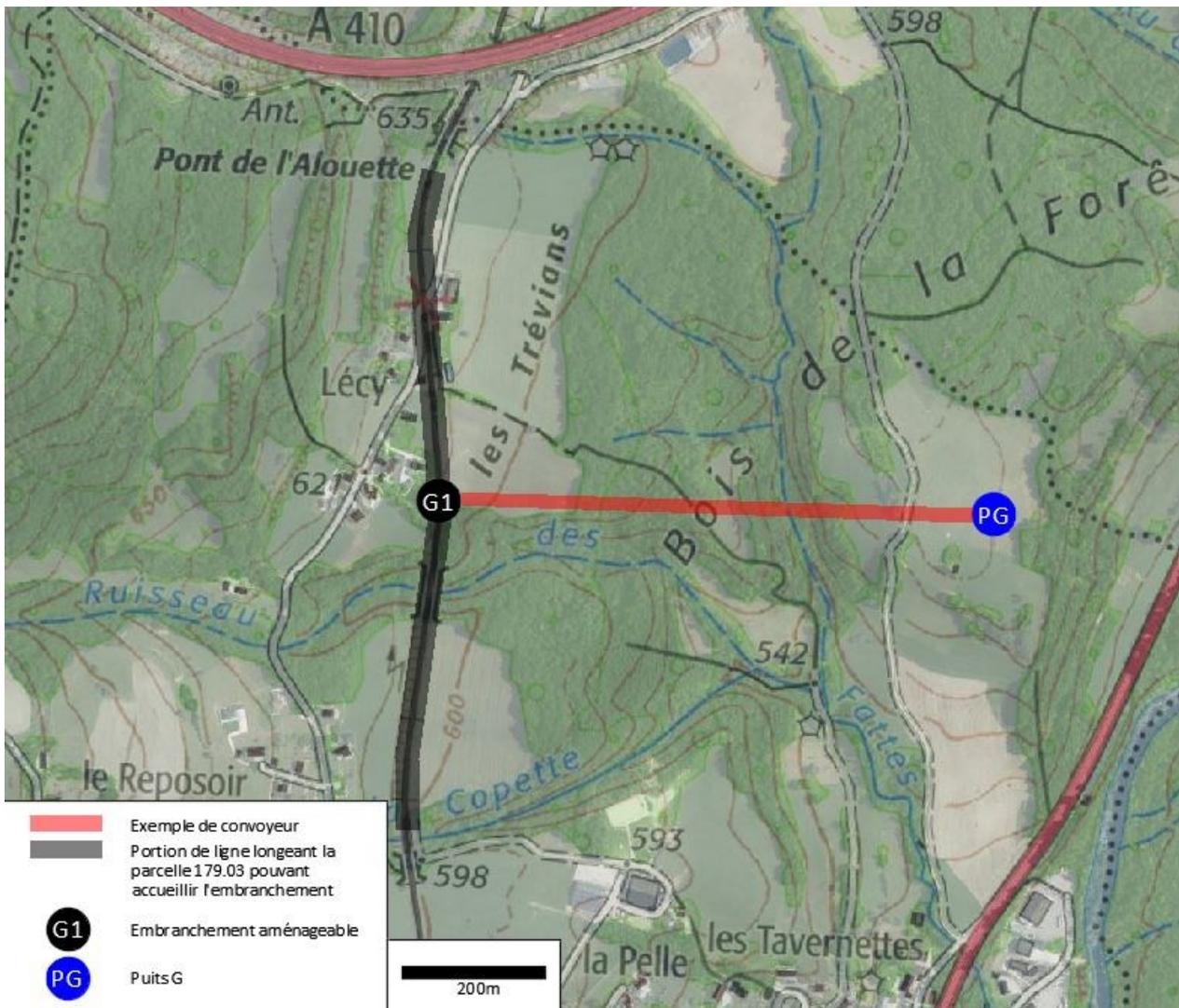


Illustration 293 : Carte de l'embranchement ferroviaire à créer pour un accès par l'ouest au site PG.

L'embranchement (Illustration 293) serait créé le long de la ligne existante dans le périmètre de la parcelle à l'ouest du site principal. Il pourrait être relié au site PG via un convoyeur d'une longueur de 800 m environ. Son tracé sur le plan est indicatif. L'emplacement du convoyeur dépendra des contraintes de relief et du point exact à relier le long de la ligne de train. L'implantation d'un convoyeur en ce lieu n'éviterait pas la création d'un accès routier vers la parcelle retenue pour les livraisons de matériel et les déplacements des employés. Des échanges avec SNCF Réseau devront examiner la faisabilité de cette création.

Connexion au réseau routier

Le réseau structurant peut être rejoint via trois accès :

- l'échangeur 18 sur l'A41 (E18)
- la D1203 à l'approche d'Annecy, après Argonay (ED)
- l'aire des Crêts Blancs (EA)

L'accès à l'échangeur 18 et à la RD1203 à Argonay sont précisés dans la partie suivante.

11.4.2. Faisabilité de la connexion à l'aire des Crêts Blancs

La faisabilité technique, juridique et financière d'accès directs aux autoroutes a fait l'objet de discussions avec l'autorité concédante, la DGITM.

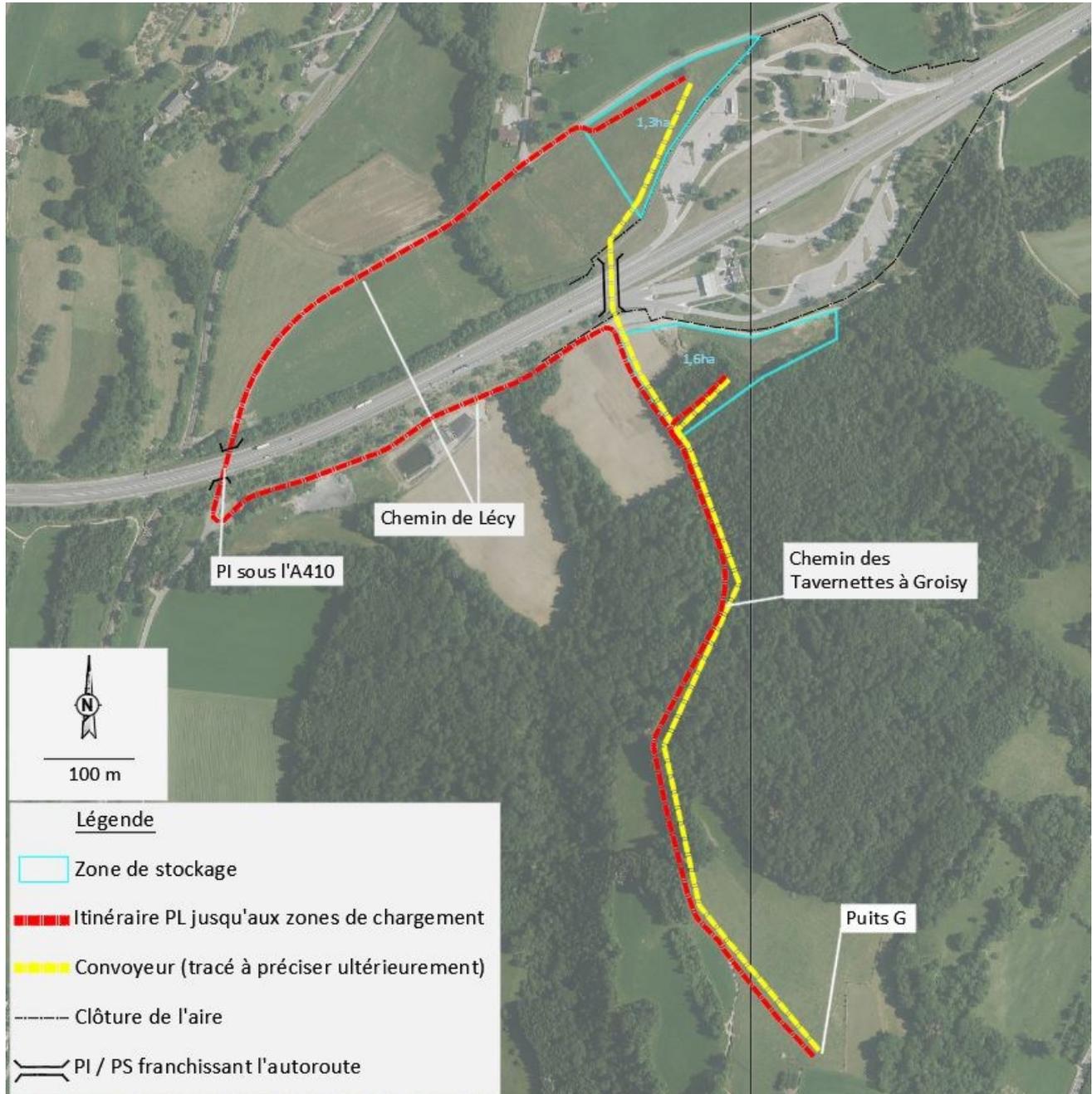


Illustration 294 : Situation de l'aire autoroutière des Crêts Blancs et de ses accès. Coordonnées 45.999476, 6.166723.

L'aire des Crêts Blancs est le point d'accès le plus proche au réseau autoroutier. L'accès est possible vers l'aire Sud (900 m) comme vers l'aire Nord (2,4 km via la route de Lécy). Les entrées et sorties des aires se font par les accès de service existants.

Crêts Blancs Nord

Cette solution privilégiée consisterait à réaliser les opérations de chargement et de déchargement des poids lourds directement sur la parcelle identifiée comme zone de stockage/chargement. Il faudrait alors que les poids lourds présents sur l'autoroute puissent emprunter un nouveau portail créé entre l'aire et la parcelle pour permettre les entrées et sorties de la parcelle et de l'aire.

Dans ce cas, les poids lourds n'emprunteraient que des voies actuellement utilisées par des poids lourds, et l'accès pourrait être réalisé dans de bonnes conditions de visibilité et de sécurité. L'emplacement proposé pour le portail est à priori le plus favorable de ce point de vue, mais il pourrait être placé à n'importe quel endroit le long du parking poids lourds.

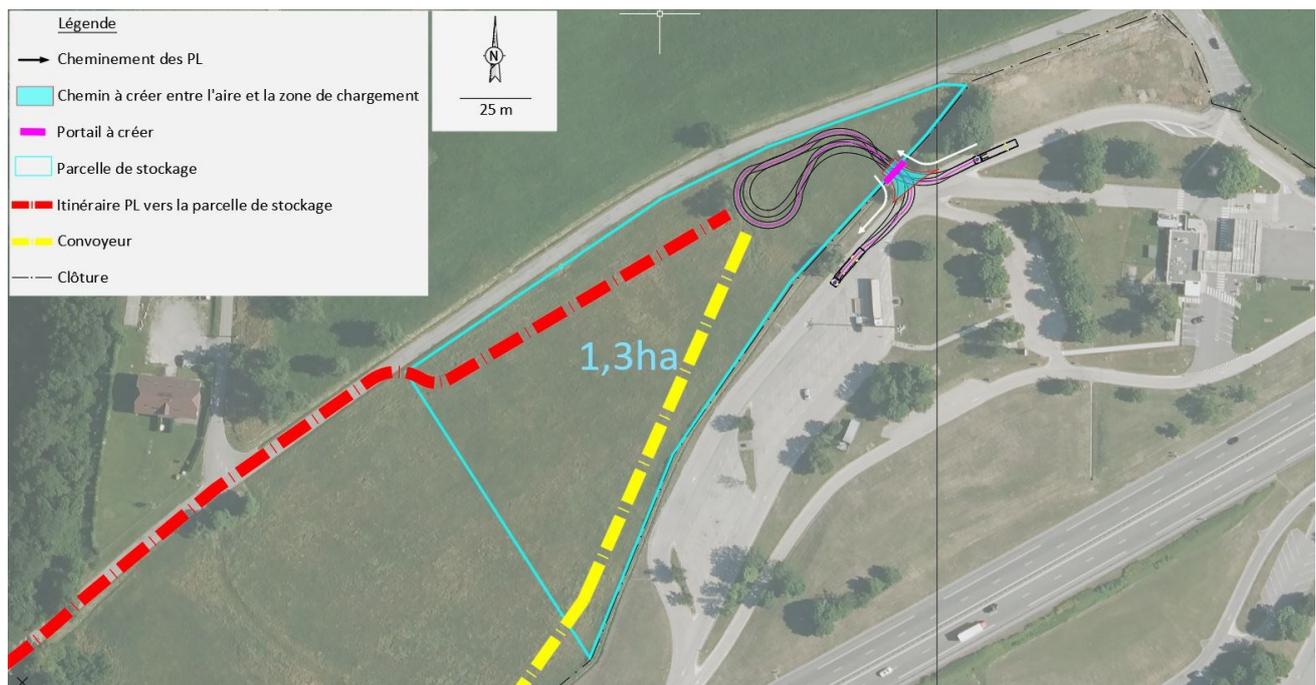


Illustration 295 : Solution privilégiée pour les Crêts Blancs Nord : chargement des poids lourds sur une parcelle à l'écart de l'aire.

Crêts Blancs Sud

Cette solution privilégiée consisterait à réaliser les opérations de chargement et de déchargement des poids lourds directement sur la parcelle identifiée comme zone de stockage/chargement. Il faudrait alors que les poids lourds présents sur l'autoroute puissent emprunter un nouveau portail à créer entre l'aire et la parcelle pour permettre les entrées et sorties de la parcelle et de l'aire. Les girations ne paraissent pas problématiques. On peut néanmoins noter que la différence de niveau entre la parcelle et l'aire est assez importante et qu'un accès en rampe est à prévoir à travers le talus existant.

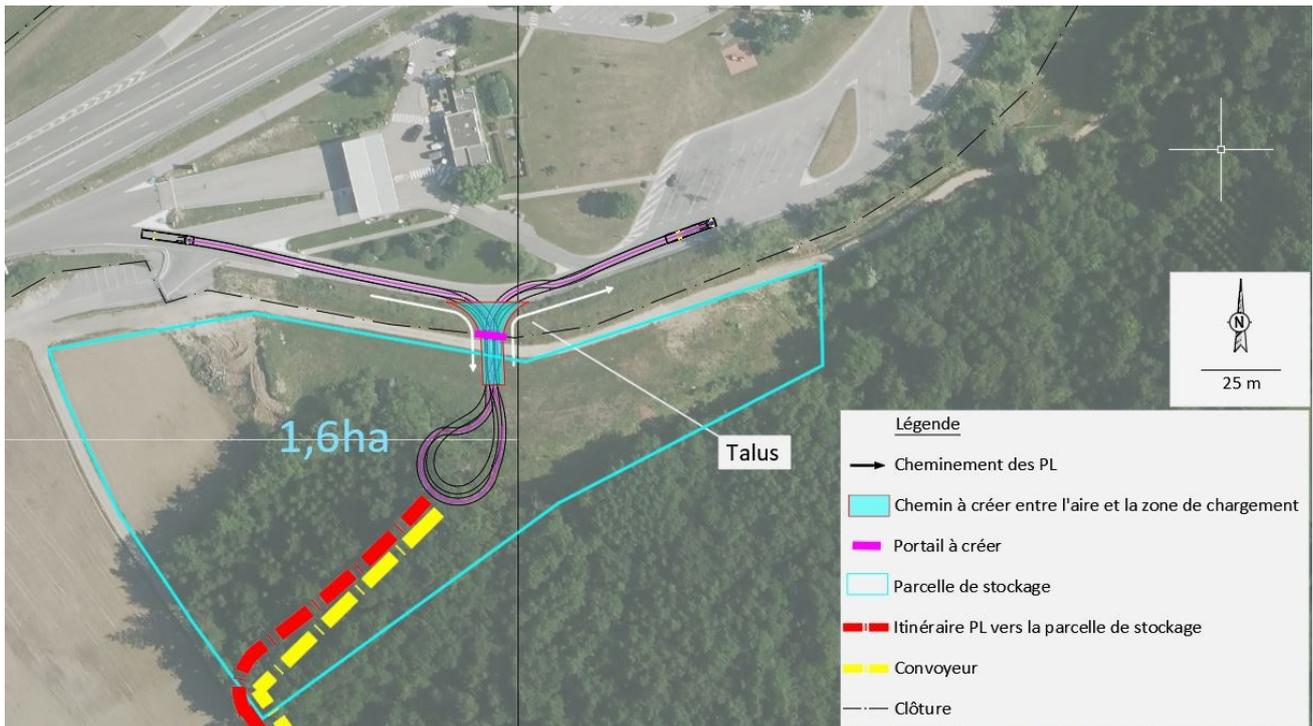


Illustration 296 : Solution privilégiée pour les Crêts Blancs Sud : chargement des poids lourds sur une parcelle à l'écart de l'aire.

11.4.3. Itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental

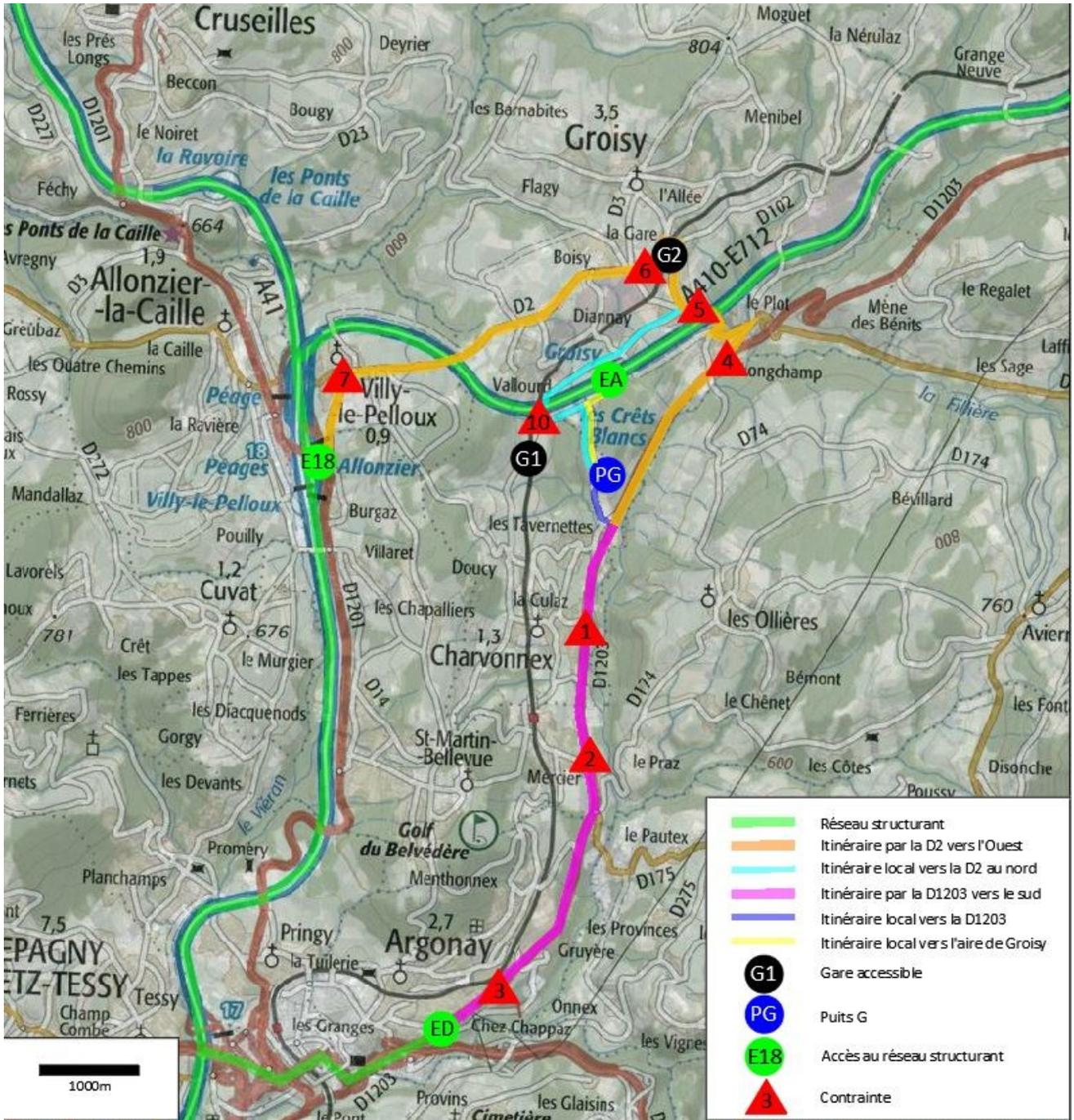


Illustration 297 : Carte des itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental.

Itinéraires vers le réseau structurant (Illustration 297) :

La RD1203 (en magenta et en orange sur la carte, contrainte 4) présente a priori des caractéristiques adaptées. Cependant, il convient de signaler trois longues traversées de villages comportant parfois des îlots centraux, apparemment franchissables.

Contrainte 1 : traversée de parties du village de Charvonnex sur 1,8 km. Présence de quelques îlots centraux ;

Contrainte 2 : traversée de parties du village de Saint-Martin-Bellevue sur 1 km. Présence de deux îlots centraux et d'un court plateau ;

Contrainte 3 : traversée de portions du village d'Argonay sur 1,5 km. Cette traversée présente un aspect plus urbain et comporte notamment un très long îlot séparant les deux sens de circulation ;

La RD2 (reste du tracé orange) présente a priori des caractéristiques adaptées. Il convient toutefois de signaler :

- des pentes importantes : 6 % sur 1,9 km entre le hameau du Plot et la gare de Groisy-Thorens-La Caille, 7 % sur 900 m entre Villy-le-Pelloux et l'échangeur 18,
- la présence de hameaux et de villages : trois traversées de villages ou de hameaux (dont 3 km dans Groisy), comportant parfois des îlots centraux.

Contrainte 4 : traversée des hameaux de Longchamp (environ vingt maisons à proximité de la RD) et du Plot (environ quinze maisons à proximité de la RD) ;

Contrainte 5 : rampe régulière à 6 % entre Le Plot et la gare de Groisy-Thorens-La Caille sur 1,9 km (Illustration 298).

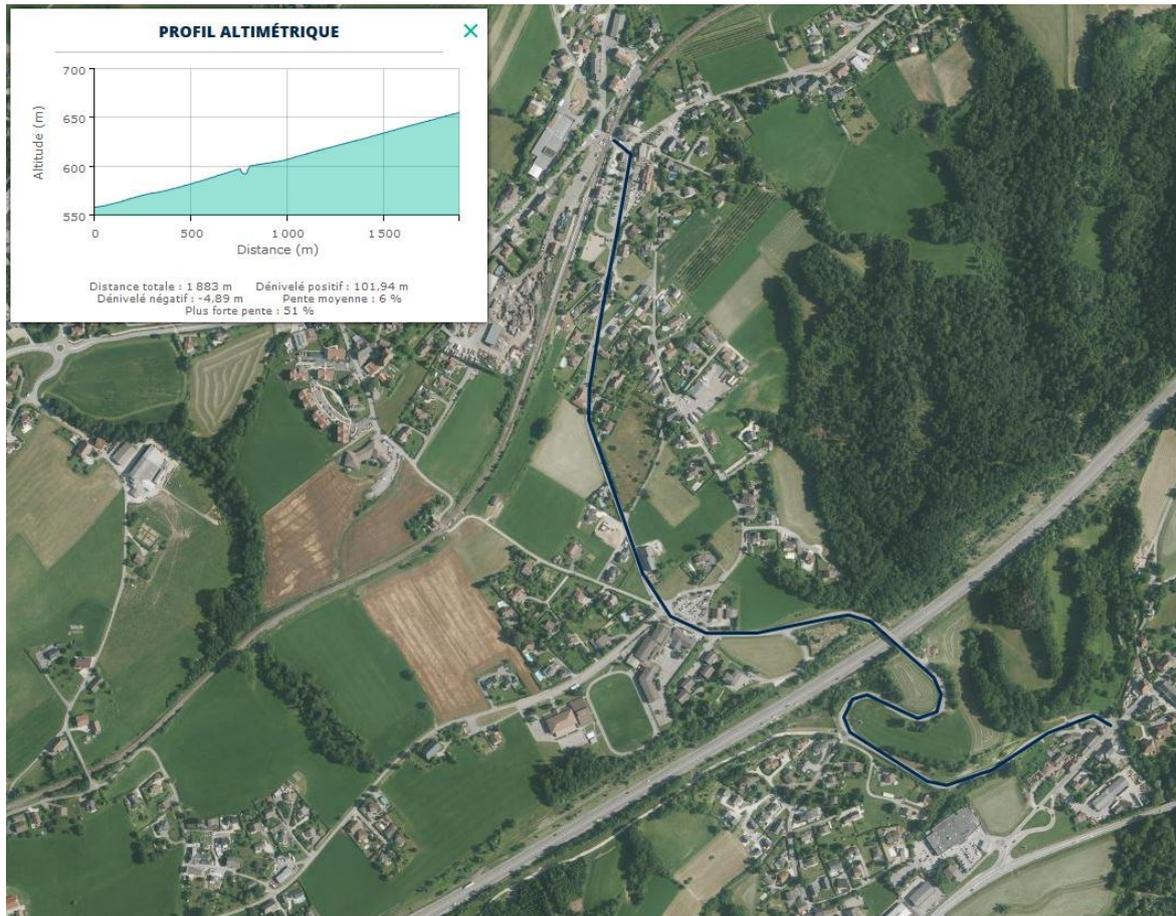


Illustration 298 : Vue aérienne et profil altimétrique de la contrainte 5. Coordonnées 46.005737, 6.178771.

Contrainte 6 : traversée du village de Groisy sur 3 km (centre-ville et divers hameaux). Petit site industriel accolé à la gare. La traversée présente quelques îlots ne gênant pas le passage des poids lourds ;

Contrainte 7 : traversée du village de Villy-le-Pelloux sur 800 m. Une pente de 900 m à 7 % commence au centre du village et mène en direction de l'échangeur 18 ;

La route de Lécy (tracé cyan) présente a priori des caractéristiques adaptées. Il convient toutefois de signaler plusieurs points :

- la présence de hameaux et de villages : plusieurs groupes d'habitations rattachés à la commune de Groisy le long de la route de Lécy ;
- une structure à vérifier étant donné le faible nombre de poids lourds y circulant actuellement ;
- la largeur de la chaussée est de 4 m entre l'aire Sud et le passage inférieur et d'environ 4,5 m à 6 m entre le passage inférieur et la D2 au nord. Sur la partie Sud, une régulation des croisements de poids lourds peut être mise en place, sachant que cette portion relie seulement l'aire, un bassin et une petite zone de stockage. Sur la partie Nord, il faudrait envisager un élargissement pour atteindre au moins 5,50 m là où la largeur de chaussée est inférieure pour faciliter les croisements au pas avec le trafic local (cf. profil en travers présentés ci-après).

Cette route passe également par l'ouvrage au gabarit inconnu détaillé en contrainte 10 dans la partie concernant l'aire des Crêts Blancs.

11.4.4. Connexion au réseau local

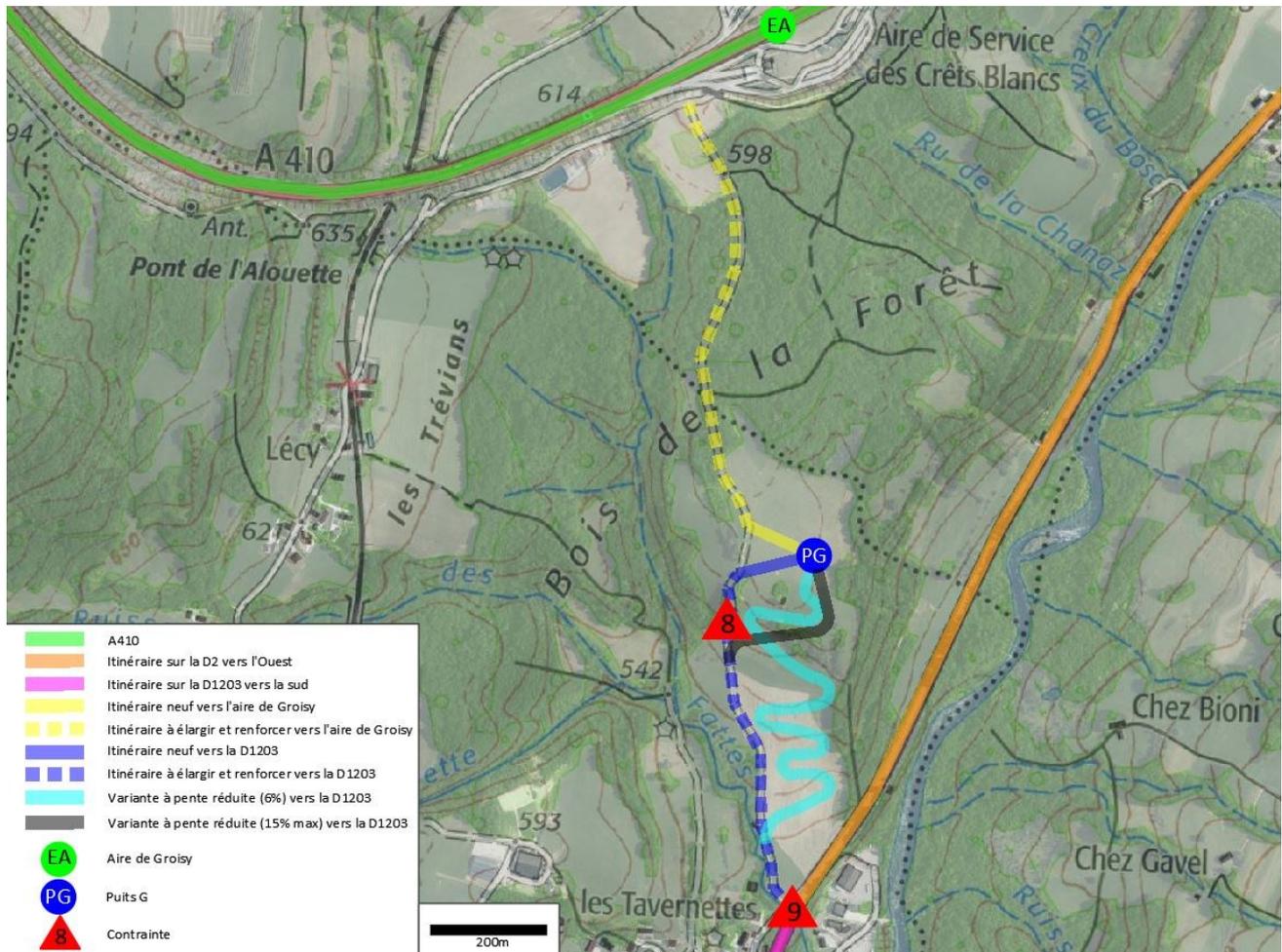


Illustration 299 : Carte de connexion routière au réseau local.

Itinéraires de connexion au réseau local (Illustration 299) :

Itinéraire jaune (vers l'aire de Groisy) : chemin forestier existant (Illustration 300)

Cet itinéraire ne présente pas de contraintes techniques particulières. Il convient d'apporter les précisions suivantes :

- longueur jusqu'à la route de Lécyc : 850 m (100 m à créer pour accéder au puits et 750 m de chemin à élargir et renforcer) ;
- profil en travers : environ 3 m, à élargir à au moins 4 m ;
- carrefours : extrémité à élargir lors de l'élargissement du chemin.

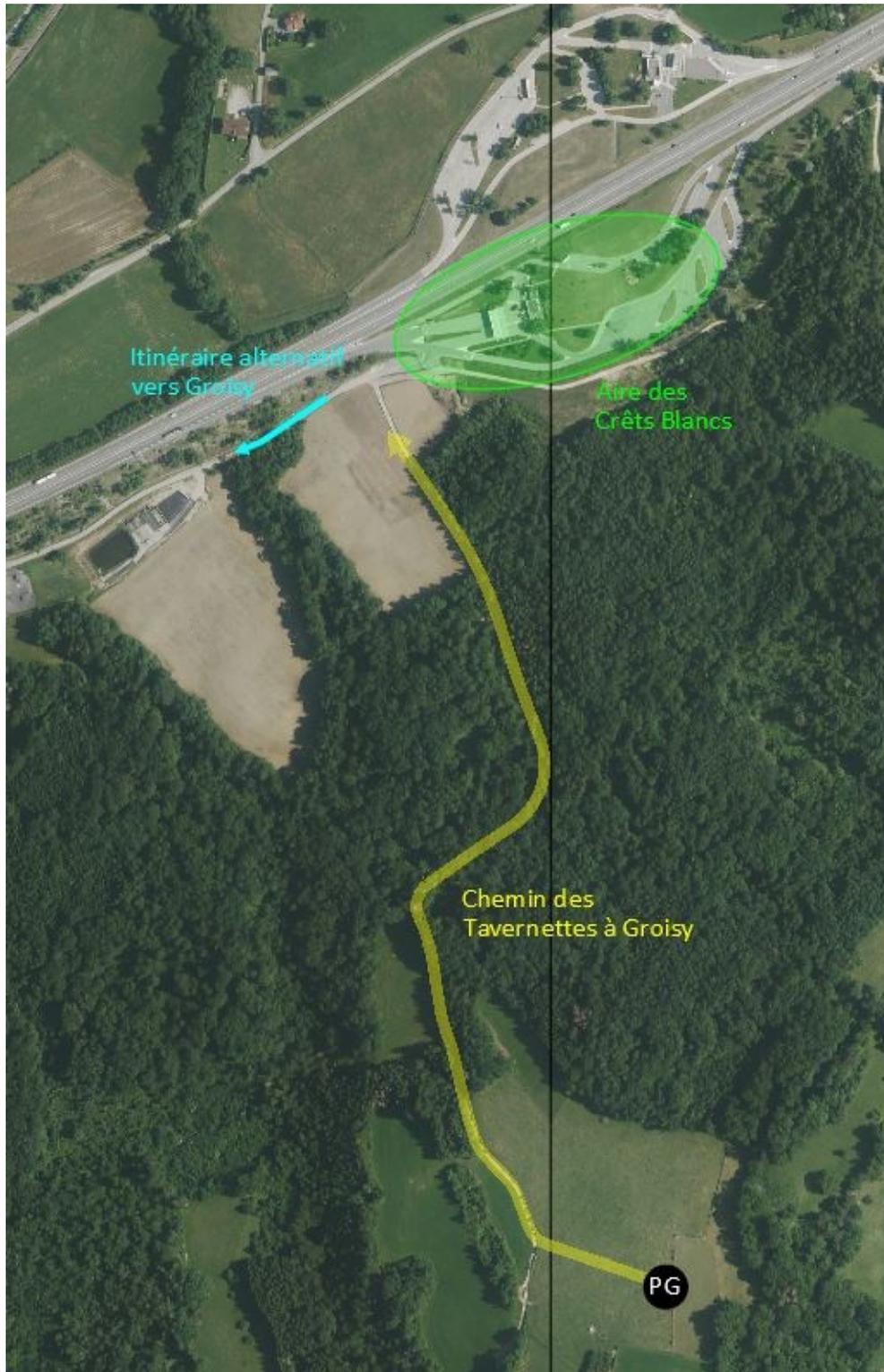


Illustration 300 : Vue aérienne et schéma d'accès vers l'autoroute par le chemin forestier.
Coordonnées 45.993844, 6.165104.

Itinéraire réutilisant le chemin existant des Tavernettes à Groisy (vers la RD1203, Illustration 301 et Illustration 302)



Illustration 301 : Chemin des Tavernettes (chemin forestier), vue vers le Nord. Coordonnées 45.995323, 6.165502.

La principale contrainte provient de la pente très forte (17,6 %, Illustration 303). Il convient d'apporter les précisions suivantes :

- longueur jusqu'à la RD1203 : 750 m (100 m à créer pour accéder au puits et 650 m de chemin à élargir et renforcer) ;
- profil en travers : environ 3 m, à élargir à au moins 4 m ;
- pente très forte : pente maximale à 17,6 %. Il est possible de réduire la pente à 11 % en conservant le tracé du chemin existant, mais avec de forts déblais (plus de 10 m). L'emprise serait fortement amoindrie par rapport à la solution d'une route en lacets. Dans les deux cas, la pente est trop forte pour le transport de matériaux ;
- Carrefours : double carrefour d'extrémité à réaménager ;
- Coût estimé : 0,77 M€ HT.



Illustration 302 : Vue aérienne et schéma d'accès par le chemin des Tavernettes à Groisy.

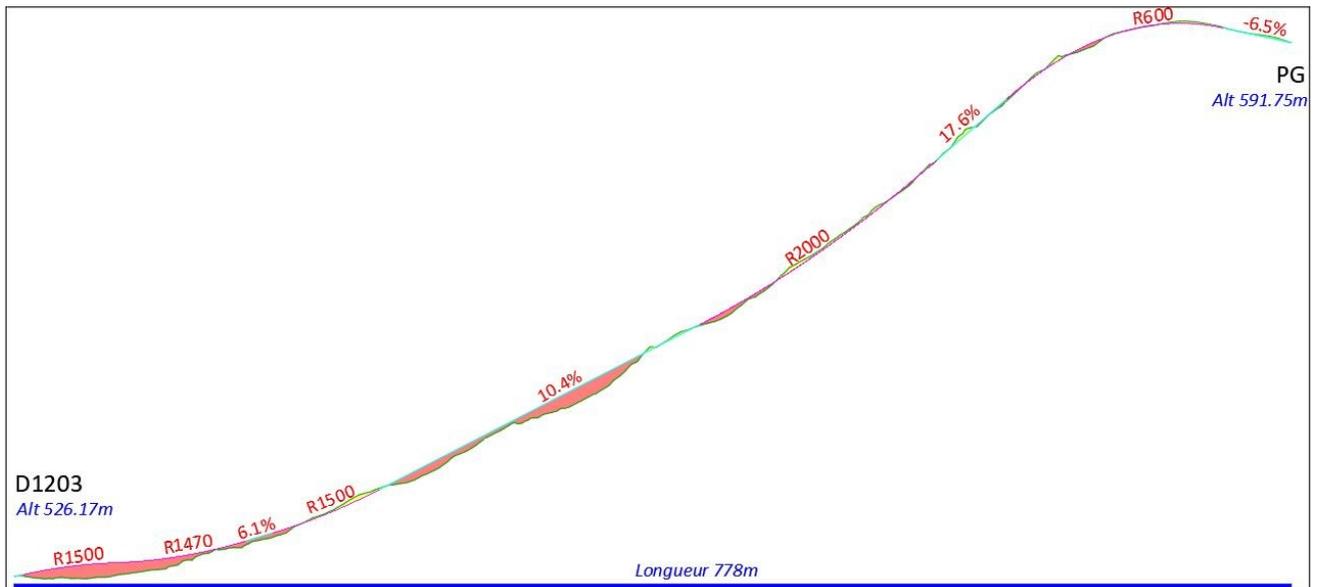
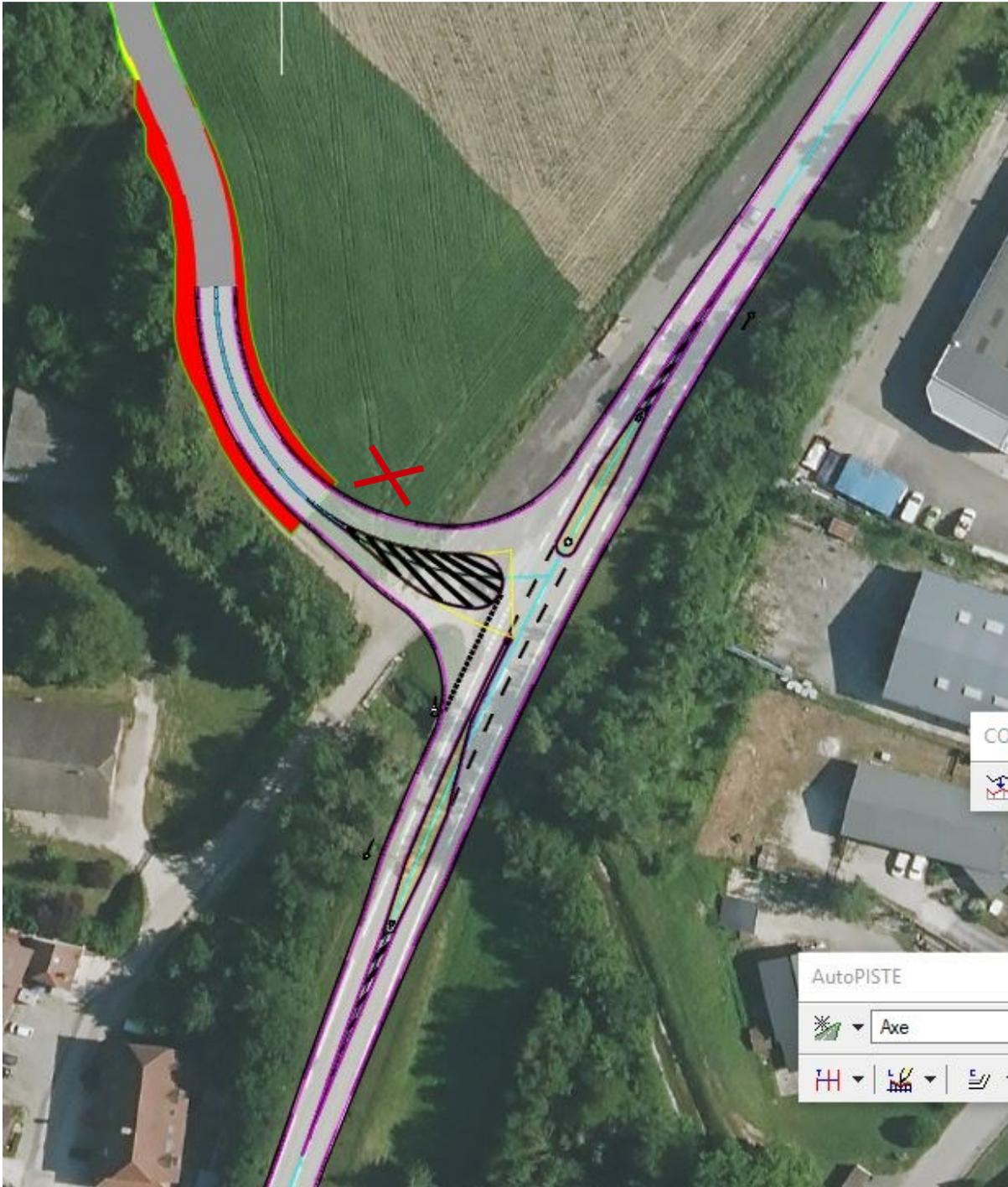


Illustration 303 : Contrainte 8 : profil altimétrique entre la D1203 et le site PG.



Illustration 304 : Exemple d'un convoi de camions tireurs-pousseurs.

Cette solution, qui emprunte le chemin des Tavernettes, à Groisy, pour se rapprocher le plus possible du site PG, semble à écarter pour les transports de matériaux et de matériel sauf s'il est envisageable d'utiliser des tireurs-pousseurs (Illustration 304). Cette solution semble envisageable pour un accès destiné aux véhicules légers.



*Illustration 305 : Contrainte 9 : double carrefour existant, probablement à réaménager.
Coordonnées 45.985411, 6.166782.*

Carrefour de connexion à la RD :

- à traiter à priori en carrefour plan avec un tourne-à-gauche ;
- mise en impasse de la route des Tavernettes au sud-ouest à l'emplacement de la croix rouge sur l'illustration 305 (accès au hameau possible par le sud).

Ce carrefour est à traiter de la même manière pour tous les itinéraires qui mènent à la RD1203.

Itinéraire cyan (vers la RD1203)

Ce tracé permet de réduire la pente à 6,5 %, au prix d'un allongement important de la portion de route neuve à créer (Illustration 306). Les contraintes de chantier devront orienter l'inclinaison des pentes souhaitée. Dans l'hypothèse d'une pente à environ 6,5 %, les caractéristiques sont les suivantes :

- longueur jusqu'à la RD1203 : 1 200 m (1 000 m à créer pour accéder au puits et 200 m de chemin à élargir et renforcer) ;
- axe en plan : nombreuses épingles d'un rayon de 20 m au minimum, surlargeurs à prévoir en courbe ;
- pentes remarquables : pente à 6,5 % sur 1 000 m (suivie par 100 m à 7 % côté Sud) ;
- coût estimé à 1,35 M€ HT.

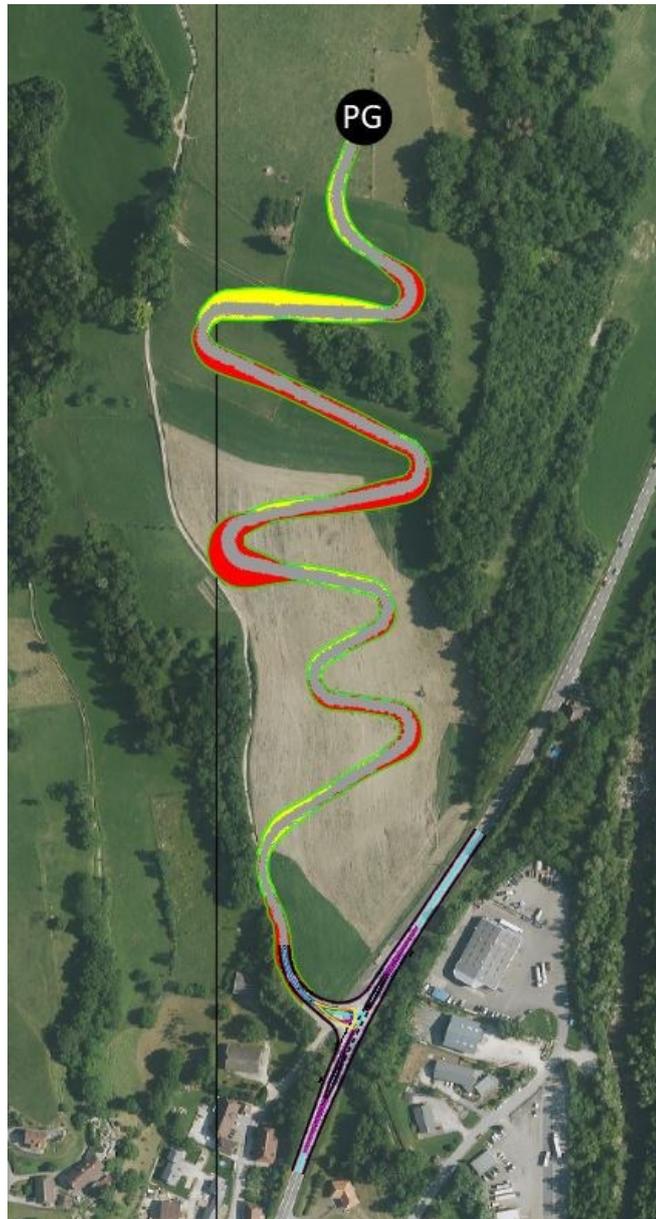


Illustration 306 : Tracé non retenu (trop d'impacts).

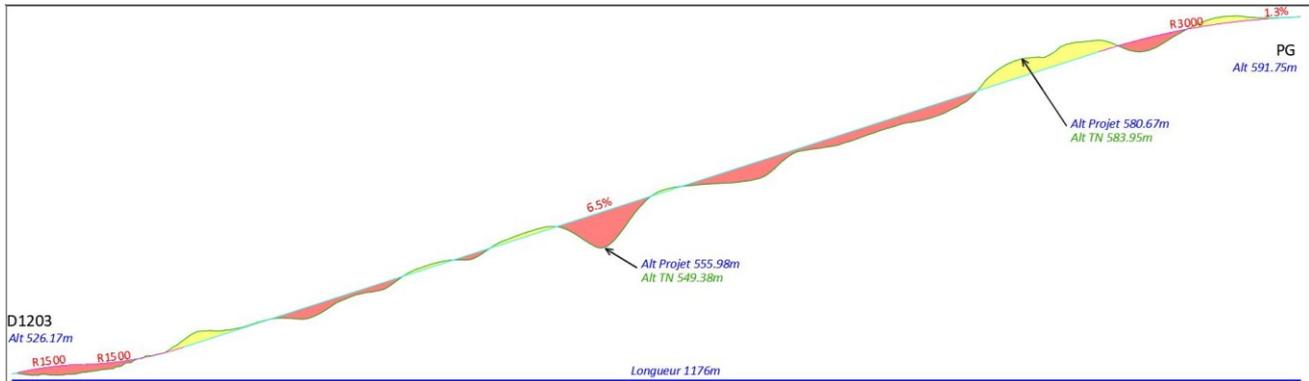


Illustration 307 : Profil altimétrique entre la D1203 et le site PG pour l'itinéraire cyan (rejeté).

Cette variante est a priori peu réaliste, plus longue, bien plus consommatrice d'espace, et comporte des remblais parfois importants (7 m au maximum, voir Illustration 307).

Itinéraire noir (vers la RD1203, Illustration 308)

Ce tracé est une variante intermédiaire entre les deux précédentes et permet de réduire la **pen**te à 15 % tout en limitant la consommation d'espace en conservant le tracé du chemin des Tavernettes, à Groisy, sur la distance la plus longue possible.

Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- longueur jusqu'à la RD1203 : 750 m (300 m à créer pour accéder au puits et 450 m de chemin à élargir et renforcer) ;
- axe en plan : rayon minimum de 25 m des virages, surlargeurs à prévoir en courbe ;
- pentes remarquables : pente maximale à 15 % sur 100 m (Illustration 309) ;
- coût estimé à 0,81 M€ HT ;
- à part le chemin sud-nord remontant le long de la RD1203, l'ensemble de cet accès se situe sur la parcelle envisagée pour le site principal.

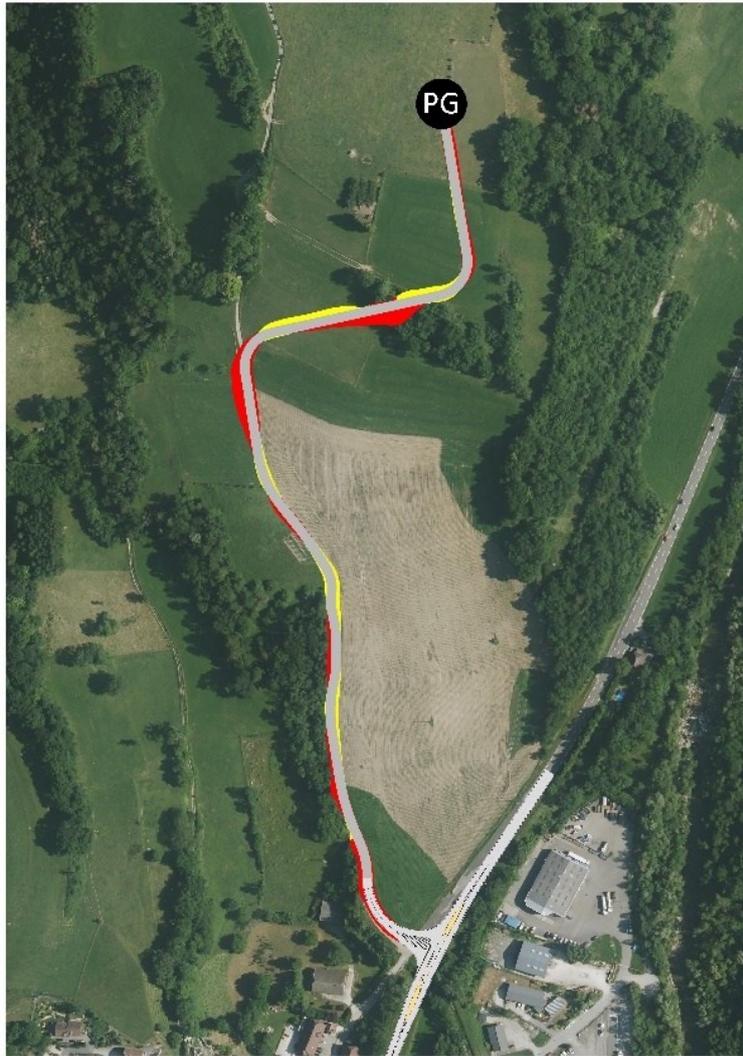


Illustration 308 : Vue aérienne de l'itinéraire noir.

