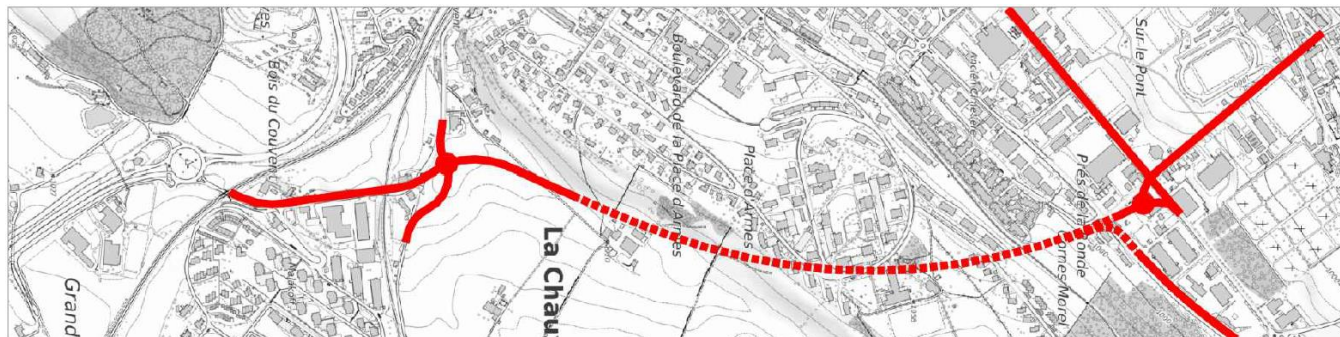


Routes principales suisses

H18



Evitement Est de La Chaux-de-Fonds

Giratoire du Bas-du-Reymond - Rue du Collège/Rue Fritz-Courvoisier

Objet / Lot : -
Km.: -

Commune de La Chaux-de-Fonds
Longueur de l'aménagement : ~2'500 m.

Mise à l'enquête

Environnement

Etude d'impact sur l'environnement

Rapport d'impact

I. Texte

Auteur du document :



biol conseils sa
Rue de la Serre 5
2000 Neuchâtel
032 722 17 77

Dossier N° (interne) :

BP/01.01/I-RC.008.0018.01.00

Document / plan N° (interne) :

05.0802/8701

| | Indice - | Indice A | Indice B | Indice C | Indice D | Dossier N° (auteur) : | 5782 |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------------------|-----------------------|
| Date | 22.05.19 | | | | | Document / plan N° (auteur) : | 5782_20190522_H18_RIE |
| Des. / Réd. | SCA | | | | | Format : | A4 |
| Contrôlé | BMO | | | | | Echelle : | - |

Direction de projet :



Service des ponts et chaussées

- SIND Secteurs indépendants
- OREG Office des ressources générales
- ORCA Office des routes cantonales
- OENT Office de l'entretien

Date de réception :

Examiné / ingénieur expert :

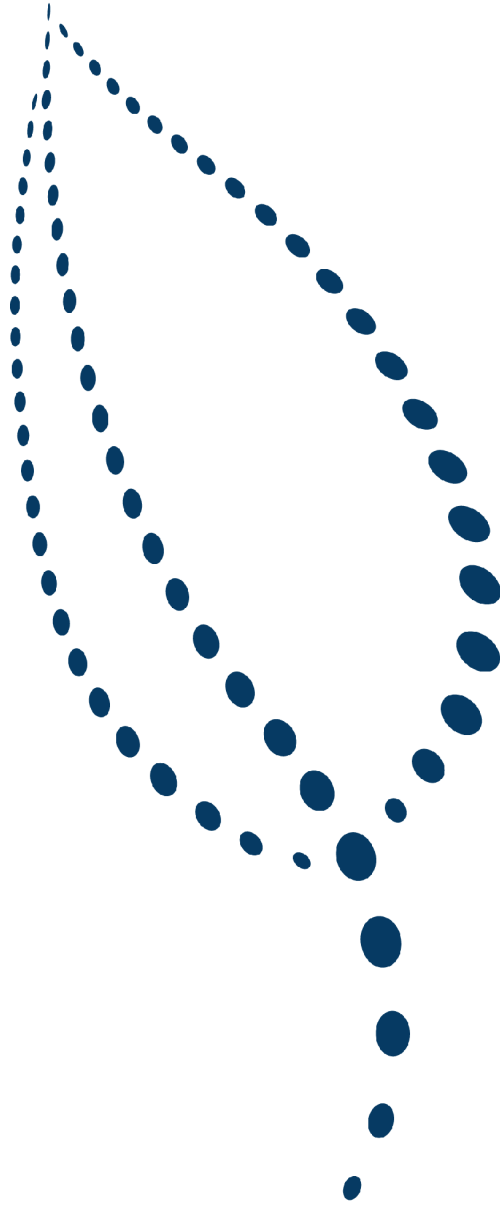
Validé / libéré par :