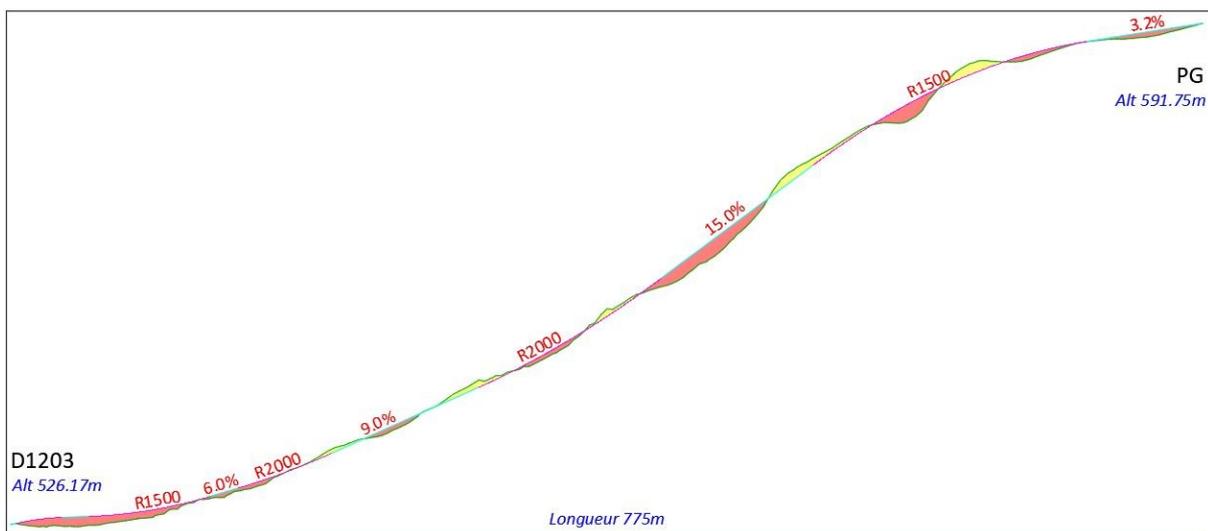


Illustration 309 : Profil altimétrique de l'itinéraire noir entre la D1203 et le site PG.

Profils en travers à prévoir sur les portions à créer ou à élargir

Sur les routes neuves, le profil en travers à créer est de 4 m de chaussée avec des accotements de 2 x 50 cm (Illustration 310). Les poids lourds ne peuvent pas s'y croiser mais l'application de consignes peut éviter ces situations.

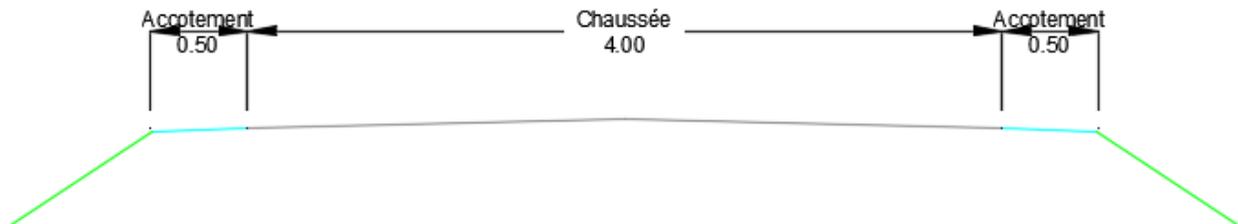


Illustration 310: Schéma de profil en travers sur les routes à créer.

Sur les routes à élargir, le profil minimum à retenir est de 2 x 2,75 m de chaussée et 2 x 50 cm d'accotement roulant (Illustration 311). Ce profil permet à deux poids lourds de se croiser au pas. Dans les virages, des surlargeurs sont à prévoir. Il faudra ajouter des surlargeurs adaptées dans les virages serrés pour faciliter les girations de poids lourds.

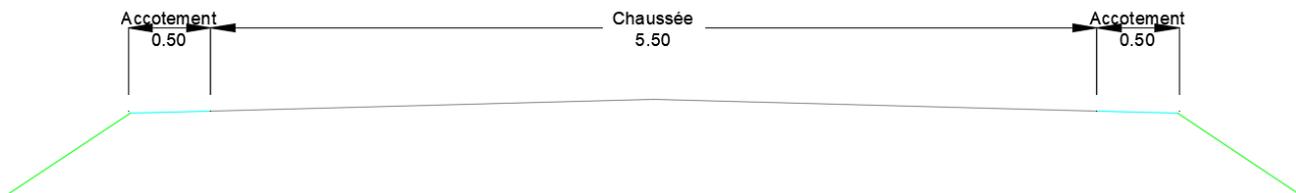


Illustration 311 : Schéma de profil en travers sur les routes à élargir.

11.5. SYNTHÈSE POUR LE SITE PG

Le site PG se situe sur les communes de Groisy et de Charvonnex, le long de la RD1203, sur un terrain en pente et dans un environnement architectural hétérogène. Une nouvelle implantation paraît envisageable et pourrait donner de la cohérence au secteur.

Sur le plan environnemental, on note la présence d'un espace boisé classé sur l'une des parcelles, à Groisy. Les divers secteurs envisagés sont principalement agricoles.

Les accès aux réseaux structurants sont aisés par la RD1203.

La connexion à l'aire autoroutière des Crêts Blancs a fait l'objet d'un examen avec l'autorité concédante, la DGITM. Les connexions Nord et Sud sont envisageables.

La création d'un embranchement ferroviaire semble envisageable mais devra faire l'objet d'une étude approfondie avec les services compétents.

12. SITE PH – CERCIER ou MARLIOZ (HAUTE-SAVOIE, FRANCE)

Le chapitre 12 présente de manière détaillée l'environnement d'implantation du site PH Cercier ou Marlioz. La description du site et de son environnement est suivie de l'analyse urbanistique et paysagère, de l'analyse environnementale (contraintes actuelles) et de l'analyse des accès, notamment des connexions aux réseaux ferré, routier et autoroutier.

Le périmètre du site de surface présenté dans ce chapitre est une ébauche conceptuelle et ne correspond pas nécessairement au périmètre précis tel qu'envisagé actuellement. La section 15.8 présente la dernière version de ce périmètre en détail.

12.1. DESCRIPTION

Le point théorique est situé sur la commune de Marlioz dans une zone mixte de forêt et d'espace agricole. Ce site technique peut être déplacé de 800 m environ, par exemple sur la commune de Cercier en bordure de la RD2, dans le département de la Haute-Savoie (Illustration 312).

Le site est situé dans un secteur rural et préservé, caractérisé principalement par la présence de zones agricoles et boisées et un habitat dispersé. Le secteur est à l'écart des grands axes de circulation. Les activités économiques se sont peu développées sur ce territoire.

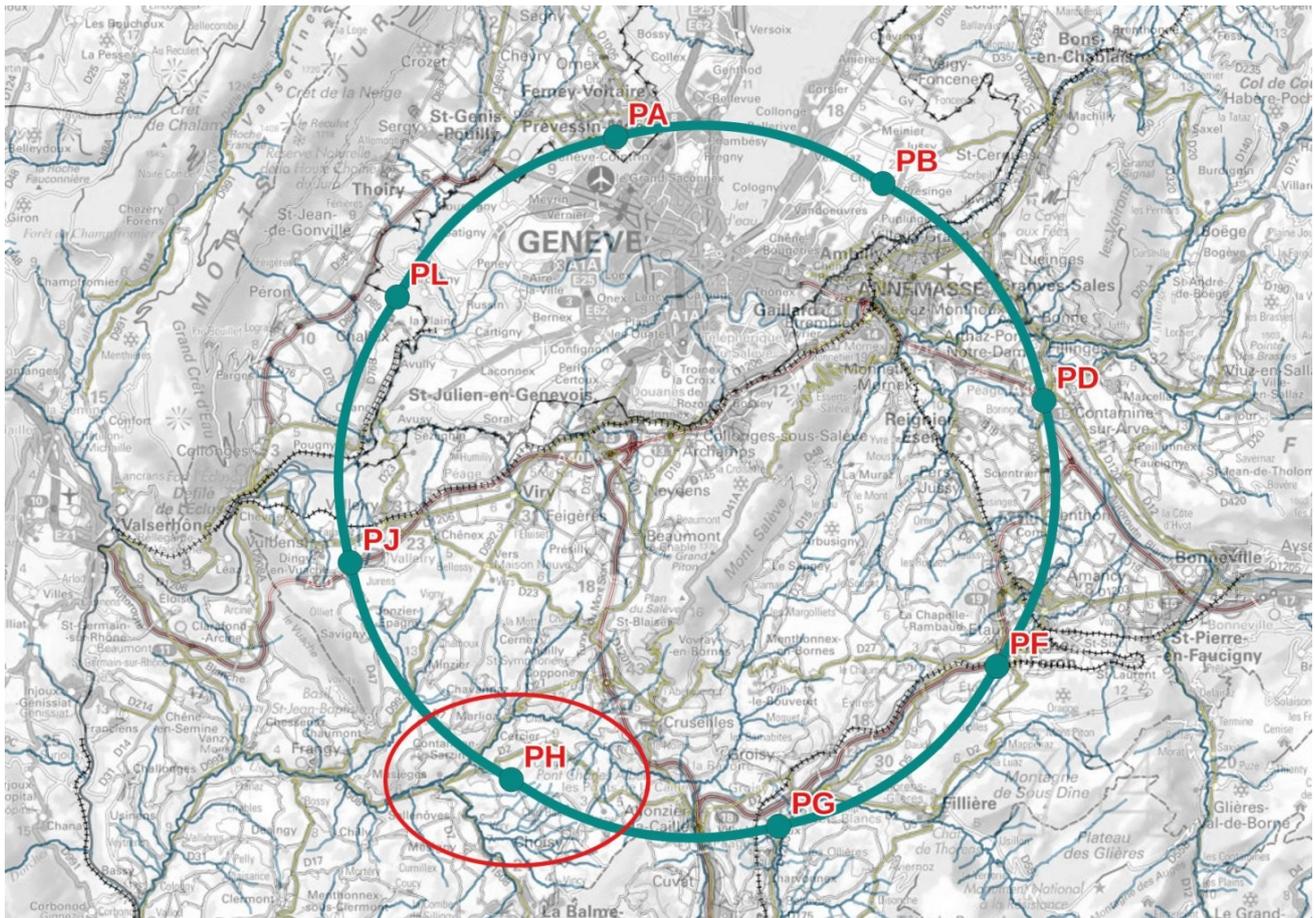


Illustration 312 : Carte de situation du site PH.

Les coordonnées WGS84 du point théorique sont :

- Latitude : 46.0146646° N,
- Longitude : 6.0309816° E.

L'élévation est de 559 m. La profondeur du puits est de 235 m.

Le site PH est un site technique, situé sur le point théorique. Il est à noter qu'une recherche d'optimisation de l'emplacement, au nord-ouest, a été étudiée mais que cet emplacement comporte également des contraintes. S'agissant d'un site de radiofréquence, le puits déplacé doit rester sur le tracé. Les coordonnées de l'emplacement indicatif sont les suivantes :

- Latitude : 46.016411,
- Longitude : 6.019875.

Les parcelles envisagées sont les suivantes (Illustration 313) :

- zone nominale au sud-est : 3,4 ha environ,
- zone analysée initialement au nord-ouest : 4,8 ha environ.

La liste des parcelles cadastrales concernées figure dans l'annexe 16.3.

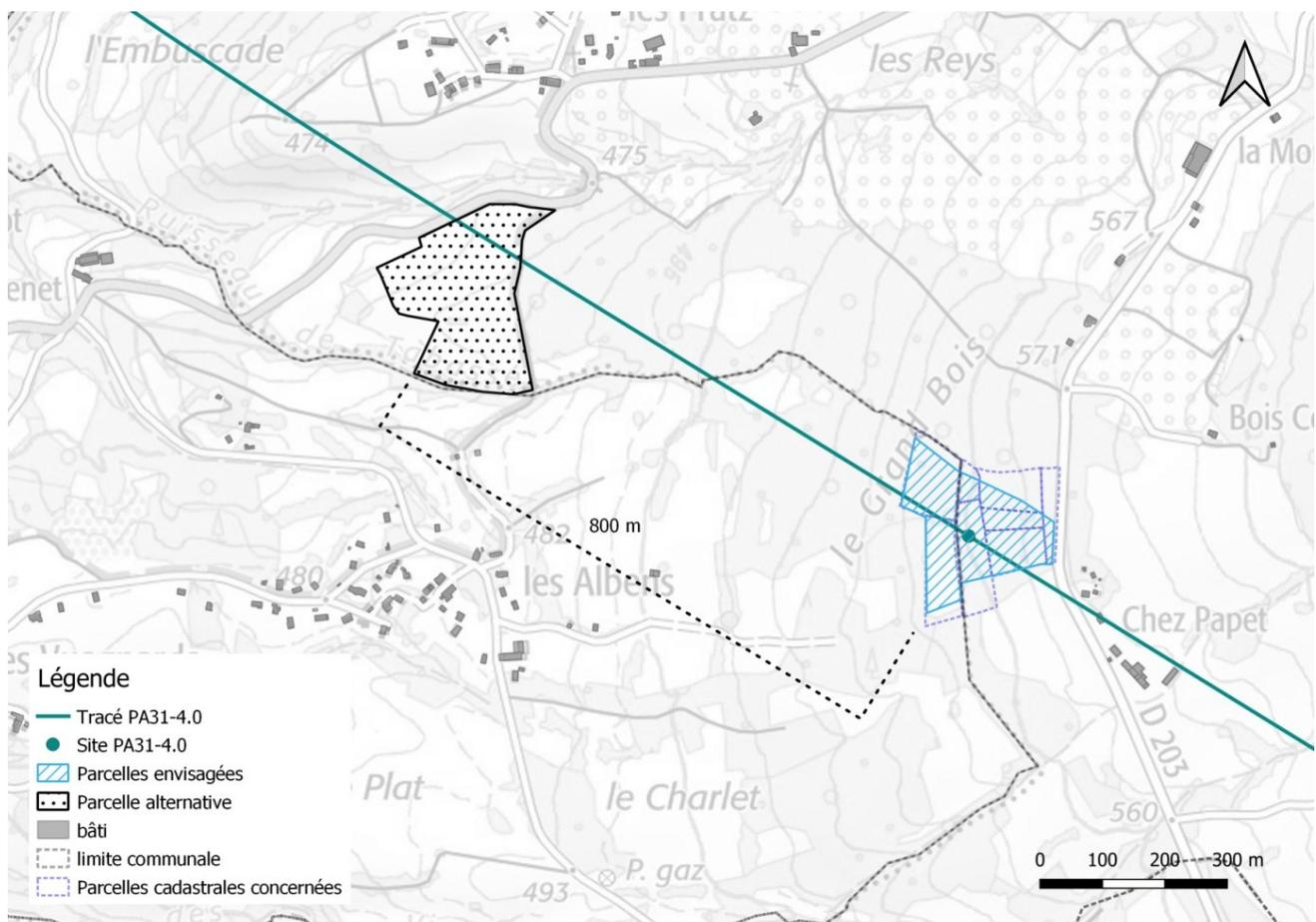


Illustration 313 : Carte de la parcelle envisagée au site PH (décembre 2023).

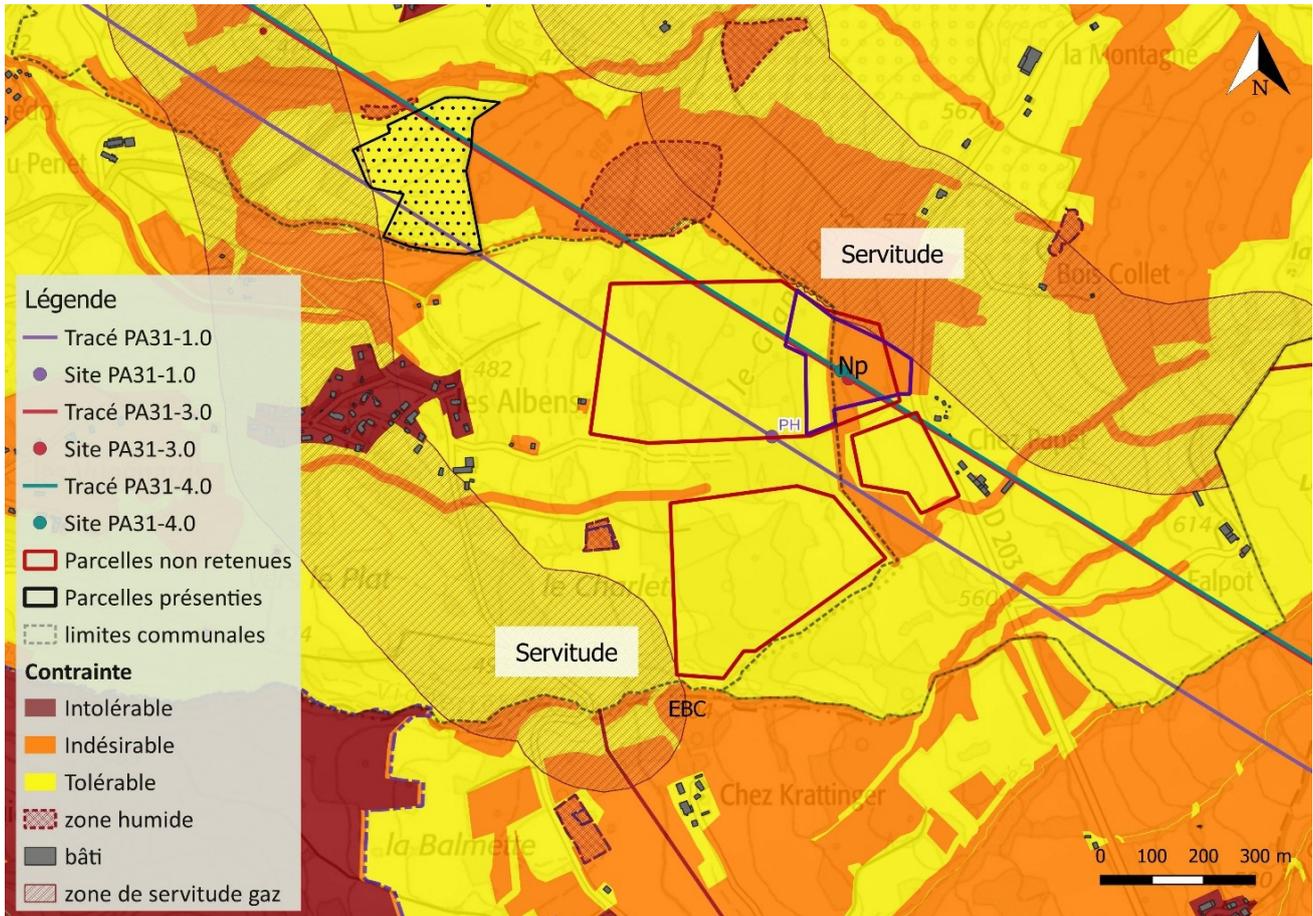


Illustration 314: Carte des contraintes environnementales autour du site PH.



Illustration 315: L'emplacement proposé se situe au sud, au voisinage du point théorique de la version PA31-1.0. La démarche ERC a conduit à l'étude d'un autre scénario, avec un emplacement au nord-ouest, mais il comporte aussi des contraintes. Le point de la version PA31-4.0 se trouve à 190 m plus au nord-est. Il évite les effets sur l'espace agricole et reste entièrement dans la forêt.

L'approche ERC s'est attachée à examiner les différentes configurations d'implantation possibles pour éviter au maximum les impacts.

L'implantation envisagée au point théorique semble adaptée mais elle présente encore deux inconvénients : la difficulté d'accès et la nécessité de défricher. La contrainte que représente la présence de la forêt est tolérable (zone de contrainte jaune). En revanche, la question de l'accès mérite réflexion car cet accès devrait s'effectuer à travers un petit village à l'ouest ou un hameau à l'est (possibilité de nuisances pour les habitations voisines). La création d'une voie d'accès à la route départementale la plus proche entraînerait probablement des nuisances pour les résidences voisines en raison de l'augmentation de la circulation due au chantier. Enfin, au moins deux agriculteurs seraient touchés par la création du site dans le scénario PA31-1.0, l'un du fait de l'utilisation de terrains nécessaires pour le site, l'autre en raison de la nécessité de créer une route d'accès. Le scénario PA31-4.0 optimisé évite ces inconvénients.

Dans le cadre de la démarche ERC, d'autres possibilités d'implantation ont été examinées pour chercher à résorber ces deux contraintes. Le site technique pour les systèmes radiofréquence peut être déplacé dans certaines limites. Un déplacement d'environ 800 m dans le sens des aiguilles d'une montre le long de l'anneau semble plus favorable s'agissant des accès car le nouvel emplacement est situé sur la route départementale RD2 et les accès éviteraient ainsi les hameaux. En outre, cet emplacement est plus proche d'une ligne à haute tension de 400 kV (voir Illustration 133). En revanche, cette implantation mobilise un terrain agricole, ce qui constitue une contrainte forte. Finalement, l'emplacement original, avec un léger déplacement vers le nord-est, est retenu comme la meilleure option dans le scénario de référence PA31-4.0.

Le choix final de l'emplacement du site a également pris en considération les avantages et les inconvénients de ce déplacement pour l'implantation territoriale, les impacts pour le génie civil et les équipements techniques, ainsi que les effets sur la performance scientifique.

Les **caractéristiques et contraintes** du site envisagé (au sud, à proximité du site théorique) sont les suivantes :

- terrain au droit du site nominal relativement plat ;
- défrichement de forêt non protégée limitant l'impact sur les surfaces agricoles ;
- proximité de la RD203 et évitement de la commune par la création d'accès à la RD203 à l'est.

Les principales **opportunités** offertes par le site sont les suivantes (Illustration 316) :

- proximité de la RD203 ;
- des stations de traitement d'eau semblent présentes non loin et devront faire l'objet d'une analyse. En particulier, une station de pompage, route de Chantepoulet (coordonnées 46.023619, 6.025453), se trouve à proximité, pour laquelle une possibilité de synergie avec le site PH pourrait être examinée en détail ;
- tourisme : une ferme pédagogique et un centre équestre se trouvent à proximité ;
- réalisation d'une étude à envisager, concernant la mise à disposition de l'eau industrielle résiduelle des systèmes de refroidissement pour l'arboriculture ;
- possibilité de développement d'activités nécessitant l'utilisation de chaleur en lien avec la fourniture de chaleur résiduelle (par exemple, aquaponie, séchage de bois) ;
- reboisement des friches non exploitées dans la forêt (friches à identifier).

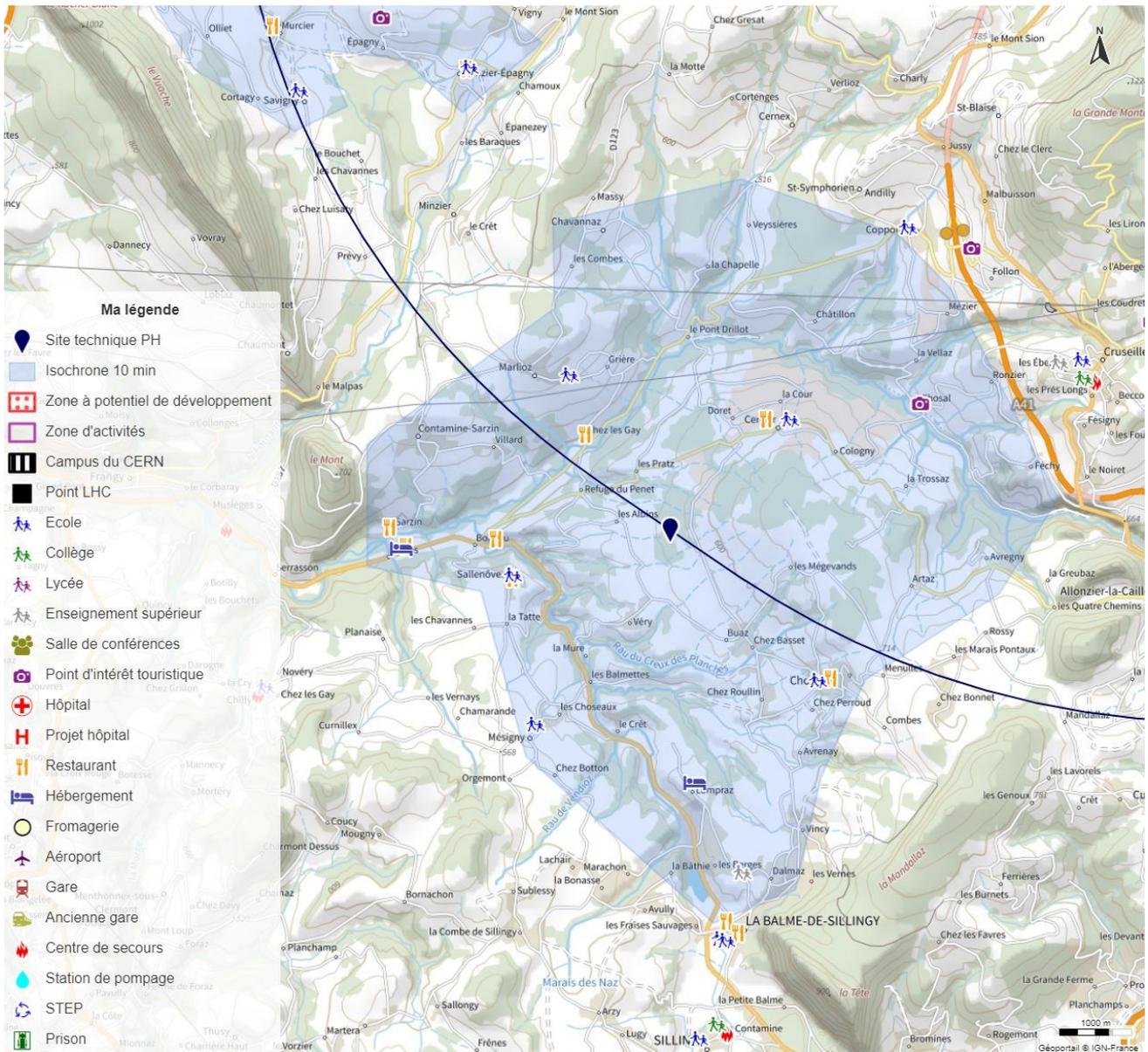


Illustration 316 : Carte d'ensemble des opportunités principales du site PH.

Foncier

Toutes les parcelles sont privées (Illustration 317).

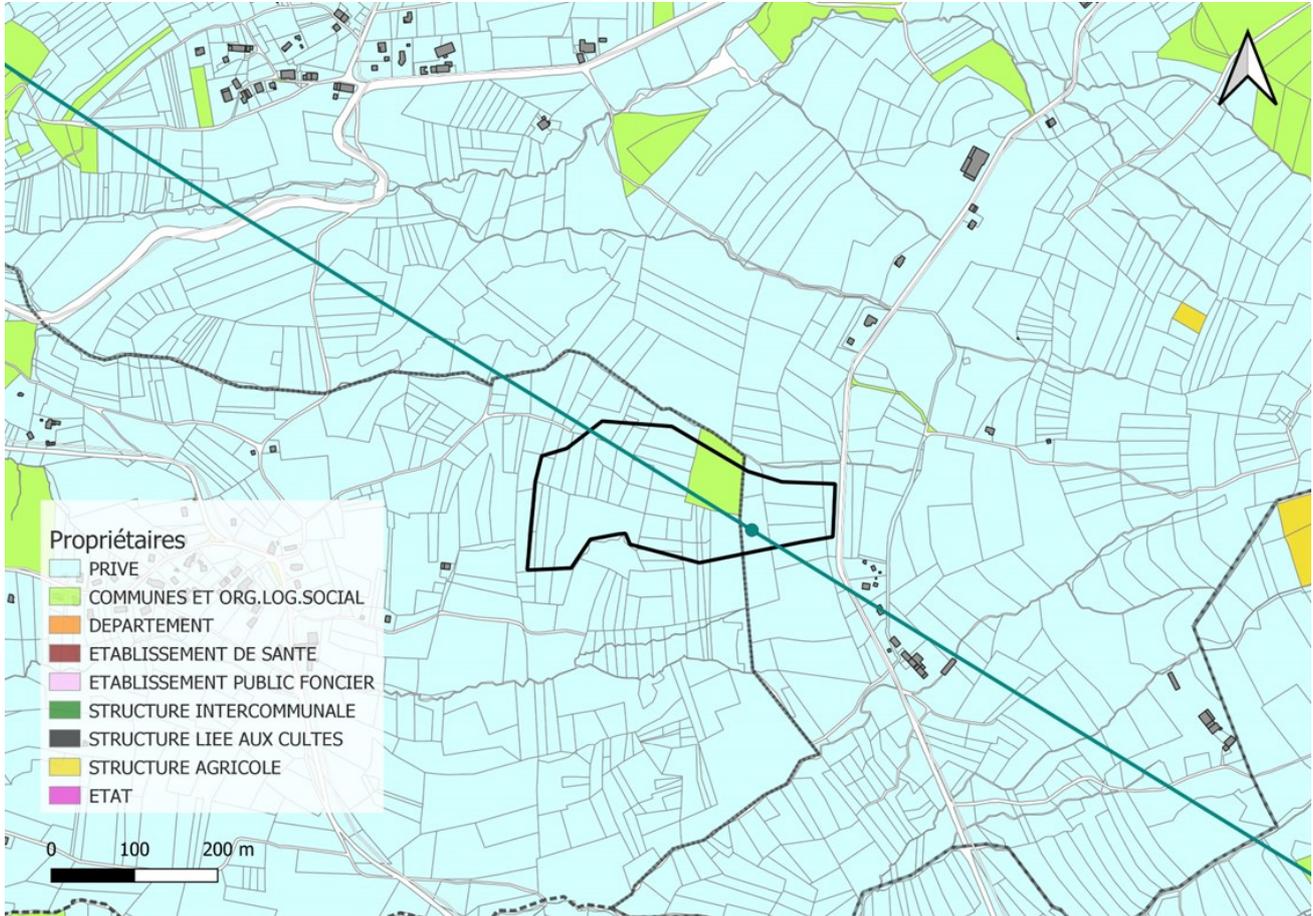


Illustration 317 : Carte des propriétaires fonciers au site PH (périmètre datant d'août 2024). Source : cadastre anonymisé.

Carte des exploitants agricoles

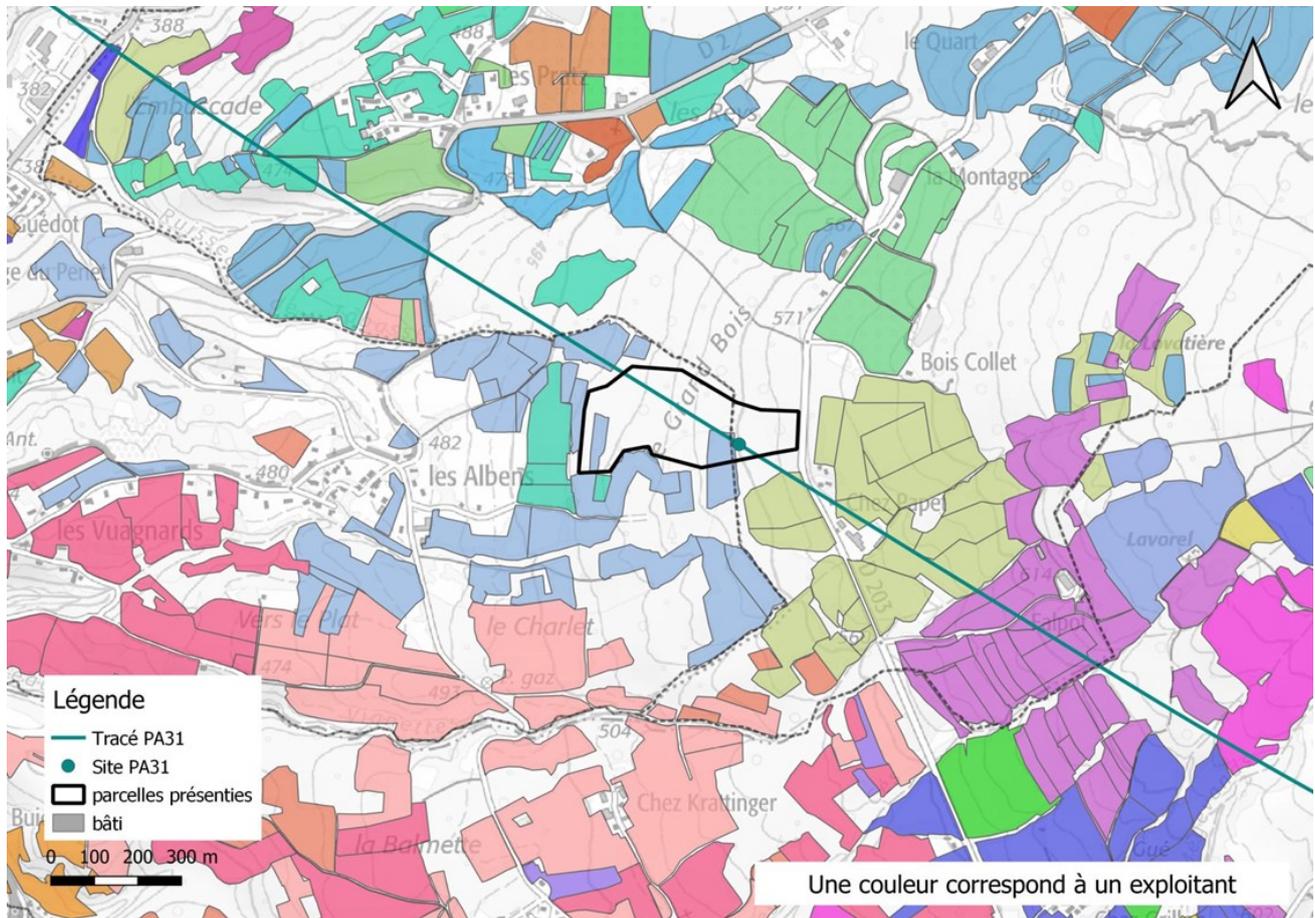


Illustration 318 : Carte des exploitants agricoles au site PH. Source : Registre parcellaire graphique.

Un seul exploitant est présent sur la parcelle envisagée (Illustration 318).

12.2. ANALYSE URBANISTIQUE ET PAYSAGÈRE

12.2.1. État des lieux

Le site se trouve dans la région la plus rurale et la plus préservée de la Haute-Savoie. La région se caractérise principalement par la présence de zones agricoles et boisées. Le village de Marlioz, le plus proche, est un petit village à caractère rural, constitué de plusieurs hameaux dispersés sur le territoire. L'accès est assez difficile, le secteur étant rural et à l'écart des grands axes de circulation. Les activités économiques sont peu développées. Le site s'inscrit dans un paysage de zone naturelle et agricole dominé par l'arboriculture (pommiers et poiriers).

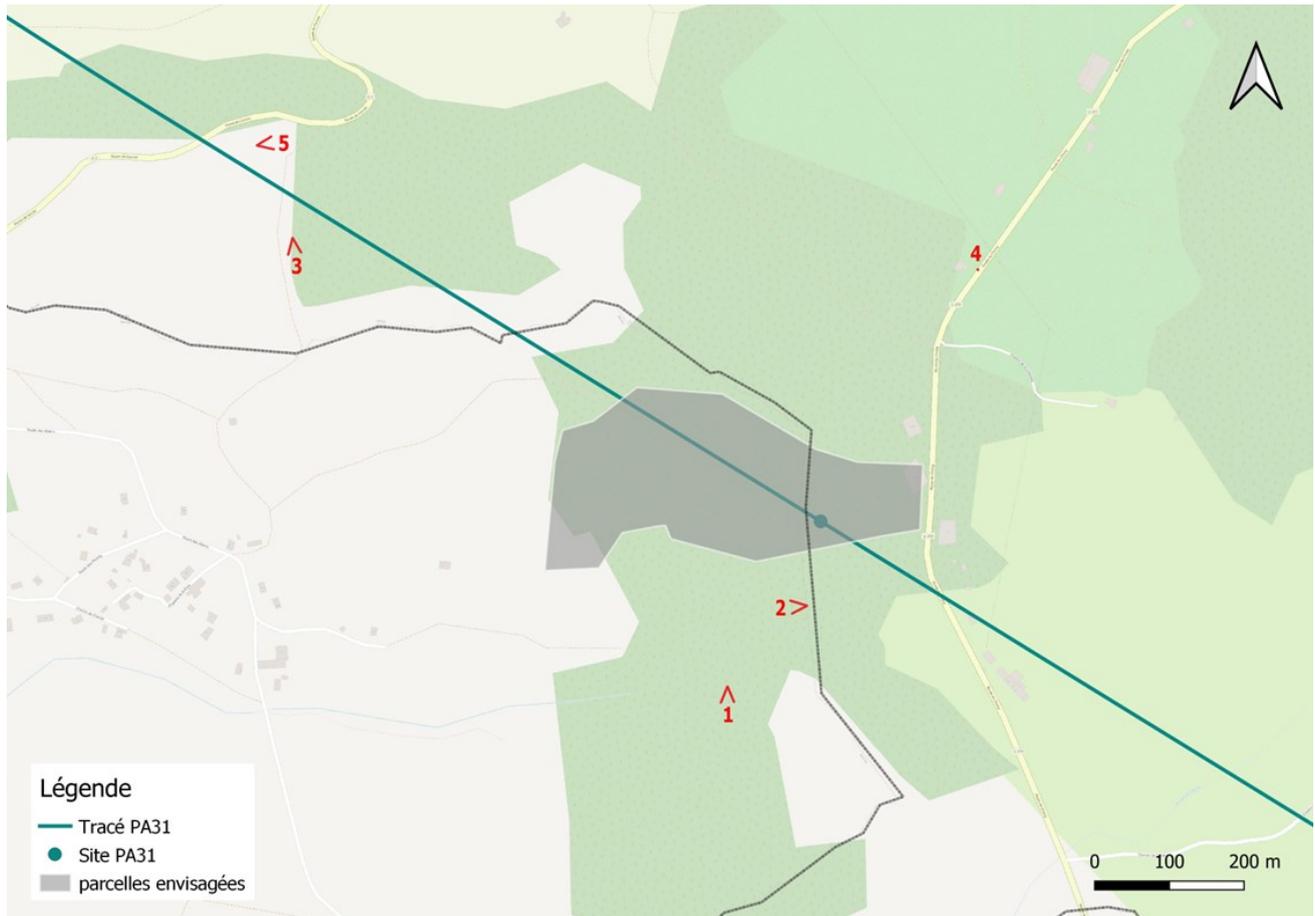


Illustration 319 : Carte de situation des prises de vues au site PH.



Forêt à l'emplacement du site nominal
(numéro 1 sur la carte de situation).



Emplacement à proximité du site nominal
(numéro 2 sur la carte de situation).



Site à examiner à 800 m au nord-ouest du site nominal
(numéro 3 sur la carte de situation).



Maison le long de la route d'accès au site nominal
(numéro 4 sur la carte de situation).



Illustration 320 : Vue du nord de la parcelle possible, avec la route départementale passant à droite (numéro 5 sur la carte de situation).

12.2.2. Urbanisme, architecture et paysage

Le village de Marlioz est constitué de petites bourgades dispersées. Il s'agit d'un territoire à vocation agricole (arboriculture : pommiers et poiriers), donc l'architecture prédominante est composée de fermes et de hangars agricoles. Néanmoins, des maisons individuelles sont également présentes.

Il est précisé que les photographies présentées ici ont pour but de contextualiser les environs de l'emplacement et ne présagent en rien de l'architecture future des sites.



Ferme.



Maison individuelle.



Hangar agricole.



Paysage vallonné, très naturel et sauvage.

12.3. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

Carte de synthèse des contraintes

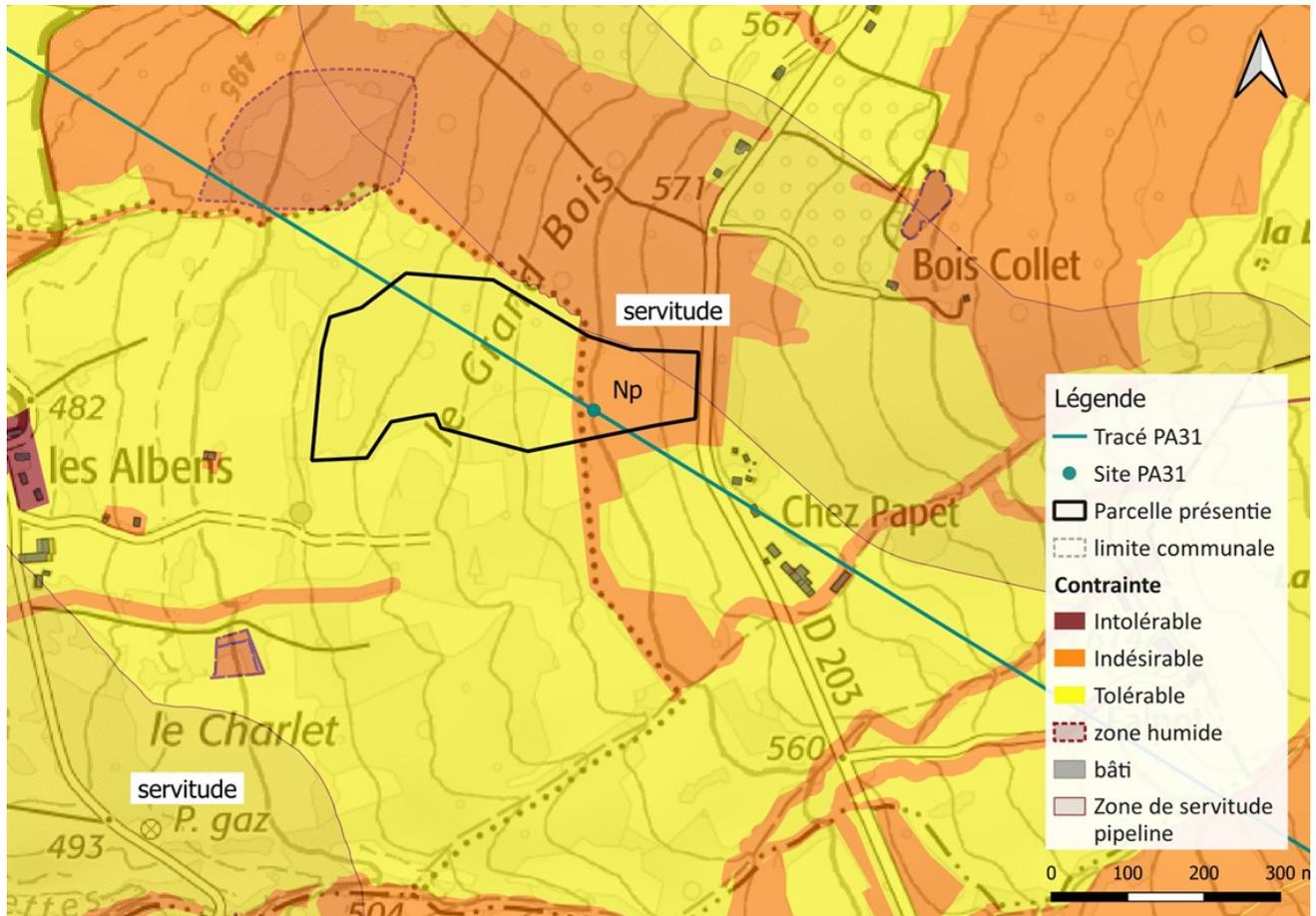


Illustration 321 : Carte des contraintes environnementales autour du site PH.

Le site envisagé autour du point théorique est situé sur des zones boisées et agricoles (Illustration 321).

Il est bordé :

- au nord par une zone de forêt et par la zone de servitude d'un gazoduc,
- à l'est par une zone naturelle protégée.

12.4. ANALYSE DES ACCÈS

Les parcelles envisagées pour le site PH sont principalement situées sur la commune de Cercier et partiellement sur la commune de Marlioz.

12.4.1. Situation par rapport au réseau routier structurant et aux voies ferrées

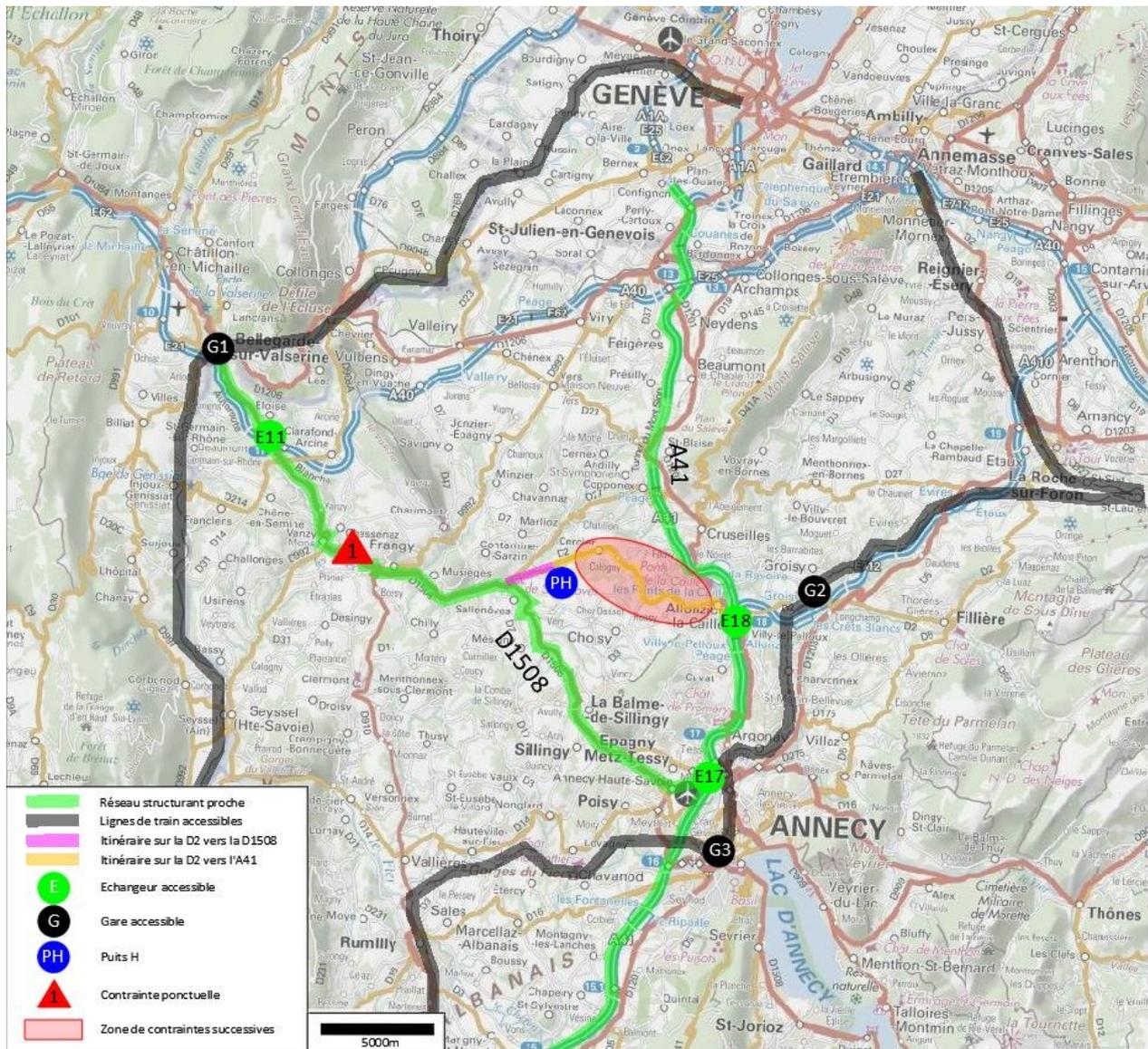


Illustration 322 : Carte des accès au réseau routier structurant et aux voies ferrées.

Points d'intérêt de la carte du réseau routier structurant et des voies ferrées (Illustration 322) :

E11 : échangeur 11 sur l'A40 **E18** : échangeur 18 sur l'A41 **E17** : échangeur 17 sur l'A41

G1 : gare de Valsershône

G2 : gare de Groisy- Thorens-La Caille

G3 : gare d'Annecy

Contrainte 1 : pente à 8 % de moyenne sur 1,5 km environ et limitation à 30 km/h pour les poids lourds

Zones de contraintes successives : traversée de hameaux et de villages et pentes élevées détaillées dans la partie relative à la D2.

Connexion aux voies ferrées

Les voies ferrées les plus accessibles sont situées au niveau des gares de Valsershône et de Groisy-Thorens-La Caille.

La **gare de Valsershône** (G1, Illustration 323), située à 27,5 km, comporte une gare de triage et des voies de garage à proximité immédiate de la RD1508. L'accès n'est néanmoins pas aisé et impose de traverser une portion étroite du centre-ville de Valsershône. L'implantation éventuelle d'un convoyeur dans ce contexte urbain dense serait à analyser plus en détail.



Illustration 323 : Vue aérienne de la gare de Valsershône. Coordonnées 46.107923, 5.822629.

La gare de Groisy-Thorens-La Caille (G2, Illustration 324) est située 5 km à l'est de l'échangeur 18 sur l'A41 et à 17 km du site PH. Son accès est relativement aisé en poursuivant 5 km sur la D2 après l'échangeur (itinéraire déjà emprunté par des poids lourds). Ce trajet impose de traverser les villages de Villy-le Pelloux et de Groisy. Cette gare se trouve à proximité du site PG et peut servir également à ce site.



Illustration 324 : Vue aérienne de la gare de Groisy-Thorens-La Caille. Coordonnées 46.011380, 6.175406.

La **gare d'Annecy** (G3, Illustration 325) est située à proximité de la D1501 et à 23 km du site PH. Son accès est relativement aisé via la D1508, la D3508 et la D1501, des routes structurantes qui relient Annecy à Valserhône. Ce trajet impose de traverser quelques zones urbanisées (La Balme-de-Sillingy, Chaumontet).

L'accès à la gare depuis la D1501 ne présente pas de difficultés (accès identique à celui des poids lourds vers les entrepôts voisins). La partie de la gare qui pourrait être envisagée pour y transporter les matériaux est la partie ouest (ancienne zone de marchandises de la gare avec plusieurs embranchements représentés en jaune sur la photo ci-après).



Illustration 325 : Vue aérienne et schéma d'accès à la gare d'Annecy. Coordonnées 45.901586, 6.117131.

Connexion au réseau routier

Le réseau routier structurant au voisinage du site PH est le suivant : A41/A410, A40 et RD 1508.

Les principaux échangeurs autoroutiers accessibles sont :

- l'E11 : par la RD1508 vers le nord-ouest jusqu'à l'échangeur 11 sur l'A40 à 21 km. L'A40 relie Lyon à Genève. La RD1508 présente une portion avec une pente d'environ 8 % sur 1,5 km, limitée à 30 km/h pour les poids lourds (contrainte 1, détaillée ci-après) ;
- l'E18 : échangeur 18 de l'A41/A410 situé à 12 km à l'est via la D2. L'A41 mène à Genève et l'A410 à Annemasse ;
- l'E17 : RD 1508 vers le sud-est, menant à l'échangeur 17 sur l'A40 à 22 km, sans contraintes de relief.

12.4.2. Itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental

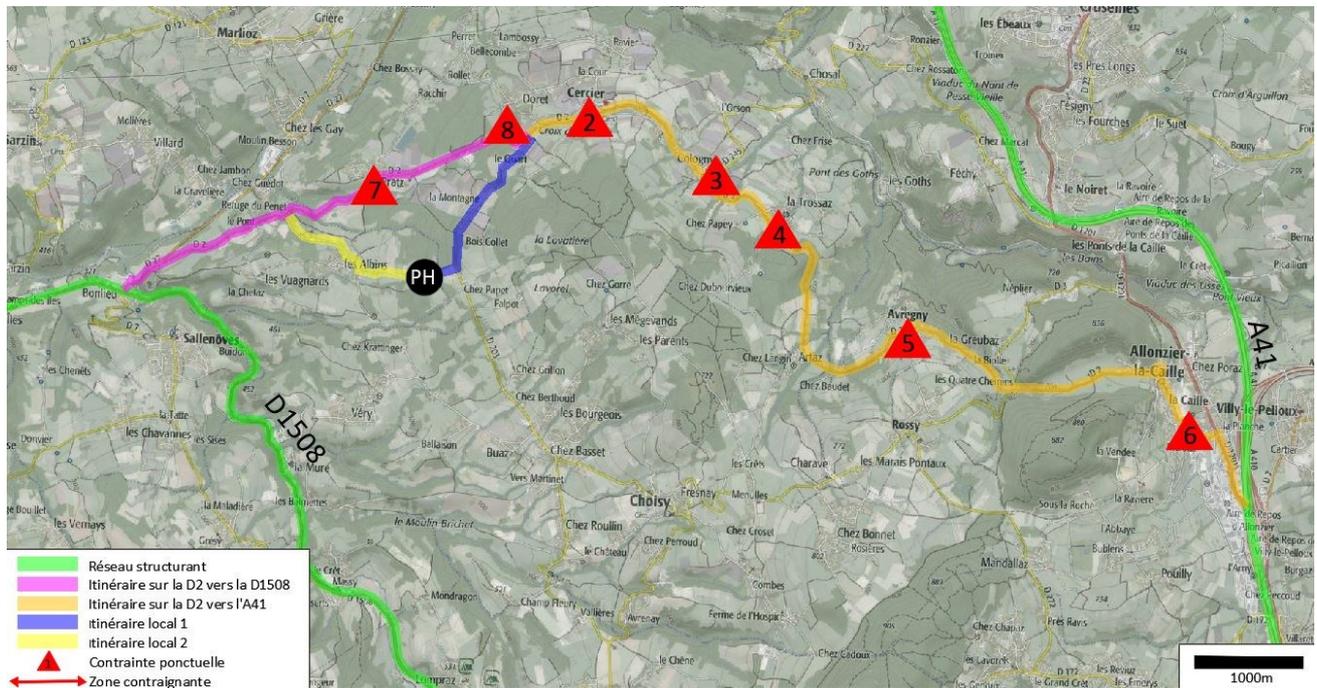


Illustration 326 : Carte des itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental.

Contraintes des itinéraires vers le réseau structurant (Illustration 326) :

Contrainte 2 : village de Cercier (environ 40 maisons, deux plateaux aménagés, deux îlots centraux, zone 30)

Contrainte 3 : hameau de 40 maisons, (Cologne, deux chicanes aménagées)

Contrainte 4 : hameau de huit maisons (La Trossaz)

Contrainte 5 : hameau de vingt maisons (Avregny, plateau et îlot central aménagés)

Contrainte 6 : traversée du village d'Allonzier-la-Caille sur 2 km (plateaux aménagés et îlot central)

Contrainte 7 : hameau de vingt maisons (Les Pratz)

Contrainte 8 : sur la RD2, à 200 m à l'ouest de la RD203, pente de 8 % sur 300 m dans la courbe en S

La route RD2 utilisée pour rejoindre le réseau structurant présente les caractéristiques suivantes (Illustration 327) :

- profil en travers : deux voies de 3 m de largeur environ, quelques profils en travers légèrement réduits en traversée de villages ou de hameaux sur la partie est (environ 2 x 2,50 m, notamment là où des plateaux ou chicanes sont aménagés) mais qui semblent suffisants pour les poids lourds ;
- pentes remarquables : depuis la RD1508, présence d'une rampe d'une inclinaison de 8 % sur 300 m dans la courbe en S avant le carrefour avec la RD203 (la portion en traversée de Allonzier-la-Caille est à une pente moyenne de 5 % sur environ 2 km) ;
- hameaux et villages : nombreux le long de la RD2 à l'est de la RD203, avec des aménagements de type « plateaux » et « chicanes » ;
- structures de chaussée : à évaluer et à renforcer si besoin.



Illustration 327 : Contrainte 8 : rampe de 8 % sur 300 m. Coordonnées 46.023511, 6.038489.

Route des Albens (itinéraire jaune examiné, mais à écarter)

- longueur jusqu'à la RD2 : 1,1 km de route existante (600 m à créer avec une pente à 8 %) ;
- profil en travers : environ 4 m, à élargir à au moins 5,5 m ;
- pentes remarquables : 11 % sur 200 m après le carrefour avec la RD203, et 600 m à 8 % sur la portion existante de route et la portion à créer entre le site PH et la route des Albens ;
- carrefours : carrefour étroit à élargir, entre deux virages, avec une faible visibilité et peu de possibilités de modification en raison du relief ;
- hameaux et villages : hameau des Albens à traverser, étroit, avec des haies proches de la route ;
- structures de chaussée : probablement à renforcer.

12.5. SYNTHÈSE POUR LE SITE PH

Le site PH se situe à cheval sur les communes de Cercier et de Marlioz, le long de la RD203, dans un secteur rural et préservé, à l'écart des grands axes de transport. Cependant la zone est traversée par une ligne d'électricité de 400 kV, qui constitue un potentiel de synergie important pour le FCC. Une implantation semble envisageable mais nécessitera une attention renforcée à l'intégration paysagère.

Sur le plan environnemental, aucun zonage de protection n'est identifié au droit des parcelles envisagées. L'emplacement préféré pour le site se trouve dans une forêt, dont seule une petite partie fait l'objet d'une protection au titre du PLU.

Les accès aux réseaux structurants sont assez longs vu l'isolement du secteur. Ils nécessiteront une analyse attentive lors de la phase de planification d'un projet de construction (élargissement, renforcement, pente, sécurité routière, réseau d'assainissement, accès à l'eau potable, fourniture en électricité). Les connexions possibles aux gares sont assez éloignées et nécessiteraient des échanges avec les exploitants pour en affiner la faisabilité.

13. SITE PJ – DINGY-EN-VUACHE/VULBENS (HAUTE-SAVOIE, FRANCE)

Le chapitre 13 présente de manière détaillée l'environnement d'implantation du site PJ à Dingy-en-Vuache/Vulbens. La description du site et de son environnement est suivie de l'analyse urbanistique et paysagère, de l'analyse environnementale (contraintes actuelles) et de l'analyse des accès, notamment des connexions aux réseaux ferré, routier et autoroutier.

Le périmètre du site de surface présenté dans ce chapitre est une ébauche conceptuelle et ne correspond pas nécessairement au périmètre précis tel qu'envisagé actuellement. La section 15.9 présente la dernière version de ce périmètre en détail.

13.1. DESCRIPTION

Les zones envisagées pour le site PJ se situent sur les communes de Dingy-en-Vuache et de Vulbens, dans le département de la Haute-Savoie, sur les pentes du Vuache et de la montagne de Sion, dans le nord-ouest de la Haute-Savoie (Illustration 329).

Le site initialement envisagé dans le scénario PA31-1.0, situé entre deux ruisseaux, est un peu trop petit. Deux possibilités de surface complémentaire sont envisagées au nord et à l'est. Il n'y a pas d'habitations à proximité immédiate. Un hameau se situe à l'ouest. L'emplacement privilégié dans le scénario PA31-4.0 est à quelques dizaines de mètres à l'est de la zone envisagée dans le scénario PA31-1.0.

Le secteur est accessible par la route de Vulbens et de Valleiry. Il se situe à proximité de l'autoroute A 40, mais aucun échangeur n'est proche. En revanche, une aire de service se situe à proximité. L'accessibilité de Dingy-en-Vuache est plus limitée.

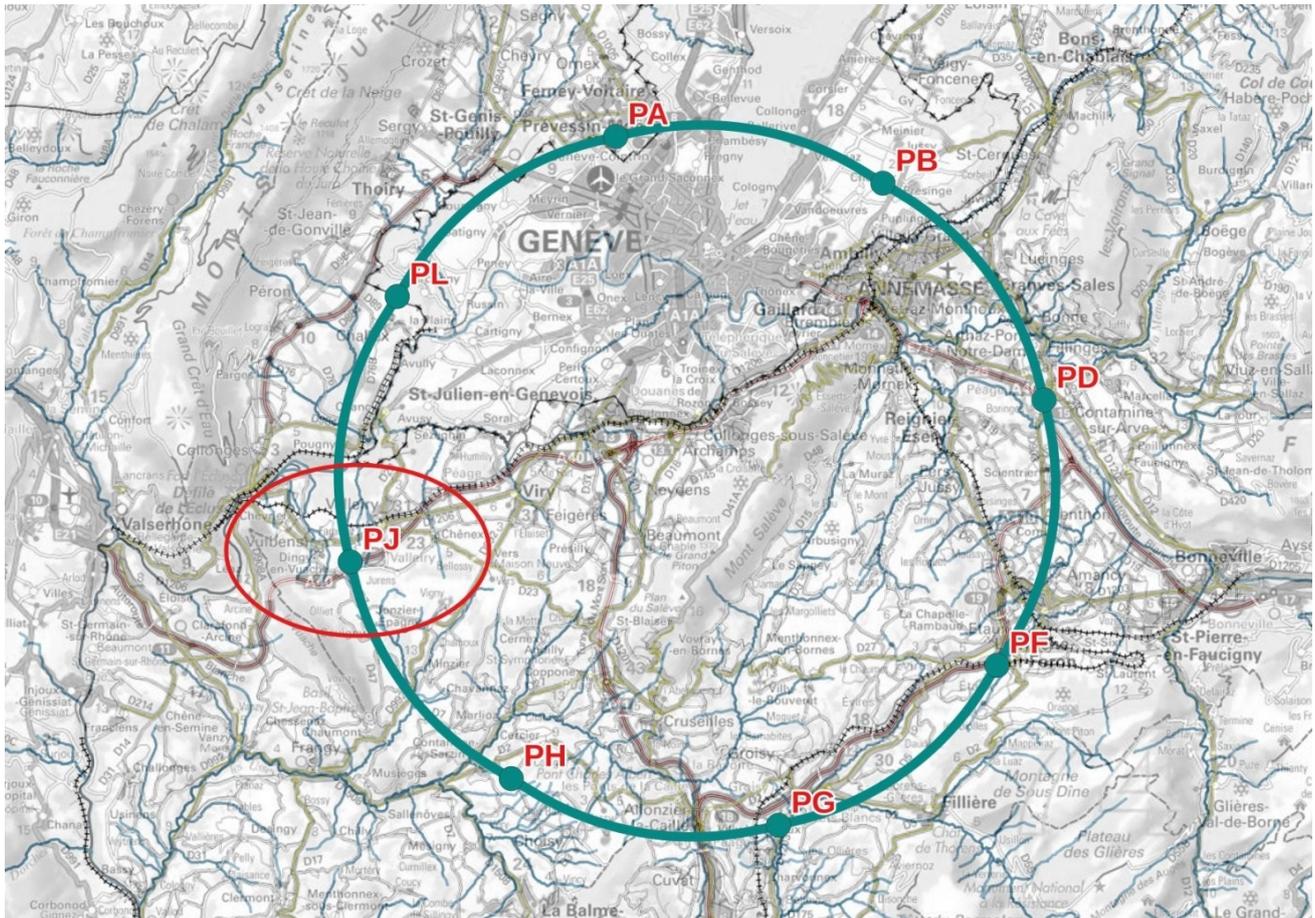


Illustration 329 : Carte de l'emplacement du site PJ.

Les coordonnées WGS84 du point théorique sont :

- Latitude : 46.0962036° N,
- Longitude : 5.9513024° E.

L'élévation est de 561 m. La profondeur du puits est de 253 m.

Le site PJ est un site technique, mais peut également constituer un site scientifique optionnel dans la phase 1 (FCC-ee) et constituera nécessairement un site scientifique dans la phase 2 (FCC-hh). Le puits principal est donc placé au point théorique. Un puits secondaire se trouve à environ 80 m à l'intérieur de l'anneau.

Les parcelles envisagées sont les suivantes (Illustration 330) :

- la zone initiale du scénario PA31-1.0 : environ 3,7 ha ;
- l'extension Nord (option) : environ 2 ha ;
- l'extension Est (option), environ 2,6 ha, au sud présence d'arbres fruitiers, vigilance nécessaire ;
- la zone préférée dans le scénario PA31-4.0 : environ 5 ha.

Il est à souligner que des contraintes environnementales antérieures aux actualisations réalisées en février 2022 (présence d'un périmètre de protection de l'eau potable, cf. bases de données de l'ARS) ne rendaient initialement pas possible d'envisager une extension vers l'est.

Aujourd'hui, la contrainte n'est plus présente, ce qui a donc ouvert la possibilité de déplacement vers l'est. Cela a pu permettre d'arbitrer, en particulier, entre des zones agricoles et des zones boisées présentant des enjeux environnementaux.



Illustration 330 : Cartes de situation des parcelles envisagées au site PJ (août 2024).

Les **caractéristiques et contraintes** du site initial (PA31-1.0), entre les deux ruisseaux, sont les suivantes :

- site très contraint entre deux ruisseaux, 340 m de longueur sur 110 m de largeur ;
- le site initial de 4 ha dans le scénario PA31-1.0 est trop petit pour être utilisé comme site d'expériences dans la phase 2 ;
- extension séparée possible au nord (environ 1,5 ha) ;
- contraintes environnementales et autoroute au sud ;
- hameau à l'ouest et pente raide ;
- extension séparée possible à l'est (environ 2 ha) ;
- pas de réseaux structurants (eau potable, assainissement, électricité) ;
- préférence pour un puits unique au-dessus de la caverne d'expériences ;
- puits unique au-dessus de la caverne de service à l'intérieur de l'anneau ;
- l'accès au chemin rural existant doit être étendu et stabilisé. Possibilité de revêtir une route d'une longueur de 700 m jusqu'à Vulbens au Nord ;
- possibilité d'accéder à l'aire autoroutière de Valleiry pour des activités pendant la phase de construction, à 900 m à l'est ;
- accès au chemin de fer à 1 400 m au nord ;
- projet de mobilité douce entre Vulbens et Valleiry à prendre en considération et à intégrer dans la planification du site ;
- nuisances potentielles pour les habitations (immeuble récemment construit au 663, route de Saint-Julien-en-Genevois, à Valleiry, et logements aux Tattes), à prendre en considération.

Par conséquent, le site préféré se trouve sur l'extension Est dans le scénario PA31-4.0.

Les principales **opportunités** offertes par le site sont les suivantes (Illustration 331) :

- Proximité et synergies possibles avec le Centre d'incendie et de secours du Vuache, à Vulbens ;
- Proximité d'un nouveau collège ;
- Proximité d'un futur poste de gendarmerie ;
- Possibilité de développer des réseaux de chaleur, notamment avec la zone commerciale et d'activités au nord-est. La ZAC (zone d'aménagement concerté) de Vulbens/Valleiry est destinée à s'étendre et semble donc intéressante ;
- Possibilités de connexions avec la voie ferrée et l'aire d'autoroute de Valleiry ;
- Possibilité éventuelle de connexion pour la recharge de véhicules électriques sur l'aire (si c'est encore pertinent à l'horizon 2045) ;
- Proximité de nombreux équipements publics à Dingy-en-Vuache, à Vulbens et à Valleiry, dont le collège du Vuache ;
- Développement de services pour accueillir le personnel du site avec les communes de Vulbens, de Dingy-en-Vuache et de Valleiry ;
- Zone en face des Grands Chavannoux présentant un bon potentiel de développement, qui pourrait accueillir un lycée ;
- Possibilité de développer un système de restauration s'appuyant sur les fermes proches ;
- Renforcement du réseau électrique jusqu'à Dingy-en-Vuache ;
- Développement du tourisme de qualité et du tourisme scientifique souhaité par les communes de Vulbens et de Dingy-en-Vuache. Potentiel de développement du tourisme autour des communes ;
- Possibilité de participer au développement de la mobilité douce dans le secteur ;
- Possibilité d'étudier la mise à disposition de l'eau industrielle résiduelle du système de refroidissement pour les besoins urbains, l'agriculture ou l'alimentation des ruisseaux ;
- Station de pompage située à Vulbens.

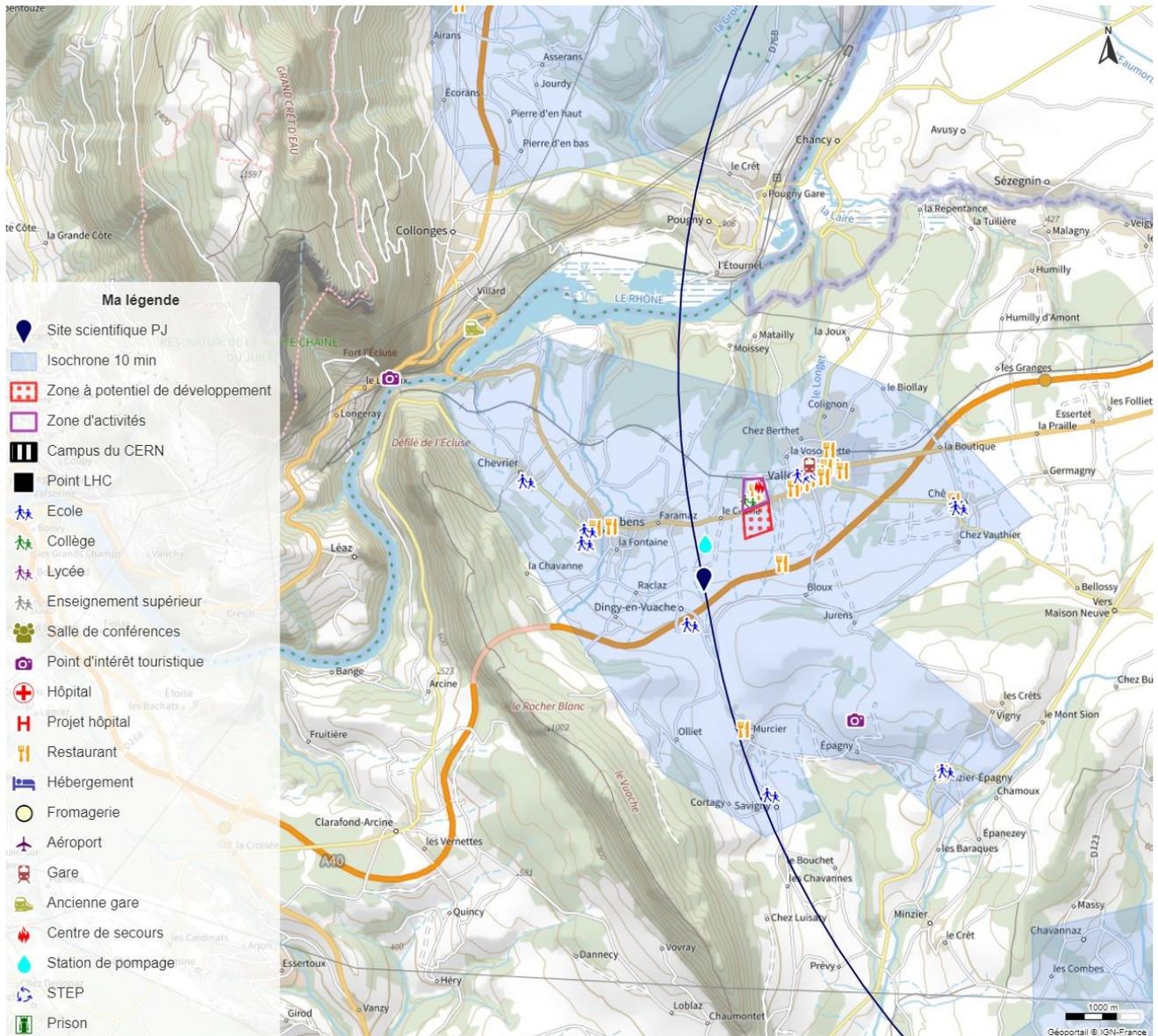


Illustration 331 : Carte d'ensemble des opportunités principales du site P.J.

Foncier

Le site est constitué principalement d'une partie communale sur l'emplacement préféré du scénario PA31-4.0 (Illustration 332) et inclut une petite parcelle privée.

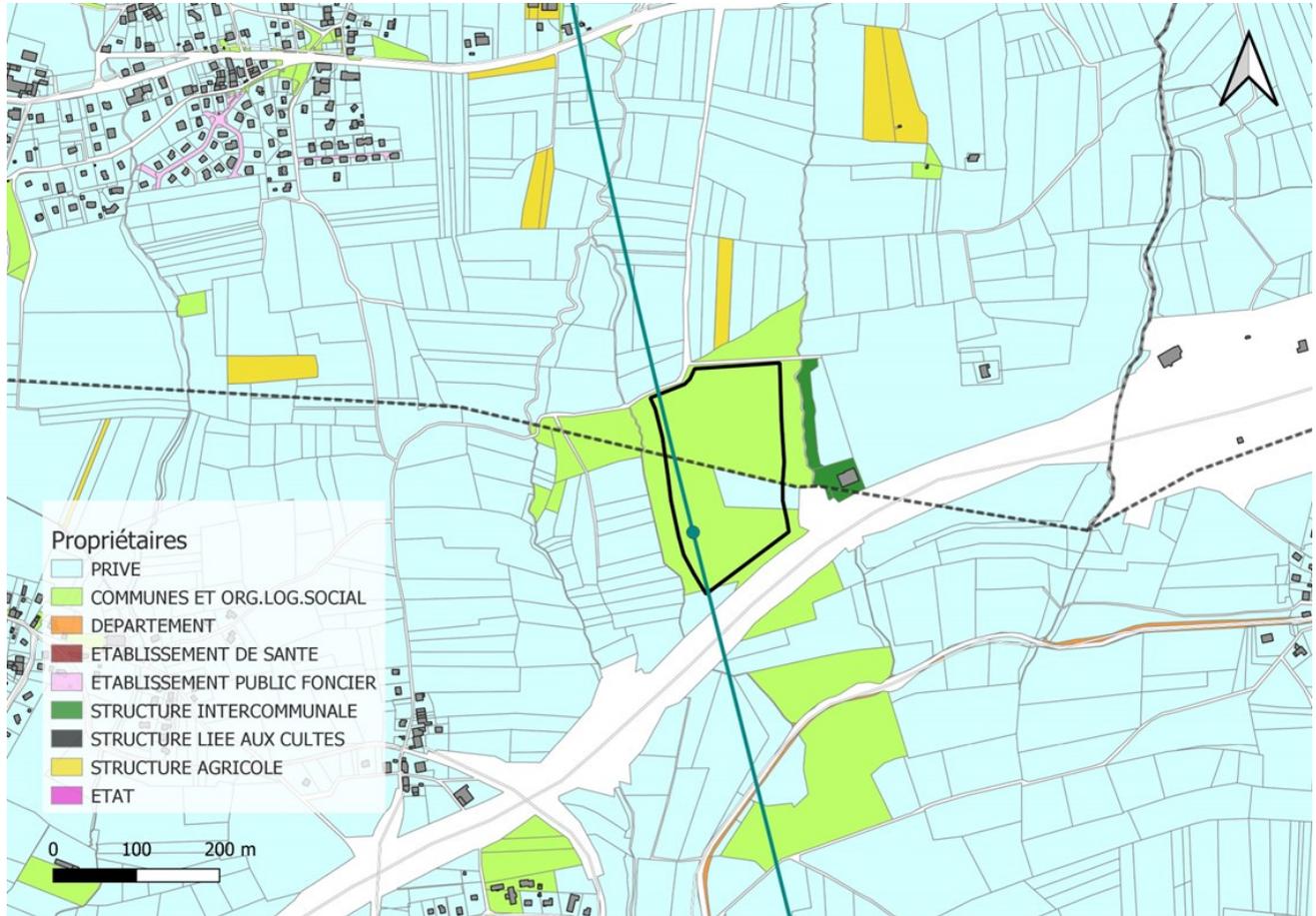


Illustration 332 : Carte des propriétaires fonciers au site P.J. Source : cadastre anonymisé.

Exploitants agricoles

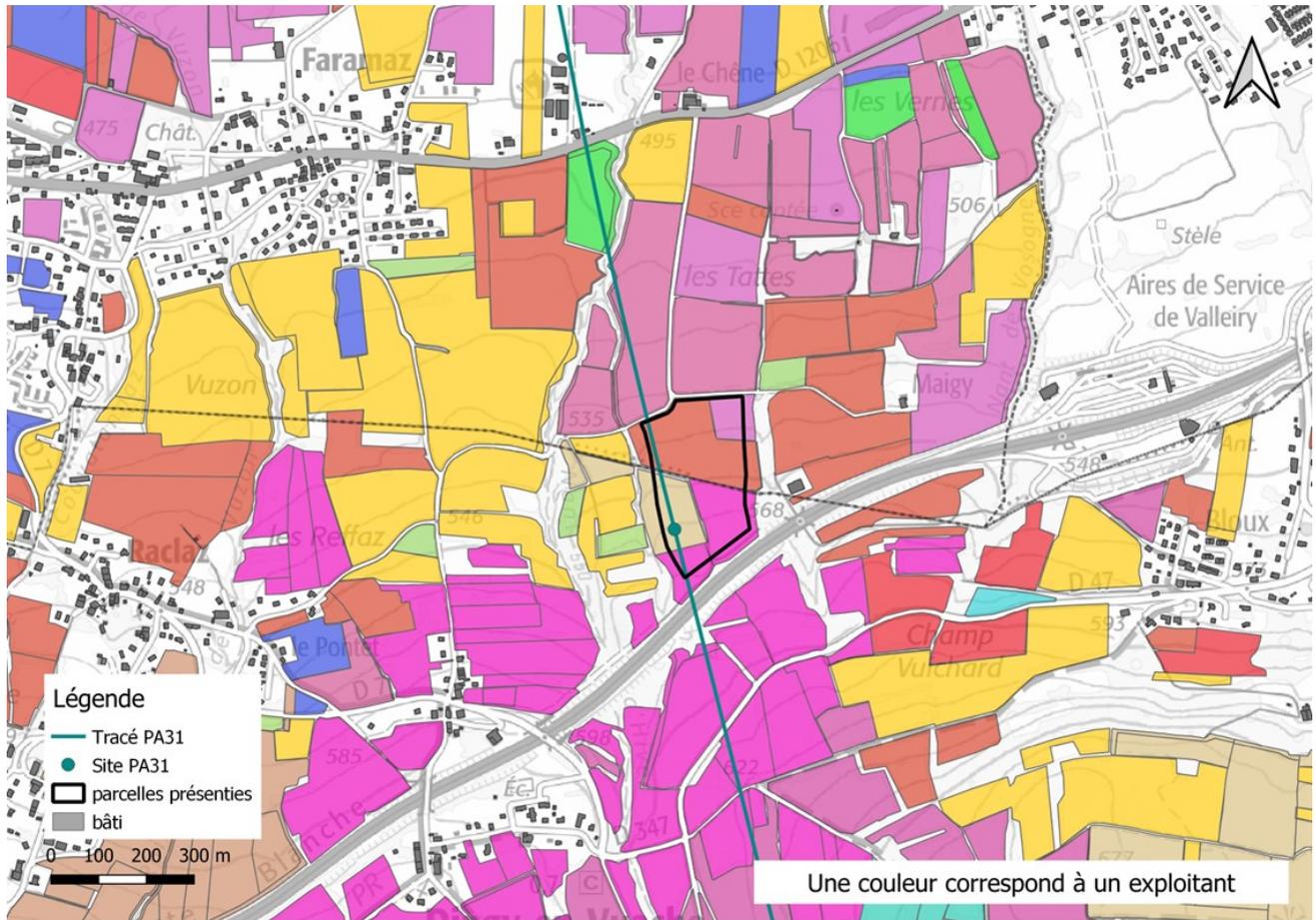
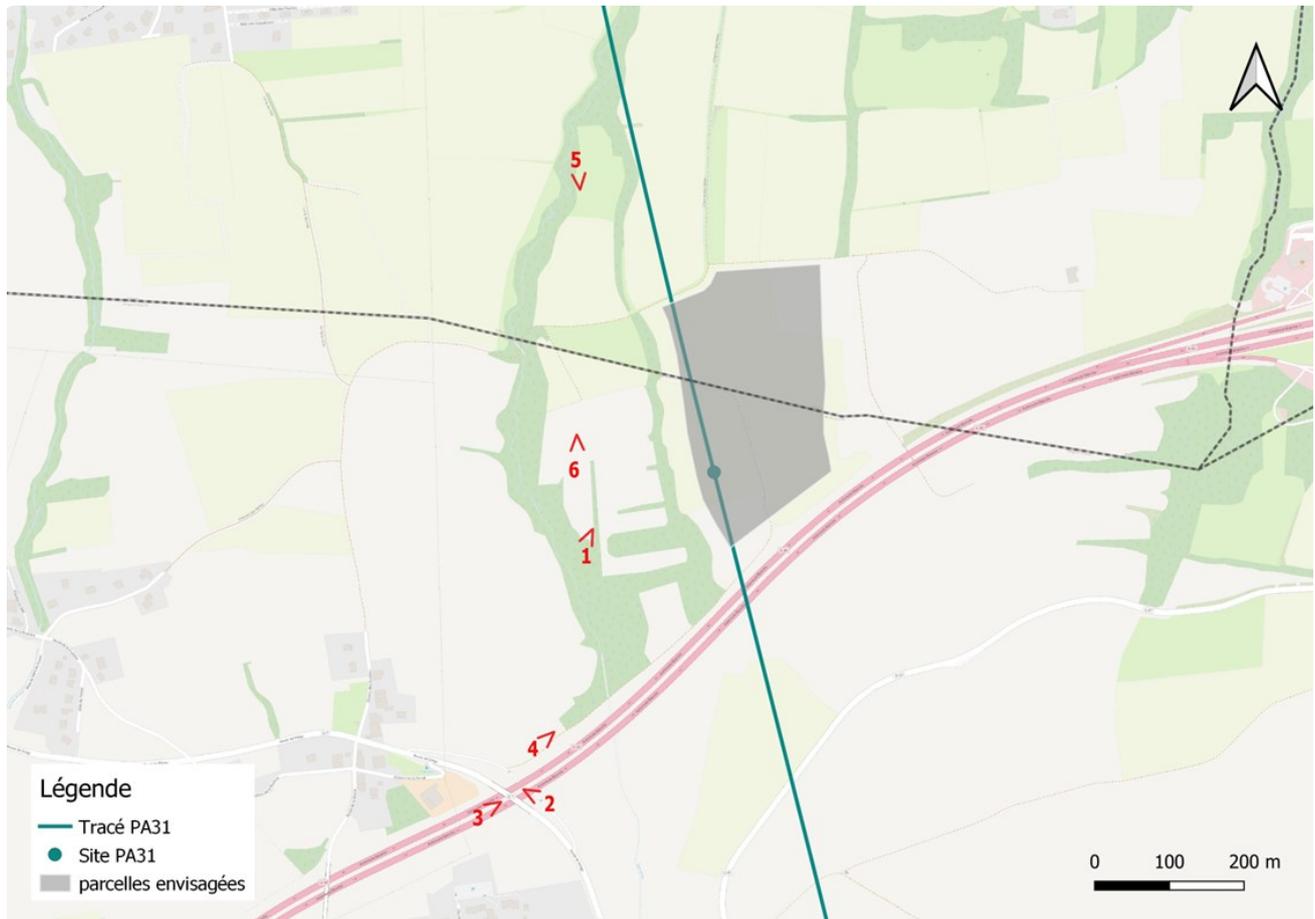


Illustration 333 : Carte des exploitants agricoles au site PJ. Source : Registre parcellaire graphique.

13.2. ANALYSE URBANISTIQUE ET PAYSAGÈRE

13.2.1. État des lieux

Le site se trouve dans la région la plus rurale et la plus préservée de la Haute-Savoie. La région se caractérise principalement par la présence de zones agricoles et boisées. Le site est situé au pied de la montagne du Vuache, avec vue sur la plaine en contrebas. La commune de Dingy-en-Vuache est traversée par l'autoroute sans toutefois y avoir l'accès, qui se fait par Saint-Julien-en-Genevois (Illustration 334).





Zones d'élevage
(numéro 1 sur la carte de situation).



Hameaux avec vue sur la plaine
(numéro 2 sur la carte de situation).



Coupure de l'autoroute
(numéro 3 sur la carte de situation).



Zones boisées
(numéro 4 sur la carte de situation).

13.2.2. Urbanisme, architecture et paysage

Le village de Dingy-en-Vuache est situé sur un terrain en pente au pied de la montagne du Vuache, avec vue sur la plaine en contrebas. La zone est essentiellement forestière et agricole.

Sur le plan architectural, les bâtiments, historiques ou contemporains, sont principalement des bâtiments résidentiels ou agricoles.

Du point de vue du paysage, la zone est très exposée et de grande qualité. Il y a des vues remarquables vers les montagnes et la plaine en contrebas.

Il est précisé que les photographies présentées ici ont pour but de contextualiser les environs de l'emplacement et ne présentent en rien de l'architecture future des sites.



Bâtiments traditionnels.



Bâtiments traditionnels.



Vue sur la plaine en contrebas.



Vue sur la plaine et les forêts.



Illustration 335 : Vue depuis le nord du site initial du scénario PA31-1.0 d'extension vers le site principal au sud (numéro 5 sur la carte de situation).



Illustration 336 : Vue depuis le sud du site initial du scénario PA31-1.0 vers le nord (numéro 6 sur la carte de situation).

13.3. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

Les sites se situent le long de l'autoroute A40, dans des zones agricoles peu habitées.

Carte de synthèse des contraintes

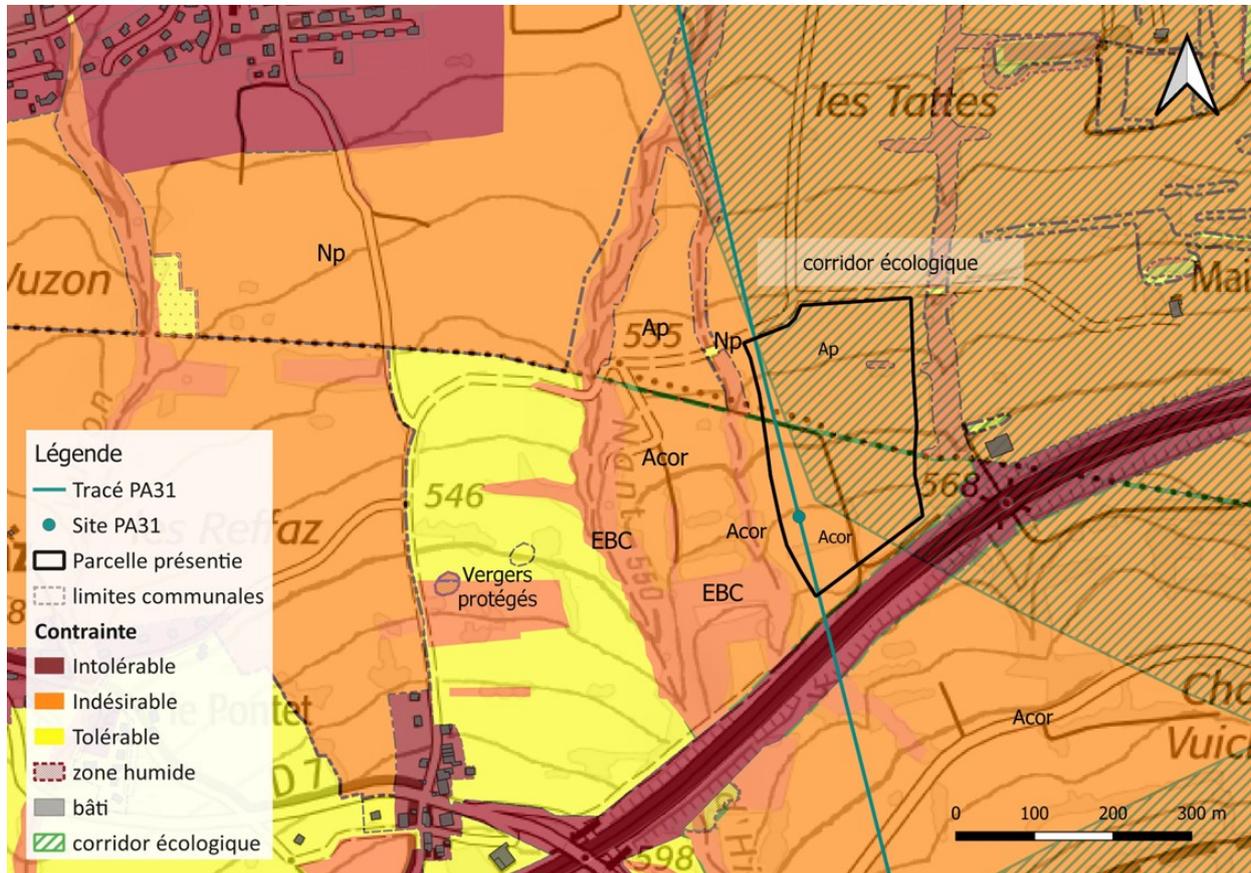


Illustration 337 : Carte des contraintes au site PJ.

Le site initial du scénario PA31-1.0 est concerné par plusieurs contraintes, qui s'appliquent également au site préféré du scénario PA31-4.0 :

- la zone Acor est une zone agricole située dans un corridor écologique, indiquée dans le PLUi. Un zonage Acor vise à garantir le lien entre des réservoirs de biodiversité et à permettre la circulation de la faune. La mobilisation de cette zone nécessiterait des justifications du fait de la valeur agronomique des sols et l'adoption éventuelle de mesures de compensation pour préserver la capacité de déplacement de la faune ;
- zone d'espace boisé classé à l'ouest. L'utilisation de l'espace boisé classé nécessiterait la révision du PLUi et l'adoption de mesures de compensation s'il était détruit ;
- la partie Nord est concernée par la présence d'une zone agricole protégée, proche d'une zone naturelle protégée. La zone agricole protégée est une protection imposée par arrêté préfectoral, qui pourrait être levée par arrêté préfectoral également, et nécessiterait l'adoption de mesures de compensation ;
- il est à noter que, à l'est des parcelles envisagées, plusieurs zones Nh sont indiquées au PLUi : ce sont des zones naturelles des berges du Rhône ou des zones humides de l'inventaire. En cas de connexion à l'aire d'autoroute de Valleiry, elles seront à prendre en compte ;
- la parcelle à examiner se trouve dans un corridor écologique du SRCE, corridor qui ne figure pas pour l'instant dans le zonage du PLUi sur ce site.

13.4. ANALYSE DES ACCÈS

Les parcelles envisagées pour le site PJ sont situées sur la commune de Dingy-en-Vuache, non loin de la RD1206.

13.4.1. Situation par rapport au réseau routier structurant et aux voies ferrées

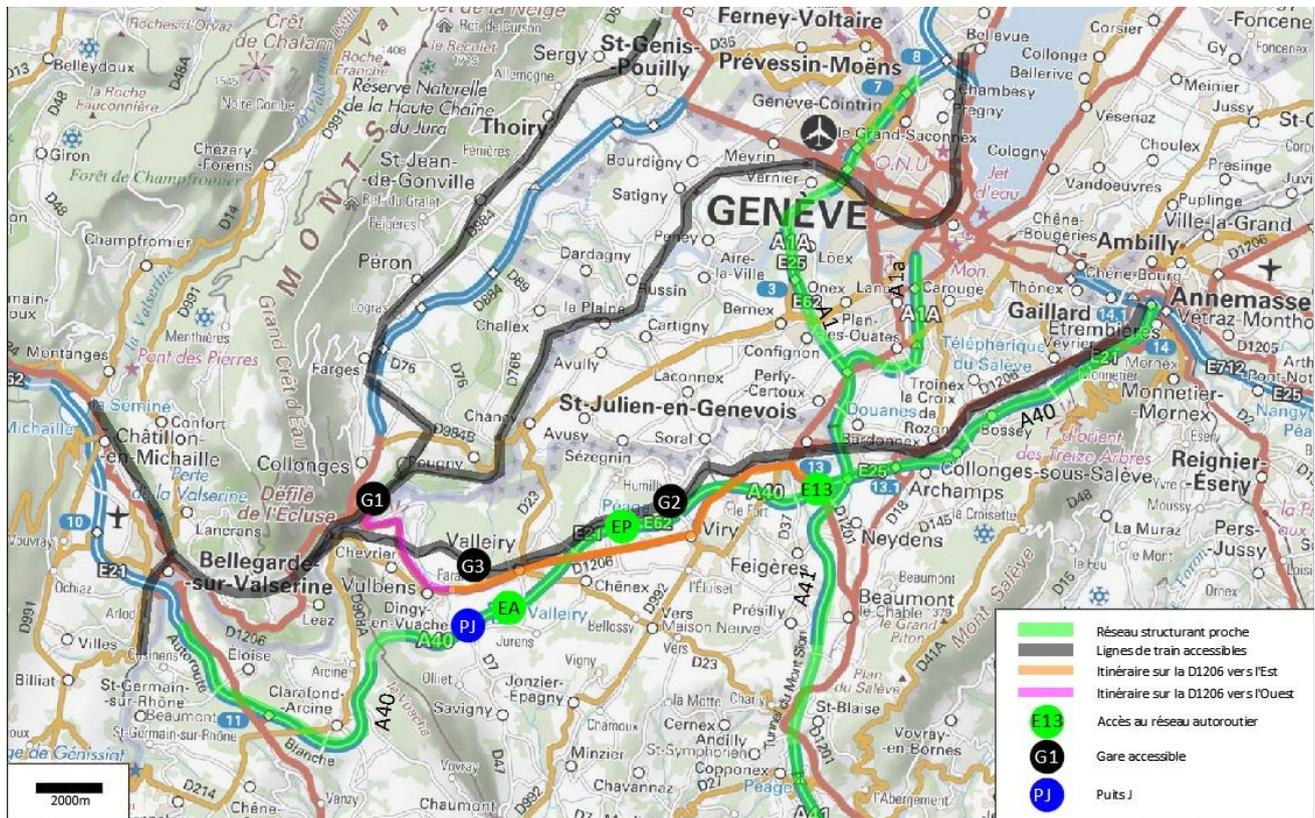


Illustration 338 : Carte du réseau routier structurant et des voies ferrées.

Points d'intérêts du réseau routier structurant et des voies ferrées (Illustration 338)

E13 : échangeur 13 sur l'autoroute A40

EA : aire de Valleiry

EP : péage de Viry

G1 : gare désaffectée de Collonges Sud

G2 : embranchement de Viry

G3 : embranchement à créer sur la ligne existante

Connexion aux voies ferrées

Trois connexions sont envisageables aux diverses voies ferrées du secteur. Ces possibilités sont les suivantes :

- l'utilisation de voies supplémentaires existantes en face de la gare désaffectée de Collonges Sud (G1) ;
- l'embranchement industriel de Viry (G2) ;
- la création d'un embranchement sur la ligne existante entre Vulbens et Valleiry.

Des échanges au sujet de ces différentes connexions avec les exploitants actuels de ces plateformes devront permettre, dans un second temps, d'affiner les possibilités d'accès et d'usage et de procéder au choix de l'accès retenu. Cela s'applique notamment pour un site identifié comme désaffecté ou pour la création du nouvel embranchement, dont la mise en service peut nécessiter des travaux importants.

La **gare de Collonges Sud** (Illustration 339) est située à 7 km du site PJ. Il s'agit d'une gare voyageurs désaffectée depuis une dizaine d'années, comportant des embranchements permettant le chargement de trains de fret. Elle est située sur la ligne en service Valserhône-Genève. Ces embranchements sont toujours utilisés, de manière irrégulière. Les vues aériennes ou sur Google Street View présentent ces embranchements comme tantôt occupés, tantôt libres. Cette gare pourrait également être utilisée pour le site PL. L'accès est direct depuis la D1206, sans difficultés particulières.



Illustration 339 : Vue aérienne de la gare désaffectée de Collonges Sud (G1). Coordonnées 46.127765, 5.909805.

L'**embranchement de Viry (Illustration 340)** est situé à 9 km du site PJ. Il s'agit d'un ensemble d'embranchements utilisés par des industriels ou inutilisés. Il est situé sur la ligne en service Valserhône-Annemasse. L'accès est aisé depuis la D1206, via le village de Viry, et semble déjà adapté aux poids lourds. On peut néanmoins noter que ces poids lourds devront traverser le village de Valleiry sur une distance de 1,5 km pour atteindre l'embranchement. Cette traversée devra donc faire l'objet d'une vigilance spécifique.



Illustration 340 : Vue aérienne de l'embranchement de Viry. Coordonnées 46.123210, 6.028611.

Un **nouvel embranchement (Illustration 341)** pourrait être envisagé (G3) sur la ligne existante entre Vulbens et Valleiry.

Ce nouvel embranchement pourrait être créé à 1,5 km du site PJ et réceptionner les matériaux déblayés via un convoyeur. Il est situé sur la ligne en service Valserhône-Annemasse, à l'ouest de Valleiry. L'implantation d'un convoyeur ici (Illustration 342) n'éviterait pas la création d'un accès routier vers la parcelle retenue pour les livraisons de matériel et les déplacements des employés.



Illustration 341 : Emplacement envisagé pour la création d'un embranchement éventuel. Coordonnées 46.108173, 5.958125.

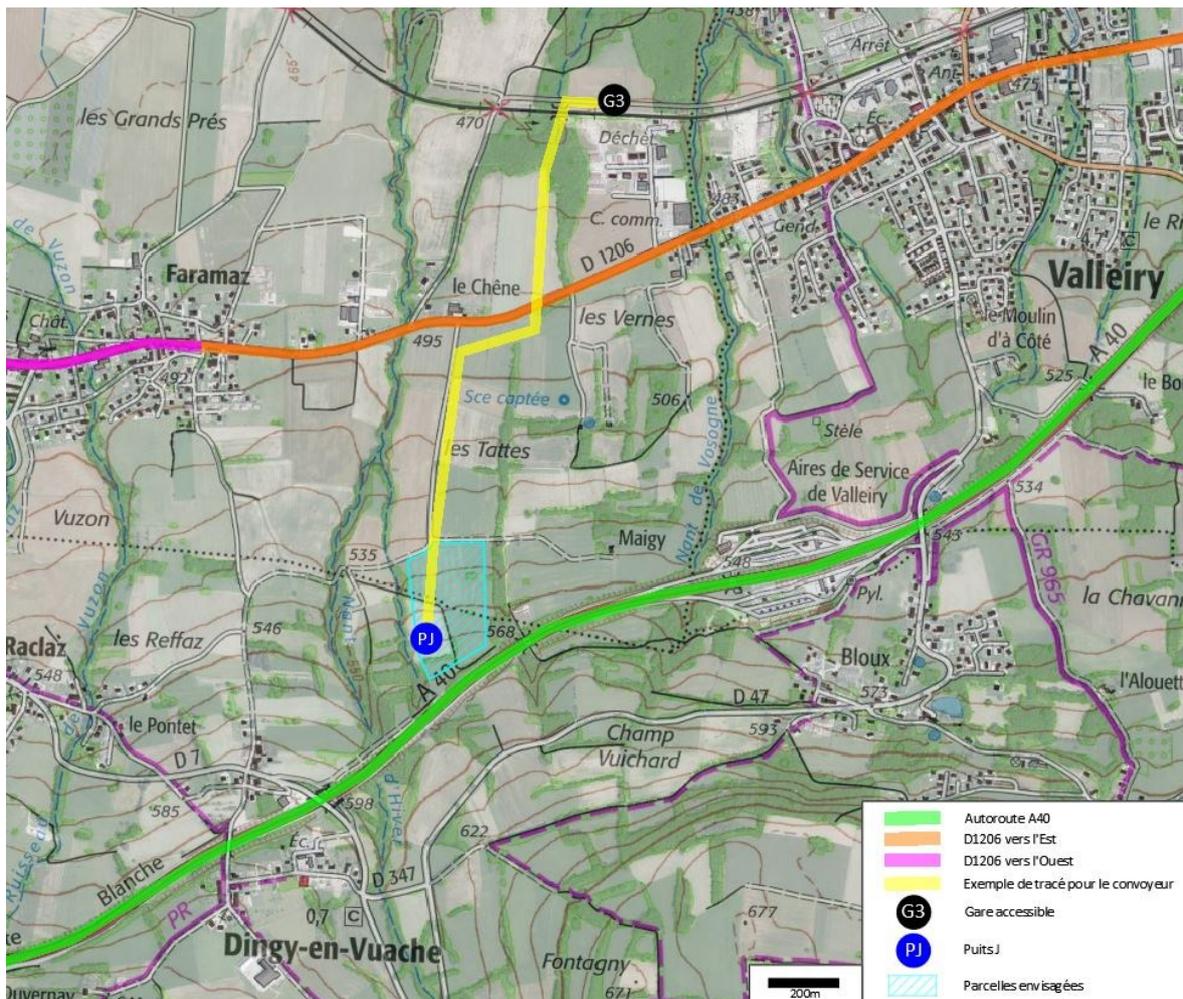


Illustration 342 : Carte du tracé possible pour un convoyeur reliant le site PJ et G3.

Connexion au réseau routier

Le réseau routier structurant au voisinage du site PJ est constitué par l'A40 (Lyon-A41) et la RD1206.

L'A40 peut être rejointe par l'échangeur 13 sur l'A40 (E13), via la RD1206. Les principales contraintes rencontrées sur cette route départementale sont présentées dans la section suivante.

Deux autres connexions seraient éventuellement possibles mais nécessiteraient l'octroi d'autorisations spéciales d'accès pour les besoins du chantier FCC, le droit commun ne permettant pas ce type d'accès :

- aire de Valleiry (EA),
- péage de Viry (EP), uniquement vers l'est.

L'accès depuis le site PJ à ces deux points de connexion est décrit plus en détail par la suite.

13.4.2. Faisabilité de la connexion à l'aire de Valleiry

La faisabilité technique, juridique et financière d'accès directs aux autoroutes a fait l'objet de discussions avec l'autorité concédante, la DGITM.

Pour rejoindre l'aire par le nord, trois options semblent possibles :

- par camion par l'ouest via le chemin de Maigy et une portion neuve à créer (sur laquelle un ouvrage d'art est à prévoir pour franchir le Nant de Vosogne) ;
- par camion par l'est en empruntant la D7, la D347, la D47 et la route qui longe l'aire au nord. L'itinéraire traverse le hameau de Bloux ;
- par convoyeur le long de l'autoroute et de l'aire.

Pour rejoindre l'aire par le sud, trois options semblent également possibles :

- par camion par l'ouest via le chemin de Maigy et le chemin rural dit de Coûtant ;
- par camion par l'est en empruntant la D7, la D347, la D47 et la route qui longe l'aire au sud (chemin de Coûtant). L'itinéraire traverse le hameau de Bloux ;
- par convoyeur le long de l'autoroute, avec un franchissement de celle-ci à prévoir.

Les différentes options de trajet jusqu'à l'aire sont présentées dans la carte suivante, y compris les zones de stockage et de chargement envisagées le long de l'aire.