SPCH - ORCA

H18 Tunnel des Arêtes

Rapport d'impact sur l'environnement

5782 | 22.05.2019



biol conseils

Bureaux ayant participé à l'étude :

- Groupement HiTeCh : projet, aménagements pour la mobilité douce, déchets et matériaux, évacuation des eaux
- TRANSITEC Ingénieurs-Conseils : trafic
- Sede SA : air
- Grolimund + Partenaires SA : bruit et vibrations
- HydroGEOS et ISSKA : eaux souterraines

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|-----|
| RÉSUMÉ ET SYNTHÈSE..... | 1 |
| 1. INTRODUCTION..... | 2 |
| 2. PROCÉDURE..... | 3 |
| 3. SITES ET ENVIRONS..... | 6 |
| 4. PROJET..... | 7 |
| 5. PROTECTION DE L'AIR..... | 39 |
| 6. BRUIT..... | 56 |
| 7. VIBRATIONS..... | 73 |
| 8. RAYONNEMENT NON IONISANT..... | 79 |
| 9. EAUX..... | 80 |
| 10. SOLS..... | 106 |
| 11. SITES POLLUÉS..... | 114 |
| 12. DÉCHETS, SUBSTANCES DANGEREUSES POUR L'ENVIRONNEMENT..... | 118 |
| 13. ORGANISMES DANGEREUX POUR L'ENVIRONNEMENT..... | 122 |
| 14. PRÉVENTION DES ACCIDENTS MAJEURS / PROTECTION CONTRE LES CATASTROPHES..... | 122 |
| 15. FORÊTS..... | 124 |
| 16. FLORE, FAUNE, BIOTOPES..... | 126 |
| 17. PAYSAGES ET SITES..... | 136 |
| 18. MONUMENTS HISTORIQUES, SITES ARCHÉOLOGIQUES..... | 138 |
| 19. LISTE DES MESURES..... | 142 |
| 20. BIBLIOGRAPHIE..... | 145 |
| 21. ANNEXES..... | 150 |

RÉSUMÉ ET SYNTHÈSE

Contexte Le projet d'évitement est de la ville de La Chaux-de-Fonds est prévu par la réalisation d'un nouveau tracé de la H18. Un tronçon sera constitué d'un tunnel dont les points d'accrochage nord et sud seront respectivement situés au croisement des rues du Collège et de la Pâquerette et dans le secteur de Malakoff. Trois autres tronçons composés de la rue de l'Hôtel-de-Ville entre le vallon des Petites Crosettes et le giratoire du Bas-du-Reymond, de la rue du Collège jusqu'à Maris et de rue de la Pâquerette jusqu'à Biaufond-Charrière font également partie du projet.

La H18 est une route principale nationale ; le projet est soumis à l'*Ordonnance fédérale relative à l'étude de l'impact sur l'environnement* (OEIE du 19 octobre 1988, état au 1^{er} octobre 2016). Le projet est, conformément à la procédure de l'étude d'impact sur l'environnement (EIE), accompagné du rapport d'impact sur l'environnement (RIE).

Localisation géographique des impacts La région du portail nord est située en zone industrielle, dans un quartier déjà urbanisé. Peu de valeurs naturelles y sont présentes. De plus, la zone est peu sensible au bruit, affectée en degré de sensibilité au bruit DSIV

La région du portail sud est située dans une zone intermédiaire entre la ville et la campagne. Du point de vue environnemental, le secteur comprend plus de valeurs que le portail nord : zones de prairies de fauche, talus ferroviaires à végétation maigre, paysage rural typiquement jurassien du vallon des Petites Crosettes.