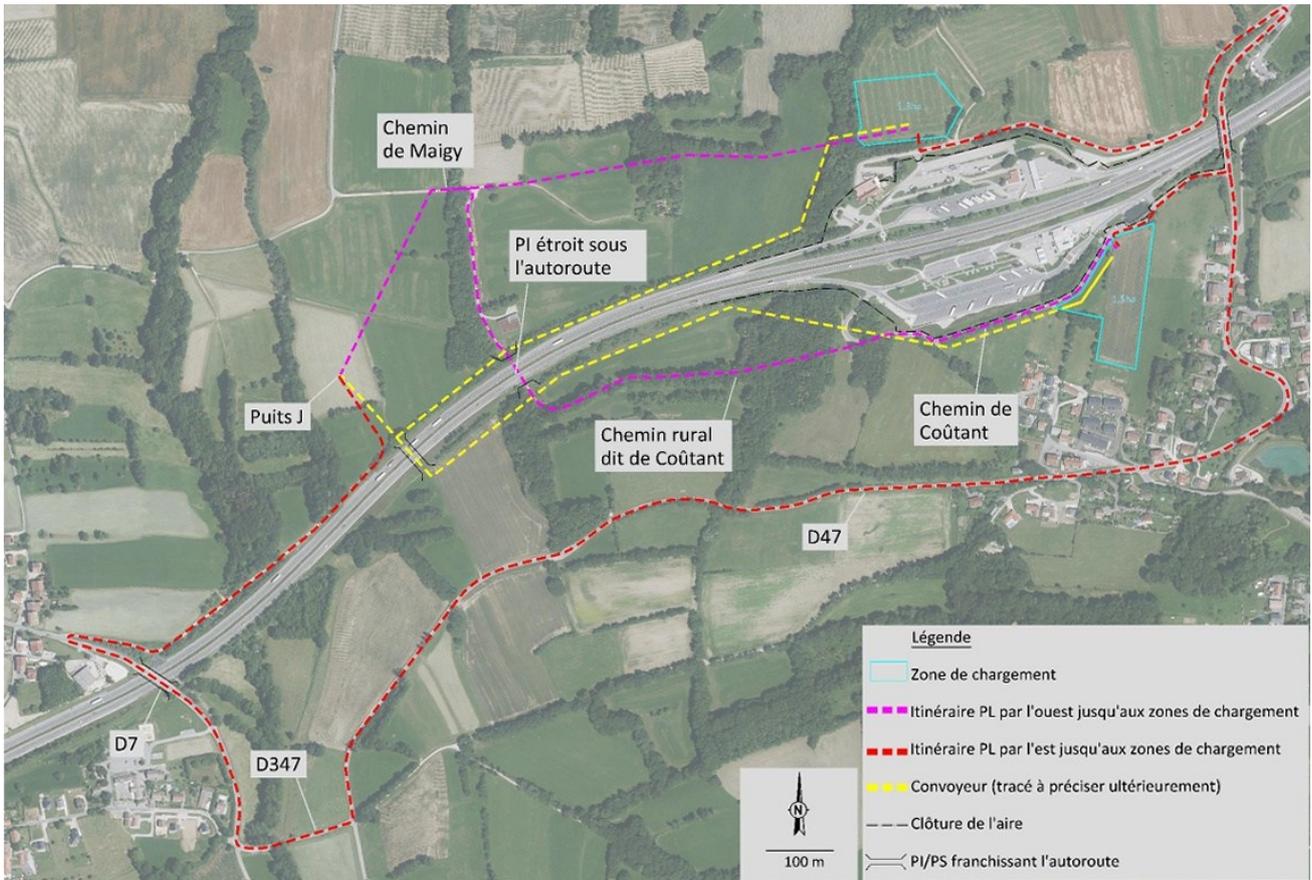


Illustration 343 : Carte de situation entre le site PJ et l'aire de Valleiry, indiquant les cheminements théoriques des convoyeurs et des poids lourds.

Aire de Valleiry Nord

Cette solution préférée consisterait à réaliser les opérations de chargement et de déchargement des poids lourds sur la parcelle identifiée comme zone de stockage/chargement. Il faudrait alors que les poids lourds présents sur l'autoroute puissent emprunter un nouveau portail créé entre l'aire et la parcelle, qui servirait uniquement à sortir de l'aire et se situerait sur la voie destinée aux véhicules légers avant d'atteindre les zones de stationnement des véhicules légers. Une section de route relativement longue serait à prévoir à la sortie de l'aire, en raison du dénivelé entre l'aire et la route extérieure qui la longe. Cette route serait placée à proximité de l'ancienne bretelle. Pour rentrer sur la parcelle, une rampe serait utilisée. Le portail existant serait ensuite franchi et les poids lourds repartiraient par la route destinée aux véhicules légers longeant le restaurant. Le virage au sud du portail existant devrait être élargi pour permettre de bonnes girations de poids lourds.

Dans cette option, les poids lourds n'emprunteraient que des voies actuellement utilisées par des véhicules légers. Ils éviteraient néanmoins les zones de parking et de pique-nique destinées aux véhicules légers. Les conditions de visibilité et de sécurité sont bonnes.

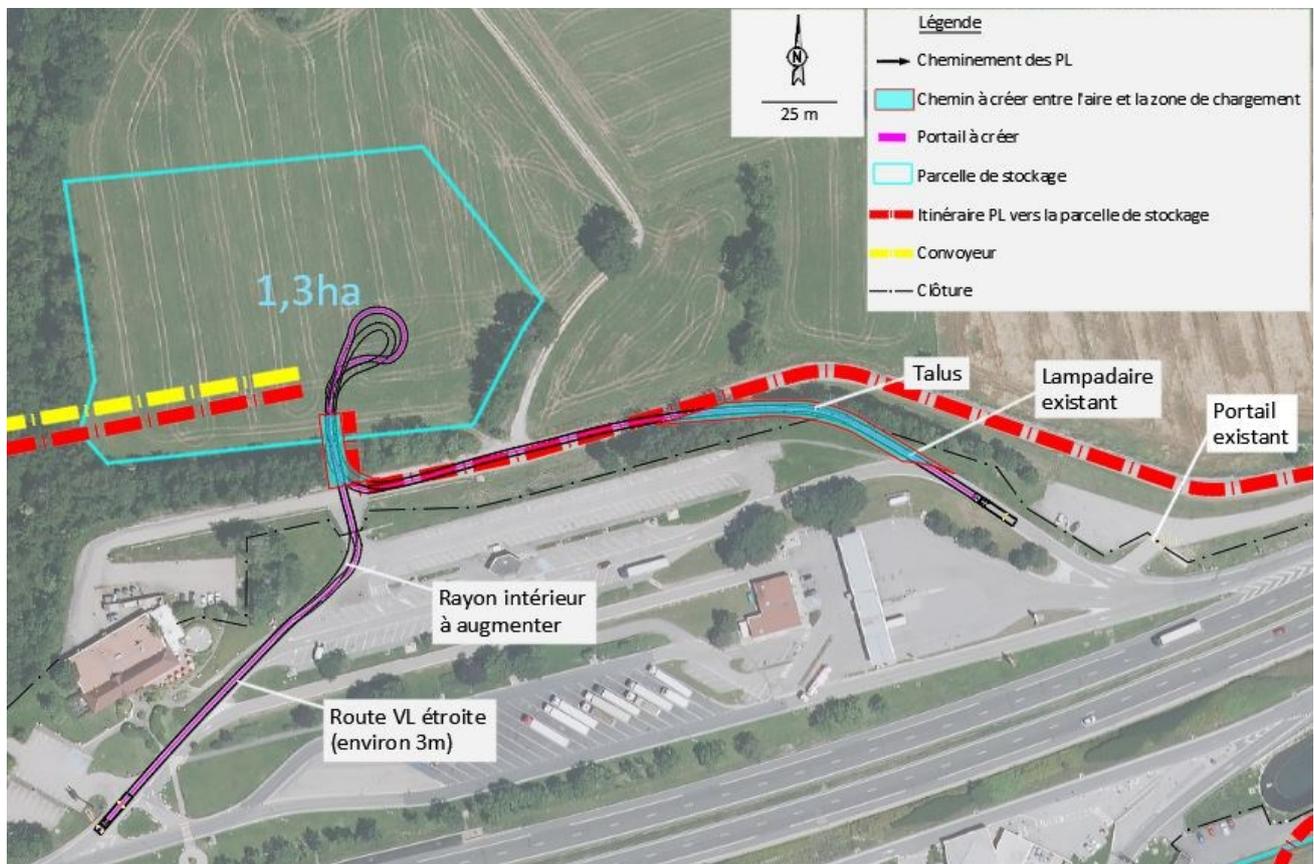


Illustration 344 : Solution préférée pour Valleiry Nord : chargement des poids lourds sur une parcelle à l'écart de l'aire.

Aire de Valleiry Sud

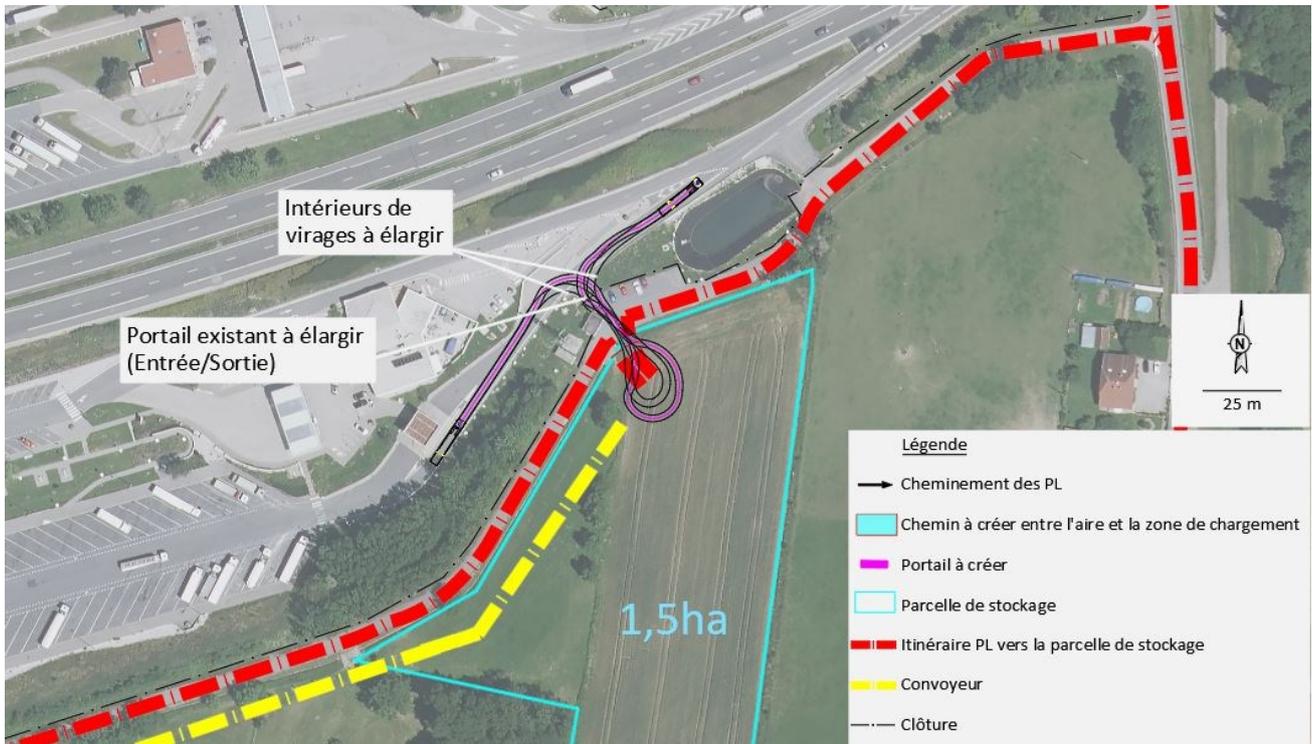


Illustration 345 : Solution préférée pour Valleiry Sud : chargement des poids lourds sur une parcelle à l'écart de l'aire.

13.4.3. Itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental

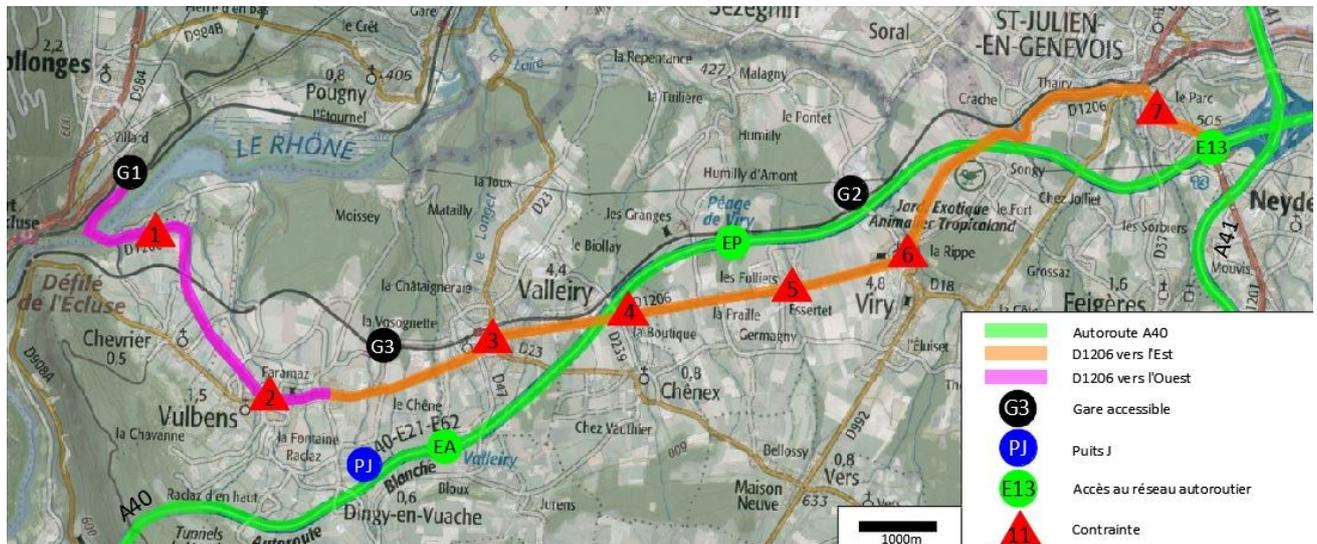


Illustration 346 : Carte des itinéraires vers le réseau structurant par le réseau départemental.

Contraintes du réseau départemental (Illustration 346)

Contrainte 1 : pente à 5 % sur 2 km, pont étroit

Contrainte 2 : traversée du village de Vulbens sur 1,5 km (îlots centraux aménagés)

Contrainte 3 : traversée du village de Valleiry sur 1,5 km (îlots centraux aménagés)

Contrainte 4 : traversée du hameau de La Boutique (environ dix maisons à proximité de la RD)

Contrainte 5 : traversée du hameau d'Essertet (environ 40 maisons à proximité de la RD)

Contrainte 6 : traversée de Viry sur 650 m (îlots centraux aménagés)

Contrainte 7 : traversée de Cervonnex sur 1 km, pente à 6 % sur 400 m

La route permettant de rejoindre le réseau structurant est, dans tous les cas, la RD1206. Elle présente des caractéristiques globalement satisfaisantes. Il convient d'apporter les précisions suivantes :

- pentes remarquables : près du Rhône, rampe d'environ 5 % sur 2 km. À Cervonnex, rampe d'environ 6 % sur 400 m ;
- hameaux et villages : six traversées identifiées, avec la présence occasionnelle d'îlots centraux ;
- structures de chaussée : structures a priori adaptées.

13.4.4. Connexion au réseau local

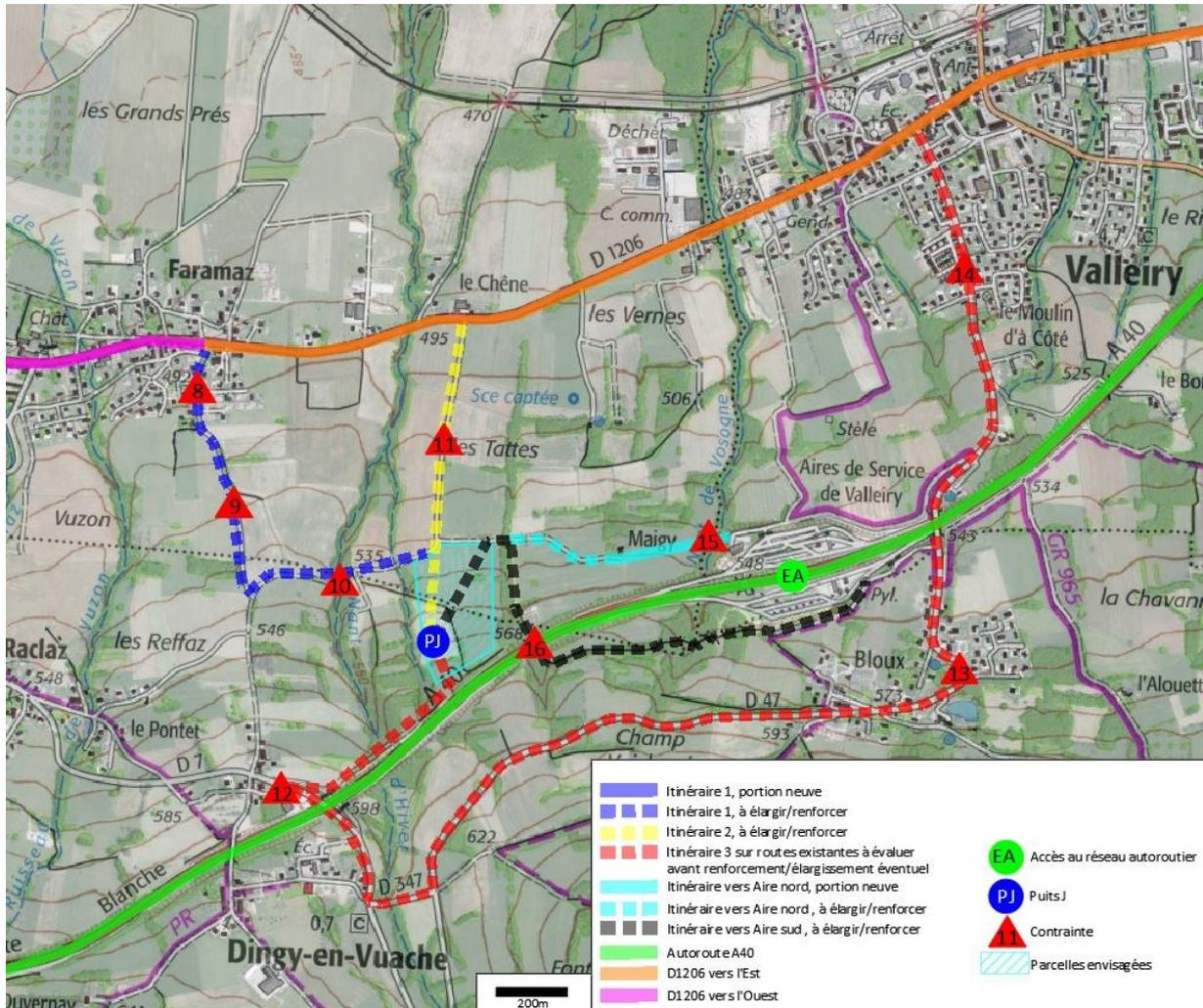


Illustration 347 : Connexions au réseau local du site PJ.

Contraintes du réseau local (Illustration 347) :

Contrainte 8 : traversée d'une partie étroite de Vulbens, limitée aux véhicules pesant 3,5 tonnes

Contrainte 9 : La Vy du Crêt, pente à 7 % sur 600 m

Contrainte 10 : ouvrage d'art existant probablement à détruire/reconstruire (visite nécessaire)

Contrainte 11 : chemin des Tattes, pente à 7 % sur 500 m

Contrainte 12 : traversée du village de Dingy-en-Vuache (dix maisons à proximité de la D7) et carrefour existant très serré à élargir

Contrainte 13 : traversée du hameau de Bloux sur 800 m, pente à 5 % sur 700 m, îlot central aménagé

Contrainte 14 : traversée d'une partie du village de Valleiry sur 600 m, pente à 6 % sur 1 km, îlot central aménagé

Contrainte 15 : pont à créer sur le Nant de Vosogne

Contrainte 16 : chemin rural dit de Coûtant, pente à 13 % sur 400 m, passage inférieur de gabarit inconnu

Tableau descriptif des coûts et travaux par itinéraire :
Tableau 34 : Description détaillée des travaux par itinéraire

Itinéraire	Longueur	Profil en travers	Pentes	Carrefours	Ouvrage d'art (OA)	Autres	Coût
Bleu foncé : La Vy du Crêt, chemin rural dit de Gillin, voie communale des Rippaz et chemin des Tattes	1 200 m de route existante à élargir	Existant : chaussée de 3 m, à élargir à 5,50 m + accotements de 50 cm pour permettre les croisements	7 % sur 600 m	-	OA sur la voie communale des Rippaz à évaluer et à détruire/reconstruire au besoin	-Limite à 3,5 t à La Vy du Crêt -Structures de chaussée à vérifier -Passages étroits difficilement élargissables à Vulbens sur 200 m (largeur 4,50 m)	1 030 k€ hors OA éventuel
Jaune : chemin des Tattes	630 m de route existante à élargir	Existant : chaussée de 3 m, à élargir à 5,50 m + accotements de 50 cm pour permettre les croisements	7 % sur 500 m	Carrefour étroit avec la D1206, probablement à modifier	-	Structures de chaussée à vérifier	700 k€
Rouge : D7, D347 et D47	3 450 m de route existante et 100 m à créer pour accéder au site	Existant : 5,50 m sauf D347 (4,5 m) et le long de l'autoroute (3 m), à élargir à 5,50 m + accotements de 50 cm le long de la D347 et à 4 m + accotements de 50 cm le long de l'autoroute	-5 % sur 700 m en traversée de Bloux -6 % sur 1 km à Valleiry	Carrefour étroit avec la D1206, probablement à modifier	-	-Traversée de Valleiry sur 600 m et de Bloux sur 800 m -Structures de chaussée à vérifier	860 k€ (travaux seulement sur la D347, le long de l'autoroute et pour relier la parcelle au chemin sur 100 m + carrefour modifié)
Noir : chemin rural dit de Coûtant	1 300 m (350 m de route près du site, 800 m de chemins non bitumés et 450 m de route le long de l'aire)	Existant : environ 3 m près du site et sur le chemin non bitumé. Environ 5 m le long de l'aire, à élargir à 5,50 m + accotements de 50 cm près du site et à 4 m + accotements de 50 cm sur le chemin	13 % sur 400 m et d'autres passages courts à environ 7 %	-	-	Structures de chaussée à vérifier là où une chaussée bitumée est en place	840 k€

Cyan : accès direct à l'aire	600 m de chemin existant ou à créer	Existant : environ 3 m, à élargir ou à créer avec 4 m + accotements de 50 cm	8 % sur 100 m et OA en pente sur le Nant de Vosogne	-	À créer pour traverser le Nant de Vosogne	Structures de chaussée à vérifier là où une chaussée bitumée est en place	530 k€ hors OA
------------------------------	-------------------------------------	--	---	---	---	---	----------------

13.5. SYNTHÈSE POUR LE SITE PJ

Le site PJ se situe sur les communes de Vulbens (partie Nord du site) et de Dingy-en-Vuache (partie Sud du site), non loin de petites routes départementales, dans un secteur rural et préservé. L'autoroute A40 longe les sites potentiels, mais sans connexions directes proches. Une implantation semble envisageable mais nécessitera d'accorder une attention accrue à l'intégration paysagère.

Sur le plan environnemental, les parcelles envisagées font l'objet de protections (zones agricoles protégées, zones agricoles protégées en raison de leur potentiel agronomique et écologique, espace boisé classé), qui devront être prises en compte, et l'adoption de mesures adéquates de compensation devra être prévue dans le cadre des procédures correspondantes.

Les accès aux réseaux structurants sont assez longs et requièrent la traversée de nombreux hameaux. Des connexions directes à l'autoroute via l'aire de Valleiry ont fait l'objet d'un examen avec l'autorité concédante, la DGITM. Les connexions Nord et Sud sont envisageables.

Pour les voies ferrées, diverses connexions semblent envisageables et devront être étudiées avec les services de SNCF Réseau.

14. SITE PL – CHALLEX (AIN, FRANCE)

Le chapitre 14 présente de manière détaillée l'environnement d'implantation du site PL à Challex. La description du site et de son environnement est suivie de l'analyse urbanistique et paysagère, de l'analyse environnementale (contraintes actuelles) et de l'analyse des accès, notamment des connexions aux réseaux ferré, routier et autoroutier.

Le périmètre du site de surface présenté dans ce chapitre est une ébauche conceptuelle et ne correspond pas nécessairement au périmètre précis tel qu'envisagé actuellement. La section 15.10 présente la dernière version de ce périmètre en détail.

14.1. DESCRIPTION

Le site se trouve sur la commune de Challex dans le département de l'Ain, à la limite de la frontière avec la Suisse, à proximité de la RD884 (Illustration 348).

Challex est un village préservé et plutôt résidentiel, bénéficiant d'un cadre naturel et agricole de grande qualité. Il est desservi par la route départementale RD89 (route de Greny).

Le site envisagé peut trouver sa place au sein d'une vaste surface agricole au nord-est du village et permet ainsi d'envisager différents scénarios d'aménagement.

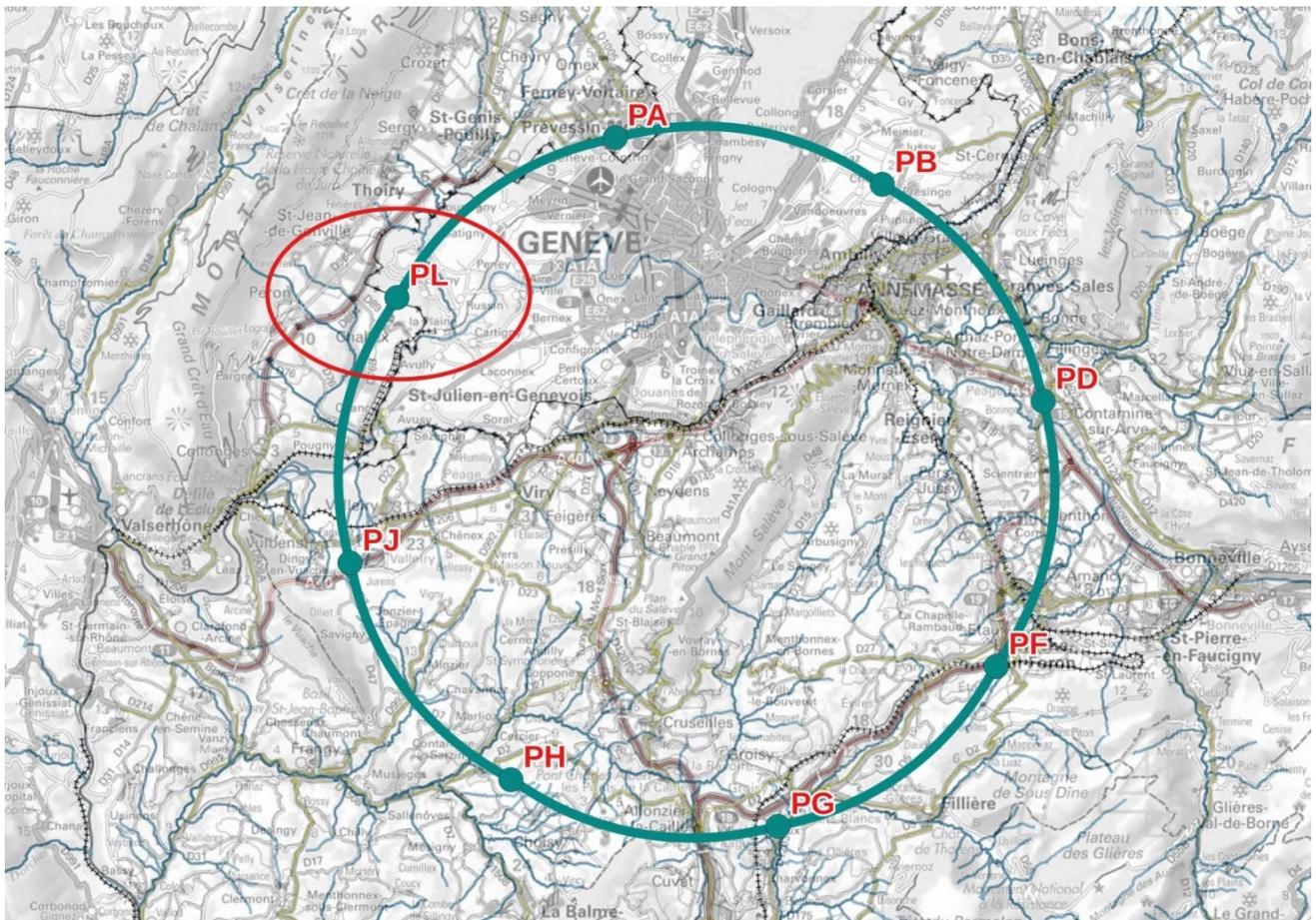


Illustration 348 : Carte de l'emplacement du site PL.

Les coordonnées WGS84 du point théorique sont :

- Latitude : 46.1926255° N,
- Longitude : 5.9810829° E.

L'élévation est de 508 m. La profondeur du puits est de 250 m.

Le site PL est un site technique. Le puits peut être déplacé sur une zone plus adaptée.

La carte ci-dessous indique une surface étudiée plus vaste que celle requise pour le site de surface.

Le point indiqué est l'emplacement théorique du point médian du segment droit. Le puits d'accès peut être déplacé le long de l'anneau jusqu'à 1 000 m et en latéral à l'intérieur de l'anneau à une distance approximative d'environ 30 m. La faisabilité d'un puits à l'extérieur de l'anneau doit encore être analysée. Techniquement et financièrement, l'impact en serait important. Une caverne de service serait située à l'intérieur du tunnel. Les dimensions exactes de la caverne dépendent des exigences techniques et restent à définir.

Le contexte général d'un site placé au point nominal (centre de la section droite) est le suivant (Illustration 349) :

- zone agricole protégée ;
- présence à confirmer d'une nappe d'eau temporaire des deux côtés de la frontière à une profondeur d'environ 25 m ;
- proximité immédiate d'une villa louée ;
- présence de deux maisons d'habitation individuelles à une distance de 300 m (une maison rénovée, une construite en 2021 sur le côté opposé de la petite route de Dardagny, en face du vignoble protégé) ;
- l'ensemble du terrain est situé sur des parcelles privées ;
- la route de Dardagny n'est pas praticable pour l'accès car elle est de petite taille et traverse Challex. De plus, la route est interdite aux passages transfrontaliers ;
- le terrain est entièrement plat, avec une légère déclivité derrière la villa la plus proche de la frontière suisse.

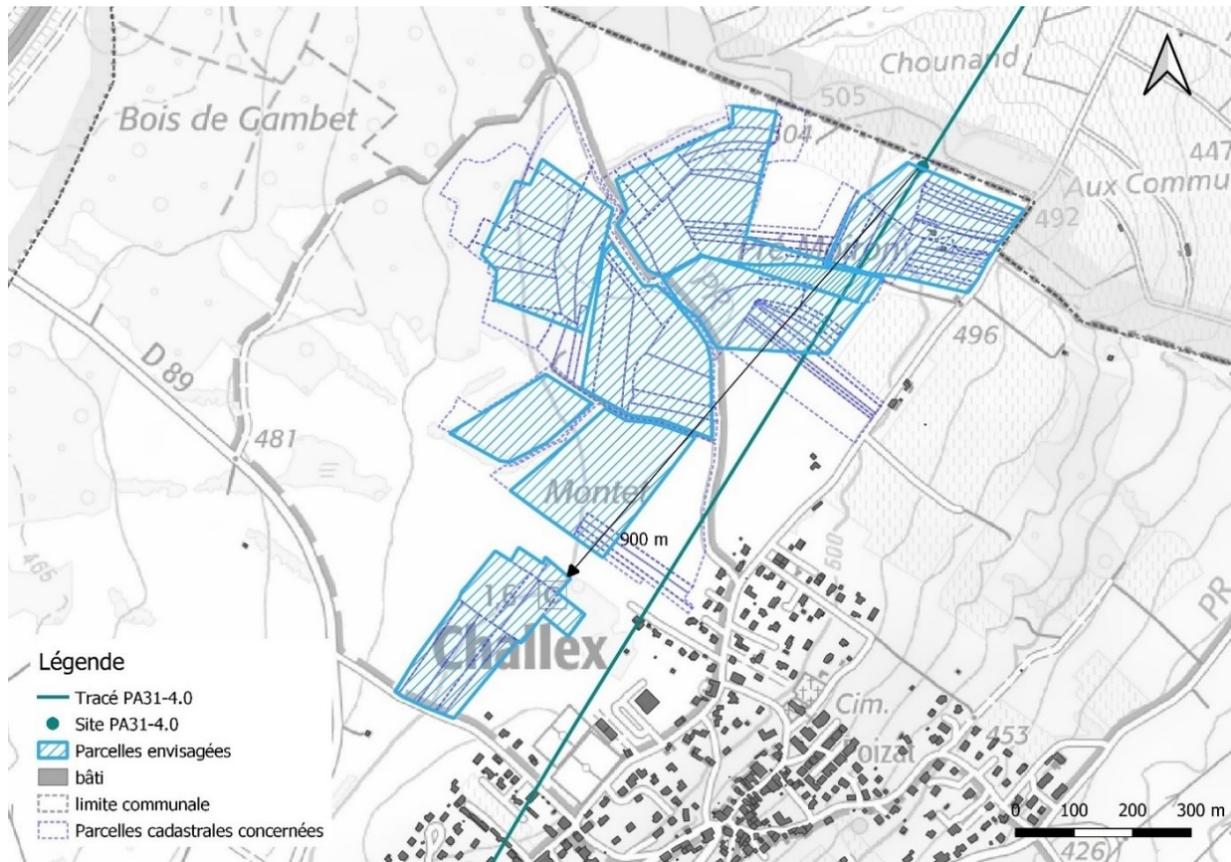


Illustration 349 : Carte de situation des parcelles envisagées au site PL.

Les caractéristiques d'un site au point nominal au centre de la section droite de l'anneau sont les suivantes :

- le périmètre du site est en cours d'optimisation et une surface pouvant atteindre 4 ha semble possible ;
 - la présence d'une nappe d'eau souterraine temporaire doit encore être confirmée ou infirmée au moyen d'investigations du sous-sol, la compatibilité avec cette contrainte éventuelle devant être confirmée lors de l'optimisation du positionnement du puits ou de la totalité du site ;
 - un puits unique au-dessus d'une caverne de service, à l'intérieur de l'anneau ;
 - deux maisons familiales à l'intérieur de la zone proche du point nominal : acquérir ces propriétés ou créer un site derrière les maisons, à distance égale des trois constructions existantes ;
 - nécessité de préserver les vignobles protégés des deux côtés de la frontière ;
 - présence d'une forêt (qui inclut des milieux humides) au nord-ouest, à environ 800 m du site ;
 - présence du village au sud, à environ 600 m du site ;
 - nécessité d'une très bonne intégration paysagère ;
 - absence de réseaux structurants existants (eau potable, assainissement, électricité) ;
 - absence de route d'accès. Création d'un accès permettant une connexion à la D884 via la D89 ;
 - éviter la visibilité depuis les maisons et le village ;
 - préserver le paysage du chemin de randonnée à travers les vignobles ;
 - possibilité d'accéder à la voie ferrée à l'ancienne gare du pont Carnot à une distance d'environ 10 km.
- Il est à noter que le pont Carnot se situe sur le réseau routier « TE72 », ouvert à la circulation de convois exceptionnels dont le poids total roulant n'excède pas 72 tonnes (arrêté préfectoral n° DREAL-RCTV-TE01-01/2018).

Les principales **opportunités** offertes par le site sont les suivantes (Illustration 350) :

- proximité des sites du CERN à Meyrin et à Prévessin et de leurs services ;
- proximité de la ligne d'électricité de 400 kV ;
- proximité de divers équipements publics ;
- possibilité de créer un réseau de chaleur pour les équipements publics, les entreprises ou les logements, par exemple avec la ZAC de Thoiry ou la zone de La Plaine (avec la société Firmenich) ;
- possibilités de développement d'activités nécessitant de la chaleur en lien avec la fourniture de chaleur résiduelle (par exemple, aquaponie, séchage de bois, serres) ;
- possibilité de partenariats avec les restaurants se trouvant à proximité ;
- possibilité de réactivation de la ligne ferroviaire Collonges-Divonne-les-Bains pour le transport de marchandises et de personnes (réflexions en cours pour en faire une voie verte) ;
- proximité du centre commercial de Val Thoiry (4 km) ;
- possibilité de création d'un convoyeur pour acheminer les matériaux excavés vers des lieux de valorisation à proximité, vers l'ancienne gare de Collonges et vers la gare de La Plaine, en Suisse.

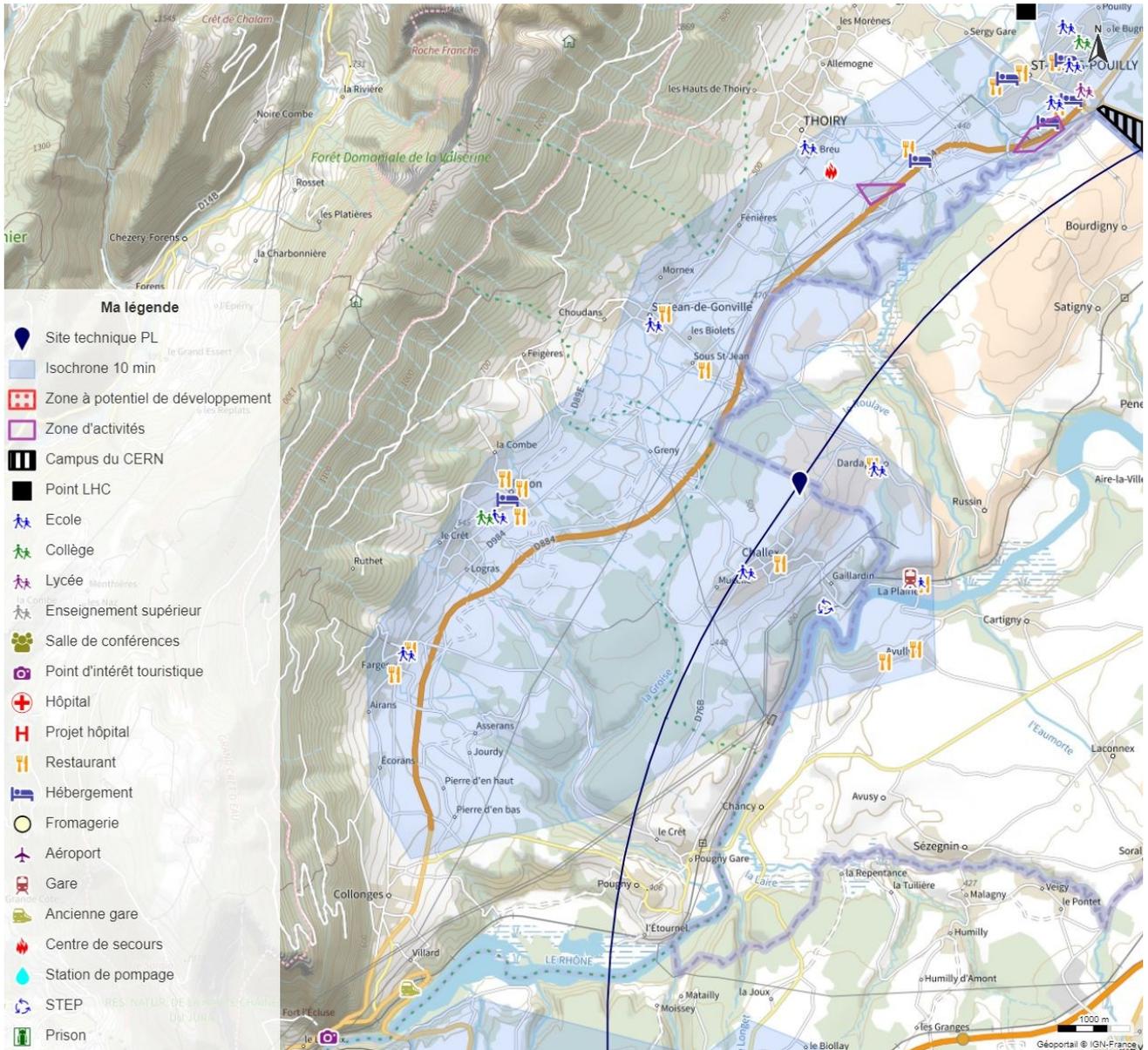
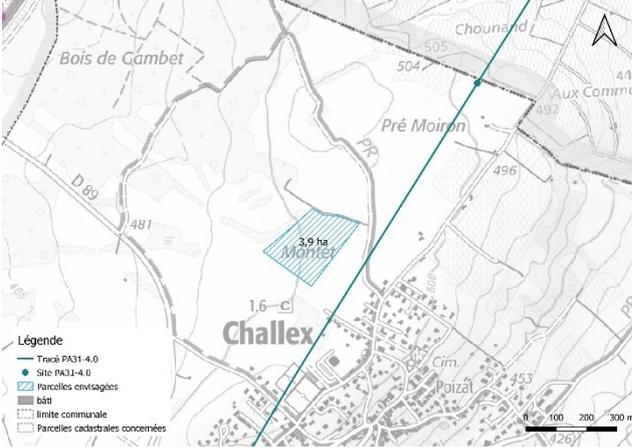
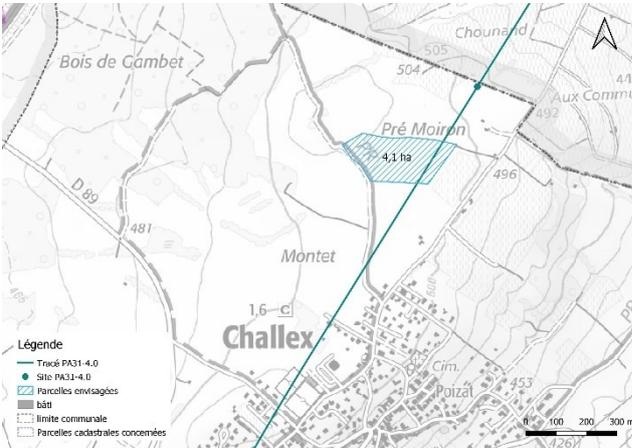


Illustration 350 : Carte d'ensemble des opportunités principales du site PL.

Le Tableau 35 présente différents scénarios d'aménagement envisageables et expose leurs principaux avantages et inconvénients.

Tableau 35 : Scénarios d'aménagement envisagés.

<p>Scénario 1</p> <p>Site d'un seul tenant le plus proche du village, mais à une distance suffisante pour limiter la visibilité depuis les habitations.</p> <p>En fonction de l'emplacement, les maisons les plus proches se situent à environ 100 m au sud-est.</p> <p>Avantages : accès court au site, en direction de la D89. Pas de visibilité directe depuis l'entrée du village. Contraintes environnementales négligeables et absence de contraintes hydrogéologiques. Difficulté de réaliser l'accès au tunnel du collisionneur par l'extérieur de l'anneau. L'accès ne doit pas se faire au milieu ou à la fin de la section droite.</p> <p>Inconvénient : proche de certaines habitations selon la configuration de l'implantation.</p>	 <p>The map shows a 3.9 ha site (shaded blue) located near Challex. The site is bounded by a green line representing the tunnel alignment. The village of Challex is visible to the south and east. The map includes a legend with symbols for Tracé PA31-4.0, Site PA31-4.0, Parcelles envisagées, bâti, limite communale, and Parcelles cadastrales concernées. A scale bar indicates 0, 100, 200, 300 m.</p>
<p>Scénario 2</p> <p>Site d'un seul tenant à proximité de vignobles protégés sans nécessité d'acquisition de maisons ou d'expropriation.</p> <p>La distance par rapport à trois maisons est de 175 m à l'est, de 240 m au sud et de 300 m au sud-ouest, avec de potentielles nuisances résiduelles.</p> <p>Avantages : l'accès au point nominal, au milieu de la section droite de l'anneau à l'intérieur de l'anneau, est plus proche que dans le scénario 1. À l'écart du village et pas de visibilité directe du site.</p> <p>Inconvénients : proche de certaines habitations, accès long et difficile à créer. Contraintes du corridor écologique et des zones de protection aux alentours. Proximité de deux habitations isolées.</p>	 <p>The map shows a 4.1 ha site (shaded blue) located near Challex. The site is bounded by a green line representing the tunnel alignment. The village of Challex is visible to the south and east. The map includes a legend with symbols for Tracé PA31-4.0, Site PA31-4.0, Parcelles envisagées, bâti, limite communale, and Parcelles cadastrales concernées. A scale bar indicates 0, 100, 200, 300 m.</p>

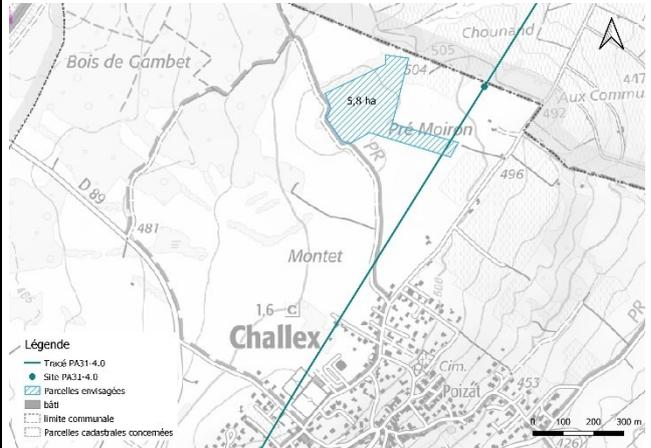
Scénario 3

Site d'un seul tenant éloigné de la zone résidentielle, avec une extension pour l'emplacement du puits.

La distance par rapport à trois maisons est de 200 m à l'est, plus de 260 m au sud et plus de 300 m au sud-ouest avec moins de nuisances résiduelles que dans le scénario 2.

Avantages : l'accès au point nominal, au milieu de la section droite de l'anneau à l'intérieur de l'anneau, est plus proche que dans le scénario 1. À l'écart du village et pas de visibilité directe du site.

Inconvénients : proche de certaines habitations, accès un peu long et difficile à créer. Contraintes du corridor écologique et des zones de protection aux alentours. Proximité de deux habitations isolées.



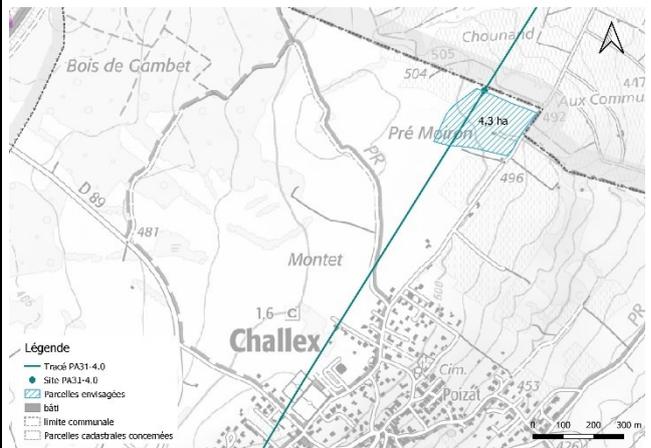
Scénario 4

Site le plus éloigné de la zone résidentielle, avec la possibilité pour l'emplacement du puits à l'intérieur de l'anneau au point nominal.

La distance par rapport aux maisons se trouvant au sud-est est de l'ordre de 300 m, mais le site est contigu à une villa située à une distance d'environ 100 m. Les infrastructures techniques peuvent aussi être situées à une distance de 130 m au nord de ces deux maisons.

Avantages : accès direct au point nominal au milieu de la section droite de l'anneau à l'intérieur de l'anneau. Totalement à l'écart du village et pas de visibilité directe du site.

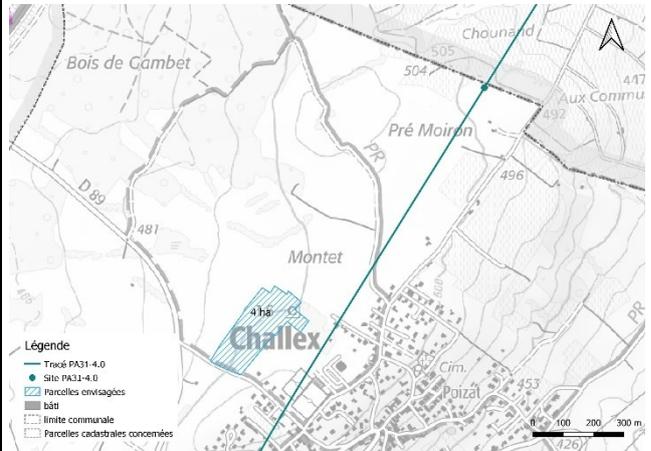
Inconvénients : accès à créer en direction de la D89 à travers les champs agricoles. Contraintes techniques potentielles en raison de la présence d'une nappe d'eau temporaire à confirmer ou à infirmer, mais pas de point de blocage. Contraintes du corridor écologique à respecter. Proximité avec d'une habitation isolée, qu'il faudra acquérir.



Scénario 5

Avantages : accès direct sur la rue de la Craz. Moins d'impacts pour la nature que dans les autres scénarios, accès directs aux réseaux structurants (routes, assainissement, eau potable, électricité). Possibilité de déplacer certains aménagements techniques du site de surface encore plus loin du village.

Inconvénients : visibilité du site depuis la D89. Proche de certaines habitations. S'il n'est pas possible d'utiliser une partie de terrain située entre la salle communale et le terrain de sport, il faut envisager un puits à l'extérieur de l'anneau, ce qui nécessitera une analyse de faisabilité technique et entraînera un surcoût pour l'infrastructure de recherche. À une distance de 1 050 m du point nominal.

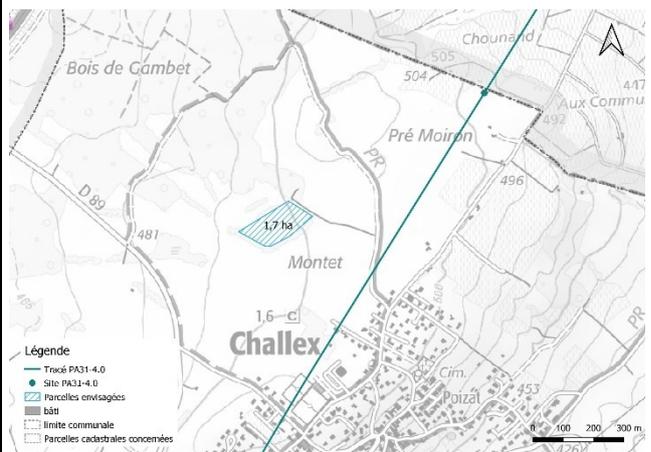


Scénario 6

Site d'un seul tenant à l'écart des habitations, dans une zone Ap.

Avantages : l'emplacement est à l'écart des habitations et derrière un alignement d'arbres. L'accès depuis la route de Greny (D89) serait long de seulement 370 m.

Inconvénients : l'emplacement se trouve à l'extérieur du tunnel du collisionneur et nécessite donc l'élaboration d'une solution, supposant un coût supplémentaire, pour pouvoir accéder à la machine. L'espace est à proximité immédiate de zones naturelles protégées et de zones de grande valeur écologique, ce qui ne permet pas d'augmenter la surface. La surface disponible de 1,7 ha est trop petite pour un site de surface. Les distances de 720 m vers le point nominal et de 300 m avec un tunnel de connexion au tunnel principal entraîneraient des surcoûts significatifs.



Scénario 7

Site d'un seul tenant de 4 ha à l'écart des habitations, dans une zone Np.

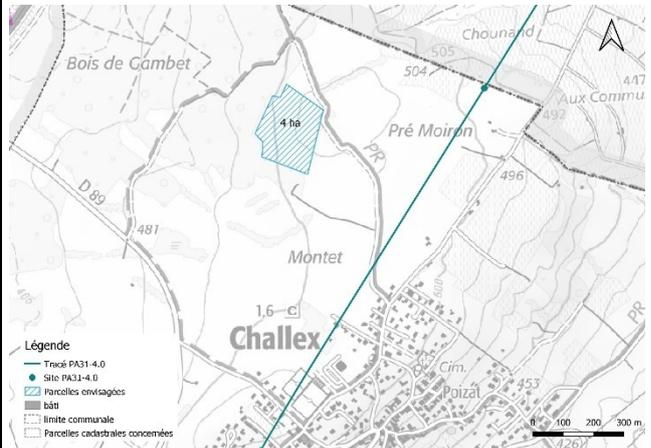
Avantages : l'emplacement est à l'écart des habitations et derrière un alignement d'arbres et disposerait d'une surface suffisante pour accueillir un site technique de surface.

Inconvénients : l'emplacement se trouve à l'extérieur du tunnel du collisionneur et nécessite donc l'élaboration d'une solution, supposant un coût supplémentaire, pour pouvoir accéder à la machine. Il se trouve à proximité immédiate de la zone humide, dans la zone de protection naturelle de grande valeur écologique.

L'accès depuis la route de Greny (D89) serait long (plus de 800 m) et se ferait à travers la forêt et des zones protégées.

Les distances de 580 m vers le point nominal et de 380 m avec un tunnel de connexion au tunnel principal entraînerait des surcoûts excessifs.

Cette option est donc écartée.



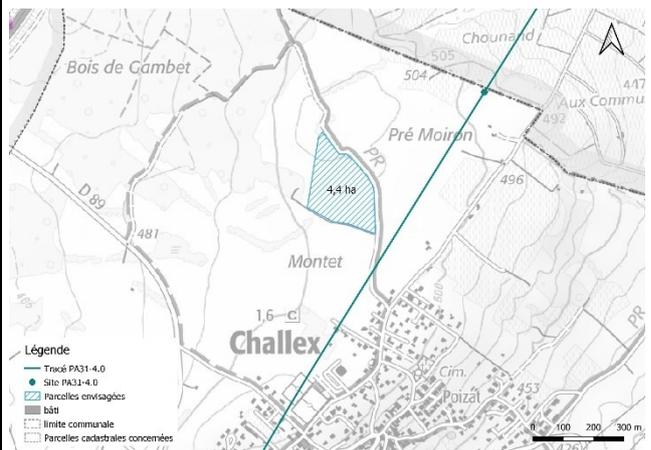
Scénario 8

Site d'un seul tenant le plus proche du village, au nord du scénario 1, se trouvant sur un champ en terrain presque plat.

En fonction de l'emplacement, les maisons les plus proches se situent à environ 250 m au sud.

Avantages : surface d'environ de 4,4 ha pour pouvoir accueillir un site de surface permettant une bonne intégration paysagère. Absence de contraintes hydrogéologiques. Difficulté de réaliser l'accès au tunnel du collisionneur par l'extérieur de l'anneau avec un tunnel souterrain de liaison d'une longueur de 150 m et avec un surcoût acceptable. L'accès ne doit pas se faire au milieu ou à la fin de la section droite.

Inconvénients : l'accès depuis la route de Greny (D89) serait long (entre 650 et 850 m). Une covisibilité avec les habitations dans le lotissement du Pré de Cure et la route de Dardagny ne peut pas être exclue. Présence d'une forêt qui inclut des milieux humides à proximité immédiate du site.



Foncier

Pour les différents scénarios, le site se situe sur des parcelles privées à l'exception des scénarios 4 et 7, qui empiètent légèrement respectivement sur une parcelle départementale et communale (Illustration 351).



Illustration 351 : Carte des propriétaires fonciers au site PL. Source : cadastre anonymisé.

Exploitants agricoles

Plusieurs exploitants agricoles semblent concernés selon les différents scénarios (Illustration 352).

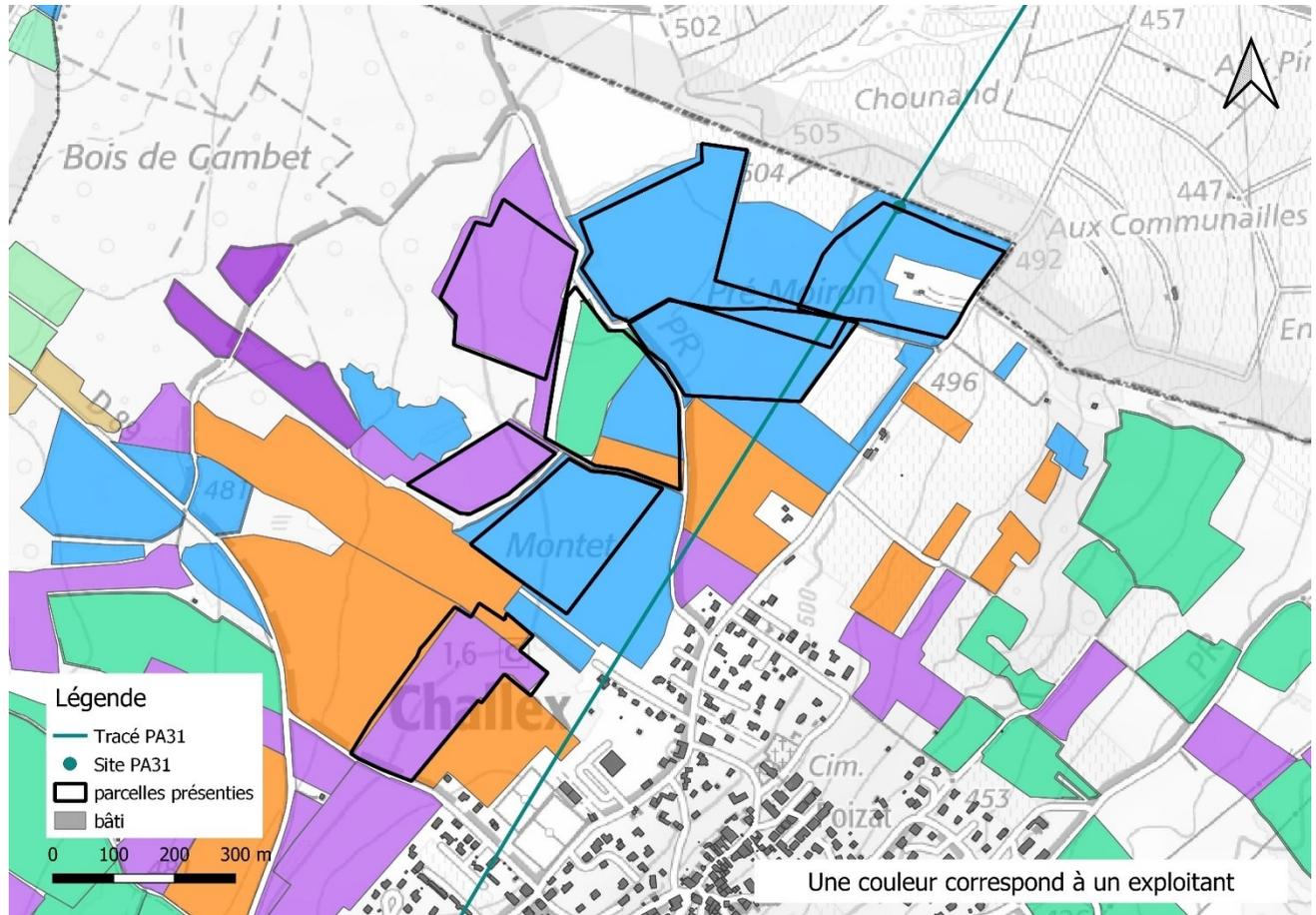


Illustration 352 : Cartes des exploitants agricoles autour du site PL. Source : Registre Parcellaire Graphique.

14.2. ANALYSE URBANISTIQUE ET PAYSAGÈRE

14.2.1. État des lieux

Le site est situé sur la commune de Challex, près de la frontière suisse. Du côté français se trouvent l'agglomération, des champs agricoles et des vignes et, du côté suisse, des zones viticoles protégées. La zone géographique concernée se caractérise par la présence d'une plaine au pied du Jura à vocation plutôt rurale. La route départementale D884 qui relie Collonges à Saint-Genis-Pouilly passe en dehors du village mais non loin du site (Illustration 353). L'accès se fait par la D89.



Illustration 353 : Carte de situation des prises de vues autour du site PL.

Le terrain est plat, les abords sont boisés. Une pente légère existe, qui mène de la commune vers la D884 et la forêt au nord.



Illustration 354 : Vue des champs en direction du sud-ouest (numéro 1 sur la carte de situation).



Plaine agricole au pied du Jura.



Route départementale D884.



Présence importante de bois.



Agglomération urbaine à caractère résidentiel.

14.2.2. Urbanisme, architecture et paysage

Le village de Challex est une petite agglomération urbaine à caractère résidentiel qui s'est développée de manière relativement concentrée. Aux alentours se trouvent des champs agricoles et des zones boisées. La résidence « type » est une maison individuelle dotée d'un jardin et d'une clôture de haies, cette dernière préservant l'intimité des habitants mais créant un sentiment d'isolement lorsqu'on se promène dans les rues étroites du village.

Il est précisé que les photographies présentées ici ont pour but de contextualiser les environs de l'emplacement et ne présagent en rien de l'architecture future des sites.



Rue du village à Challex.



Résidences vues de loin. En arrière-plan, le Jura.

14.3. ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

Carte de synthèse des contraintes

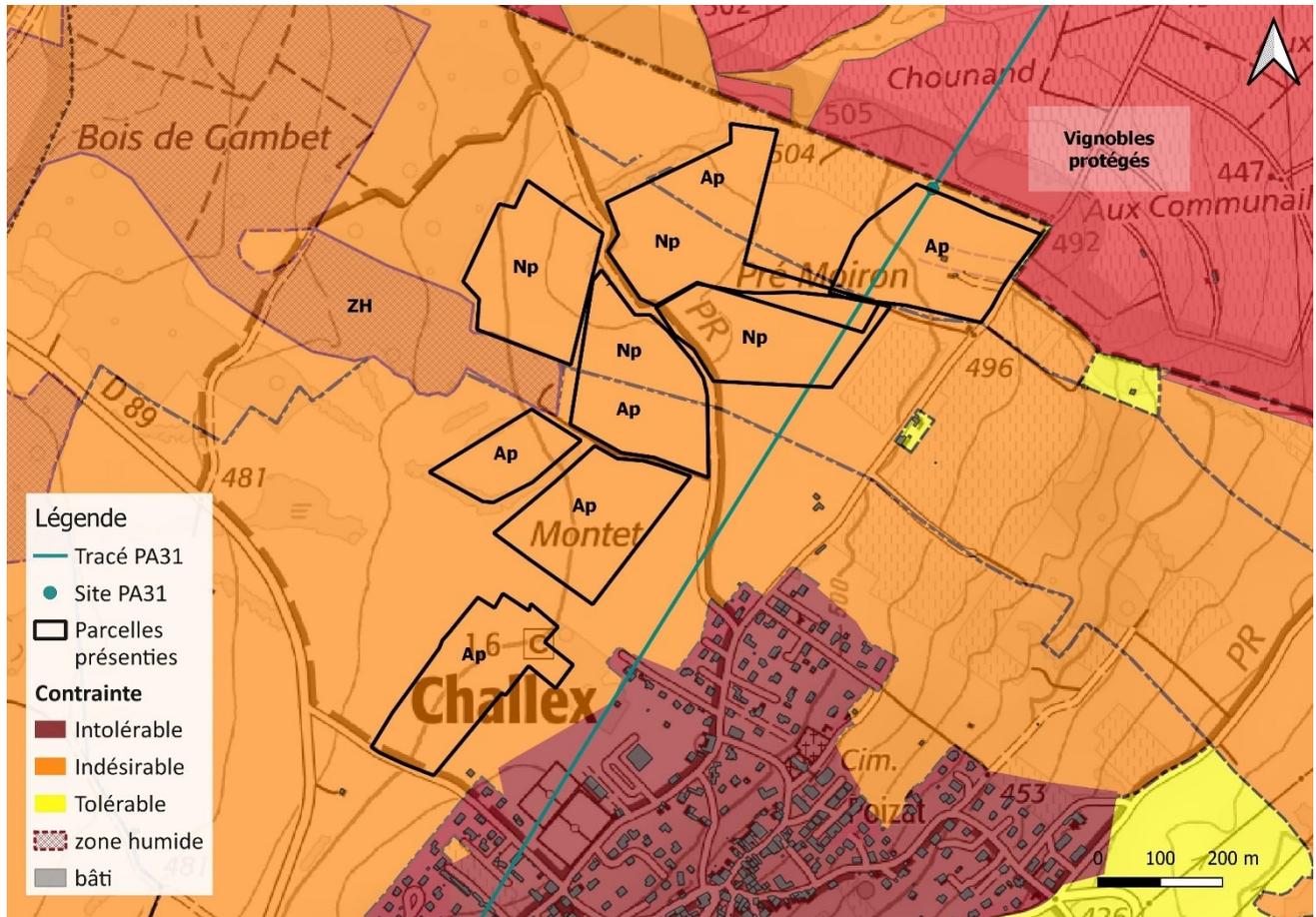


Illustration 355 : Carte des contraintes autour du site PL.

Contraintes environnementales (Illustration 355)

Le large périmètre de ce site offre différentes possibilités et inclut les maisons devant être éventuellement acquises, à l'est.

Chacune des parcelles bénéficie de protections (zonage Ap : zones agricoles protégées ; zonage Np : zone naturelle protégée), avec un niveau de sensibilité orange.

- s'agissant des zones agricoles protégées : le cas échéant, les protections imposées par arrêté préfectoral pourraient être levées, par arrêté préfectoral également, et nécessiteraient l'adoption de mesures de compensation ;
- s'agissant de la zone naturelle protégée : des inventaires faune-flore seront à réaliser dans cette zone. En effet, une zone humide (Zh) à l'ouest, correspondant à un site Ramsar en Suisse, laisse présager une richesse potentielle du milieu naturel (Illustration 355). Elle est également considérée comme une zone à éviter en France. Un espace tampon au sud de la forêt doit être respecté.

Un inventaire faune-flore est inclus dans l'étude de faisabilité afin d'obtenir des informations plus détaillées.

Il est à noter qu'une nappe d'eau souterraine au voisinage de la frontière fait actuellement l'objet d'une expertise.

Il convient de souligner d'autres éléments environnementaux :

- zone humide et forêt au nord et à l'ouest (classement Ramsar en Suisse) ;
- environnement naturel de grande valeur à proximité ;
- inventaire d'une faune et d'une flore riches à prévoir (étude environnementale détaillée à réaliser dans le secteur) ;
- proximité de vignobles protégés des deux côtés de la frontière, qui doivent être préservés ;
- zone résidentielle très calme, sans constructions importantes ;
- sentiers de randonnée jalonnés pour l'observation de la nature, sentier historique à travers les vignobles et pierres historiques à la frontière entre la France et la Suisse ;
- passage inférieur sous la D884 sur la D89 en direction du CERN vers Challex, avec un gabarit sous ouvrage de 4,4 m. Aucun obstacle en provenance de Collonges ;
- s'agissant de l'accès local au site PL, il est nécessaire de contourner les exploitations agricoles et de respecter toutes les zones sensibles (forêts, haies, corridors écologiques entre la forêt et le Rhône).

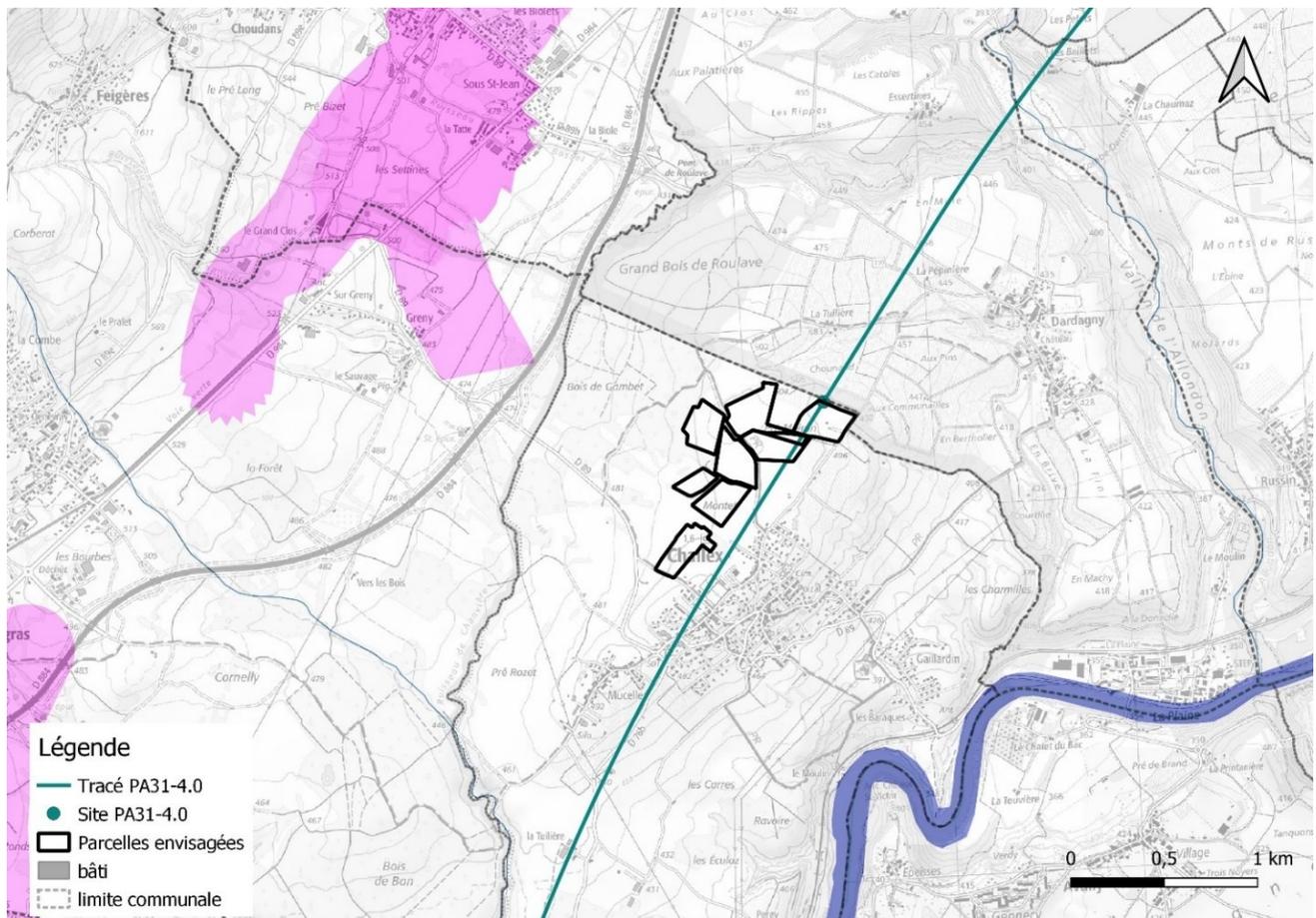


Illustration 356 : Carte des masses d'eau stratégiques autour du site PL.

Le site se trouve entre le Rhône et une masse d'eau stratégique (Illustration 356). La zone, se trouvant à proximité de la frontière suisse, en Suisse et dans la forêt au nord, est par conséquent caractérisée par la présence de nappes d'eau temporaires et de zones humides au nord.

Un corridor écologique se trouve entre la forêt/site Ramsar et le Rhône (Illustration 358).

Ramsar Site CH-6, Le Rhône genevois - Vallons de l'Allondon et de la Laire

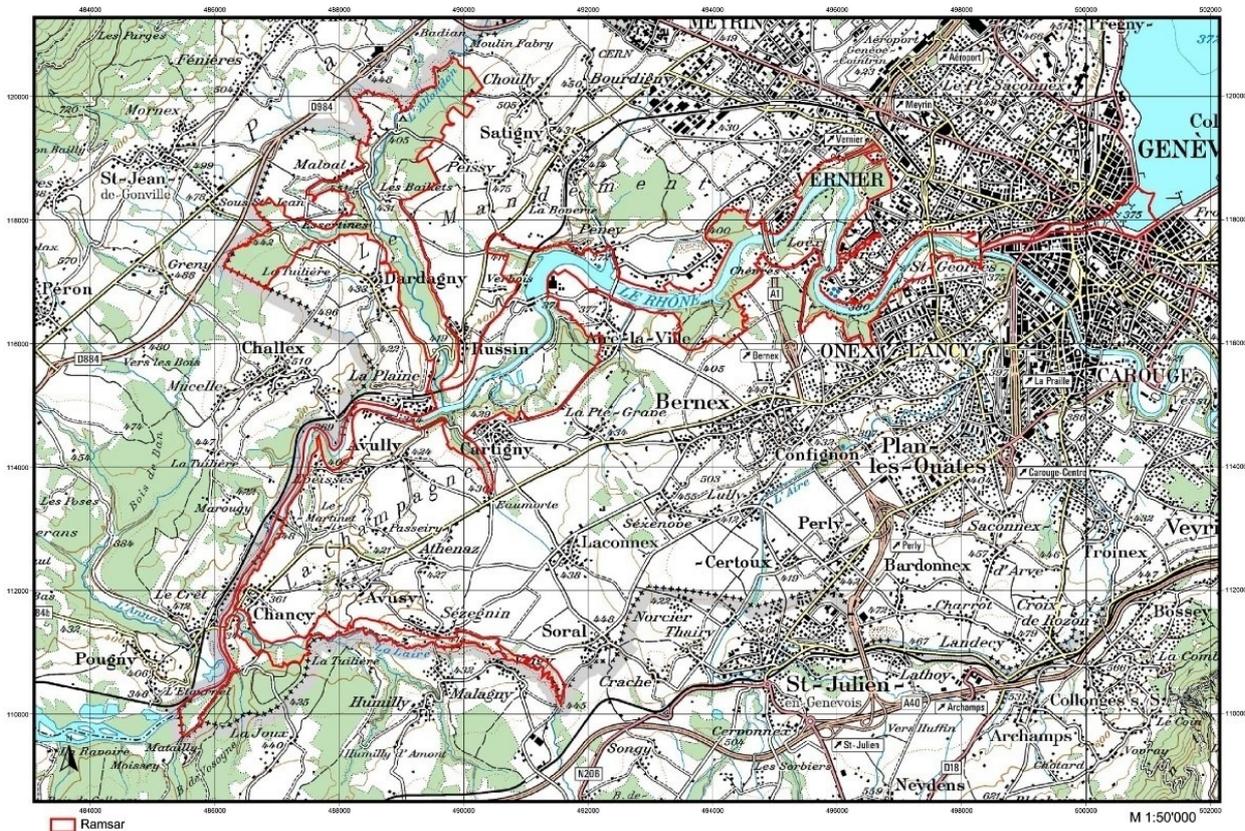


Illustration 357 : Carte du réseau Ramsar dans la région de Challex.

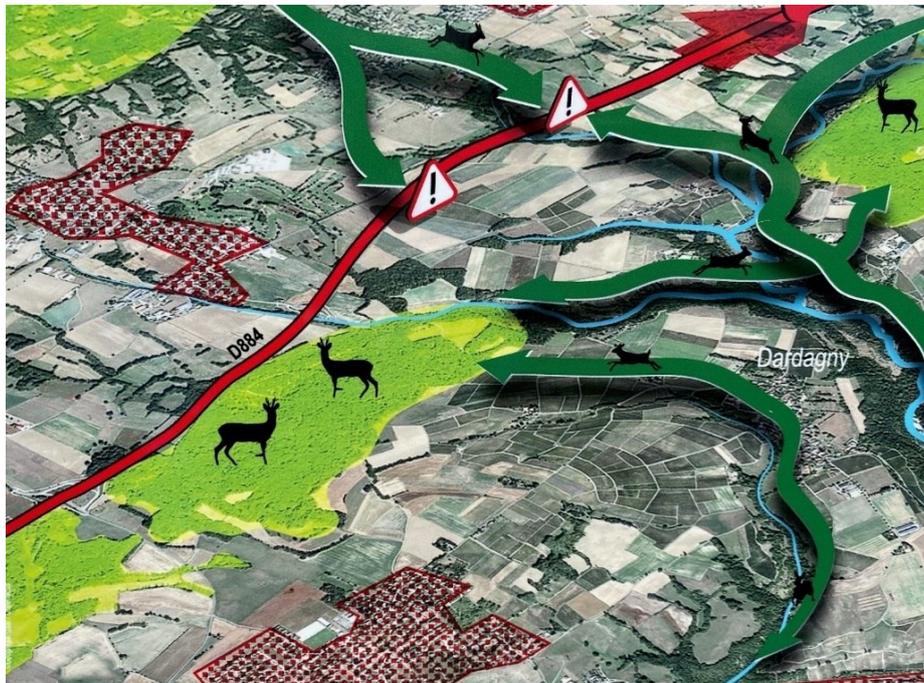


Illustration 358 : Panneau des corridors de déplacement de la faune du côté suisse, ce type de panneaux étant principalement placés le long des cours d'eau (extrait d'un panneau informatif du sentier des Bornes, mai 2022).

L'optimisation de l'implantation proche de la frontière suisse dans la zone agricole protégée (Ap) ou dans la zone naturelle protégée (Np) nécessitera une analyse plus précise des éléments ayant abouti à ce zonage (Illustration 359).

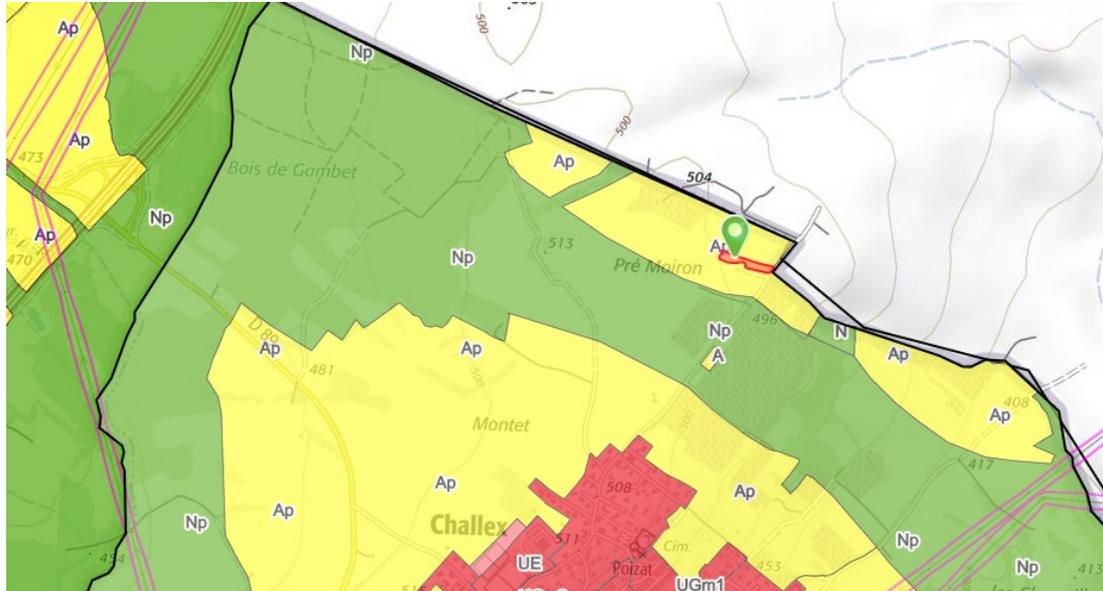


Illustration 359 : Carte indiquant les zones naturelles protégées et les zones agricoles protégées aux abords du site PL.

L'illustration 360 indique les contraintes environnementales pour les scénarios envisageables.

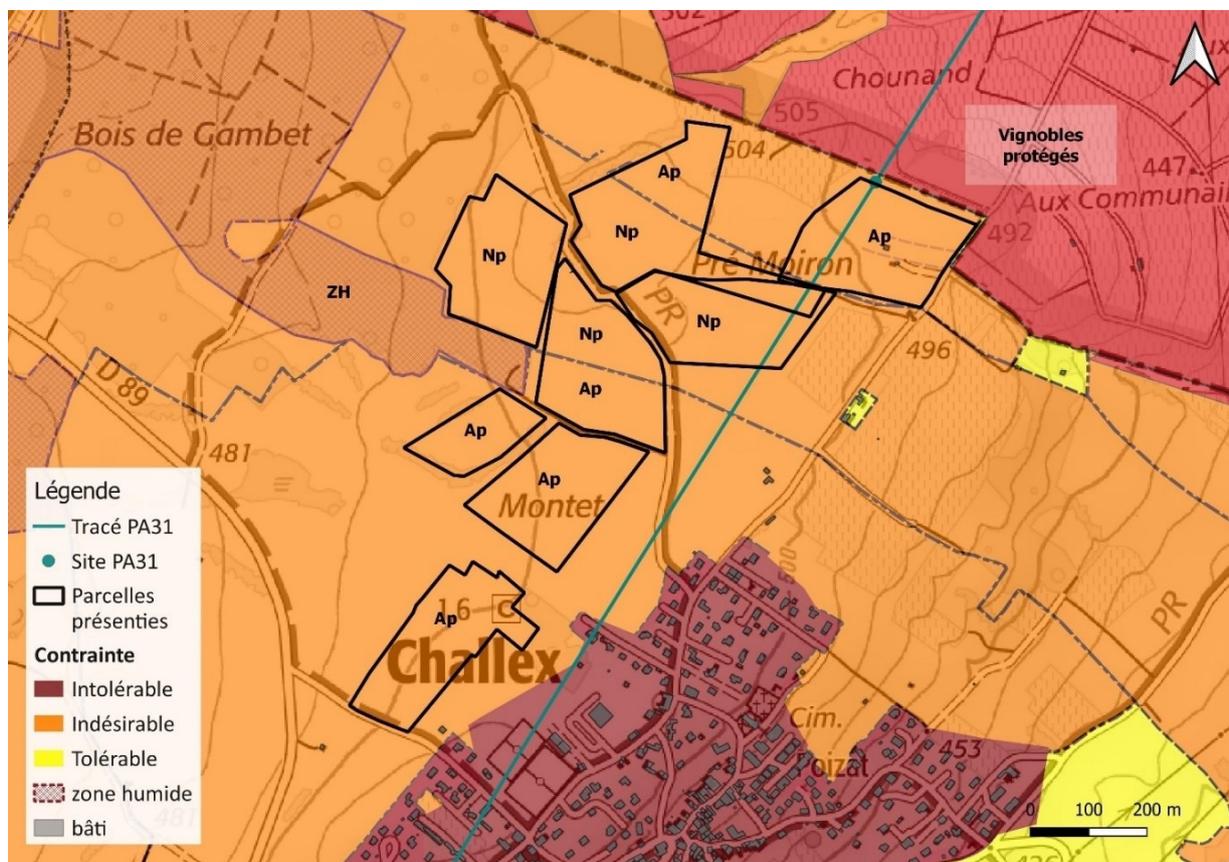


Illustration 360 : Cartes des contraintes pour les différents scénarios du site PL.

Projets existants ou en cours à prendre en compte

La parcelle A197 est occupée par une villa (Illustration 361).

Une maison d'habitation a été récemment rénovée (parcelle A26) et une nouvelle a été construite en novembre 2021 à l'emplacement indiqué en orange sur la route de Dardagny (parcelle A1750), juste en face de la zone envisagée (Illustration 362).



Illustration 361 : Carte indiquant l'emplacement de la maison existante et du projet de construction d'habitation autour du point PL nominal, au milieu de la section droite de l'anneau. L'habitation prévue a été construite depuis.

Deux maisons individuelles sont proches de la frontière suisse. Les parcelles concernées sont les parcelles A498, A499, A500, A501, A502, A503, A504 et A505.

Les parcelles A500, A501 et A504 forment une première propriété, A502 et A503 une seconde. A505 permet un accès commun (Illustration 362).



Illustration 362 : Vue aérienne des parcelles cadastrales entourant les habitations et les haies au point nominal PL.

Les parcelles A498 et A499 constituent une propriété et comportent un alignement d'arbres protégés, indiqué dans le PLU.

S'agissant du tènement comportant deux maisons, le PLU mentionne des « éléments de paysage (sites et secteurs) à préserver pour des motifs écologiques » (Illustration 363).

La contrainte identifiée est orange et une reconstitution des haies semble envisageable si une expropriation était envisagée.

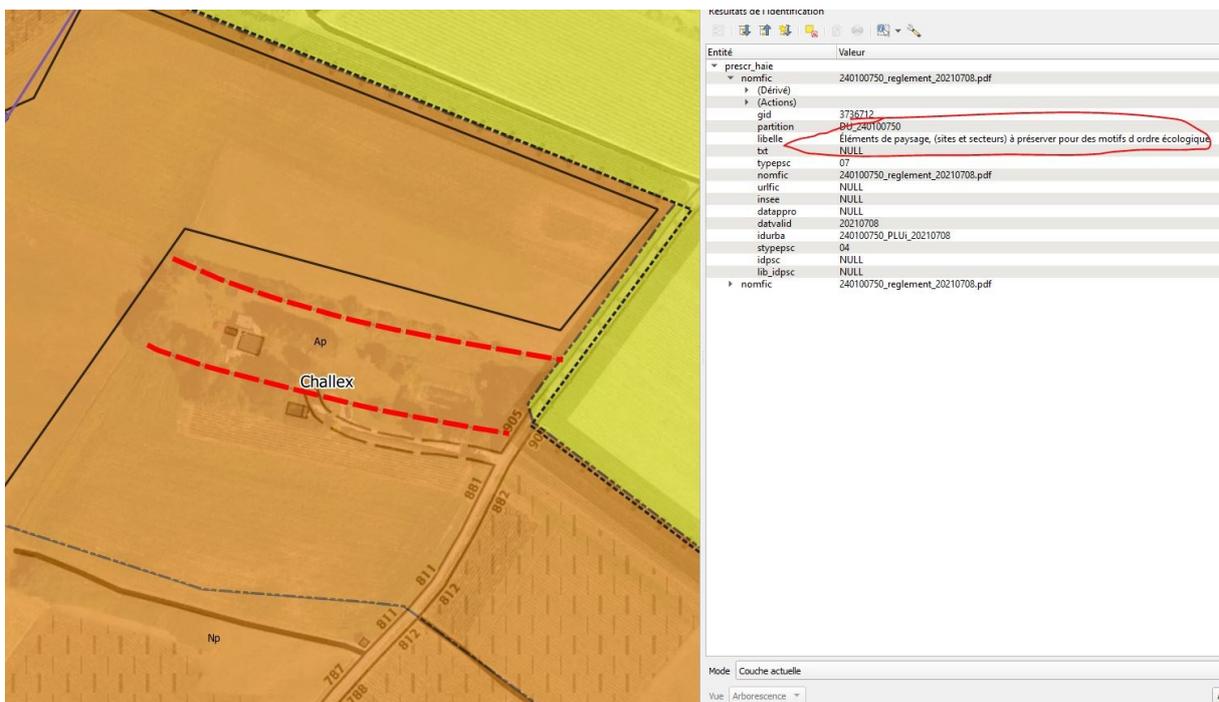


Illustration 363 : Statut des haies d'arbres entourant les parcelles construites.

Possibilités de stockage temporaire et de traitement des matériaux d'excavation

En première approche, et sous réserve d'études plus spécifiques, les matériaux d'excavation pourraient être stockés temporairement sur les parcelles agricoles si les propriétaires et les exploitants l'autorisent.

Les aspects d'évacuation des matériaux sont traités dans la partie intitulée « Analyse des accès ».

Opportunités

La possibilité de déterminer le périmètre le plus adapté au sein de la zone d'implantation possible permettra de valoriser ou de renaturaliser les terrains en répondant le mieux possible aux besoins et aux attentes.

Le tourisme pourra constituer un secteur de développement et de mise en valeur du territoire local à travers diverses activités : randonnée, sport, visite des vignobles, découverte de l'aspect historique de la frontière et des zones naturelles.

Même s'il dispose déjà d'un bon réseau numérique, le village de Challex pourrait bénéficier d'infrastructures de télécommunication plus fiables et moins coûteuses en s'adossant aux infrastructures du CERN.

La chaleur résiduelle du site pourrait être fournie au village à des fins de chauffage. Si nécessaire, les cultures maraîchères et fruitières profiteraient tout particulièrement de cet approvisionnement. La chaleur peut également être acheminée vers la zone commerciale de Val Thoiry au nord-est ou vers La Plaine (Suisse) au sud.

La réactivation de la gare de Collonges Sud, aujourd'hui désaffectée (parcelle AB201), non loin du Rhône, pourrait créer à long terme des opportunités pour le transport de marchandises.

14.4. ANALYSE DES ACCÈS

Les parcelles envisagées dans les différentes options envisagées pour le site PL sont situées sur la commune de Challex, non loin de la RD 884 (Illustration 364).

14.4.1. Situation par rapport au réseau routier structurant et aux voies ferrées

La connexion au réseau routier structurant au voisinage du site PL peut s'effectuer via la RD884 à 2x2 voies, puis par la route de Meyrin vers l'autoroute A1 (longueur totale de 16 km).

La RD884, puis la RD984, en direction du sud, permettent de rejoindre l'A40, mais par des trajets plus longs et sur routes bidirectionnelles traversant plusieurs villes et villages.

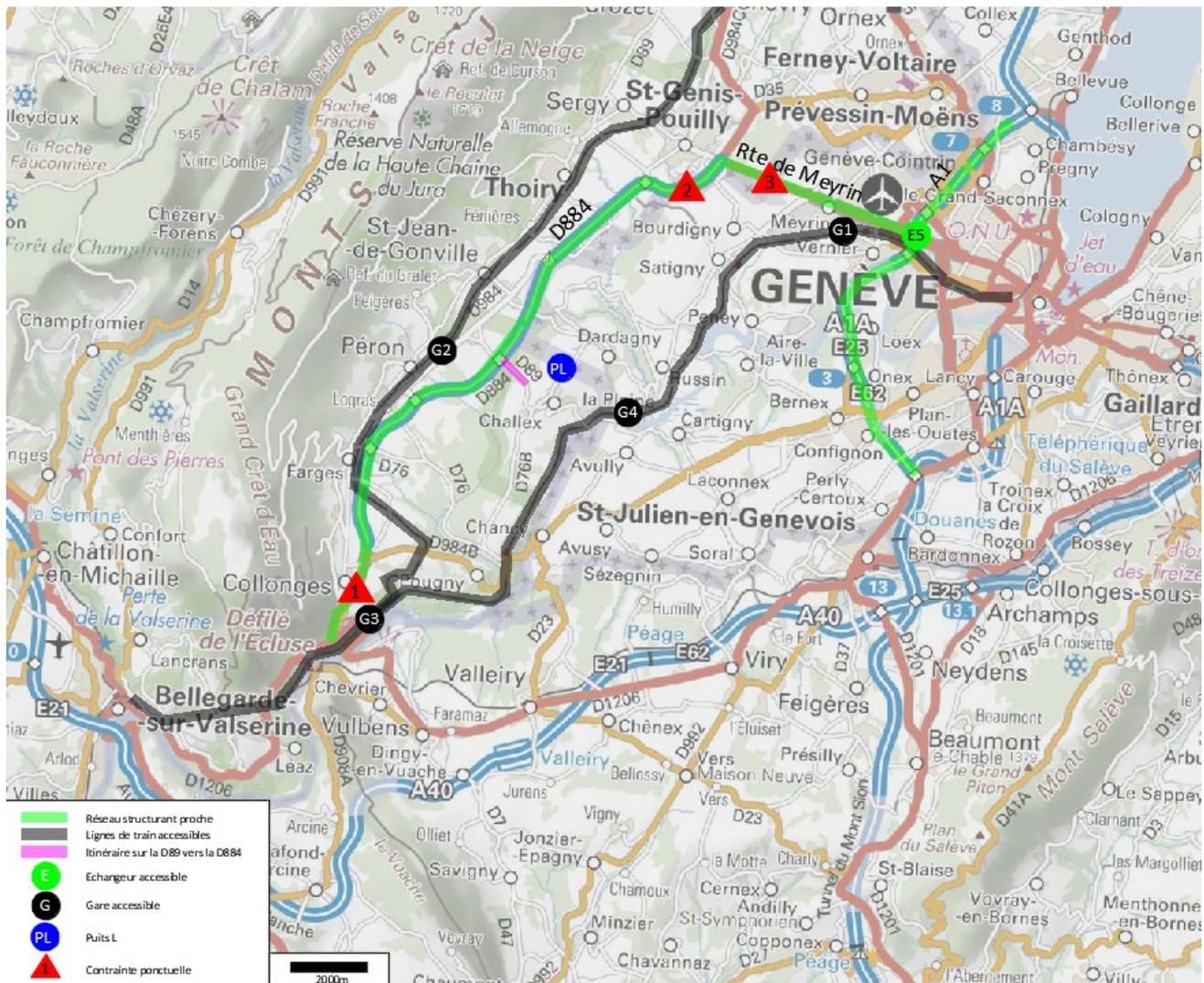


Illustration 364 : Carte des accès au réseau routier structurant et aux voies ferrées.

Points d'intérêt du réseau routier structurant et des voies ferrées (Illustration 364) :

E5 : échangeur 5 (de Meyrin) sur l'autoroute A1

G1 : gares de Meyrin

G2 : connexion sur une ligne désaffectée à Péron

G3 : gare désaffectée de Collonges Sud

G4 : gare de La Plaine

Contrainte 1 : ouvrage d'art au gabarit limité à 4,40 m sur la D984 dans le prolongement de la D884 vers G3

Contrainte 2 : ouvrage d'art au gabarit limité à 4,40 m sur la D884

Contrainte 3 : douane sur la route de Meyrin

Connexion aux voies ferrées :

Quatre connexions aux diverses voies ferrées du secteur sont possibles. Ces possibilités sont :

- les gares de Meyrin (G1) ;
- la création d'une gare pour le chargement des matériaux sur la ligne désaffectée passant à Péron (G2) ;
- l'utilisation de voies supplémentaires existantes en face de la gare désaffectée de Collonges Sud (G3) ;
- la gare de La Plaine (G4).

Pour ces différentes connexions, des échanges avec les exploitants actuels de ces plateformes devront permettre, dans un second temps, d'affiner les possibilités d'accès et d'usage et de procéder au choix de l'accès retenu. Cela s'applique notamment aux lignes ou aux sites identifiés comme désaffectés, dont la remise en service peut nécessiter des travaux importants.

Les gares de Meyrin (Illustration 365), situées à environ 15 km du site PL, sont composées de deux gares voyageurs (Zimeysa et Meyrin) et de multiples embranchements utilisés par les entreprises industrielles voisines. Il semble possible d'évacuer les déblais via un de ces embranchements ou d'en créer un nouveau. L'accès à cet ensemble ferroviaire est aisé pour les poids lourds, les routes se trouvant entre la route de Meyrin et les voies ferrées étant déjà adaptées aux poids lourds de la zone industrielle. Cette gare pourrait être également utile au site PA.

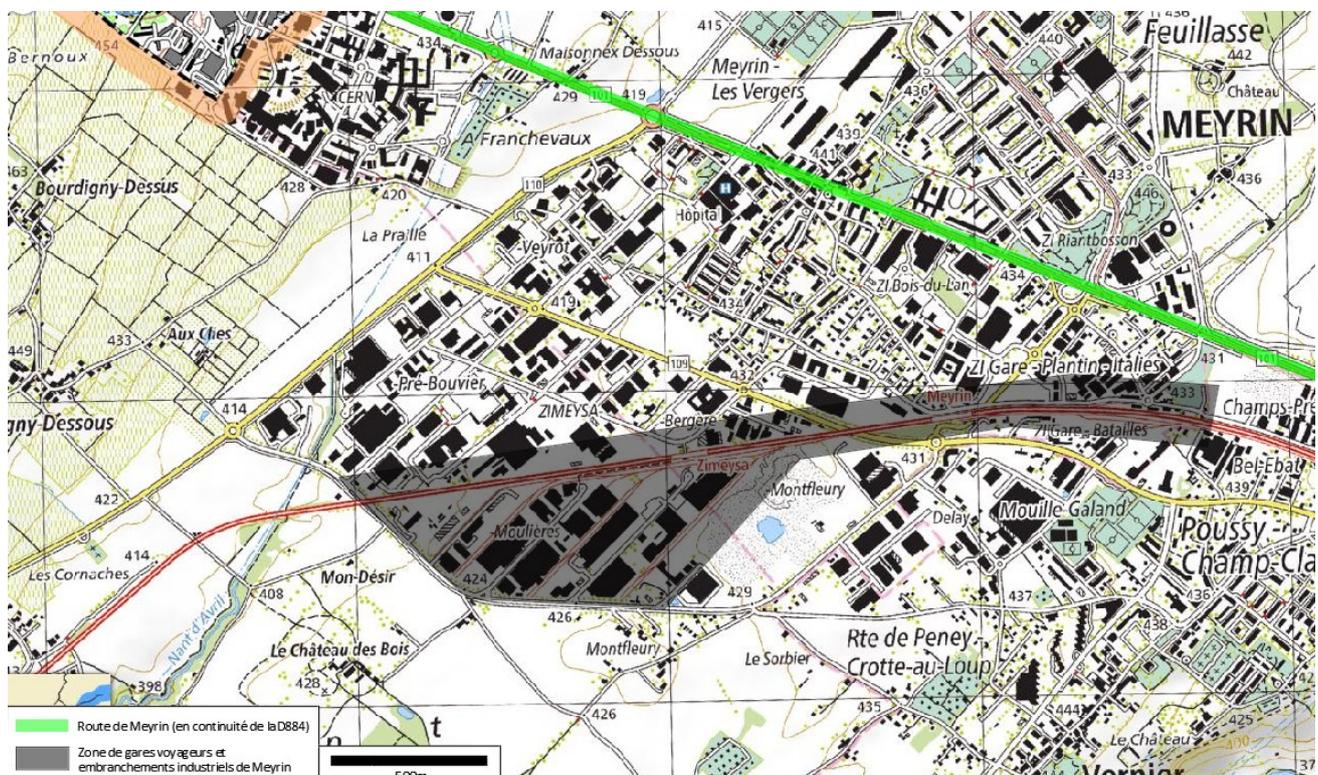


Illustration 365 : Carte des gares de Meyrin.

Connexion sur la ligne partiellement désaffectée du Pied du Jura

La ligne sur laquelle une connexion serait envisageable relie Valserhône à Gex (Illustration 366). Elle est désaffectée depuis quelques décennies et nécessiterait probablement une remise en état (certains secteurs ayant été aménagés en voie verte) et une vérification de sa capacité structurelle (ouvrages d'art en particulier). Une connexion éventuelle devra s'inscrire dans la réflexion¹³⁴ actuellement menée par les collectivités locales françaises et suisses.

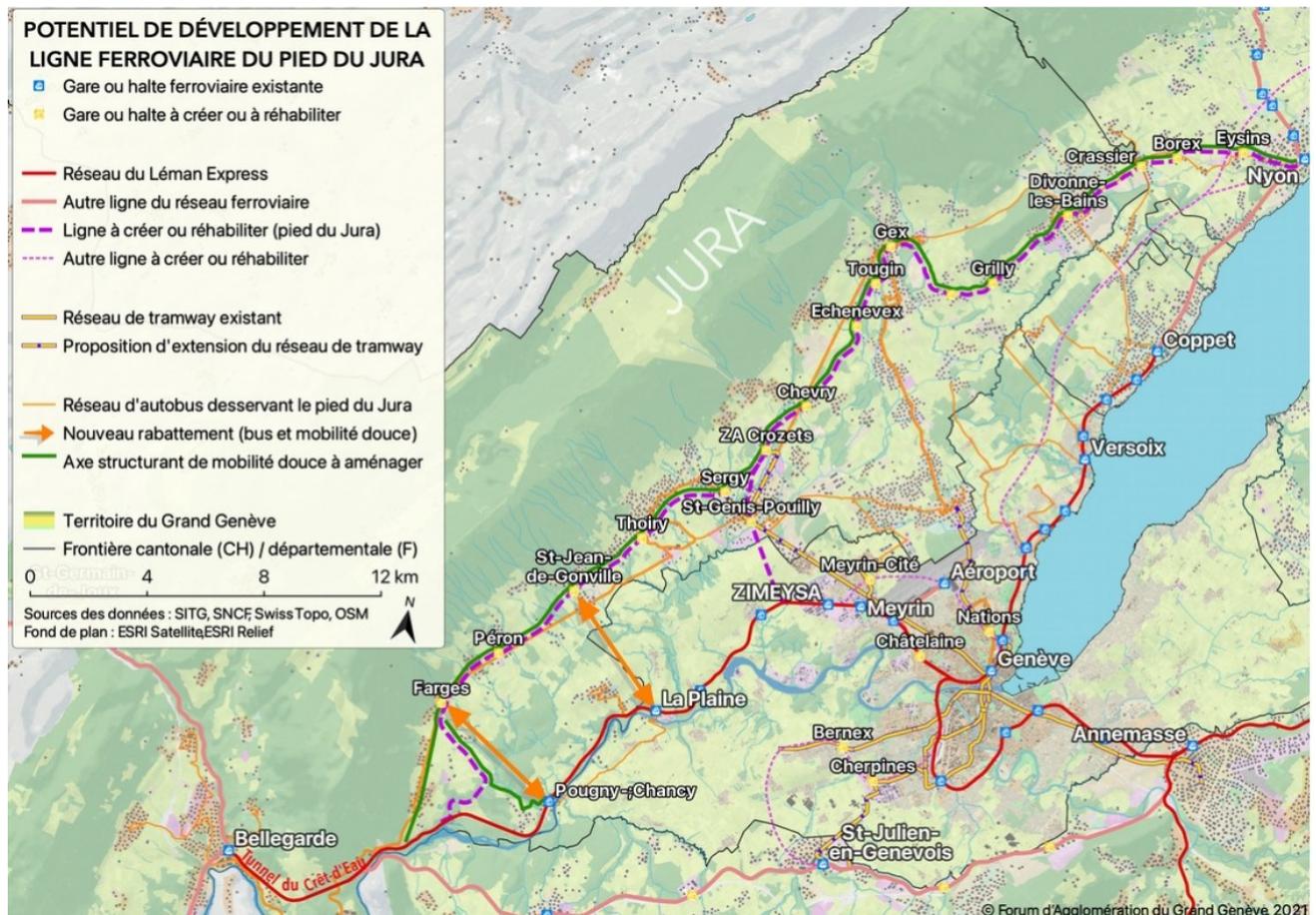


Illustration 366: Potentiel de développement de la ligne ferroviaire du Pied du Jura.

¹³⁴ [https://fr.wikipedia.org/wiki/Ligne_de_Collonges_-_Fort-l'Abbaye-Divonne-les-Bains_\(fronti%C3%A8re\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ligne_de_Collonges_-_Fort-l'Abbaye-Divonne-les-Bains_(fronti%C3%A8re)) et https://www.grand-geneve.org/wp-content/uploads/2a04_rapport_autosaisine_tranports_ferroviaires_juin_2021.pdf

La gare (désaffectée) de Collonges Sud est située à 13 km du site PL (Illustration 368 et Illustration 370). Il s'agit d'une gare voyageurs désaffectée depuis une dizaine d'années, comportant des embranchements permettant le chargement de trains de fret. Elle est située sur la ligne en service Valserhône-Genève. Ces embranchements sont toujours utilisés, de manière irrégulière (les vues aériennes ou sur Google Street View présentent ces embranchements comme tantôt occupés, tantôt libres). Cette gare pourrait être également être utilisée par le site PJ.

L'accès à la gare (D906-D1206) présente des caractéristiques satisfaisantes. Le dernier virage permettant d'accéder au portail d'entrée depuis l'itinéraire retenu se trouve à l'intérieur d'un virage et est très serré ; il devrait probablement être élargi (contrainte 7).



Illustration 368 : Vue aérienne de la gare de Collonges Sud. Coordonnées 46.127483, 5.909203.