Impacts en phase de réalisation Le chantier pourrait avoir des impacts dans le domaine des vibrations selon la technique de percement qui sera choisie. De plus, la réalisation du projet produira environ 203'000 m³ de matériaux d'excavation. Des émissions de poussières et de bruit sont attendues aux portails du tunnel.

Au niveau des tranchées couvertes et des carrefours de connexion avec les routes existantes, les problématiques des sols et des sites pollués seront notamment concernées. Les impacts sur les milieux naturels (prairies de fauche, talus ferroviaires, arbres isolés ou d'alignement) seront relativement faibles (aucune espèce rare ne sera touchée) : les mesures de reconstitution et de remplacement (aménagement d'une haie bocagère avec arbres d'alignements et mur de pierres sèches) permettront d'assurer un bilan écologique équilibré. Une dérogation à la limite à la lisière forestière sera nécessaire pour la nouvelle trémie sur la rue Fritz-Courvoisier.

Les domaines de l'air, du bruit, de l'évacuation des eaux et des déchets seront concernés par la totalité du chantier. Un suivi environnemental de la réalisation (SER) sera nécessaire : l'enjeu principal du chantier sera la gestion des éventuels matériaux pollués et la valorisation maximale des matériaux d'excavation.

Phase d'exploitation Globalement, peu d'impacts sur l'environnement sont attendus pendant l'exploitation du futur tronçon de la H18. Le principal effet du projet sera positif : il permettra une diminution des nuisances sonores et de la pollution de l'air au centre-ville en déplaçant le trafic en périphérie. Cependant, ces reports de trafic entraîneront quelques dépassements des valeurs limites d'immission du bruit le long de certaines rues. Le projet augmentera la quantité d'eaux de chaussée arrivant à la STEP mais respectera les débits autorisés par cette-dernière.

De plus, la Ville de La Chaux-de-Fonds mettra en consultation en même temps que le projet routier, un Plan directeur des mobilités (PDPM H18) qui permettra un délestage accru du centre-ville de certains flux de trafic.

L'effet du projet sur les eaux souterraines sera faible : aucun secteur d'alimentation de sources d'eau potable ne sera touché.

Coordination avec le projet H20

Le secteur du Bas-du-Reymond a fait l'objet d'une étude pour le raccordement du contournement ouest par la H20. Ce projet a fait l'objet d'une décision finale, exécutoire. La coordination entre les projets H18 et H20 est assurée.

Tableau récapitulatif des impacts sur l'environnement

| | Air | Bruit | Vibrations | Rayonnement non ionisant | Eaux souterraines | Eaux de surface | Evacuation des eaux | Sols | Sites pollués | Déchets | Organismes dangereux pour l'environnement | Prévention des accidents majeurs | Forêts | Flore, faune, biotopes | Paysages et sites | Monuments historiques et archéologie | Suivi environnemental |
|----------------------|-----|-------|------------|--------------------------|-------------------|-----------------|---------------------|------|---------------|---------|---|----------------------------------|--------|------------------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Phase de réalisation | ■ | ■ | ○ | -- | ○ | ■ | ○ | ○ | ■ | ■ | ○ | ○ | ○ | ○ | -- | ○ | oui |
| Phase d'exploitation | ○ | ■ | -- | ○ | ○ | -- | ○ | - | -- | ○ | - | ○ | ○ | ○ | ○ | -- | |

Légende

- Aucune répercussion sur l'environnement (sans mesure)
- Répercussions sur l'environnement limitées par des mesures standard
- Répercussions sur l'environnement limitées par des mesures spécifiques

1. INTRODUCTION

Contexte

Le Service neuchâtelois des ponts et chaussées (SPCH), par l'Office des routes cantonales (ORCA) planifie la création d'un nouveau tracé de la route principale H18, pour permettre le contournement de la ville de La Chaux-de-Fonds par l'est. Il est constitué en partie d'un

tunnel. Ce contournement est complémentaire au projet de la H20 qui prévoit l'évitement de la ville par le sud. Ce projet H20 devrait être réalisé plus tard (admis 2035).

Obligation d'EIE La H18 est une route principale nationale ; le projet est soumis à l'*Ordonnance fédérale relative à l'étude de l'impact sur l'environnement* (OEIE du 19 octobre 1988, état au 1^{er} octobre 2016). Le présent document constitue le rapport d'impact sur l'environnement (RIE) ; il accompagne le dossier de mise à l'enquête publique du projet.

Horizons de référence Les horizons de référence du projet sont les suivants :

- Etat actuel : 2016 – 2019 (selon les domaines)
- Début de la phase de chantier : 2021
- Etat de référence : 2025 sans le projet et sans H20
- Etat futur : 2025 avec le nouveau tronçon H18 mis en service, mais sans H20

Le présent rapport d'impact sur l'environnement (RIE) évalue l'effet du projet, qui est la différence entre l'état futur et l'état de référence. L'état de référence et l'état futur sont considérés sans la H20 (évitement ouest de La Chaux-de-Fonds) en service.

A la fin de chaque chapitre, les mesures intégrées au projet sont énumérées. La réalisation de chaque mesure est attribuée à une ou plusieurs des trois phases du suivi environnemental : suivi environnemental de projet (SEP), suivi environnemental de la réalisation (SER), suivi environnemental de l'exploitation (SEE).

Organisation - coordination Le projet de contournement H18 est un projet complémentaire au projet de contournement H20. La H18 se raccorde, au sud, au giratoire du Bas-de-Reymond, soit au même endroit que le projet H20 qui sera réalisé après la H18. Le projet H20, en force (qui a fait l'objet d'une Décision finale d'approbation), prévoit une modification des carrefours au Bas-du-Reymond. Ce secteur ne fait donc pas l'objet du présent projet H18 et les aménagements qui seront effectués dans le périmètre de la H20 sont considérés comme des travaux anticipés au projet H20.

La mise en service de l'évitement est de La Chaux-de-Fonds par la H18 permettra de diminuer le trafic au centre-ville en éliminant les véhicules qui y transitent actuellement. De plus, afin d'accentuer le délestage du centre-ville, la Ville de La Chaux-de-Fonds a établi un Plan directeur partiel des mobilités (PDPM) qui réorganise les circulations dans la ville en lien avec le projet de la H18. Ce PDPM est également coordonné avec le PDPM de la H20, qui traitait de la partie ouest de la ville, mais dont une partie du périmètre recoupe le périmètre d'étude de la H18. Le PDPM est mis en consultation par la Ville de La Chaux-de-Fonds en parallèle à la mise à l'enquête du présent projet H18.

2. PROCÉDURE

2.1. Bases légales et déroulement de l'étude de l'impact sur l'environnement

La planification du projet est soumise à la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement (EIE) en tant que *Route principale construite avec l'aide de la Confédération* (chiffre 11.2 de l'annexe de l'OEIE).

Les intervenants dans la procédure sont les suivants :

- Le **requérant**, qui est celui qui projette l'ouvrage, est le Service cantonal des ponts et chaussées (SPCH).
- Le **service spécialisé de la protection de l'environnement** est le Service cantonal de l'énergie et de l'environnement (SENE). Il est chargé d'évaluer le rapport d'enquête préliminaire et le rapport d'impact.
- L'**Office fédéral de l'environnement** (OFEV) doit être consulté par l'autorité compétente, puisqu'il s'agit d'une installation qui sera construite avec l'aide de la Confédération.
- L'**autorité compétente** est le Département du développement territorial et de l'environnement (DDTE). Elle veille à la bonne coordination des différents travaux préparatoires. Elle est chargée d'apprécier la compatibilité du projet avec l'environnement en se fondant sur le rapport d'impact, l'avis du service spécialisé de la protection de l'environnement et l'avis des autorités chargées de délivrer des autorisations spéciales. Le DDTE établit la décision finale d'approbation et veille à ce qu'elle puisse être consultée.

Les instances suivantes ont été consultées pendant la planification du projet :

- la Ville de La Chaux-de-Fonds ;
- CFF Infrastructure ;
- TransN ;
- les associations de protection de la nature et de l'environnement (Pro Natura, WWF, ATE, Pro Vélo).