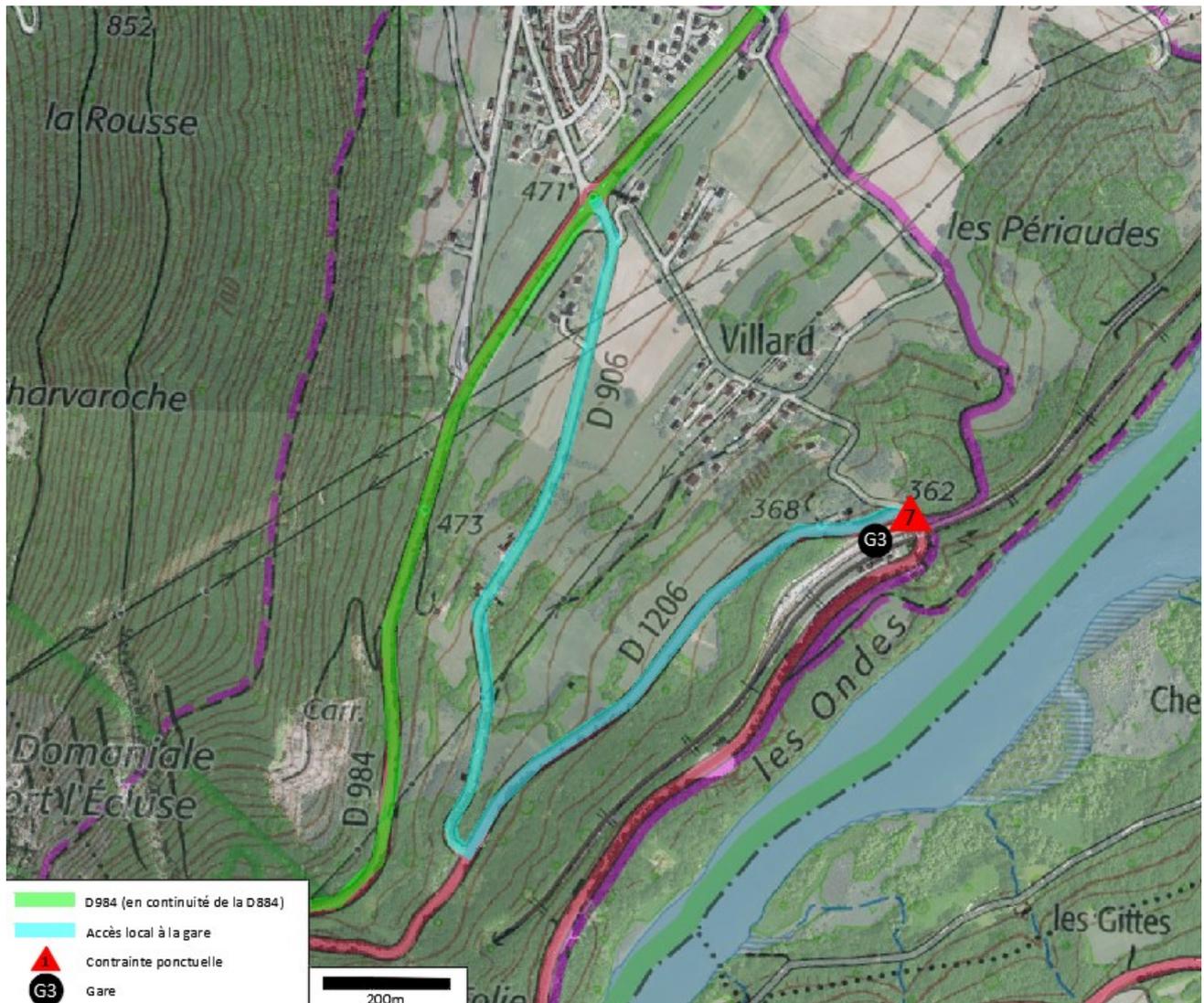


Illustration 369 : Accès à la gare de Collonges Sud.

Gare de La Plaine : il existe un embranchement qui semble inutilisé au nord de la gare de La Plaine (Illustration 370). Il pourrait être atteint au moyen d'un convoyeur d'une longueur d'environ 2,3 km (faisabilité à vérifier étant donné les conditions de relief, Illustration 371). La mise en place de ce convoyeur ne dispense pas de la mise en place d'un des accès routiers proposés, notamment pour les livraisons de matériel sur le site.



Illustration 370 : Vue aérienne de la gare de La Plaine. Coordonnées 46.17886, 5.999594.

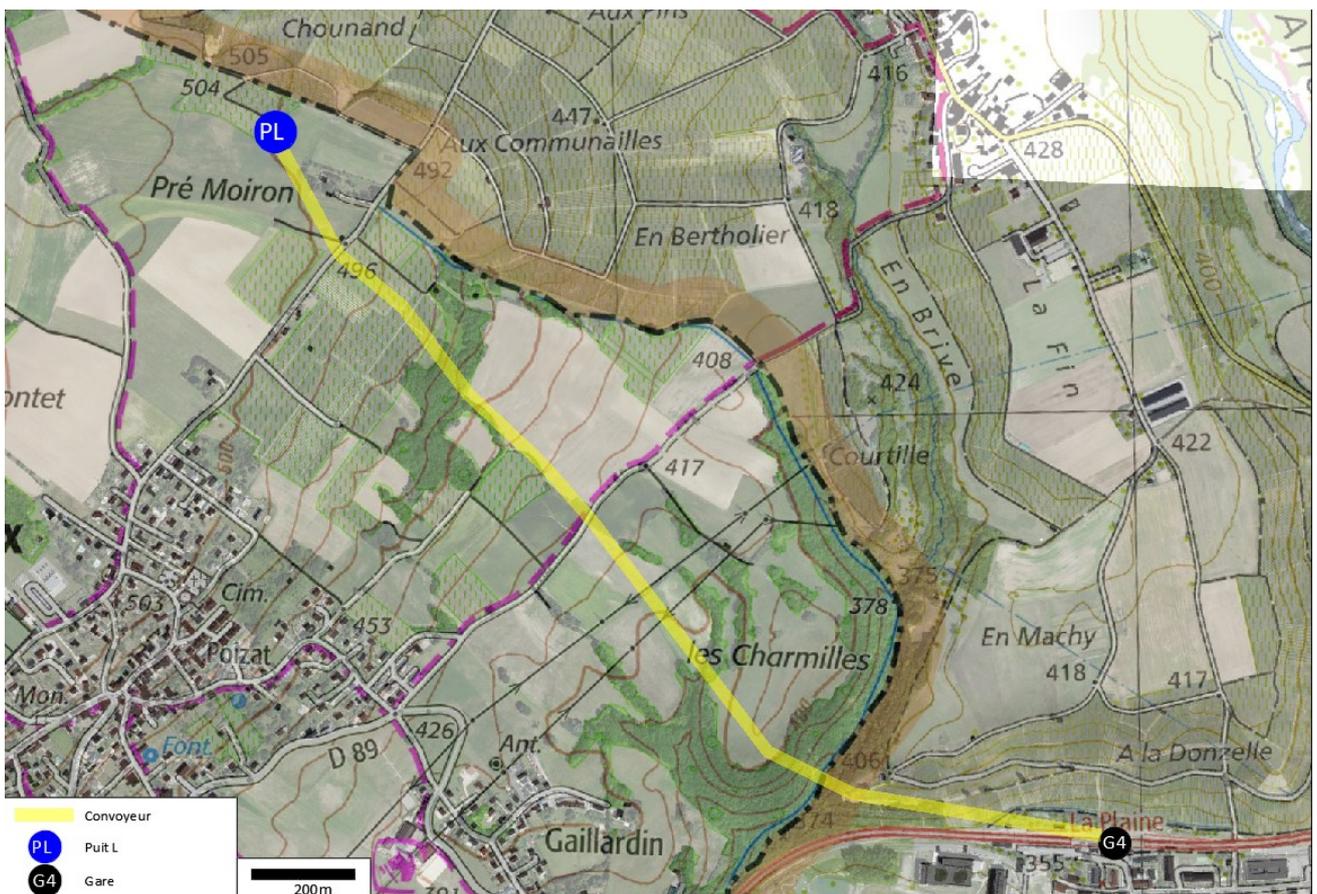


Illustration 371 : Tracé d'un convoyeur éventuel vers la gare de La Plaine.

14.4.3. Connexion au réseau local

Dans l'hypothèse du scénario 5 (site au sud-ouest), la connexion au réseau local est directe (rue de la Craz).

Pour les autres hypothèses de parcelles examinées ci-dessous, les solutions proposées s'appuient sur le choix d'éviter la traversée du village de Challex.

Le **tracé jaune** réutilisant en partie la route de Dardagny (Illustration 372) **est à écarter** du fait des petites dimensions de la route, de son utilisation pour le tourisme et la promenade et de la proximité avec les habitations. L'analyse suivante est présentée pour mémoire.

Itinéraire 1 bleu (à privilégier) : cet itinéraire prévoit un raccordement direct à la RD89 à l'ouest du site PL. La pente est faible (maximum 4 %) et l'axe en plan assez rectiligne. Un tronçon de 1,3 km de route serait alors à créer à travers champs. Le profil en travers minimum serait de 4 m, compte tenu de la mise en place de consignes pour faciliter le croisement de deux poids lourds. Cet itinéraire est plus court que la variante jaune, est plus rectiligne et passe moins près des habitations. Il est situé aux deux tiers sur la parcelle envisagée pour le site, d'où son choix comme variante à privilégier.

Itinéraire 2 jaune (écarté) : cet itinéraire prévoit un raccordement à la RD89 à l'ouest du site PL en utilisant au maximum les chemins et routes existants, dont la route de Dardagny. La pente est faible, hormis un passage à 9 % sur 80 m environ sur la portion de chemin existant au nord-est de la route de Dardagny. L'axe en plan présente de nombreux virages mais leur rayon peut être adapté au passage des poids lourds. Des surlargeurs devront être créées. Il y aurait alors environ 1 km de route à créer à travers champs et 700 m de routes et de chemins existants à élargir et à renforcer. Le profil en travers minimum serait de 4 m sur toutes les sections neuves et élargies, compte tenu de la mise en place de consignes pour faciliter le croisement de deux poids lourds.

Précédemment, l'implantation d'un **site au sud-est a été examinée et écartée** du fait des grandes difficultés pour assurer les accès.

L'analyse suivante a pour objet de garder la trace de ces analyses et de présenter les difficultés repérées.

Accès possibles depuis un autre site possible (situé au sud du site PL précédent)

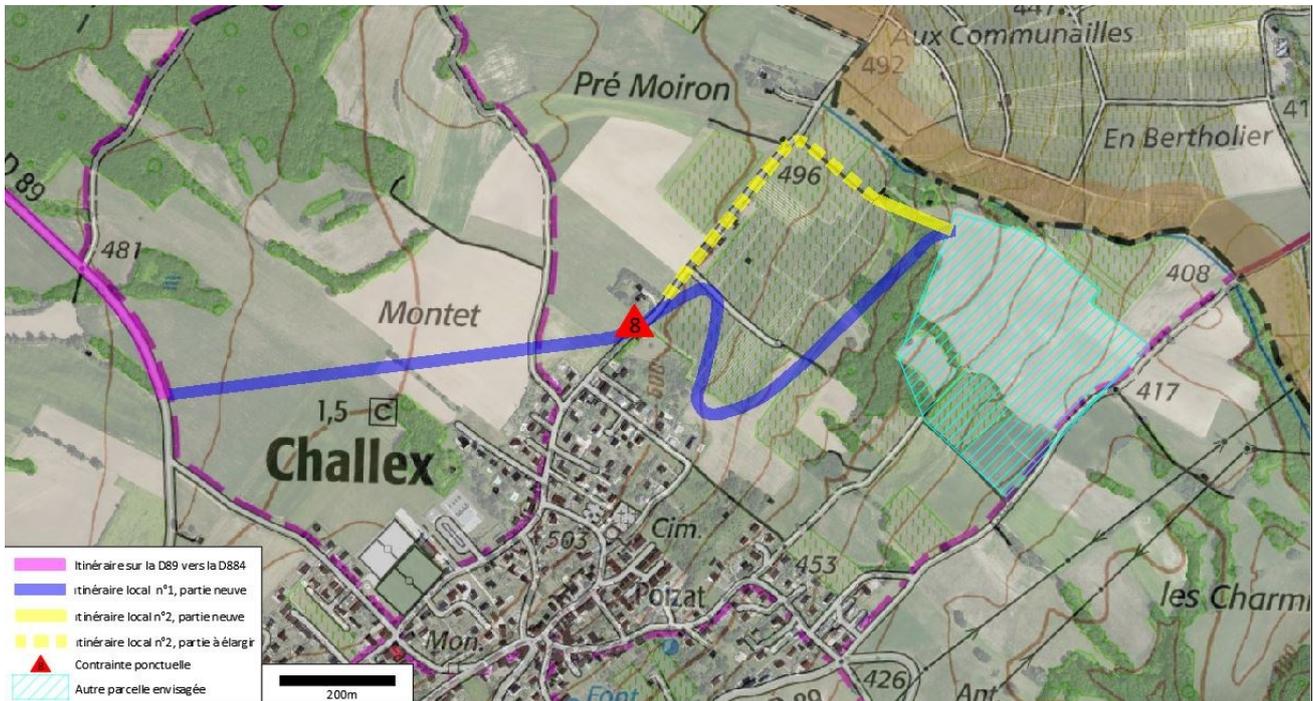


Illustration 373: Contrainte 8 : proximité de deux maisons.

Itinéraire bleu (Illustration 373) : cet itinéraire prévoit un raccordement direct à la RD89 au nord-ouest de Challex, en contournant le village par le nord. Il a un fort impact sur les zones agricoles protégées. L'itinéraire démarre au point le plus haut de la parcelle. La pente est de 6 % en moyenne sur 900 m et faible sur le reste de l'itinéraire. L'axe en plan comprend deux lacets au rayon assez large pour permettre le passage des poids lourds. On aurait alors 1,9 km de route à créer, à travers champs et, en partie, sur un coteau viticole. Le profil en travers minimum serait de 4 m (même profil en travers que pour le point L initial), compte tenu de la mise en place de consignes pour faciliter le croisement de deux poids lourds, et nécessiterait des surlargeurs à l'intérieur des lacets.

Itinéraire jaune (Illustration 373) : cet itinéraire diffère du précédent dans sa partie est. Son impact sur les zones agricoles protégées est moindre. Il rejoint la route de Dardagny par une pente et emprunte en partie un chemin existant. La pente est de 11 % en moyenne sur 320 m dès la sortie de la parcelle envisagée pour le site. Elle est moindre dès que la route de Dardagny est rejointe. L'axe en plan présente un seul virage serré, dont le rayon et les surlargeurs devront permettre le passage des poids lourds. Le profil en travers est le même que pour l'itinéraire bleu. L'itinéraire se compose de 650 m de route à élargir et à renforcer et de 950 m de route à créer (soit 1,6 km au total).

Itinéraire rouge : un itinéraire passant au sud pour desservir l'autre parcelle possible a été examiné (Illustration 374), mais la consommation d'espace serait telle qu'il semble peu réaliste.

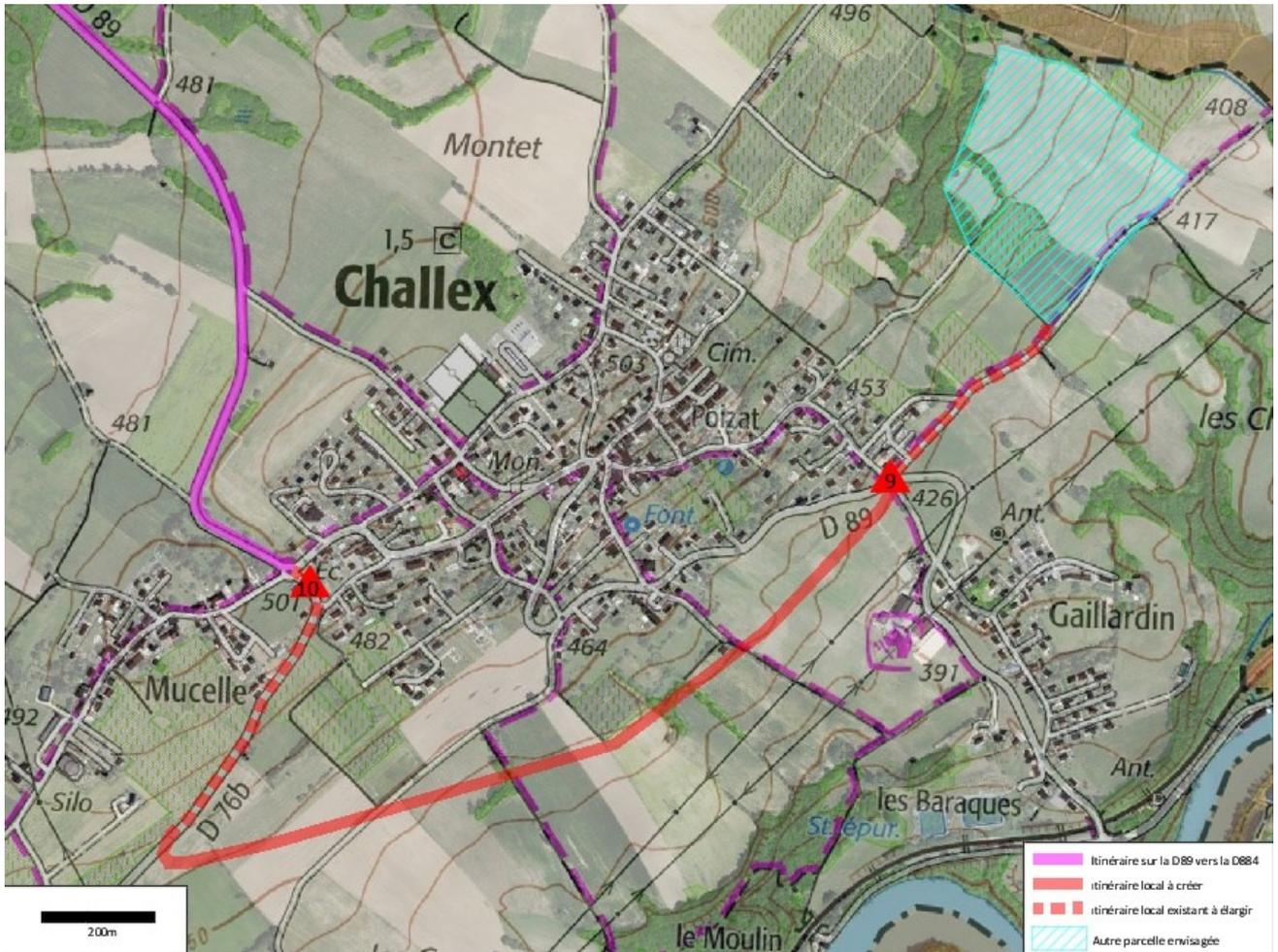


Illustration 374 : Carte de l'itinéraire rouge.

Convoyeur vers la gare de La Plaine : pour évacuer les matériaux, il existe un embranchement qui semble inutilisé au nord de la gare de La Plaine (Illustration 375). Il pourrait être atteint au moyen d'un convoyeur d'une longueur d'environ 1,25 km (faisabilité à vérifier dans ces conditions de relief). La mise en place de ce convoyeur ne dispense pas de la mise en place d'un des accès routiers proposés précédemment, notamment pour les livraisons de matériel sur le site.

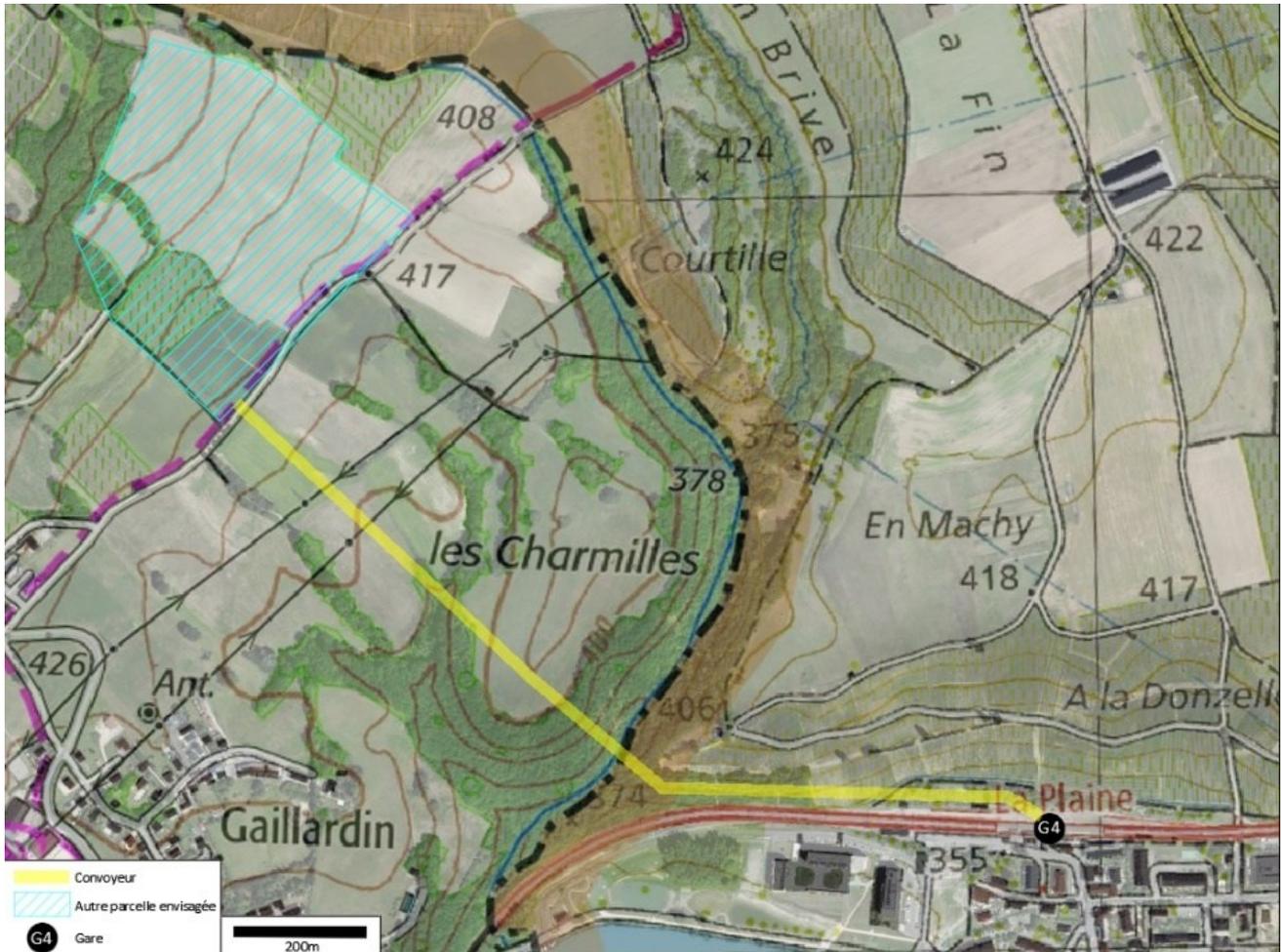


Illustration 375 : Tracé d'un convoyeur éventuel vers la gare de La Plaine.

Tracé local plus détaillé

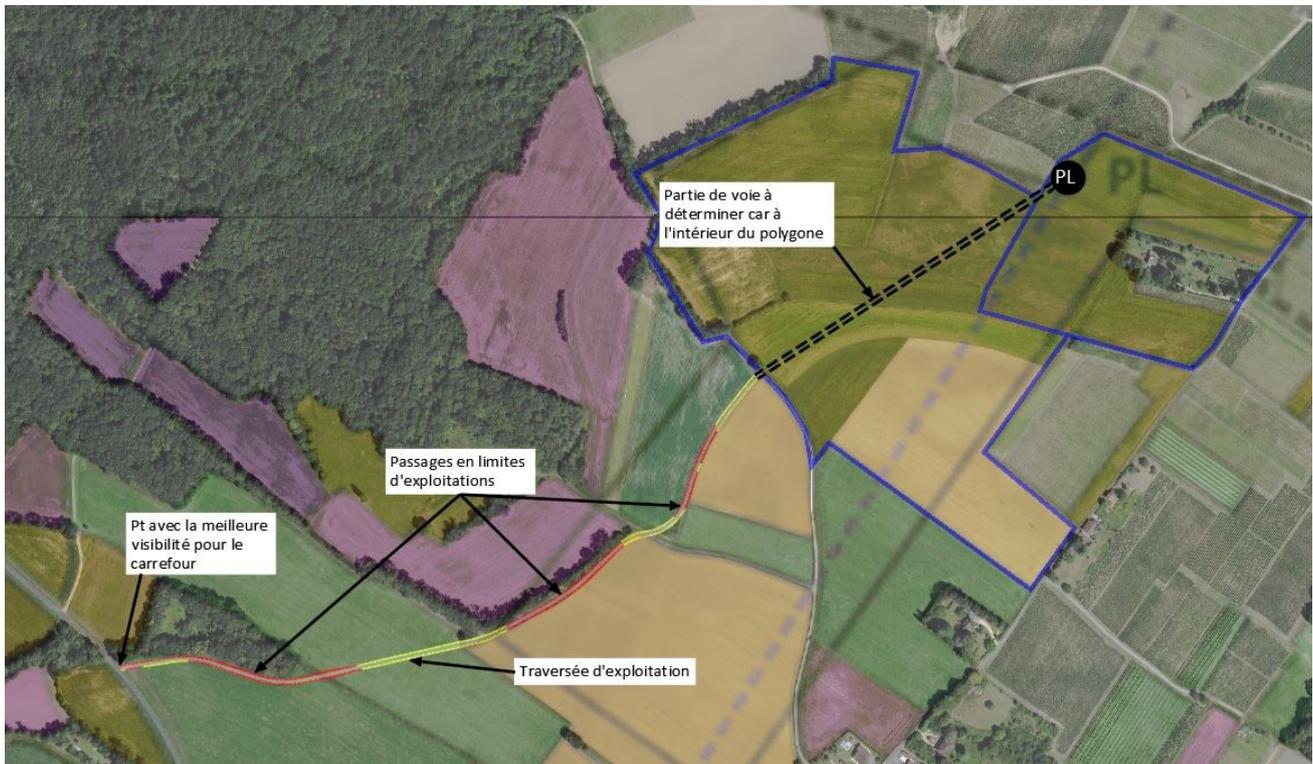


Illustration 376 : Vue aérienne et tracé local des accès.

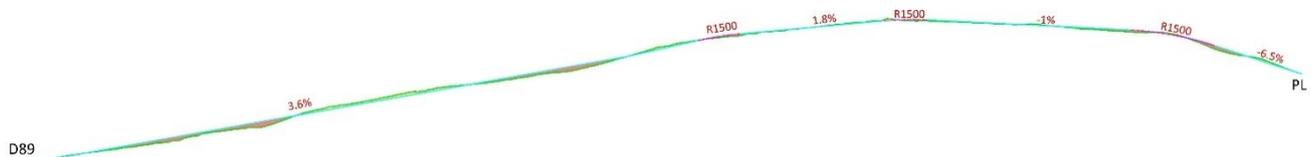


Illustration 377: Profil altimétrique du tracé local.

Avantages :

- connexion à la D89 satisfaisante (visibilité) ;
- profil en long sans pente importante (< 3,6 %, hormis près du site PL) ;
- pas de zones à fort impact environnemental ;
- rayon minimal en plan de 54 m (adapté à 50 km/h) ;
- accès plus direct et distance totale plus courte de 1 300 m jusqu'au puits ;
- éloigné des habitations et moins visible de loin.

Inconvénients :

- moins de réutilisation de chemins existants ;
- traversée d'une exploitation agricole.

Coût des raccordements locaux

S'agissant du tracé local plus détaillé à partir du site PL, le coût de cet accès serait d'environ 1,8 M€ HT. Ce coût est calculé sur la base d'un coût de 1 M€/km pour les nouveaux tronçons et de 800 k€/km pour la section renforcée de la D89 si on suppose que la structure actuelle sous la D89, entre l'échangeur avec la D884 et le nouveau tronçon, est insuffisante. Ce coût ne prend pas en compte les acquisitions foncières.

14.5. SYNTHÈSE POUR LE SITE PL

Le site PL se situe sur la commune de Challex, non loin de la RD 884. Il est situé dans l'Ain rural, dans une plaine agricole et résidentielle au pied du Jura. Il conviendra d'accorder beaucoup d'attention au village de Challex.

Sur le plan environnemental, plusieurs enjeux ont été définis : protections en lien avec la valeur agricole ou naturelle des terrains (espaces boisés classés, haies ou zones humides).

Les accès aux réseaux structurants éviteront la traversée du village. Le site envisagé au point nominal, situé au nord-ouest de la route de Dardagny, comporte quelques défis :

- présence d'une nappe d'eau temporaire transfrontalière à confirmer ou à infirmer ;
- proximité d'une habitation isolée ;
- accès à créer, qui traversent des espaces agricoles, des zones classées Ap et Np et un corridor écologique ;
- zone de randonnée et de loisirs.

La desserte d'autres sites possibles, situés au sud-est de la route de Dardagny, paraît également complexe et peu réaliste.

L'emplacement à l'entrée de la commune, à proximité du terrain de sport, est le plus facile d'accès et semble avoir les impacts les plus faibles. Cependant, la commune souhaite préserver la vue depuis la D89 ; cette option a donc été écartée après deux rencontres avec les acteurs locaux.

L'étude menée en dialogue avec la commune a déterminé d'autres emplacements alternatifs décrits dans ce chapitre. L'analyse de leur faisabilité sociale, technique et leur impact sur les coûts a conduit à la conclusion que l'emplacement au point nominale est à privilégier.

15. SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE PA31-4.0

Le chapitre 15 expose de façon synthétique le scénario le plus abouti et le plus équilibré, le scénario PA31-4.0, ses caractéristiques et ses performances globales, puis détaille la configuration des différents sites de surface. Il contient les données les plus récentes issues des études en cours.

15.1. INTRODUCTION

Parmi les nombreux scénarios analysés sur la base de données principalement bibliographiques et de visites de terrain, c'est le type de scénarios PA31 qui a semblé le plus intéressant à retenir pour conduire la réalisation d'études approfondies (toutes thématiques).

Le tracé proposé dans la version 1.0 (PA31-1.0) se détache des autres tracés étudiés. Il propose un équilibre entre implantation territoriale, performance de la machine scientifique et faisabilité technique. Cette hypothèse de travail issue du processus ERC, décrit au chapitre 1, a permis de recueillir des connaissances approfondies des territoires dans une démarche d'amélioration continue du projet.

Plusieurs optimisations, effectuées à la suite d'échanges avec les représentants des territoires concernés, ont abouti au **scénario de référence PA31-4.0** présenté dans ce chapitre. Ce scénario amélioré réduit encore le poids des contraintes et renforce les opportunités pour toutes les parties prenantes.

Il convient de souligner que le territoire et les cadres juridiques en France, en Suisse et en Europe sont en évolution permanente. Depuis 2014, un bon nombre d'options et de scénarios d'emplacements sont devenus impossibles à réaliser du fait de ces changements. La faisabilité du FCC fondée sur le scénario de référence PA31-4.0 doit donc encore être confirmée. En outre, les terrains nécessaires doivent être gelés sans délai afin de permettre la poursuite des démarches en vue de l'autorisation du projet.

15.2. CARACTÉRISTIQUES ET PARAMÈTRES DU SCÉNARIO PA31-4.0

15.2.1. Caractéristiques

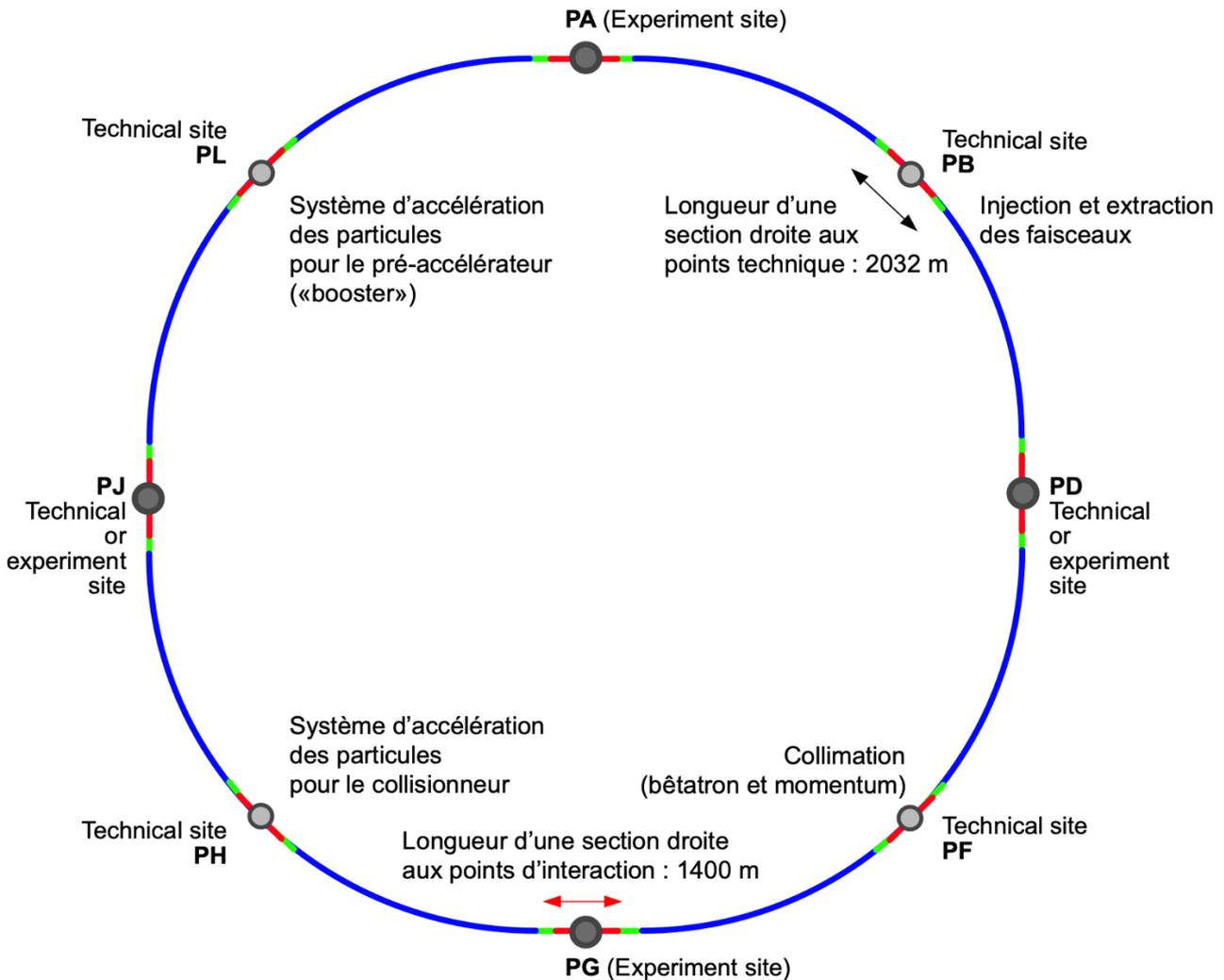


Illustration 378 : Les fonctions des différents sites dans la configuration PA31-4.0.

Le scénario de référence PA31-4.0 (Illustration 378) est une optimisation de l'hypothèse de travail PA31-1.0. Il prend en considération l'avancement des études de conception des deux collisionneurs FCC-ee et FCC-hh, les études des infrastructures et de génie civil, ainsi que les rencontres avec les acteurs locaux (maires et conseils municipaux des communes concernées, Directions départementales des territoires et Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement, en France, et services du canton de Genève).

Les deux puits du site PA (Ferney-Voltaire, France) ont été décalés de la route de Meyrin, au nord, pour respecter une distance de sécurité, assurer l'espace nécessaire à la circulation sur le site de surface autour du hangar d'assemblage de l'expérience et des puits et garantir une protection contre la visibilité directe. Un décalage vers le nord, qui serait favorable pour l'emplacement des points PD, PG et PJ, est exclu en raison de la présence de la route. Un décalage vers l'est est également exclu du fait de la présence de la zone de compensation. Un tel décalage déplacerait également le point PG à Charvonnex, plus profondément dans la forêt et sur une pente forte.

Les puits du site PD (Nangy, France) ont été éloignés de l'autoroute par rotation du scénario pour assurer la compatibilité avec le projet d'aménagement de route et la faisabilité technique de la création d'un puits de service sur l'emprise du site sans installation d'une caverne supplémentaire entre la caverne de service et la caverne d'expérience. Un décalage plus en direction du sud est exclu, car cela créerait une incompatibilité du fait de la présence de l'autoroute et de la RD903 sur le site PD et des difficultés s'agissant de la topographie (pente forte) sur le site PG (Charvonnex et Groisy).

Le décalage et la rotation du scénario ont tenu compte de l'objectif de placer le site PG à cheval sur la forêt et le plateau dont le sol présente une faible qualité pour l'agriculture. En outre, les puits devraient rester à distance de la forte pente située vers le sud pour assurer la faisabilité technique de la réalisation des puits et des bâtiments. Il n'était pas possible de déplacer les puits plus en dehors de la forêt, vers le plateau, sans créer un problème pour le site PD (Nangy), en raison de la présence de l'autoroute, et pour le site PJ (Dingy-en-Vuache et Vulbens), du fait de la présence d'un ruisseau et de contraintes topographiques.

Le site PJ est donc maintenu à distance de l'autoroute, au sud, et du ruisseau et des contraintes topographiques, à l'ouest. Le corridor de faune peut être conservé.

L'emplacement du site technique PB (Presinge, Suisse) a été optimisé en tenant compte des cartes des indicateurs de biodiversité et de valeur écologique et des résultats d'une étude concernant les accès possibles réalisée par une entreprise spécialisée dans le canton de Genève. Le site se trouverait principalement à Presinge, directement en bordure de la route de Jussy. La réalisation d'une connexion au niveau du tunnel entre le puits et la caverne de service d'une longueur d'environ 85 m est nécessaire.

L'emplacement préféré pour le site technique PF se situe à Éteaux (France), directement en bordure de la route nationale RN203. Il comporte un tunnel de connexion entre le puits, d'une profondeur de 400 m, et la caverne de service au niveau du tunnel du collisionneur.

L'emplacement préféré pour le site technique PH se situe à Cercier et principalement à Marlioz (France), directement en bordure de la route départementale D203 (route de Choisy, lieu-dit Chez Papet). Compte tenu de l'analyse de la faune, de la flore et de la biodiversité, de l'état de la forêt, des contraintes topographiques et des risques techniques (gazoduc), le site suit étroitement la route de Choisy vers le nord.

L'emplacement préféré du site technique PL (Challex, France) est situé sur le point nominal, à l'est de la commune, sur un champ et un terrain où se trouvent deux maisons individuelles. Un autre emplacement possible, à 600 m à l'ouest du point nominal, est à l'étude. Cette option présente des difficultés techniques, entraînerait des surcoûts en raison de la nécessité de création d'un puits à environ 150 m à l'extérieur du tunnel et créerait une potentielle covisibilité entre le site et la commune.

15.2.2. Paramètres

Les paramètres du scénario de référence PA31-4.0 résultant de cette optimisation sont les suivants :

Coordonnées WGS84 des points théoriques des points d'interaction des faisceaux pour les sites scientifiques :

Site	Emplacement	Latitude	Longitude
PA	Ferney-Voltaire, FR	46.2480475° N	6.0986019° E
PD	Nangy, FR	46.1453657° N	6.3169260° E
PG	Charvonnex et Groisy, FR	45.9938019° N	6.1693009° E
PJ	Dingy-en-Vuache et Vulbens, FR	46.0962036° N	5.9513024° E

Coordonnées WGS84 des points théoriques des milieux des sections droites pour les sites techniques :

Site	Emplacement	Latitude	Longitude
PB	Choulex et Presinge, CH	46.2271027° N	6.2374818° E
PF	La Roche-sur-Foron, FR	46.0490317° N	6.2865850° E
PH	Cercier et Marlioz, FR	46.0146646° N	6.0309816° E
PL	Challex, FR	46.1926255° N	5.9810829° E

Paramètres du collisionneur :

Paramètre	Valeur
Élévation du tunnel situé sous le puits du site PA	202 m au-dessus du niveau de la mer
Longueur des sections droites aux sites PA, PD, PG et PJ	1 400 m
Longueur des sections droites aux sites PB, PF, PH et PL	2 032 m
Rotation du collisionneur par rapport à l'axe Est-Ouest autour du site PA	10,97 degrés
Longueur d'une cellule dans les arcs (unité de construction du collisionneur FCC-hh)	275,792 m
Nombre de cellules dans une section courbe (arc) par octant	26
Longueur totale des courbes (arcs)	78 684,476 m
Circonférence totale du tracé	90 657,4 m pour le tracé du FCC-hh et 90 658,745 m pour le tracé du FCC-ee dans le même tunnel

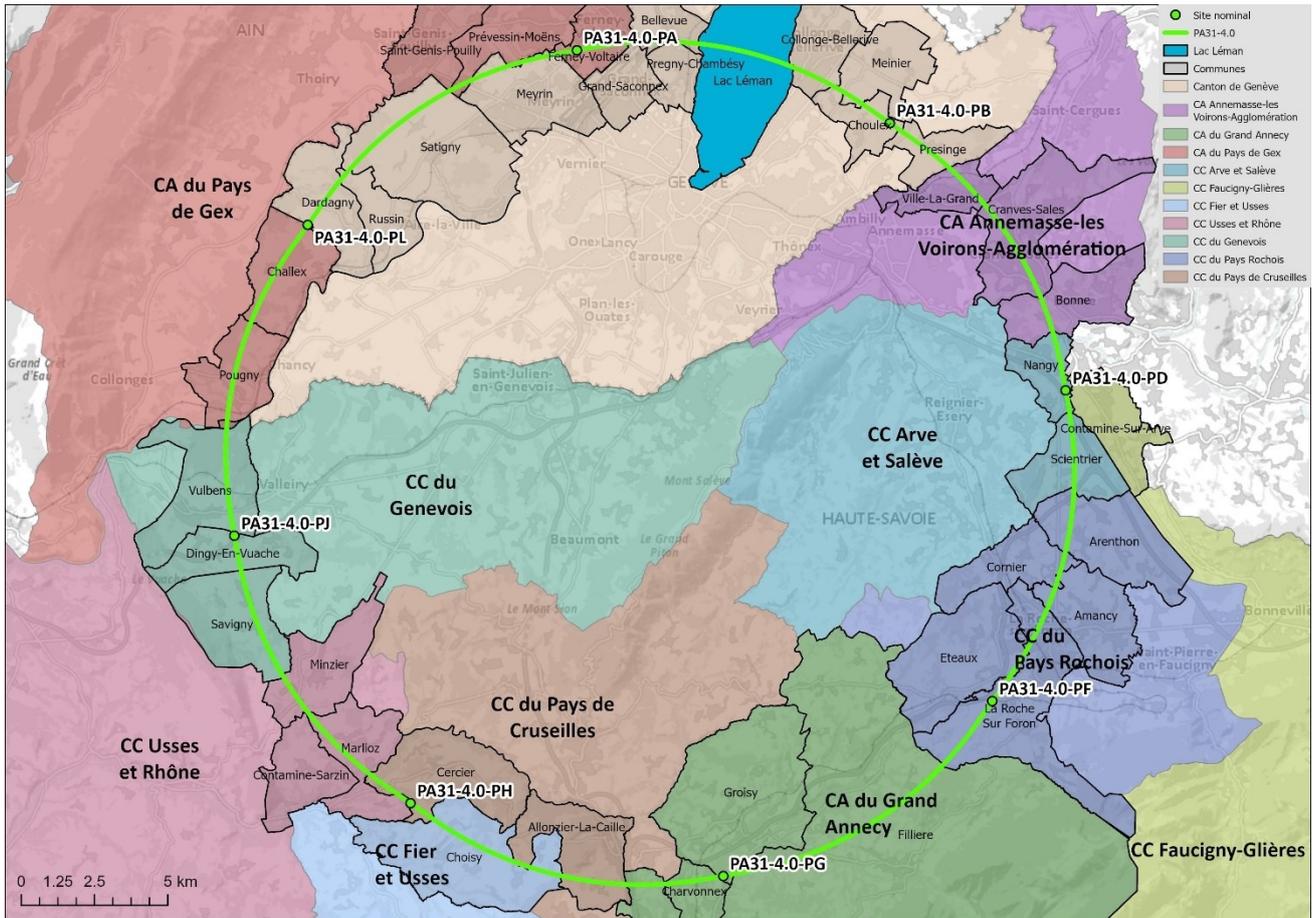


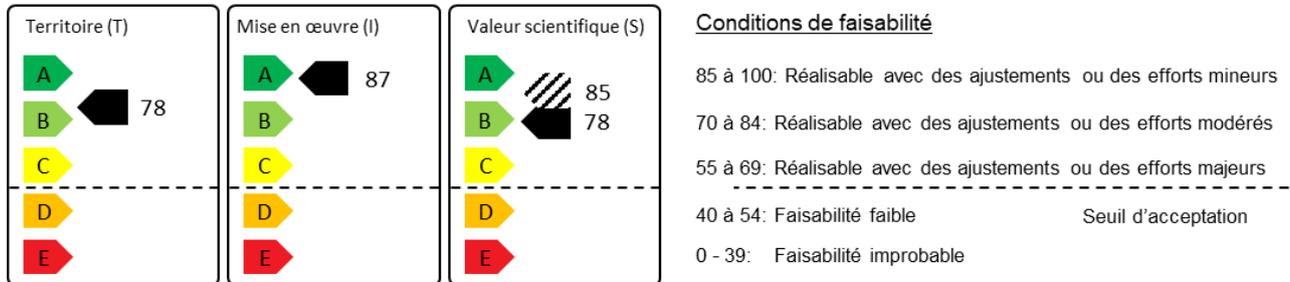
Illustration 379 : Carte du tracé du PA31-4.0 dans la région, indiquant les communes traversées.

Les fonctions de chaque site sont les suivantes :

- PA** : site scientifique avec une expérience, injection du faisceau d'un autre accélérateur du CERN dans le pré-accélérateur (booster) qui se trouve dans le même tunnel que le collisionneur
- PB** : injection du faisceau « booster » dans le collisionneur, extraction du faisceau du collisionneur
- PD** : site scientifique optionnel, avec une expérience
- PF** : collimation (bêtatron et momentum)
- PG** : site scientifique, avec une expérience
- PH** : système d'accélération des particules par radiofréquence pour le collisionneur
- PJ** : site scientifique optionnel, avec une expérience
- PL** : système d'accélération des particules par radiofréquence pour le pré-accélérateur « booster »

15.2.3. Performance du scénario

L'illustration 380 présente l'analyse multicritères du scénario du point de vue de la compatibilité territoriale (T), de la mise en œuvre de ce scénario et de la maîtrise des risques liés à sa réalisation (I) et de sa valeur scientifique (S).



PA31-4.0	PA	PB	-	PD	-	PF	PG	PH	-	PJ	-	PL	Tracé	Total
FCC-ee	EXP	Tec		Tec		Tec	EXP	RF		Tec		RF	90,6 km	B
FCC-hh	EXP	Cryo		EXP		Cryo	EXP	Cryo		EXP		Cryo		
Site														
Score	84	70	-	89	-	79	78	72	-	75	-	77	82	79

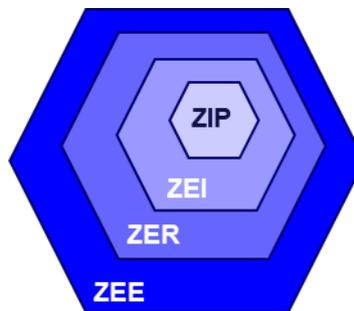
Illustration 380 : Synthèse de l'analyse multicritères du scénario PA31-4.0.

15.2.4. Établissement d'inventaires naturalistes

Depuis le début de l'année 2023, des experts en études environnementales réalisent des inventaires naturalistes afin de mieux cerner les enjeux écologiques de chaque site de surface.

Différents périmètres d'études ont été créés :

- ZIP (zone d'implantation du projet) : limites des sites de surface (3-8 ha) ;
- ZEI (zone d'étude immédiate) : selon les fonctions écologiques du groupe biologique étudié (5-100 ha) ;
- ZER (zone d'étude rapprochée) : zones fonctionnelles (25-250 ha) ;
- ZEE (zone d'étude éloignée) : recherches bibliographiques, par exemple au sujet du corridor biologique (5 km)



Ces zones d'études et leur échelle constituent des principes méthodologiques utilisés par tous les cabinets de conseil dans le cadre de l'évaluation environnementale des projets. Cette méthodologie, largement adoptée par les autorités environnementales, ne fait pas l'objet d'un avis réglementaire.

15.3. SITE PA À FERNEY-VOLTAIRE (FRANCE)

15.3.1. Description du site de surface

Le site principal se trouve au sud de la route de Meyrin, à l'est de l'Espace Candide (centre commercial). Le site serait relié au point 8 du LHC par le chemin des Prés Jins, une voie publique. Une extension au sud du point 8 du LHC, déjà prévue dans le cadre du projet HL-LHC, permettrait d'accueillir des infrastructures du site et de réduire l'emprise du site principal.

La surface du site indiqué en bordure de la route de Meyrin est de 5,2 ha et la surface de l'extension du site du point 8 du LHC est de 2,7 ha.

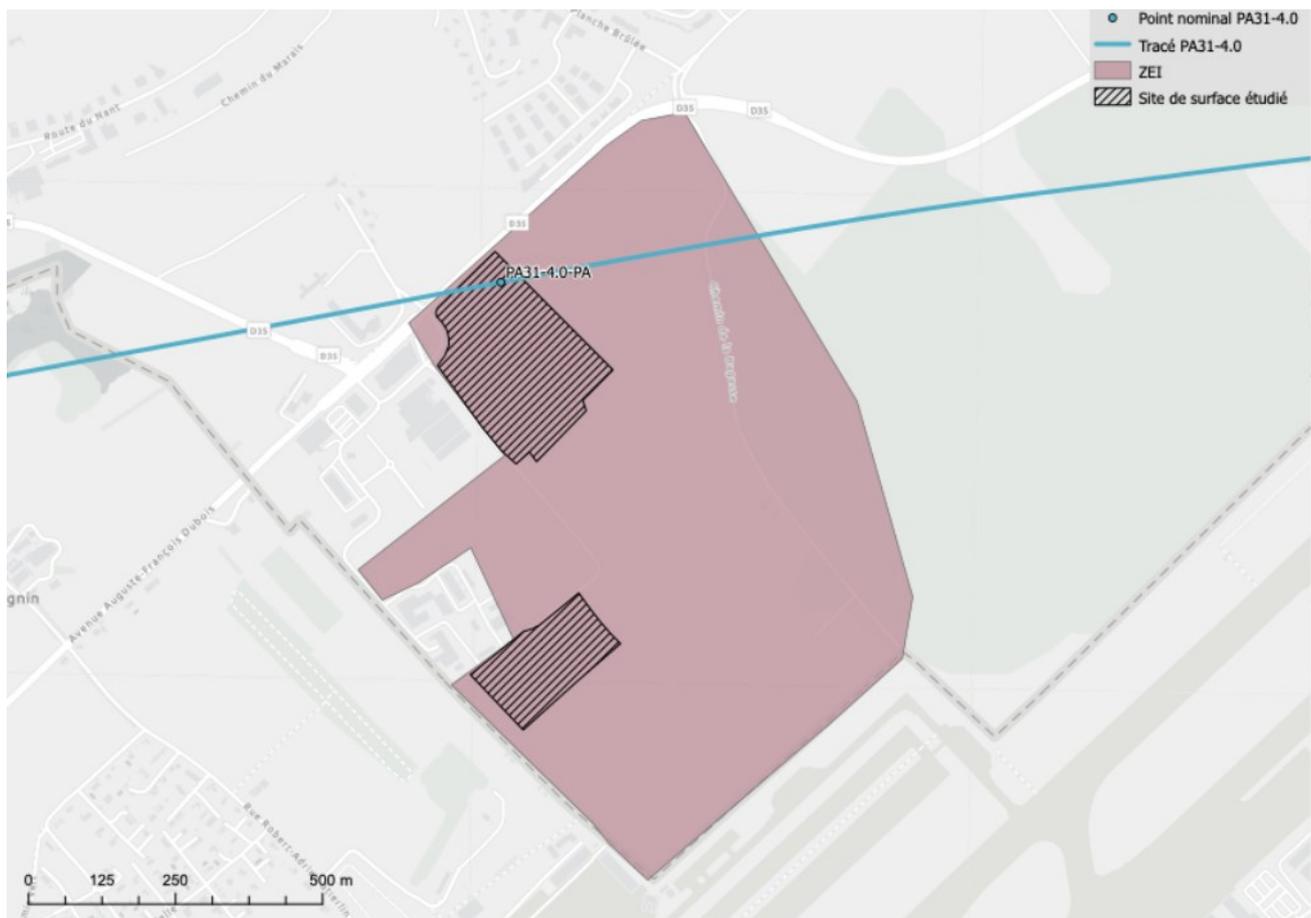


Illustration 381 : Site de surface à Ferney-Voltaire, envisagé dans le scénario PA31-4.0.