La procédure EIE se déroule comme suit :

Enquête préliminaire

Le requérant établit un rapport d'enquête préliminaire (REP) afin de déterminer l'impact que la réalisation du projet aurait sur l'environnement. Cette enquête préliminaire, accompagnée du cahier des charges du rapport d'impact sur l'environnement (Biol Conseils SA, *H18 Tunnel des Arêtes – Rapport d'enquête préliminaire de l'étude d'impact sur l'environnement*, 20.09.2017), a été transmise par l'autorité compétente au service spécialisé de la protection de l'environnement qui l'a évalué avant de faire part au requérant de ses observations (SENE, *Evaluation du rapport d'enquête préliminaire de l'étude d'impact sur l'environnement*, 19.01.2018 et OFEV, *Avis*, 23.03.2018).

Rapport d'impact

Le requérant établit ensuite un rapport d'impact, sur la base du cahier des charges validé et complété par le service spécialisé de la protection de l'environnement et conforme aux directives de l'OFEV.

Le service spécialisé de la protection de l'environnement examine si les indications contenues dans le rapport d'impact sont complètes et exactes. Il communique ses conclusions à l'autorité compétente et, si nécessaire, lui demande d'imposer des charges au requérant ou de soumettre la réalisation du projet à certaines conditions.

L'autorité compétente veille à ce que le rapport d'impact et l'évaluation du service spécialisé de la protection de l'environnement du canton soient communiqués à l'OFEV.

Le rapport d'impact accompagne les documents d'enquête du projet dans le cadre de la procédure décisive et peut faire l'objet d'oppositions adressées au DDTE (cf. § 2.2 Procédure décisive).

Décision finale L'autorité compétente apprécie la compatibilité du projet avec l'environnement en se fondant sur les éléments suivants :

- le rapport d'impact ;
- l'avis des autorités compétentes pour délivrer des autorisations ou accorder d'éventuelles subventions ;
- les avis et demandes du SENE et de l'OFEV ;
- les avis exprimés par des tierces personnes, des commissions, des organisations ou des autorités, pour autant qu'ils apportent des éléments utiles au déroulement de l'EIE.

Elle établit la décision finale d'approbation qui détermine si la réalisation du projet est possible, en la soumettant, le cas échéant, à certaines conditions ou en imposant des charges au requérant. Elle précise dans un avis publié dans la Feuille officielle où peuvent être consultés le rapport d'impact, l'évaluation du service spécialisé de la protection de l'environnement, les résultats de la consultation de l'OFEV ainsi que le texte de la décision finale. Ces documents peuvent être consultés pendant 30 jours et la décision finale est susceptible de recours auprès du tribunal administratif.

2.2. Procédure décisive

La procédure décisive à laquelle est rattachée l'EIE est définie par la Loi cantonale sur les routes et voies publiques (LRPV du 21 août 1849 état au 1^{er} janvier 2018) dont l'article 29 précise que *Le département établit les plans routiers cantonaux après avoir consulté les communes intéressées*, et l'article 30, que *Les plans sont mis à l'enquête pendant vingt jours dans les communes intéressées. [...] Les intéressés et les communes concernées peuvent faire une opposition écrite et motivée au département pendant le délai de mise à l'enquête*. Etant donné que les plans routiers cantonaux sont considérés comme étant d'utilité publique, ils peuvent faire l'objet d'une expropriation conformément à l'article 4 de la Loi cantonale sur l'expropriation pour cause d'utilité publique (LEXUP du 26 janvier 1987).

2.3. Autorisations spéciales nécessaires

Les autorisations spéciales suivantes devront être obtenues :

- Dérogation à la distance minimale des constructions par rapport à la forêt de 30 m selon l'article 17 *Loi fédérale sur les forêts* (LFo du 4 octobre 1991, état le 1^{er} janvier 2017) [72] et l'article 16 de la *Loi cantonale sur les forêts* (LCFo du 6 février 1996, état au 1^{er} janvier 2011) [73].
- Abattage d'arbres selon le règlement d'aménagement communal (PRAC du 26 octobre 1998 ; art. 154) [79].
- Destruction d'environ 500 m² de *Mesobromion* peu diversifié, milieu naturel protégé par l'Ordonnance fédérale sur la protection de la nature et du paysage (OPN, du 16 janvier 1991, état au 1^{er} juin 2017) [75].