15.3.2. Contraintes

Le site se trouve en zone Ap, à proximité d'une zone de compensation classée Np.

Les réseaux d'alimentation en eau et en gaz passent à proximité du point 8 du LHC. Un gazoduc longe la limite du site de surface principal, avant de franchir la frontière entre la France et la Suisse.

Il existe une installation, longeant la route de Meyrin, qui fournit de la chaleur fatale provenant du point 8 du LHC aux habitations et à la ZAC.

Une bonne intégration urbanistique et paysagère est nécessaire en raison de la vue vers les Alpes.

La densité du trafic dans le secteur nécessite l'élaboration d'un concept pour l'accès, en concertation avec les services techniques de la commune.

15.3.3. Synergies et potentiels

La chaleur fatale peut être récupérée et fournie aux habitations et aux zones commerciales autour du site, dans la continuité de la fourniture actuelle de chaleur par le LHC.

L'eau résiduelle du système de refroidissement peut être utilisée pour l'agriculture ou pour l'aménagement d'une zone humide et naturelle (zone du Poirier de l'Épine) à proximité du site.

Une synergie avec le point 8 du LHC permettrait de réduire l'empreinte du site PA.

Une synergie avec le site du CERN à Prévessin et la sous-station du Bois-Tollot permettrait la fourniture d'électricité (ligne de 400 kV).

Un centre de visite pourrait être créé en synergie avec le point 8 du LHC.

15.4. SITE PB À PRESINGE (SUISSE)

15.4.1. Description du site de surface

Le site se trouve au sud du ruisseau dénommé Nant du Paradis, sur un champ classé comme surface d'assolement, en bordure de la route de Jussy. La surface du site indiqué sur la carte est de 4,5 ha.

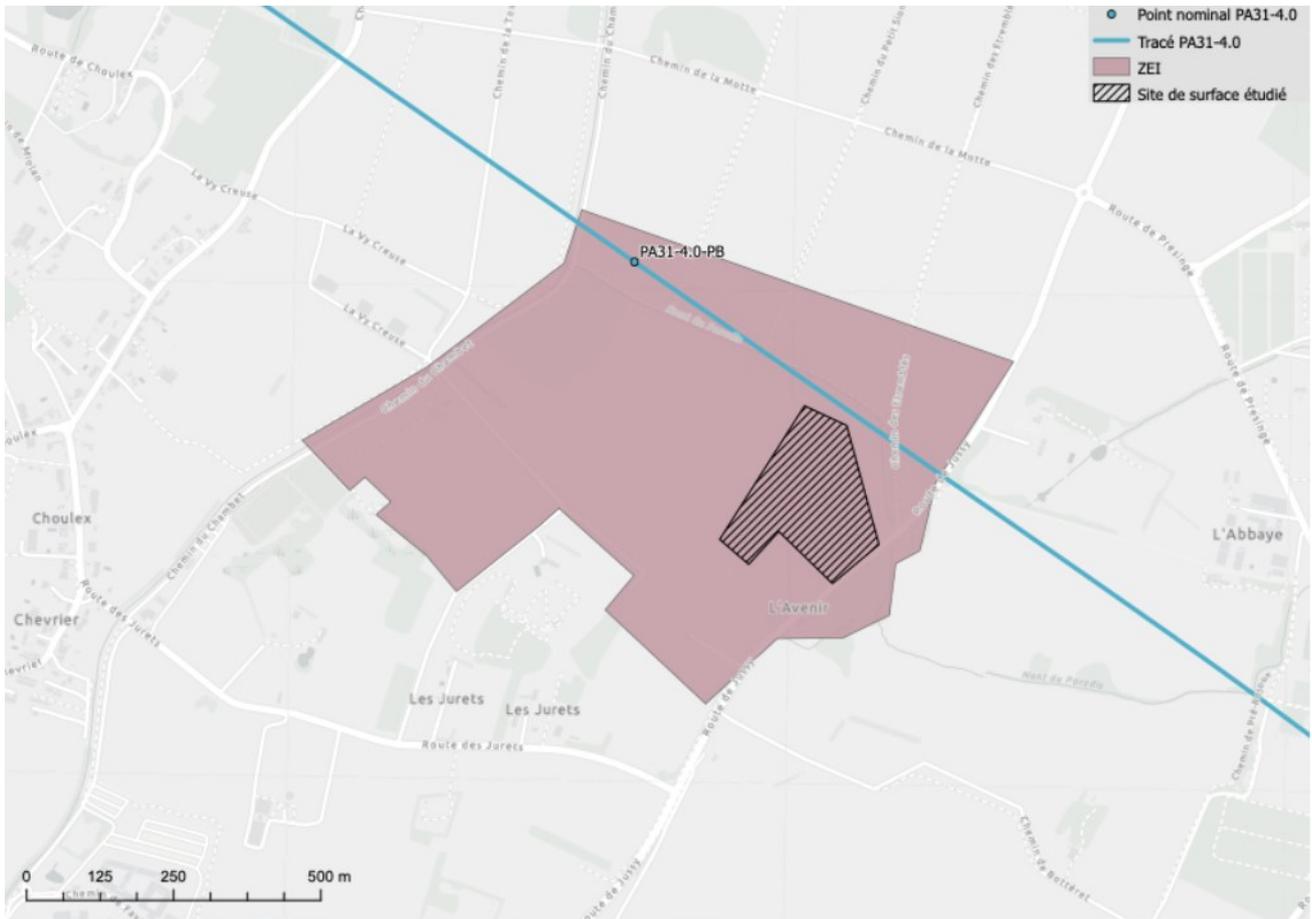


Illustration 382 : Site de surface à Presinge, envisagé dans le scénario PA31-4.0.

15.4.2. Contraintes

Les distances de protection entre le Nant du Paradis (zone de reproduction des batraciens) et la forêt sont respectées. Le bureau d'études environnementales n'a pas pu détecter d'interférences avec les milieux protégés, notamment avec le site de reproduction des batraciens, pour l'emplacement étudié.

L'impact sur la surface d'assolement doit être réduit le plus possible.

Une bonne intégration paysagère nécessite un site de taille réduite, éventuellement semi-enterré.

La réalisation d'une étude relative au système de refroidissement est nécessaire pour réduire les nuisances sonores et visuelles.

Il est également nécessaire d'élaborer un concept pour réduire la pollution lumineuse pendant la phase de chantier.

L'accès routier a été étudié par un bureau d'études spécialisé, connaissant bien le secteur. L'option retenue doit encore être validée par le canton de Genève. Un plan technique détaillé d'accès devrait être établi dans une phase ultérieure.

15.4.3. Synergies et potentiels

Selon l'étude réalisée par une entreprise spécialisée, un accès direct au site depuis la route de Jussy est faisable et préférable. Ce scénario éviterait la nécessité de créer une nouvelle route d'accès.

La zone tampon verte située autour du site permettrait de renforcer et d'agrandir le milieu naturel à proximité du Nant du Paradis.

Les champs agricoles au nord-ouest pourraient être utilisés pour la valorisation des matériaux excavés.

Le renforcement du réseau électrique local, nécessaire pour la construction du FCC, est considéré comme une occasion d'améliorer l'infrastructure pour les habitants de la zone entière.

L'amélioration des transports publics, y compris du transport transfrontalier dans le cadre du chantier du FCC, représente également une opportunité pour la zone.

L'acceptation de la traversée de la rade par 62 % des votants en juin 2016 ouvre la possibilité de tirer profit d'infrastructures nécessaires pour le chantier du FCC dans le cadre de la construction de ce tunnel routier¹³⁵.

Il existe une possibilité de fourniture de la chaleur à proximité, par exemple avec l'HEPIA et le projet de construction d'un nouveau site pénitentiaire d'ici à 2030 sur le site de Champ-Dollon.

¹³⁵ <https://www.ge.ch/document/traversee-du-lac-boucllement-autoroutier-rapport-final-25092017>

15.5. SITE PD À NANGY (FRANCE)

15.5.1. Description du site de surface

Le site se trouve à Nangy, entre l'autoroute A40 et la RD903 sur un champ classé en zone A au PLU. La surface du site indiqué est d'environ 4,9 ha.

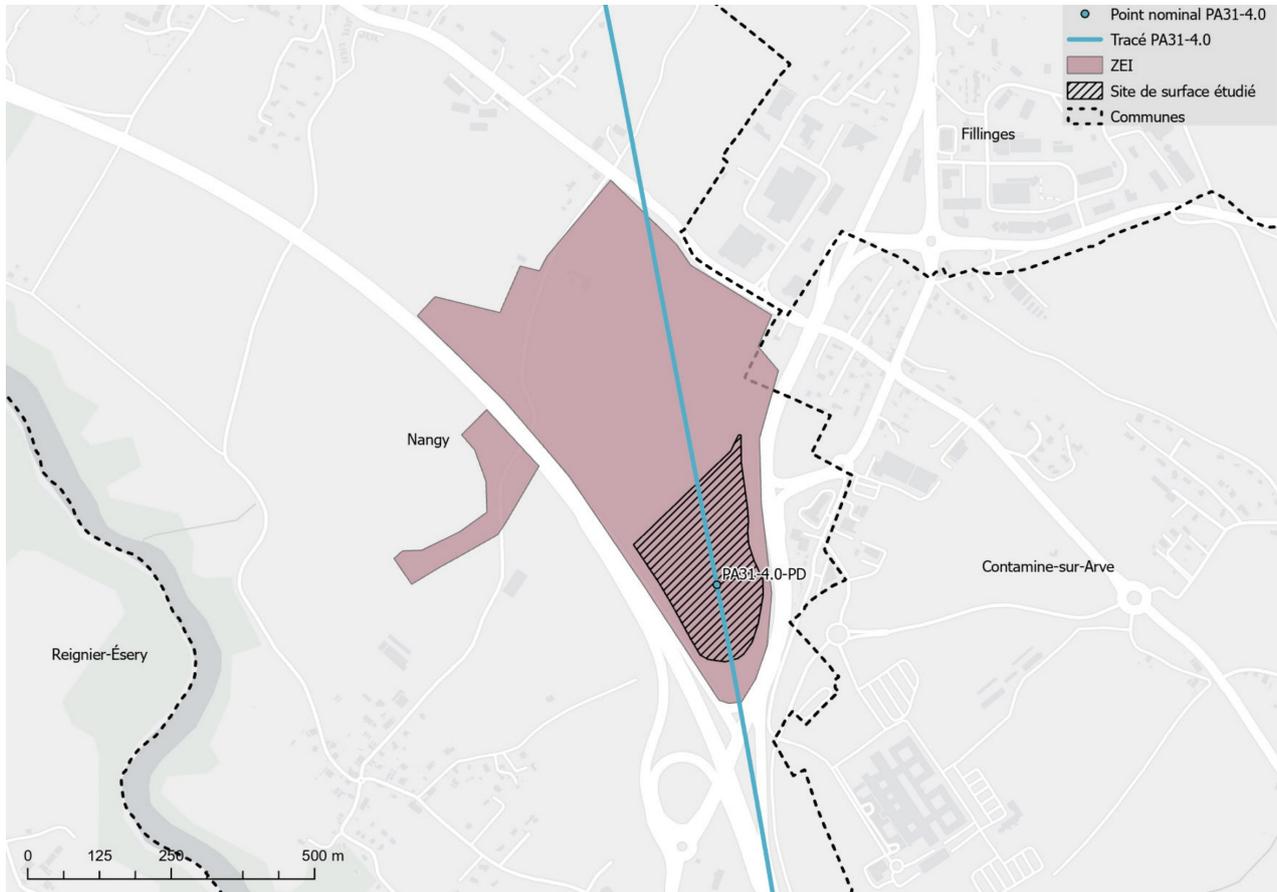


Illustration 383 : Site de surface à Nangy, envisagé dans le scénario PA31-4.0.

15.5.2. Contraintes

Le site est soumis à des contraintes d'espace à l'ouest, à l'est et au sud en raison des routes existantes et du projet de création d'une nouvelle liaison entre les routes. L'accès se ferait par un rond-point, qui serait réalisé au nord, vers Findrol. Une étude de conception relative à l'accès a été effectuée par une entreprise spécialisée. Le trafic routier est dense.

15.5.3. Synergies et potentiels

L'emplacement n'est pas facilement depuis les routes et n'est pas visible depuis les habitations, ce qui facilite son intégration paysagère.

Il existe plusieurs possibilités de fourniture de la chaleur fatale du système de refroidissement, par exemple pour une fromagerie de Findrol, une zone d'activités industrielles et commerciales et le Centre hospitalier Alpes-Léman.

Il existe également des possibilités de fourniture de l'eau résiduelle du système de refroidissement, par exemple à une zone humide située de l'autre côté de l'autoroute à l'ouest, à l'Arve et à une station d'épuration à proximité de l'Arve.

Un accès à l'autoroute pendant la phase de chantier a fait l'objet d'une étude. Il pourrait faciliter l'évacuation des matériaux et l'approvisionnement. La synergie avec le projet d'aménagement de la RD903 pourrait contribuer à améliorer la fluidité du trafic.

Il est probable qu'il existe des espaces de valorisation des matériaux excavés à proximité, qu'il conviendrait de recenser en coopération avec les communes et les services de l'État (DDT, DREAL).

15.6. SITE PF À ÉTEAUX (FRANCE)

15.6.1. Description du site de surface

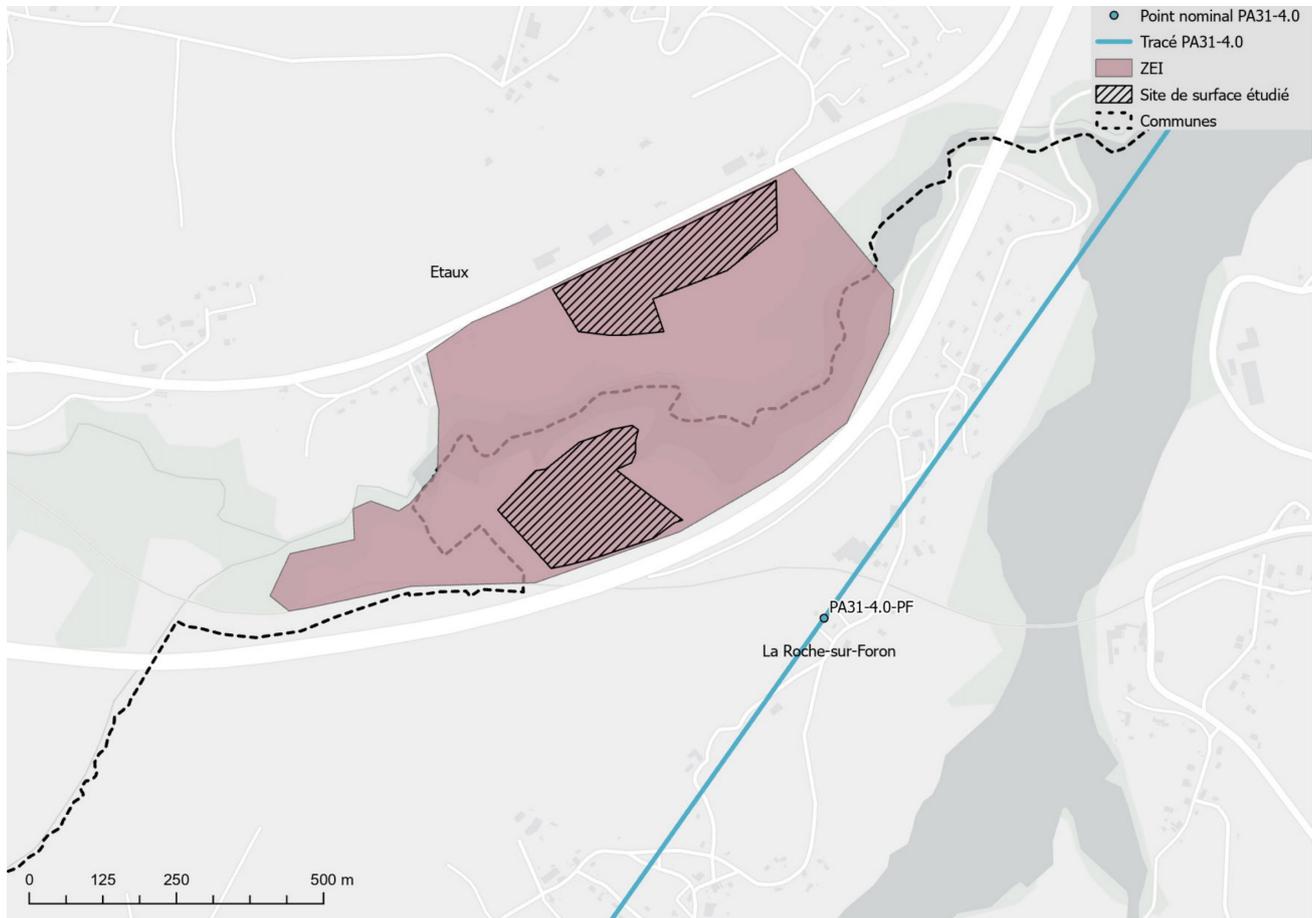


Illustration 384 : Sites de surface à Éteaux et à La Roche-sur-Foron, envisagés dans le scénario PA31-4.0.

Un site de surface au point nominal n'est pas faisable car :

- le site se trouverait au milieu d'un hameau de maisons individuelles ;
- la présence de la route de Lavillat vers La Roche-sur-Foron est incompatible avec la construction et l'installation du site et des équipements de l'accélérateur ;
- le point nominal se trouve en terrain élevé (755 m), avec une topographie défavorable ;
- un léger déplacement vers l'intérieur de l'anneau est exclu en raison de la présence de pentes fortes et des risques de glissement de terrain.

L'option retenue pour un site de surface est un emplacement situé au nord à Éteaux, en bordure de la RD1203, avec une surface de 4 ha. Une annexe sur l'option Sud à La Roche-sur-Foron, au nord de l'autoroute et sur le périmètre d'une ISDI, est envisageable si cela devient techniquement nécessaire pour la phase 2 du FCC, après 2060. Il conviendra de s'assurer de sa compatibilité avec une construction sur les matériaux déposés dans l'ISDI.

15.6.2. Contraintes

Site principal au nord :

Le puits du site et le tunnel de l'accélérateur sont distants de 558,5 m selon le positionnement du puits.

Les zones humides à l'est du site doivent être préservées et pourraient être intégrées au site.

Il faut maintenir une certaine distance entre le site et le hameau situé à l'est.

Par conséquent, il reste peu d'espace pour le site de surface et la taille du site devrait être réduite.

Il conviendrait d'entreprendre un travail avec la commune et les services de l'État (DDT, DREAL) pour définir des zones de valorisation des matériaux excavés à proximité du site.

La surface disponible pour le site de surface est très limitée (4 ha). Il pourrait donc être nécessaire de déplacer certains éléments, par exemple une sous-station électrique ou des tours de refroidissement, vers un emplacement situé sur l'option Sud du site à La Roche-sur-Foron ou dans un autre lieu, à proximité.

Option d'une annexe au sud :

L'emplacement se trouve sur l'emprise d'une ISDI, en cours de réalisation, bénéficiant d'un statut d'ICPE. À la suite d'une analyse effectuée par les prestataires de génie civil, le CERN a conclu à une compatibilité de principe entre l'ISDI et la construction d'un site de surface. Cependant, cette option entraînerait des surcoûts importants et poserait des difficultés techniques supplémentaires. Par exemple, il faudrait utiliser des piliers pour les constructions sur les dépôts de déchets inertes.

Il serait nécessaire de créer une route d'accès d'une longueur de 2,4 km, traversant la voie ferrée, et d'aménager le passage souterrain sous l'autoroute.

Enfin, cette option se trouve à proximité immédiate de la ZNIEFF, riche en biodiversité et comportant un corridor de faune à préserver.

La surface disponible est pratiquement la même que dans l'option Nord (4,1 ha, contre 4,0 ha). Cependant, cet emplacement pourrait accueillir certaines infrastructures techniques facilement compatibles avec les dépôts de déchets inertes, telles qu'une sous-station électrique ou des tours de refroidissement. Une analyse devra être effectuée lors de la phase de conception technique détaillée.

15.6.3. Synergies et potentiels

S'agissant de l'option Nord, il est possible de fournir la chaleur fatale du système de refroidissement aux installations publiques et aux entreprises dans un périmètre de moins de 3 km.

L'eau résiduelle du système de refroidissement peut être utilisée pour les zones humides ou pour le ruisseau du Vuaz.

Une renaturation autour de la zone humide permettrait de revaloriser le secteur, qui se trouve actuellement dans un état dégradé, et peut faire l'objet de discussions.

Enfin, un accès direct depuis la route nationale est possible et éviterait la création d'une nouvelle route d'accès.

15.7. SITE PG À CHARVONNEX ET GROISY (FRANCE)

15.7.1. Description du site de surface

Le site se trouve au nord de la route d'Annecy sur un plateau, en partie en forêt, en partie sur un pâturage. Il se trouve à environ 800 m au sud de l'aire d'autoroute A410 de Groisy. Il est éloigné de toute habitation.

La surface du site principal indiqué est de 6.9 ha. Des annexes de 1,9 ha et de 1,7 ha pour le stockage de matériel, une sous-station électrique ou des tours de refroidissement à proximité de l'autoroute, sont également indiqués.

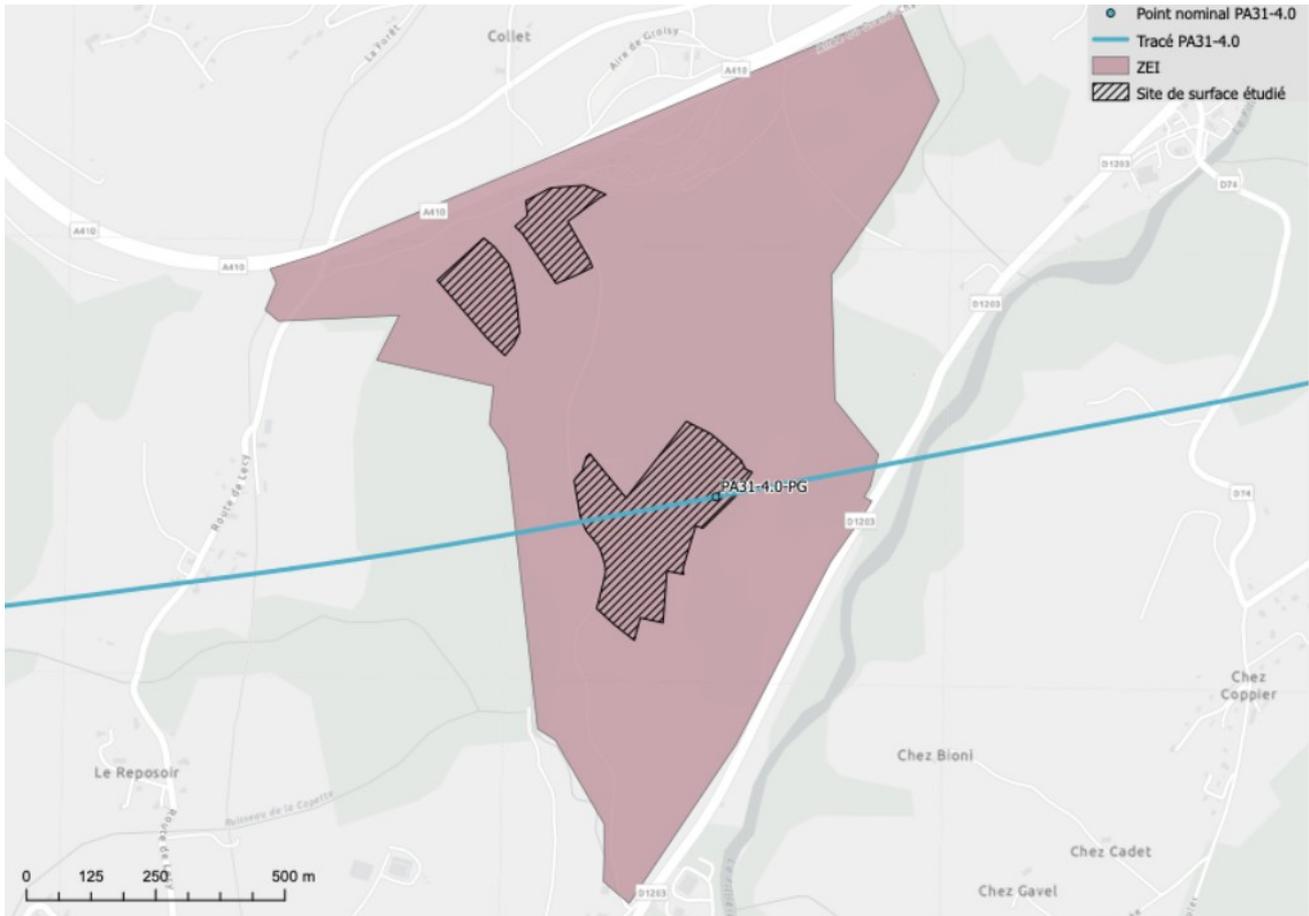


Illustration 385 : Site de surface à Groisy et à Charvonnex, envisagé dans le scénario PA31-4.0.

15.7.2. Contraintes

La forêt est un EBC, de valeur pour la biodiversité. L'utilisation de la forêt pour le site sera réduite et limitée à la partie présentant un milieu naturel de moindre qualité. Le défrichage peut être compensé, par exemple en reboisant la partie Sud du plateau ou des friches existantes dans la forêt.

Le site se trouve à la limite d'une forte pente vers la route d'Annecy, au sud, et doit donc rester sur le haut du plateau.

Il s'agit d'un espace naturel et calme. Il sera nécessaire d'adopter des mesures pour réduire les nuisances sonores et lumineuses pendant les phases de chantier et d'exploitation.

15.7.3. Synergies et potentiels

La possibilité de reboisement permet de compenser le défrichement d'environ 1,5 ha de forêt.

Un accès en terrain plat, sous la forme d'un chemin forestier, permet l'aménagement d'une voie d'environ 800 m vers l'aire de Groisy et une large route qui longe l'autoroute.

L'accès à l'autoroute pendant la phase de chantier pour l'évacuation des matériaux excavés et l'approvisionnement a été étudié et semble faisable. Il existe deux zones de stockage temporaire des déchets inertes et d'autres matériaux à proximité directe de l'aire et du chemin forestier.

Les annexes proches de l'autoroute pourraient accueillir des éléments davantage susceptibles d'entraîner des nuisances éventuelles, tels que des tours de refroidissement.

La fourniture de la chaleur fatale du système de refroidissement semble possible. Il existe plusieurs clients potentiels dans les alentours, par exemple des infrastructures publiques (école, collège, caserne de pompiers), le centre commercial et la clinique vétérinaire. Il y a également la possibilité de création d'un réseau à Charvonnex et à Groisy.

La caserne des sapeurs-pompiers constitue une opportunité de service de secours pour le site.

La valorisation de l'eau résiduelle du système de refroidissement semble possible pour l'alimentation du ruisseau des Fattes, de la rivière de la Fillière et des zones humides dans la forêt.

Il y a assez d'espace disponible sur le site pour construire un centre de visite auquel il serait possible de se rendre par l'aire de Groisy ou la route d'Annecy. Le site se trouve à proximité d'Annecy, très facile d'accès pour le personnel du CNRS/LAPP.

Des lieux de valorisation des matériaux excavés pour l'agriculture et la sylviculture doivent encore être définis en collaboration avec les communes et les services de l'État (DDT, DREAL).

15.8. SITE PH À CERCIER ET À MARLIOZ (FRANCE)

15.8.1. Description du site de surface

Le site se trouve directement en bordure de la D203, à proximité du lieu-dit Chez Papet, à Cercier. Le site se trouverait dans la forêt, à cheval sur les communes de Cercier et de Marlioz. Il est éloigné de toute habitation et n'est pas visible. C'est un emplacement naturel. La surface indiquée, située dans une zone moins riche en biodiversité, est de 8,2 ha.

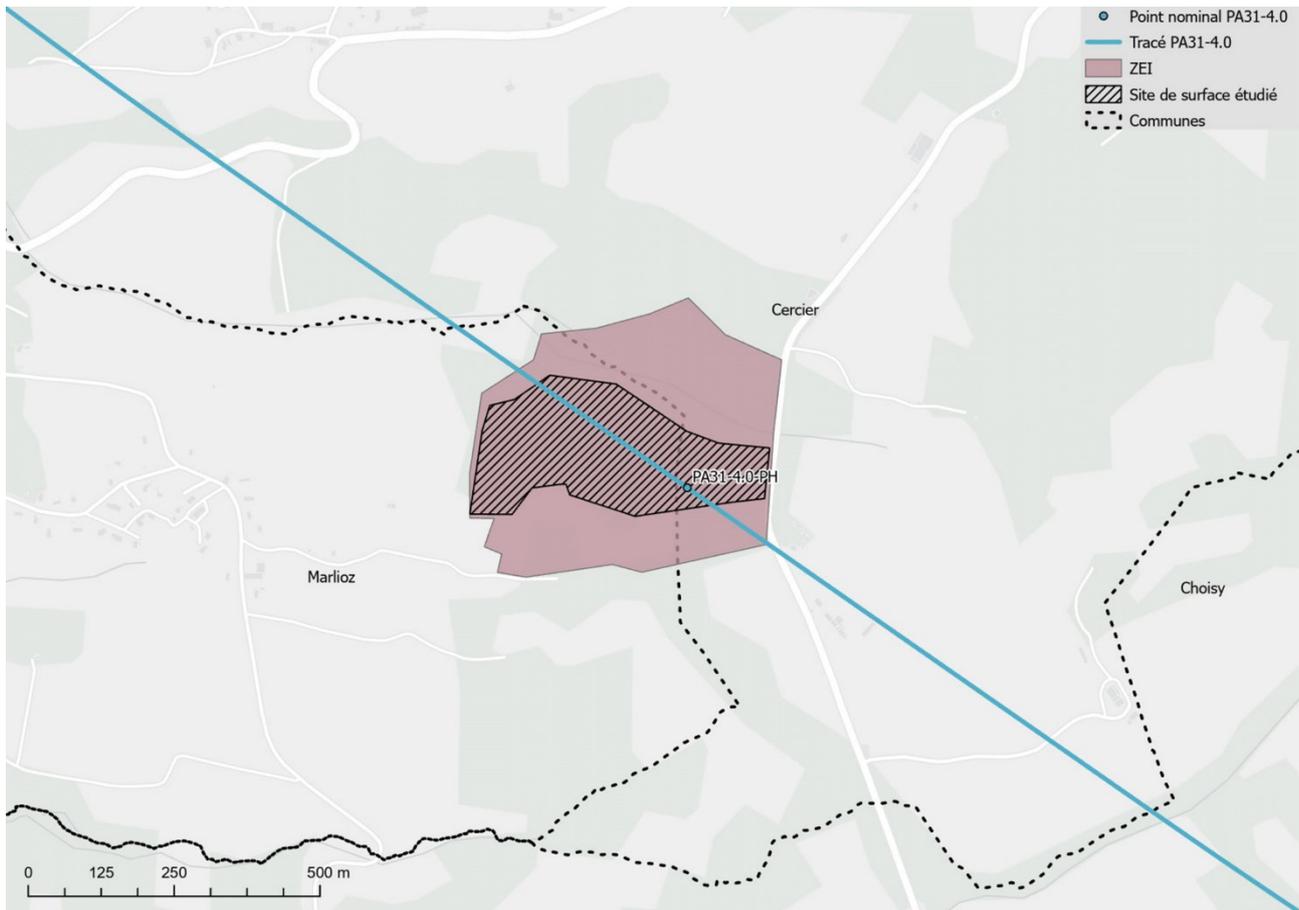


Illustration 386 : Site de surface à Cercier et à Marlioz, envisagé dans le scénario PA31-4.0.

15.8.2. Contraintes

Le secteur forestier au nord du site indiqué est un site de grande valeur (biodiversité riche, milieu naturel).

Le site respectera la zone tampon du gazoduc, au nord du site.

En raison du calme et de l'aspect naturel, il est nécessaire de veiller aux nuisances sonores et lumineuses. Une habitation se trouve à une distance d'environ 200 m, mais sans visibilité directe.

Étant donné que la route est petite, il est nécessaire de définir des lieux de valorisation des matériaux excavés à proximité permettant leur utilisation en agriculture ou pour le reboisement.

RTE devra tenir compte de l'alimentation en électricité par câbles enterrés lors de la réalisation de l'étude relative à la création d'un poste d'accès à la ligne de 400 kV.

15.8.3. Synergies et potentiels

La valorisation des eaux rejetées pour les activités agricoles autour du site (pommiers et poiriers) suscite beaucoup d'intérêt. Un bassin d'eau existe à proximité, au nord-est, et une étude pourrait être menée pour trouver un moyen de l'intégrer au site ou pour créer un bassin supplémentaire.

Il est également souhaitable de collaborer avec les communes pour tirer parti des possibilités de fourniture de chaleur à différents clients, par exemple Val' fruits.

15.9. SITE PJ À DINGY-EN-VUACHE ET À VULBENS (FRANCE)

15.9.1. Description du site de surface

Le site se trouve sur un champ au nord de l'autoroute A40 et à l'ouest de l'aire de Valleiry, au croisement du chemin des Tattes et du chemin de Maigy. Un ruisseau se trouve à l'ouest. Le site se situe à cheval sur les communes de Dingy-en-Vuache (partie Sud) et de Vulbens (partie Nord). Il est éloigné de toute habitation.

La surface du site indiqué est de 6,1 ha.

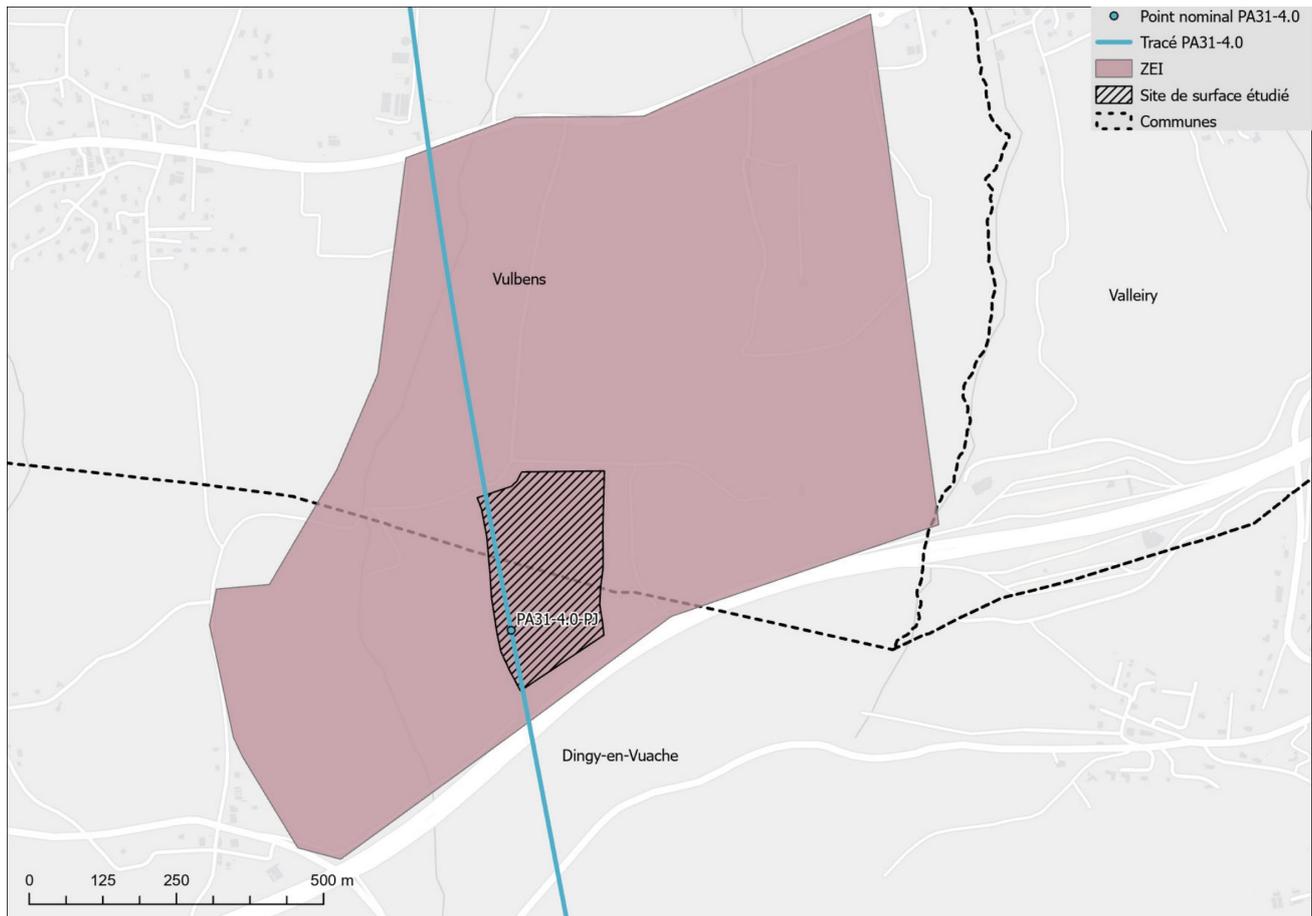


Illustration 387 : Site de surface à Dingy-en-Vuache et à Vulbens, envisagé dans le scénario PA31-4.0.

15.9.2. Contraintes

Un corridor de faune doit être respecté, voire amélioré, car sa fonctionnalité actuelle est faible.

Il sera également nécessaire de prendre en compte les projets de renforcement de la mobilité douce entre Dingy-en-Vuache et Vulbens.

15.9.3. Synergies et potentiels

Aux alentours du site se trouvent de nombreux champs agricoles en pente. Il serait nécessaire de collaborer avec les communes et les services de l'État (DDT, DREAL) pour déterminer les lieux où l'agriculture peut bénéficier de la valorisation des matériaux excavés.

Le site scientifique peut également tirer profit des aménagements prévus à proximité, au sud, sur le même horizon temporel (par exemple, nouveau poste de gendarmerie).

La mise à disposition de la chaleur fatale pour les établissements publics et les zones de commerce proches, à Vulbens et à Valleiry, semble faisable.

Il serait prudent de travailler avec le département dans le domaine scolaire (nouveau collège, construction d'un lycée à prévoir, intégration du site dans les activités scolaires, l'apprentissages et les stages).

La création d'un centre de visite permettrait de développer un tourisme durable de qualité. Elle nécessite une collaboration des communes, du département et/ou de la région.

La connexion à l'aire de Valleiry pour l'évacuation des matériaux et pour l'approvisionnement par autoroute a fait l'objet d'une analyse et semble faisable.

Le développement de synergies s'agissant de l'utilisation des eaux rejetées pour l'alimentation des ruisseaux et pour l'irrigation des cultures suscite beaucoup d'intérêt.

15.10. SITE PL À CHALLEX (FRANCE)

15.10.1. Description du site de surface

Les défis associés aux différentes options étudiées sont décrits dans le chapitre 14. Un dialogue mené avec la commune en 2023 et en 2024 a permis de concevoir et d'évaluer des options d'emplacement. L'emplacement préféré se trouve au point nominal, près de la frontière entre la France et la Suisse. L'emplacement doit encore être optimisé en étroite coopération avec la commune. Cette option, à l'écart du village, nécessite la création d'une route d'accès. La surface du site proche de la frontière est de 5,5 ha.

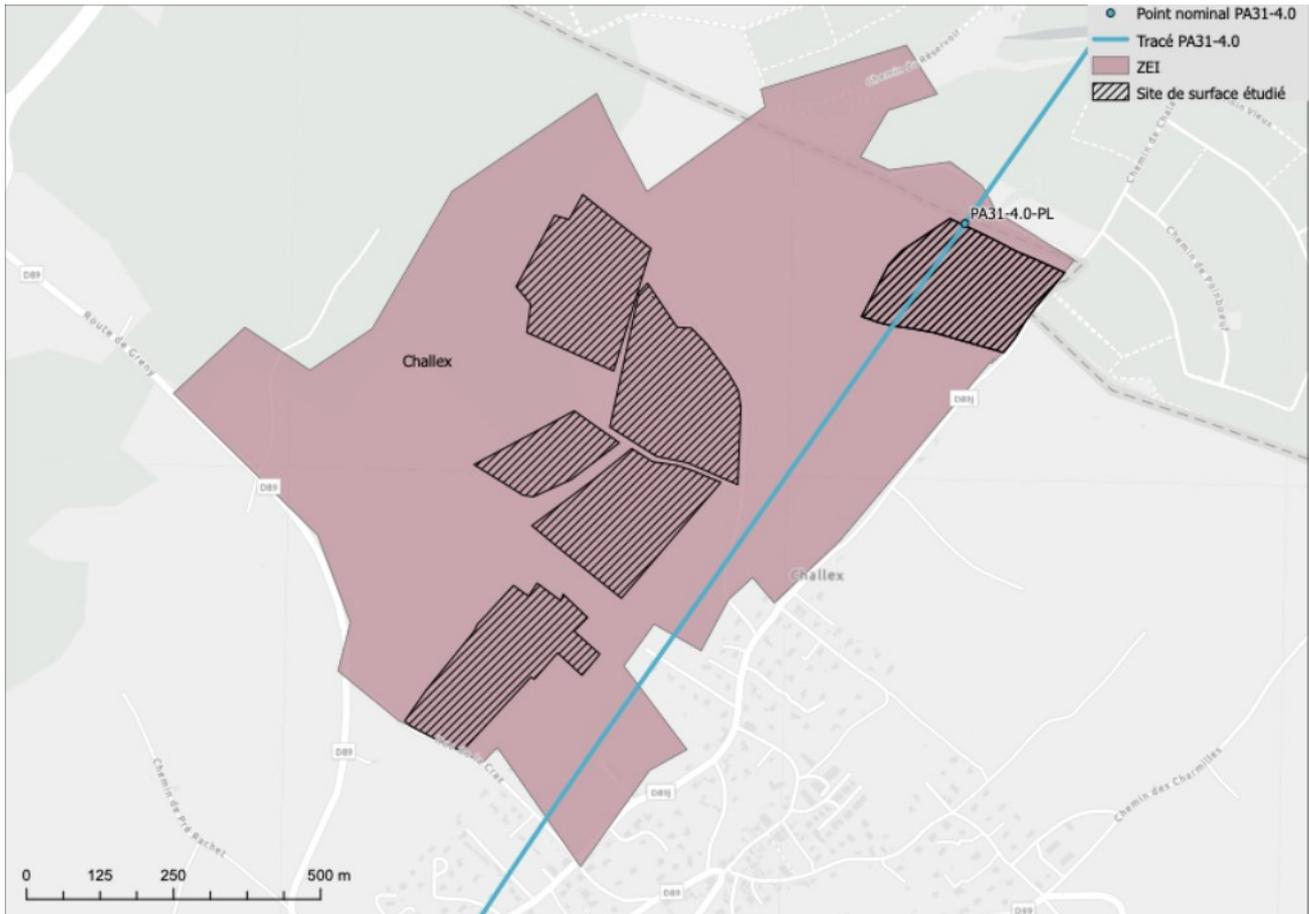


Illustration 388 : Emplacements possibles d'un site de surface à Challex, envisagés dans le scénario PA31-4.0.

15.10.2. Contraintes

Option d'emplacement au point nominal

La proximité de la frontière franco-suisse, proche des vignes, représente un défi, car il n'existe pas de voirie ou d'autres infrastructures. Cependant, une habitation isolée se trouvant à proximité subirait des nuisances et serait donc à acquérir.

L'accès à travers le village est à exclure. Les routes sont trop étroites et les nuisances seraient inacceptables. La création d'un nouveau accès à travers les champs, au nord du village, est complexe mais faisable. Le point théorique est séparé des axes principaux (route de Greny et rue de la Craz) à l'entrée de la commune par des zones naturelles. La forêt au nord de Challex est une zone de riche biodiversité. Du côté suisse, la forêt est une zone de protection absolue (site Ramsar).

Une nappe d'eau temporaire, peu profonde, a été ajoutée aux cartes suisses en 2023. Techniquement, la création d'un puits est faisable, même après la confirmation de la présence d'une nappe et de son emplacement. Cependant, il est nécessaire d'effectuer un forage pour confirmer ou infirmer la présence de la nappe, déterminer, le cas échéant, sa saisonnalité et la possibilité de connexions transfrontalières. Le positionnement du puits ou de la totalité du site peut être optimisé en fonction des résultats de ces investigations en sous-sol.

Cette option d'emplacement est privilégiée par le CERN suivant une analyse réalisée avec la commune concernée.

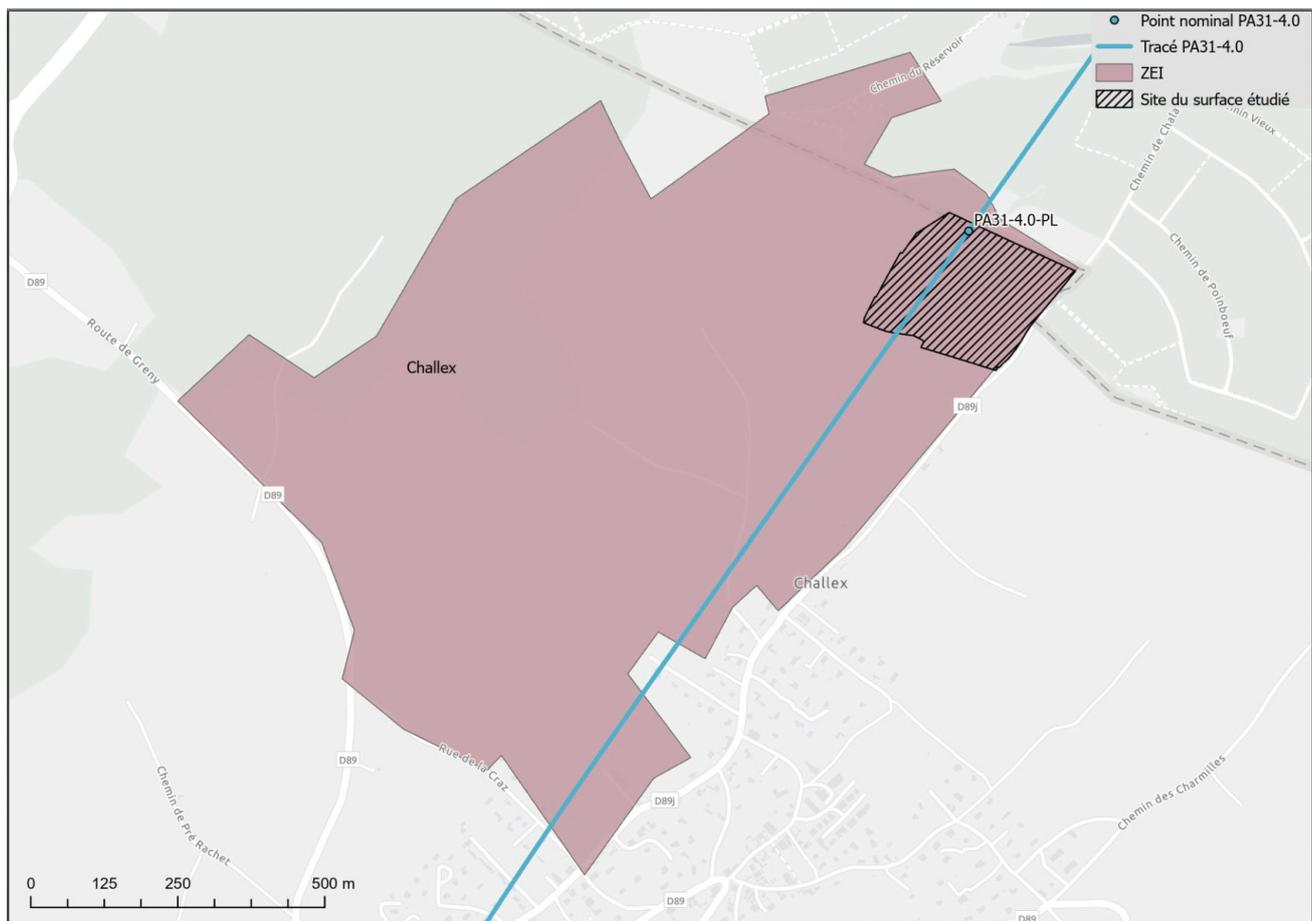


Illustration 389 : Site de surface à Challex, envisagé dans le scénario PA31-4.0.

Option d'emplacement à 800 m à l'est du point nominal (non retenue)

Un emplacement situé à 800 m à l'est du point nominal ne permettrait pas de réaliser un accès à l'intérieur de l'anneau. Cependant, une solution techniquement faisable, entraînant un surcoût, a été mise au point. Le puits se trouverait à une distance comprise entre 50 m et 150 m à l'extérieur de l'anneau. Le site se trouverait à environ 150 m des habitations, 5 m à 10 m plus bas que la commune, sur une faible pente d'environ 3 %. Il serait visible depuis certaines habitations. Ce scénario ne poserait pas de contraintes environnementales remarquables. Il serait nécessaire de réaliser une route d'accès vers la D89 (environ 400 m) ou vers la rue de la Craz (environ 300 m). Ce scénario a servi de base de dialogue avec la commune pour trouver un autre emplacement que l'option 1 (emplacement au point nominal).

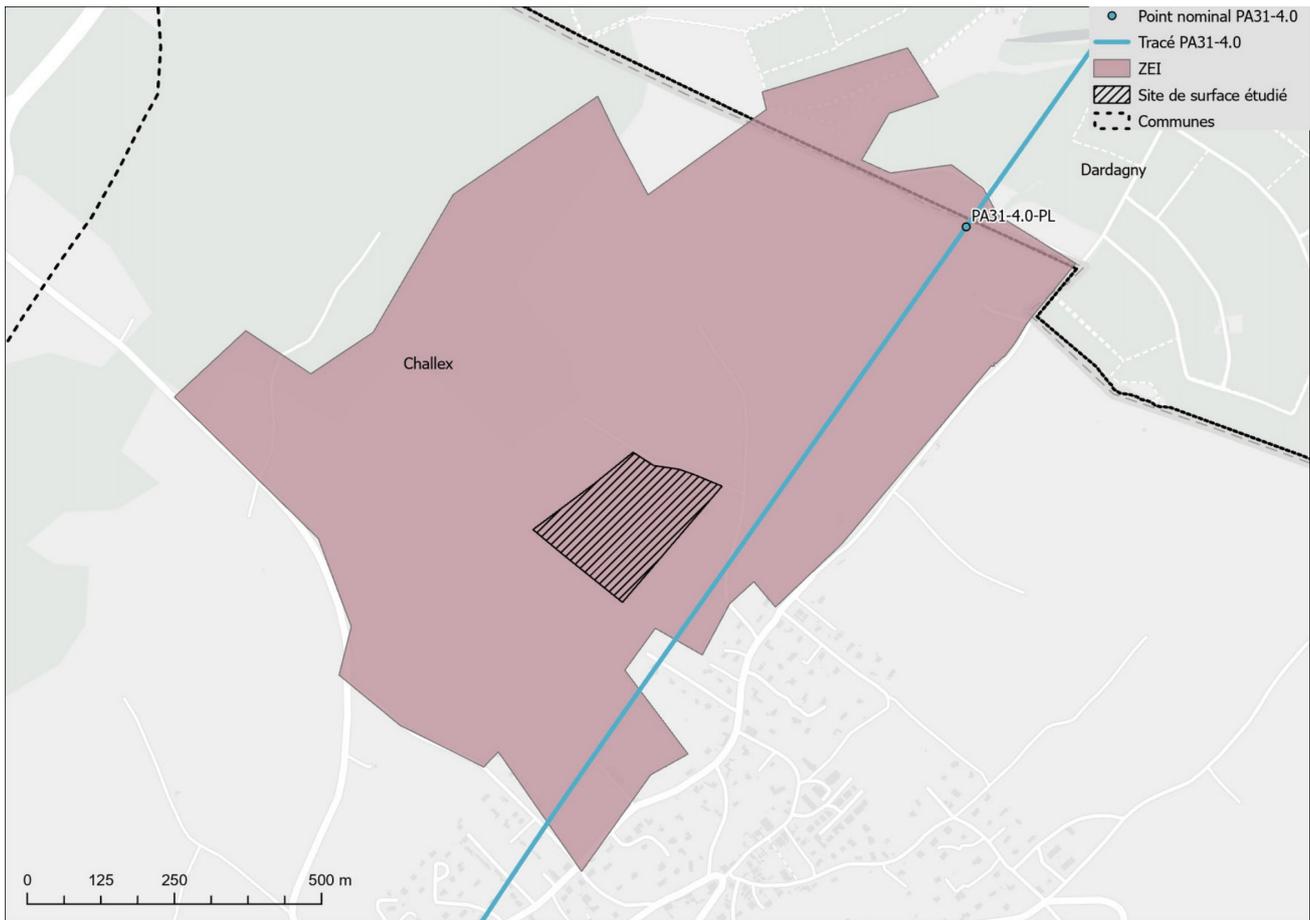


Illustration 390 : Site de surface à Challex, envisagé dans le scénario PA31-4.0.

Option d'emplacement à proximité du terrain de sport (non retenue)

Un déplacement du site de 1 000 m à l'extrémité de la section droite au nord du terrain de sport était envisagé, mais il a été exclu après consultation des acteurs locaux. La distance entre le puits et le milieu de la section droite représenterait également un défi en matière d'ingénierie. Elle ne constitue pas un point de blocage mais pourrait avoir des conséquences budgétaires et nécessiterait l'élaboration d'autres concepts pour l'installation et l'exploitation. Le positionnement du puits d'accès à l'intérieur de l'anneau nécessiterait l'utilisation d'une partie du parking entre le terrain de sport et la salle communale polyvalente. Le bâtiment d'accès au puits et son système de ventilation seraient visibles. Le déplacement du puits à l'extérieur à une distance d'environ 200 m permettrait d'atténuer les nuisances et visibilité directes, mais cette option n'est pas acceptable pour les habitants. Elle nécessiterait un tunnel de connexion horizontal au niveau de la galerie qui se trouve au-dessus du tunnel de l'accélérateur. La commune souhaite préserver la vue depuis la D89 et craint une dégradation du paysage. C'est pourquoi cette option a été finalement exclue.

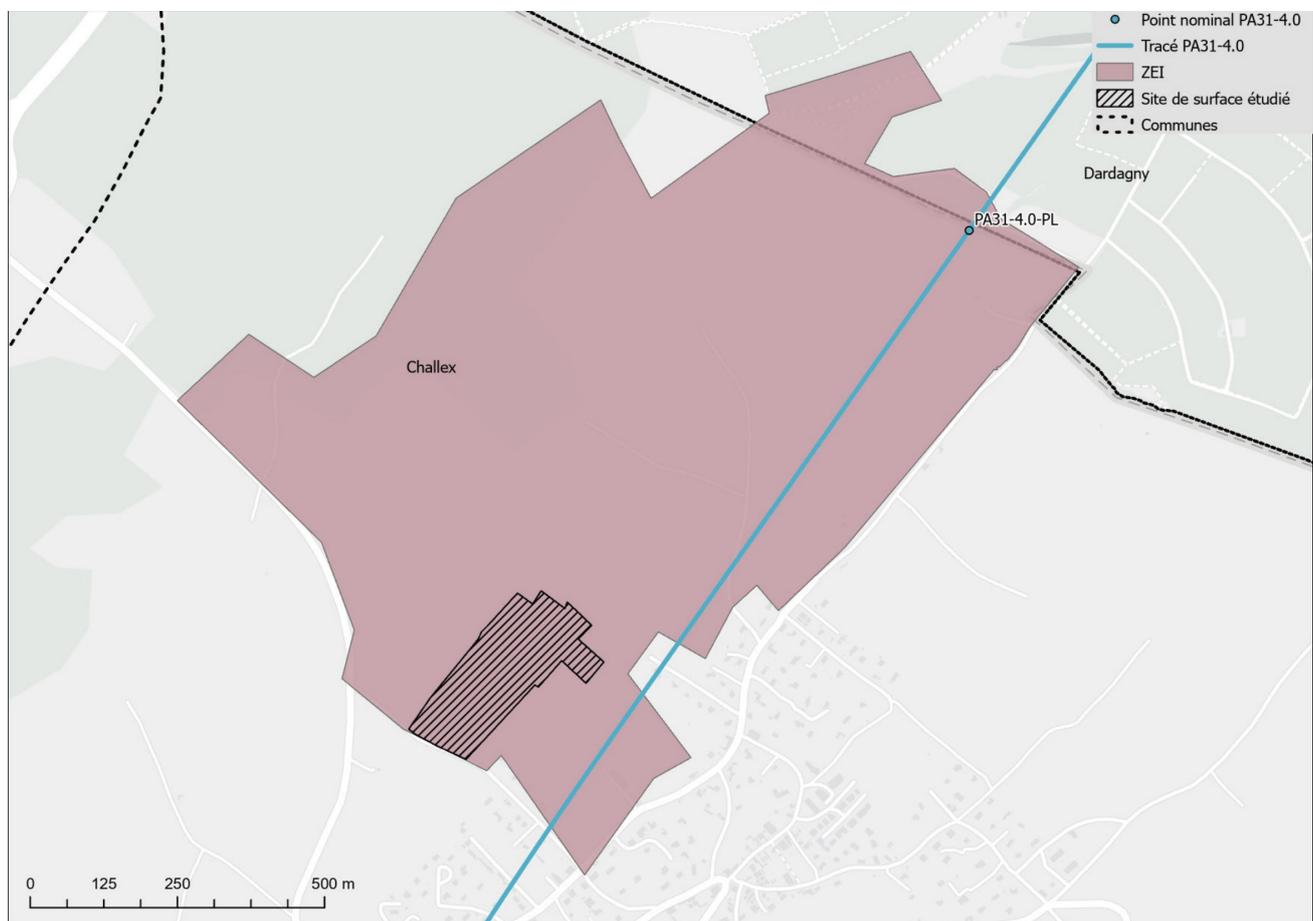


Illustration 391 : Site de surface à Challex, envisagé et exclu en concertation avec la commune concernée.

Option d'emplacement à proximité de la forêt (non retenue)

Un emplacement à proximité de la forêt, à une distance de 570 m du point nominal, a fait l'objet d'une analyse. Cet emplacement ne serait pas directement visible depuis la commune. Cependant, il se trouverait en pleine zone naturelle protégée, à proximité immédiate d'une zone humide, et demanderait la création d'une route d'accès à travers des zones naturelles et boisées très sensibles. Enfin, la distance entre le site et le tunnel du collisionneur entraînerait des surcoûts importants. C'est pourquoi cette option a finalement été écartée.

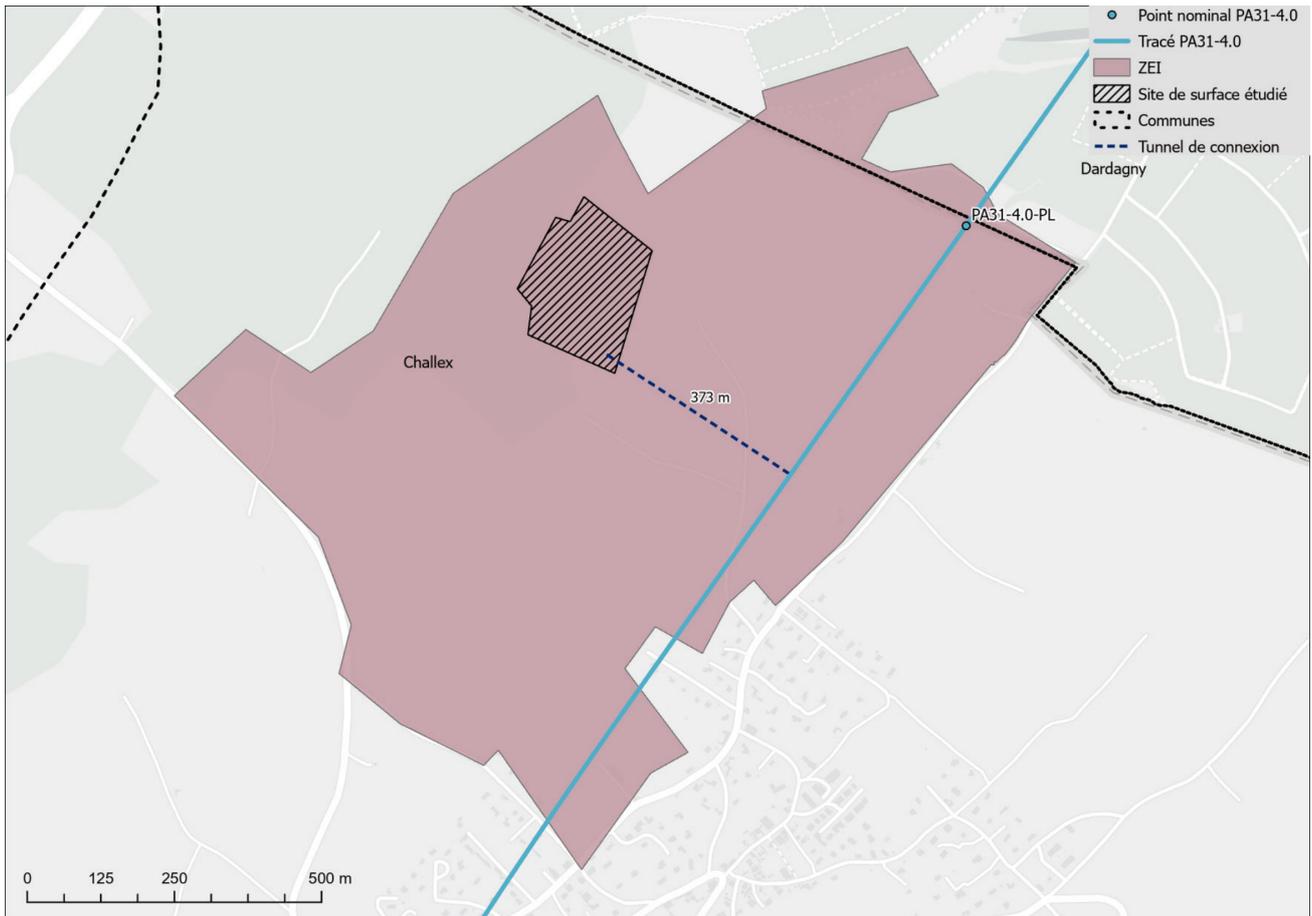


Illustration 392 : Site de surface à Challex, envisagé et exclu en raison de contraintes environnementales et d'un surcoût injustifié.

Option d'emplacement au nord de l'option montrée sur l'illustration 391 (non retenue)

Un emplacement situé au nord de celui montré sur l'illustration 391, entre un alignement d'arbres et la forêt, permettrait d'avoir un emplacement caché et plus proche à la route D89. Il éviterait une interférence avec la zone naturelle protégée mais risquerait d'avoir des impacts sur la forêt et le milieu naturel se trouvant entre la forêt et l'alignement d'arbres. La distance par rapport au tunnel est importante et le surcoût pour le projet serait donc important. Enfin, la superficie disponible (1,7 ha) est trop petite pour un site de surface et pour le chantier. C'est pourquoi cette option a finalement été écartée.

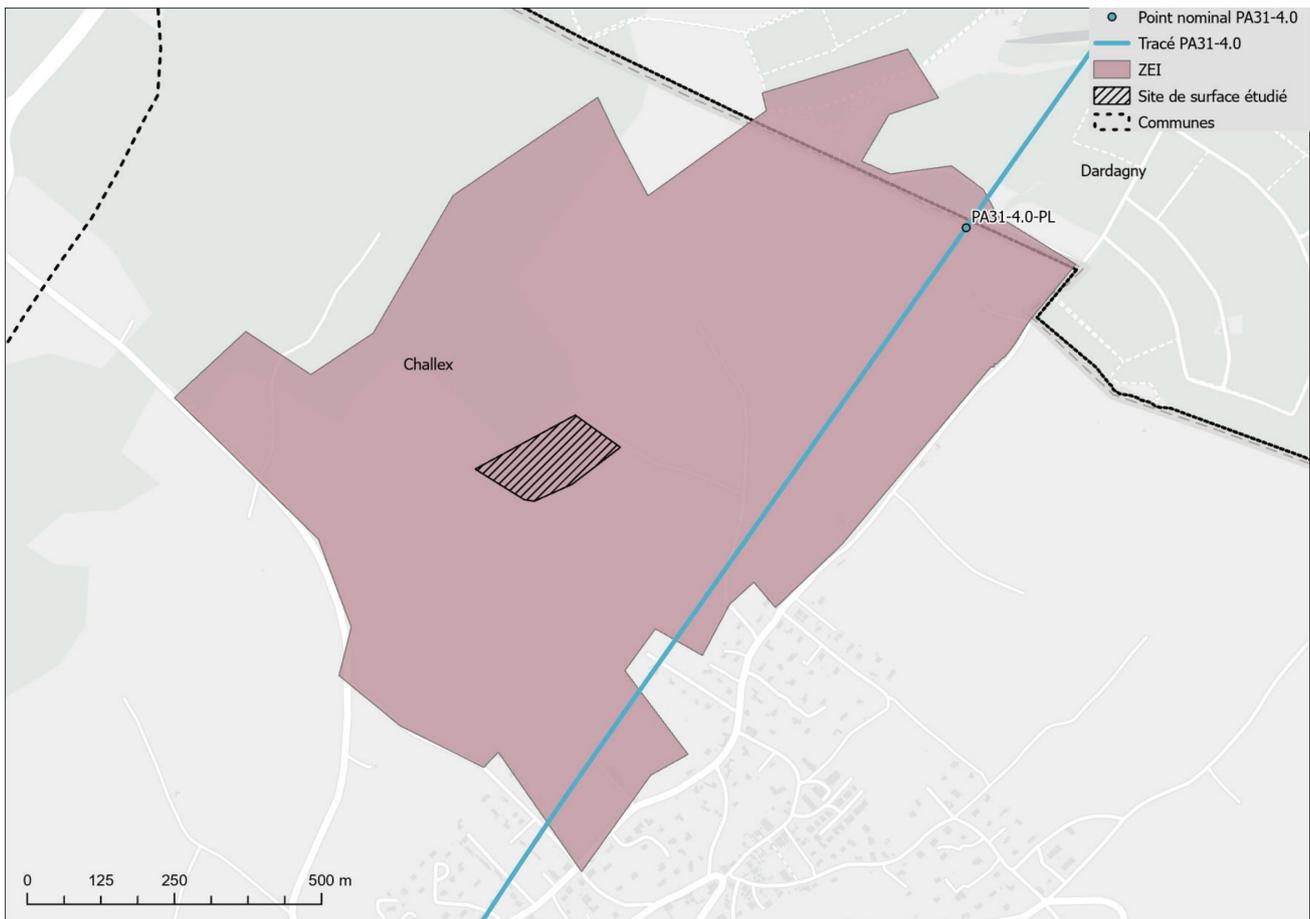


Illustration 393 : Site de surface à Challex, envisagé et exclu en concertation avec la commune concernée.

Option pour emplacement avec un puits a l'extérieur de l'anneau (non retenue)

Un emplacement situé sur un champ, au nord-est du tracé et en bordure d'un chemin rural, offre une surface de 4 ha, suffisante pour un site de surface et le chantier. Le positionnement du puits d'accès à l'extérieur du tunnel entraînerait un surcoût acceptable pour le projet, avec la création d'une liaison souterraine d'une longueur d'environ 150 m avec le tunnel principal du collisionneur (Illustration 394).

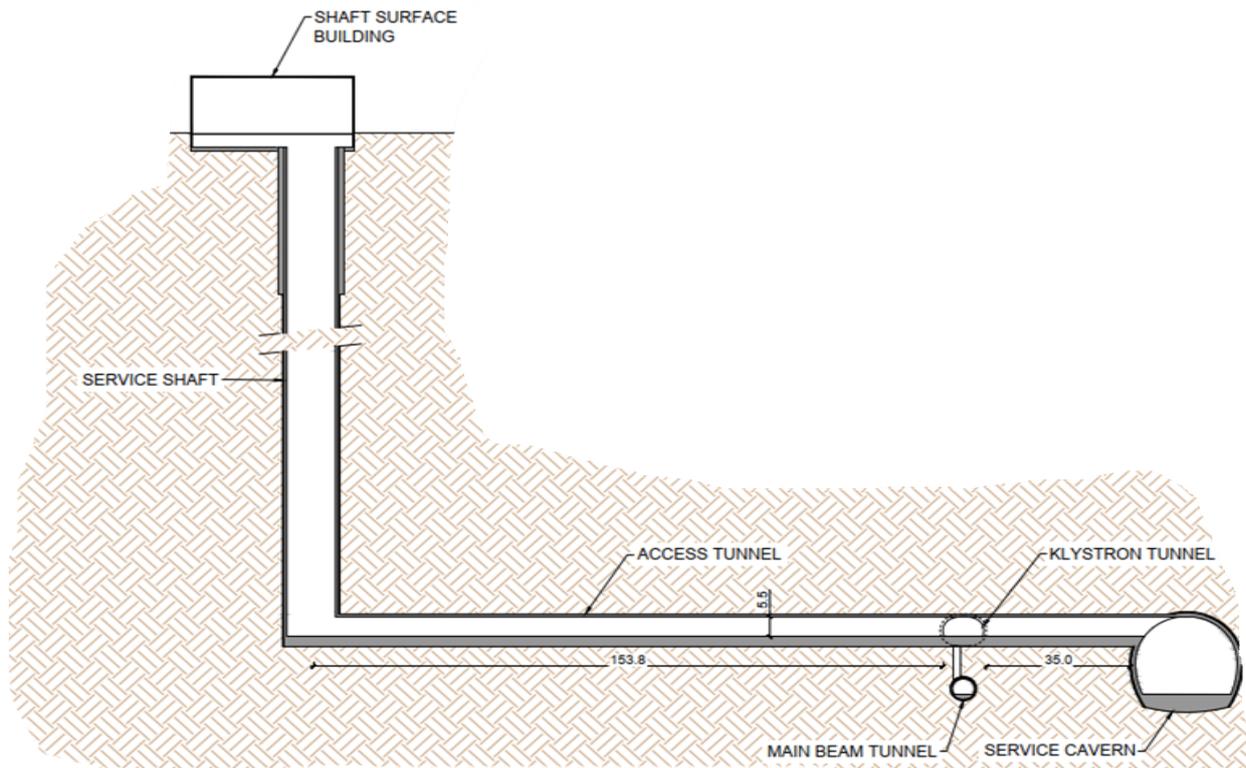


Illustration 394 : Accès au tunnel principal par l'extérieur avec une liaison souterraine.

La vérification concernant sa visibilité depuis des maisons isolés en bordure de la commune a démontré que cette emplacement n'est pas à privilégier. Le site toucherait partiellement la zone naturelle protégée mais l'impact resterait limité car il s'agit aujourd'hui d'un champ et le corridor biologique passe plus à l'est du site.

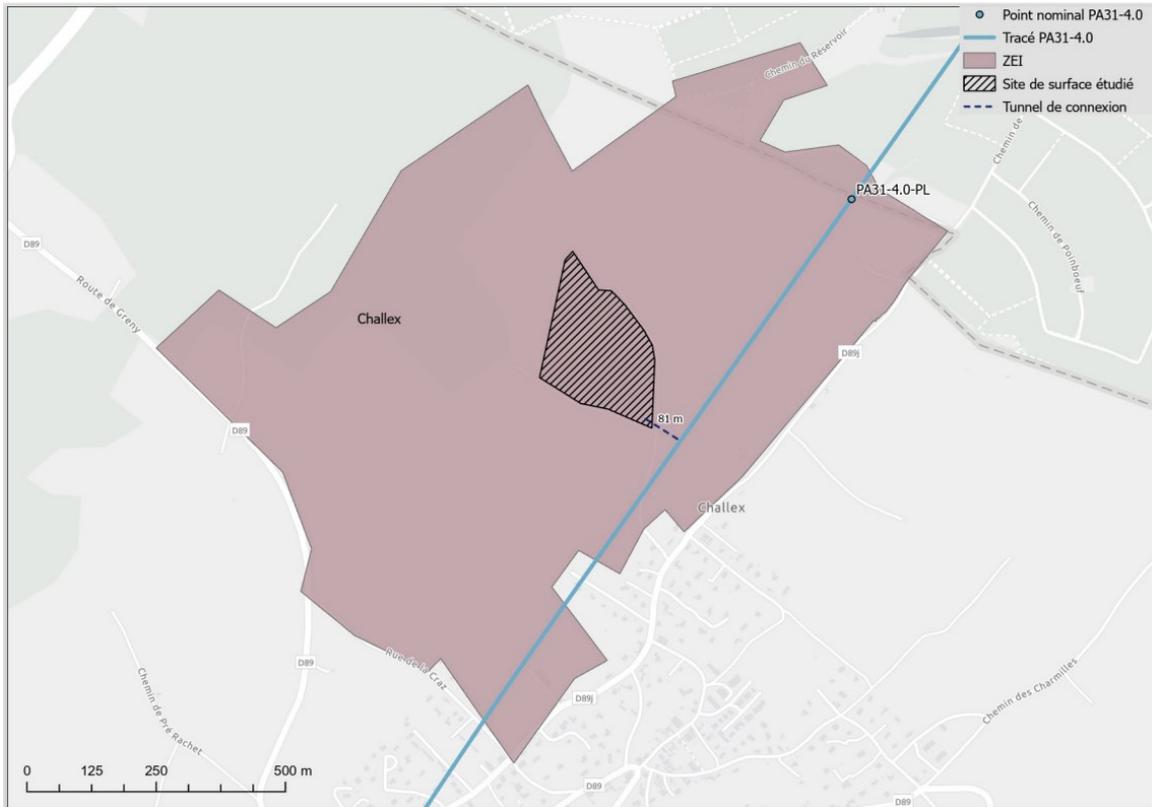


Illustration 395 : Scénario du site de surface à Challex avec un puits d'accès à l'extérieur de l'anneau.

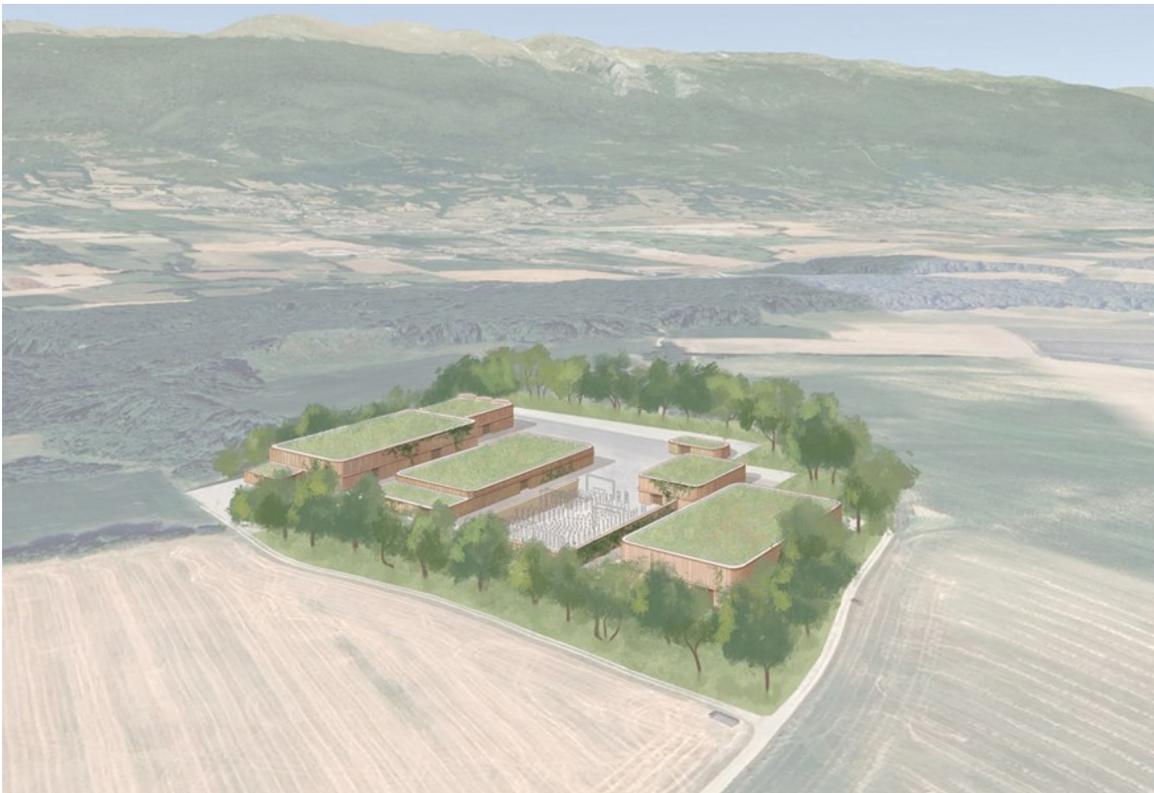


Illustration 396 : Vue artistique du site PL à Challex.

15.10.3. Synergies et potentiels

La proximité du site du CERN (Prévessin, en France, et Meyrin, en Suisse) représente une opportunité exceptionnelle car elle permet d'exploiter les synergies pour l'installation, le fonctionnement, l'entretien et la réparation des équipements en un temps réduit.

Les champs situés au nord de la commune semblent appropriés pour la valorisation des matériaux excavés pour l'agriculture. Il n'y a pas de visibilité directe depuis le village.

La proximité de l'ancienne gare de Collonges (12 km) représente une opportunité pour l'évacuation des matériaux et pour l'approvisionnement.

Un raccordement à la gare de La Plaine, en Suisse, subordonné à la conclusion d'un accord entre la France et la Suisse, constituerait une opportunité pour l'évacuation des matériaux.

L'amélioration du réseau électrique local, nécessaire pour mener à bien le chantier du FCC, bénéficierait à la commune et à ses habitants. Elle permettrait l'augmentation de l'utilisation des énergies renouvelables et le renforcement des stations de recharge des véhicules.

L'amélioration du réseau de transports publics, et ce, dès la phase du chantier du FCC, peut également aider les résidents de la commune, qui utilisent aujourd'hui largement leur véhicule privé pour leurs déplacements sur la D884, en France et vers Meyrin et La Plaine, en Suisse. Challex est une commune qui accueille traditionnellement des employés des organisations internationales, dont une grande partie travaille au CERN. Le renforcement des infrastructures serait donc bénéfique à la commune et au projet FCC.

La réutilisation de la chaleur fatale trouverait des applications dans le chauffage des habitations individuelles et collectives (par exemple, EHPAD Les Cyclamens), ainsi que du centre commercial Val Thoiry, à une distance d'environ 7 km. Les autres communes se trouvant à proximité telles que Greny, Saint-Jean-de-Gonville, Péron et La Plaine (Suisse) pourraient également bénéficier de cette fourniture de chaleur. L'entreprise Firmenich (parfums et arômes), dont le siège est situé à La Plaine, pourrait également profiter de cette chaleur. La chaleur fatale pourrait également être utilisée de manière innovante pour la pisciculture, les fermes aquaponiques¹³⁶ et maraîchères et la culture en serre.

¹³⁶ <https://www.lafermeaquaponique.com>

15.11. FAISABILITÉ DES SITES EN SURFACE

Le tableau ci-dessous présente l'état d'avancement de l'analyse de faisabilité des emplacements des sites de surface du scénario PA31-4.0. Leur faisabilité technique a été évaluée en utilisant des cartes et des données accessibles aux personnes travaillant à l'étude et aux prestataires, mais aussi au moyen d'études de terrain et de l'environnement effectuées par des entreprises spécialisées, et d'échanges avec les services techniques compétents des deux États hôtes et avec des élus locaux (maires, conseillers municipaux, conseillers départementaux et conseillers régionaux), qui représentent les citoyens et agissent dans leur intérêt.

Tableau 36 : État d'avancement de l'évaluation de la faisabilité techniques des sites en surface du scénario PA31.

Site	Emplacement	Faisabilité technique	Conditions de faisabilité
PA	Ferney-Voltaire, Ain, France	Confirmée	<p>Limiter l'impact sur le paysage, valoriser l'espace naturel et la zone de compensation existante. Tirer parti au maximum de la synergie avec le point 8 du LHC. Compenser la perte d'espace agricole.</p> <p>Développer un centre de visite, par exemple sur l'emprise du point 8 du LHC. Développer les synergies autour de la valorisation de la chaleur avec les communes se trouvant dans un périmètre de 10 km, y compris les communes suisses et l'aéroport de Genève.</p>
PB	Presinge, Genève, Suisse	Confirmée	<p>Définir l'emplacement exact du site sur la parcelle et engager la réflexion avec la commune. Limiter l'impact sur le paysage. Bien prendre en considération l'emplacement sensible du site dans le milieu naturel.</p> <p>Faire valider le concept pour l'accès routier élaboré par les services de l'État de Genève.</p> <p>Trouver un accord pour la valorisation, de préférence locale, des matériaux excavés.</p> <p>Compenser la perte d'espace agricole.</p> <p>Développer des synergies autour de la valorisation de la chaleur autour du site avec les communes.</p>
PD	Nangy, Haute-Savoie, France	Confirmée	<p>Il n'y pas de point de blocage précis, mais les enjeux forts du secteur requièrent un développement minutieux conjoint du site en accord avec les acteurs locaux.</p> <p>Maintenir la compatibilité avec le projet de liaison entre la RD903 et l'A40. Estimation du lancement des travaux : premier trimestre de l'année 2025. Développer un accès au site qui limite les impacts sur les terres agricoles.</p> <p>Élaborer un concept de transport pour la phase de chantier pour limiter les impacts sur un secteur déjà sous pression.</p> <p>Limiter la perte d'espace agricole en travaillant sur un site de surface réduite. Compenser la perte d'espace agricole.</p> <p>Développer des synergies avec les communes situées autour du CHAL, la STEP (Scientrier) et la zone industrielle au nord.</p>

PF	Éteaux, Haute-Savoie, France	Confirmée	<p>L'option Nord au bord de la RD1203 a été confirmée à condition d'éviter les zones humides à proximité.</p> <p>Pour l'option Sud, une décision de poursuite du projet serait nécessaire avant le début de la phase 2 de l'ISDI à La Roche-sur-Foron en 2027, ce qui permettrait le terrassement de la partie ouest pour un site d'une surface réduite au lieu d'un aménagement complet de l'ISDI. Un accord doit être conclu avec l'exploitant de l'ISDI et les propriétaires des terrains. L'aménagement de l'accès devrait être développé pour cette option. Une éventuelle perte économique subie par l'exploitant de l'ISDI doit être prise en considération dans le développement d'une synergie entre le site et l'exploitant. Développer une synergie avec les communes en matière d'aménagement du site autour des services de secours.</p>
PG	Charvonnex et Groisy, Haute-Savoie, France	Confirmée	<p>L'emplacement du site se situe à cheval sur la forêt et le plateau, qui comporte une prairie inexploitée (actuellement mise à disposition par le propriétaire pour deux chevaux). Deux annexes proches de l'aire de l'autoroute permettront d'y installer certaines installations (système de refroidissement par eau, sous-station électrique) afin d'éviter toute perturbation dans l'espace boisé. Prévoir un centre de visite pour pouvoir développer un tourisme durable de qualité. Développer une synergie avec les communes de Groisy et de Charvonnex en matière d'aménagement du site autour des services de proximité dont pourront bénéficier les chercheurs travaillant sur place et des services de secours.</p> <p>La perte d'environ 1,5 ha d'espace boisé peut être compensée par un reboisement autour du site. L'aménagement de l'accès existant par le nord est approprié.</p>
PH	Cercier et Marlioz, Haute-Savoie, France	Confirmée	<p>Limiter l'empreinte du site et rester dans l'espace boisé afin d'éviter tout impact sur les habitations situées au sud du site. Compenser la perte d'espace boisé. Respecter la servitude pour le gazoduc proche du site et décider quelle distance doit être maintenue entre le gazoduc et les infrastructures en surface.</p> <p>Réduire l'impact sur les habitats. Si les effets négatifs de l'emplacement de référence sont plus grands que les bénéfiques, une prise en considération sur le déplacement du site est possible.</p>
PJ	Dingy-en-Vuache et Vulbens, Haute-Savoie, France	Confirmée	<p>Préserver les corridors écologiques. Compenser la perte d'espace agricole. Intégrer les projets envisagés pour développer la mobilité douce entre Dingy-en-Vuache et Vulbens. Prévoir un centre de visite pour pouvoir développer un tourisme durable de qualité.</p> <p>Développer une synergie avec les communes en matière d'aménagement autour des services de proximité pour les chercheurs travaillant sur place et avec les services de secours et les écoles.</p>
PL	Challex, Ain, France	Confirmée	<p>L'emplacement au point nominal a été convenu avec la commune. L'optimisation conjointe avec la commune de l'emplacement est en cours.</p>

16. ANNEXES

Le chapitre 16 présente des annexes :

- source des illustrations ;
- données utilisées et domaine de pertinence ;
- liste des parcelles cadastrales de chaque site ;
- structure de la cellule interdépartementale cantonale (Suisse).

16.1. SOURCE DES ILLUSTRATIONS

Sauf mention particulière dans la légende, les illustrations présentées dans le rapport sont issues :

- de schémas, illustrations ou photographies du CERN ;
- de schémas, illustrations ou photographies du Cerema ;
- de schémas, illustrations ou photographies de Setec et Ecotec ;
- de captures d'écran issues de Géoportail, de Google Maps, du Système d'information du territoire à Genève (SITG) et du Système d'information géographique (SIG) du CERN.

16.2. DONNÉES UTILISÉES ET DOMAINE DE PERTINENCE

Données françaises

L'élaboration du présent rapport s'est appuyée sur le recueil des données disponibles, dont la date d'actualisation figure dans les tableaux suivants.

Il conviendra d'assurer, pour la suite des études, une veille sur l'évolution des réglementations et des projets lancés par les territoires.

Source des données relatives à la biodiversité

Les données relatives à la biodiversité utilisées pour l'établissement des cartes françaises de contraintes sont les suivantes (Tableau 37) :

Tableau 37 : Source des données de biodiversité utilisées dans le présent rapport.

Enjeu de biodiversité	Document/fichier	Source	Date de consultation
Corridors, espaces perméables, espaces artificialisés, zones humides, réservoirs, obstacles...	SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes	datara.gouv.fr	2020-2024
Zones Natura 2000, arrêtés de protection de biotope, ZNIEFF, ZICO	Cartographie des sites	inpn.mnhn.fr	2020-2024
Mesures compensatoires, inventaires des zones humides, frayères	Cartographie des mesures	datara.gouv.fr geocatalogue.fr	2020-2024

Source des données relatives à l'urbanisme

Le Tableau 38 indique la source des documents d'urbanisme utilisés pour établir les cartes françaises de contraintes.

Tableau 38 : Source des données d'urbanisme utilisées dans le présent rapport.

Enjeu d'urbanisme	Document/fichier	Source	Date de consultation
Zonages des PLU, prescriptions surfaciques et linéaires	Cartographie des zonages	geoportail-urbanisme.gouv.fr/	2020-2024
Règlements des plans de prévention des risques naturels (PPRN)	Cartographie des périmètres	datara.gouv.fr	2020-2023
Servitude d'utilité publique (pipeline)	Cartographie du tracé	DDT de la Haute-Savoie	2020
Captages d'alimentation en eau potable	Cartographie ARS	Agence régionale de santé (ARS)	2022-2024

Source des autres données

De nombreuses autres données sont utilisées pour les cartes et les illustrations (Tableau 39).

Tableau 39 : Sources de données diverses utilisées pour élaborer le présent rapport.

Enjeu/utilisation	Source	Date de consultation
Enjeux environnementaux	SIG du CERN	2022-2024
Infrastructures techniques	SITG (Suisse) Open Data Réseaux Énergies (ODRÉ) data.gouv.fr (France)	2022-2024
Parcelles cadastrales	Fichiers fonciers Cerema Fichiers fonciers Marcelleon et CERN	2022-2023 2023
Exploitants agricoles	Registre parcellaire graphique	2020
Fonds de cartes et topographie	Flux WGS IGN et OSM	2022-2023
Bâti	BD Topo 2021®	2022-2023
Photographies d'illustration	Google Street View CERN Setec et Ecotec	2020-2023 2023-2024 2023
Photographies aériennes	Google Maps et geoportail.gouv.fr	2022-2023

S'agissant des données routières, à ce stade précoce, les tracés des connexions aux parcelles sont réalisés en utilisant la topographie du modèle numérique de terrain IGN (précision métrique sujette à caution). La réalisation de levés de terrains sera nécessaire dans une phase ultérieure.

Données suisses

Les données suisses sont issues du rapport *FCC Layout Review in Switzerland* établi par l'entreprise Ecotec en 2017¹³⁷ et complétées par les éléments du Système d'information géographique du canton de Genève (<https://ge.ch/sitg>) et les informations recueillies lors des séances thématiques organisées avec les services cantonaux dans le cadre de la cellule interdépartementale établie pour par le canton pour l'accompagnement de l'étude FCC.

Une analyse plus approfondie des enjeux environnementaux, associée à des visites de terrain, a été effectuée par les entreprises Setec et Ecotec pour l'étude FCC à partir de décembre 2022¹³⁸.

Les données relatives au site PB, en Suisse, ont été collectées et produites par le CERN en lien avec les services suisses. Les données issues des systèmes d'information cantonaux incluent également en partie les zones des sites PA à Ferney-Voltaire et PL à Challex.

Une relecture/vérification de l'ensemble des éléments relatifs à la Suisse ainsi produits a été réalisée en 2022 par le bureau d'études Latitude Durable.

Tableau 40 : Source des données suisses.

Enjeu	Source	Date de consultation
Enjeux environnementaux	SIG du CERN	2022-2024
	Campagne de mesure par Setec et Ecotec	2023-2024
Tous enjeux	SITG	Juillet 2022-juin 2024
Fonds de plan	OSM et SITG	2022-2024
Photographies d'illustration	Google Street View	2022-2024
	CERN	
	Setec et Ecotec	

¹³⁷ M. Zahnd, *FCC layout review in Switzerland*, ECOTEC Environnement SA, V2.0, 13 décembre 2017, FCC-INF-RPT-0007 / EDM5 1838912, contrat CA 6797383, accès limité.

¹³⁸ Voir le site web fcc-faisabilite.eu pour de plus amples renseignements.

Visites de terrain

La présentation des sites se fonde sur les éléments bibliographiques collectés et sur des visites de terrain effectuées entre 2022 et 2024. Ces visites ont permis de rassembler de nombreuses observations précieuses pour la compréhension de la faisabilité à un stade précoce du projet et ont permis d'optimiser l'emplacement et le périmètre des sites en prenant en considération plusieurs contraintes environnementales qui n'étaient pas connues auparavant, par exemple en matière de visibilité, de topographie, de nuisances sonores, de zones humides, de milieux naturels et de circulation).

Les observations initiales formulées par des généralistes en 2022 ont donc été affinées entre l'automne 2022 et l'été 2024 par des bureaux d'études spécialisés, mandatés par le CERN. Ces améliorations sont prises en considération dans la version mise à jour de ce rapport.

Dans ce rapport figurent des indications sur la possibilité de stockage de matériaux dans des espaces apparemment disponibles. Cependant, il sera nécessaire de réaliser des études supplémentaires et approfondies en collaboration avec les services compétents des États hôtes pour définir ces espaces.

16.3. LISTE DES PARCELLES CADASTRALES POUR CHAQUE SITE DU SCÉNARIO PA31-4.0

Les parcelles indiquées correspondent à la liste des parcelles envisagées qui sera communiquée à l'État français à des fins d'enregistrement dans le cadre de la procédure du « périmètre de prise en considération », ainsi qu'au canton de Genève et à la Confédération suisse dans le cadre de l'analyse de faisabilité des procédures administratives. Le nombre de parcelles est supérieur au nombre de parcelles nécessaires pour les sites de surface clôturés.

Le cadastre utilisé pour la France et la Suisse date d'octobre 2022. Il se peut que certaines parcelles aient changé entre temps.

Tableau 41 : Liste de parcelles cadastrales concernées pour chaque site dans l'hypothèse de travail PA31-4.0.

Site	Pays	Code département	Numéro commune	Nom de commune	Section	Parcelle	Surface (m ²)
PA	FR	01	160	Ferney-Voltaire	A	55	10556
PA	FR	01	160	Ferney-Voltaire	A	56	17275
PA	FR	01	160	Ferney-Voltaire	A	122	14150
PA	FR	01	160	Ferney-Voltaire	A	143	24997
PA	FR	01	160	Ferney-Voltaire	A	175	18148
PA	FR	01	160	Ferney-Voltaire	A	177	8488
PA	FR	01	160	Ferney-Voltaire	A	184	13225
PA	FR	01	160	Ferney-Voltaire	A	214	17997
PA	FR	01	160	Ferney-Voltaire	A	285	9301
PA	FR	01	160	Ferney-Voltaire	A	286	599
PB	CH		38	Presinge		2112	3693
PB	CH		38	Presinge		2113	57664
PD	FR	74	197	Nangy	B	380	2969
PD	FR	74	197	Nangy	B	383	2402
PD	FR	74	197	Nangy	B	844	8270
PD	FR	74	197	Nangy	B	846	438
PD	FR	74	197	Nangy	B	850	1828
PD	FR	74	197	Nangy	B	853	8875
PD	FR	74	197	Nangy	B	855	1231
PD	FR	74	197	Nangy	B	1292	4116
PD	FR	74	197	Nangy	B	1298	720
PD	FR	74	197	Nangy	B	1301	2020
PD	FR	74	197	Nangy	B	1304	3071
PD	FR	74	197	Nangy	B	1305	8021
PD	FR	74	197	Nangy	B	1307	7200

PD	FR	74	197	Nangy	B	1312	2209
PD	FR	74	197	Nangy	B	1627	152
PD	FR	74	197	Nangy	B	1628	1842
PD	FR	74	197	Nangy	B	1637	365
PD	FR	74	197	Nangy	B	1638	453
PF	FR	74	116	Éteaux	B	563	24268
PF	FR	74	116	Éteaux	B	564	8865
PF	FR	74	116	Éteaux	B	748	7270
PF	FR	74	116	Éteaux	B	2308	42020
PF	FR	74	224	La Roche-sur-Foron	ZA	381	3124
PF	FR	74	224	La Roche-sur-Foron	ZA	470	668
PF	FR	74	224	La Roche-sur-Foron	ZA	471	496
PF	FR	74	224	La Roche-sur-Foron	ZA	472	464
PF	FR	74	224	La Roche-sur-Foron	ZA	509	57954
PG	FR	74	62	Charvonnex	AC	136	1550
PG	FR	74	62	Charvonnex	AC	137	2748
PG	FR	74	62	Charvonnex	AC	138	34355
PG	FR	74	137	Groisy	D	685	2355
PG	FR	74	137	Groisy	D	686	2750
PG	FR	74	137	Groisy	D	687	4854
PG	FR	74	137	Groisy	D	688	4776
PG	FR	74	137	Groisy	D	689	4312
PG	FR	74	137	Groisy	D	733	1736
PG	FR	74	137	Groisy	D	773	3194
PG	FR	74	137	Groisy	D	785	2604
PG	FR	74	137	Groisy	D	1696	14614
PG	FR	74	137	Groisy	D	1699	31580
PG	FR	74	137	Groisy	D	1757	528
PG	FR	74	137	Groisy	D	1760	3091
PG	FR	74	137	Groisy	D	2310	879
PG	FR	74	137	Groisy	D	2311	770
PG	FR	74	137	Groisy	D	2312	355
PG	FR	74	137	Groisy	D	2823	4998
PG	FR	74	137	Groisy	D	2824	4998
PH	FR	74	168	Marlioz	B	370	6062
PH	FR	74	168	Marlioz	B	371	226
PH	FR	74	168	Marlioz	B	372	966

PH	FR	74	168	Marlioz	B	374	5151
PH	FR	74	168	Marlioz	B	375	2119
PH	FR	74	168	Marlioz	B	376	9889
PH	FR	74	168	Marlioz	B	377	3002
PH	FR	74	168	Marlioz	B	378	2848
PH	FR	74	168	Marlioz	B	379	1474
PH	FR	74	168	Marlioz	B	380	1657
PH	FR	74	168	Marlioz	B	381	1118
PH	FR	74	168	Marlioz	B	382	2320
PH	FR	74	168	Marlioz	B	383	853
PH	FR	74	168	Marlioz	B	384	1280
PH	FR	74	168	Marlioz	B	385	1070
PH	FR	74	168	Marlioz	B	386	962
PH	FR	74	168	Marlioz	B	387	2101
PH	FR	74	168	Marlioz	B	388	2013
PH	FR	74	168	Marlioz	B	389	1024
PH	FR	74	168	Marlioz	B	390	1197
PH	FR	74	168	Marlioz	B	394	1105
PH	FR	74	168	Marlioz	B	395	872
PH	FR	74	168	Marlioz	B	396	1948
PH	FR	74	168	Marlioz	B	402	3600
PH	FR	74	168	Marlioz	B	403	10465
PH	FR	74	168	Marlioz	B	408	1209
PH	FR	74	168	Marlioz	B	409	1401
PH	FR	74	168	Marlioz	B	410	1582
PH	FR	74	168	Marlioz	B	411	883
PH	FR	74	168	Marlioz	B	412	1094
PH	FR	74	168	Marlioz	B	413	2730
PH	FR	74	168	Marlioz	B	414	1254
PH	FR	74	168	Marlioz	B	415	542
PH	FR	74	168	Marlioz	B	416	761
PH	FR	74	168	Marlioz	B	417	1315
PH	FR	74	168	Marlioz	B	418	9015
PH	FR	74	51	Cercier	C	834	6050
PH	FR	74	51	Cercier	C	835	2915
PH	FR	74	51	Cercier	C	836	9080
PH	FR	74	51	Cercier	C	837	1880

PH	FR	74	51	Cercier	C	838	6385
PH	FR	74	51	Cercier	C	1225	3410
PJ	FR	74	314	Vulbens	A	768	45164
PJ	FR	74	101	Dingy-En-Vuache	A	2873	3800
PJ	FR	74	101	Dingy-En-Vuache	A	2874	35137
PJ	FR	74	101	Dingy-En-Vuache	A	2877	7200
PL	FR	01	78	Challex	A	138	2543
PL	FR	01	78	Challex	A	139	1553
PL	FR	01	78	Challex	A	140	3437
PL	FR	01	78	Challex	A	141	2380
PL	FR	01	78	Challex	A	142	3891
PL	FR	01	78	Challex	A	143	1481
PL	FR	01	78	Challex	A	144	7470
PL	FR	01	78	Challex	A	145	1571
PL	FR	01	78	Challex	A	146	1578
PL	FR	01	78	Challex	A	147	2855
PL	FR	01	78	Challex	A	148	1487
PL	FR	01	78	Challex	A	149	1443
PL	FR	01	78	Challex	A	150	1512
PL	FR	01	78	Challex	A	151	3718
PL	FR	01	78	Challex	A	155	1494
PL	FR	01	78	Challex	A	156	1622
PL	FR	01	78	Challex	A	157	1521
PL	FR	01	78	Challex	A	158	1070
PL	FR	01	78	Challex	A	159	1700
PL	FR	01	78	Challex	A	160	1860
PL	FR	01	78	Challex	A	161	2737
PL	FR	01	78	Challex	A	498	139
PL	FR	01	78	Challex	A	499	1293
PL	FR	01	78	Challex	A	500	3047
PL	FR	01	78	Challex	A	501	139
PL	FR	01	78	Challex	A	502	320
PL	FR	01	78	Challex	A	503	716
PL	FR	01	78	Challex	A	504	320
PL	FR	01	78	Challex	A	505	455

16.4. CELLULE INTERDÉPARTEMENTALE CANTONALE POUR LES PROJETS DU CERN

Les objectifs et le mandat de la Cellule interdépartementale du canton de Genève sont les suivants :

- 1) mettre en place une coordination proactive dans un système d'acteurs complexes ;
- 2) planifier le projet ;
- 3) assurer la faisabilité d'un projet au fort impact territorial, énergétique et institutionnel au sein d'un système normatif contraint.

L'organigramme de la Cellule au 15 décembre 2021 est reproduit dans l'illustration 397.

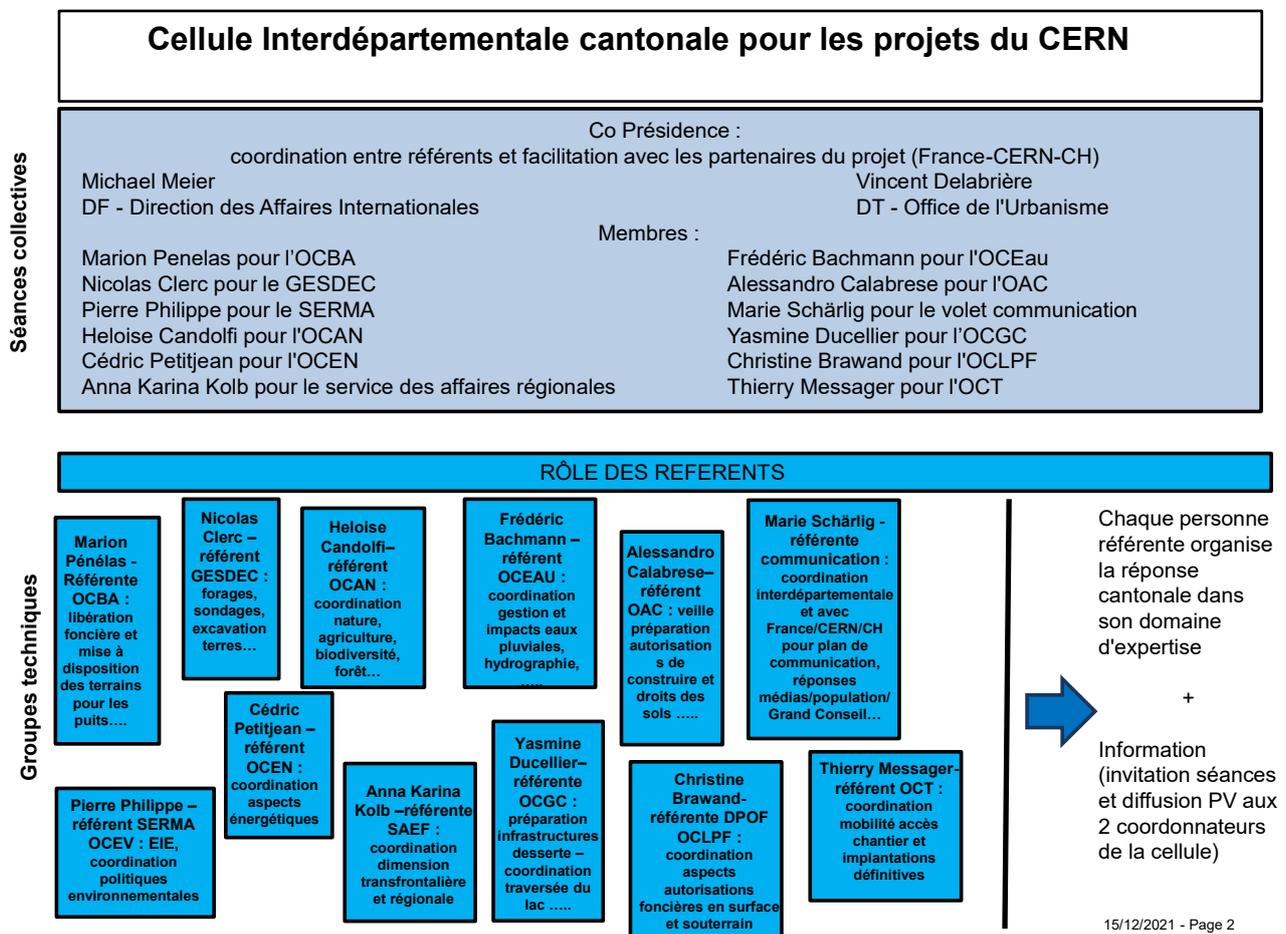


Illustration 397: Cellule interdépartementale cantonale pour les projets du CERN.