3. SITES ET ENVIRONS

Localisation Le site du projet est localisé sur la commune de La Chaux-de-Fonds (figure 3-1), à l'entrée sud-est de la ville (figure 3-2). Les deux extrémités du tracé sont le giratoire des Prés de la Ronde au portail nord et le carrefour du Bas-du-Reymond au sud.

Site du projet Le point d'accrochage nord du futur tunnel est situé dans la région de la sortie nord-est de la ville, en direction des Franches-Montagnes. Cette zone est constituée d'un quartier industriel délimité par la rue du Collège et la rue Fritz-Courvoisier et est bordée par le quartier résidentiel des Cornes Morel, appuyé sur le versant de la colline des Arêtes. Le nouveau tronçon rejoindra la rue de la Pâquerette, qui sépare le stade et complexe sportif de la Charrière du cimetière de la ville.

Le tunnel lui-même passera sous la colline des Arêtes et ressortira dans le bas du vallon des Petites Crosettes afin de rejoindre la rue de l'Hôtel-de-Ville. La connexion avec le réseau routier local passera par le quartier à caractère industriel de Malakoff, situé entre deux voies ferrées. Au sud, le carrefour du Bas-du-Reymond est déjà aujourd'hui une zone de transit entre l'agglomération, la semi-autoroute H20 et la campagne environnante et représente la porte d'entrée sud de la ville de La Chaux-de-Fonds.

Figure 3-1 :
Localisation du projet

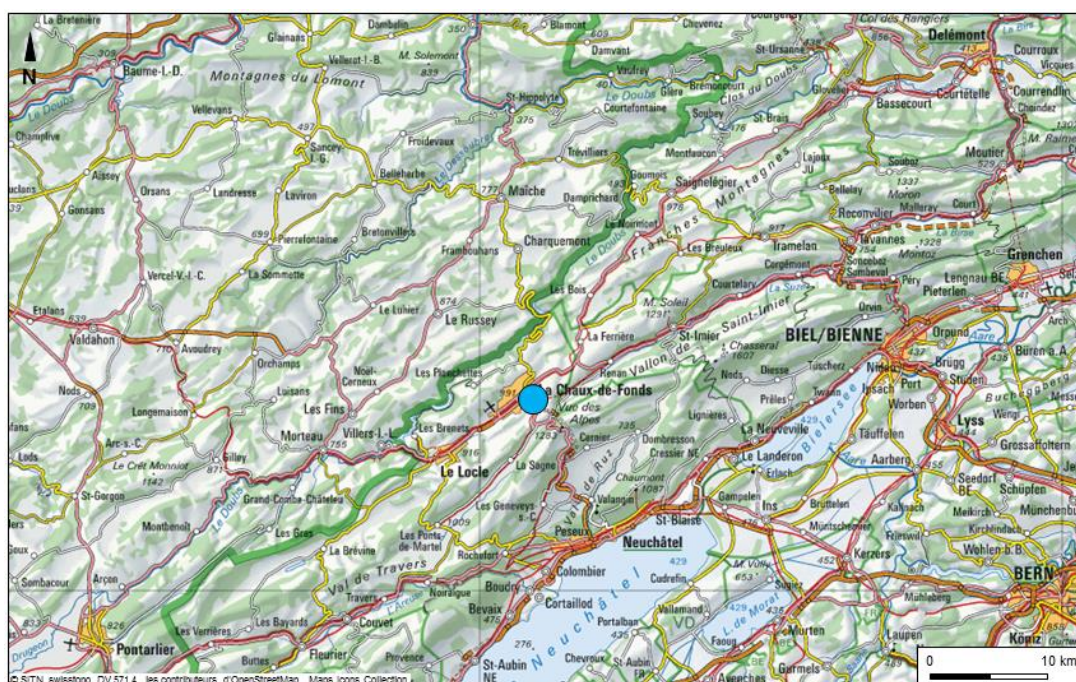
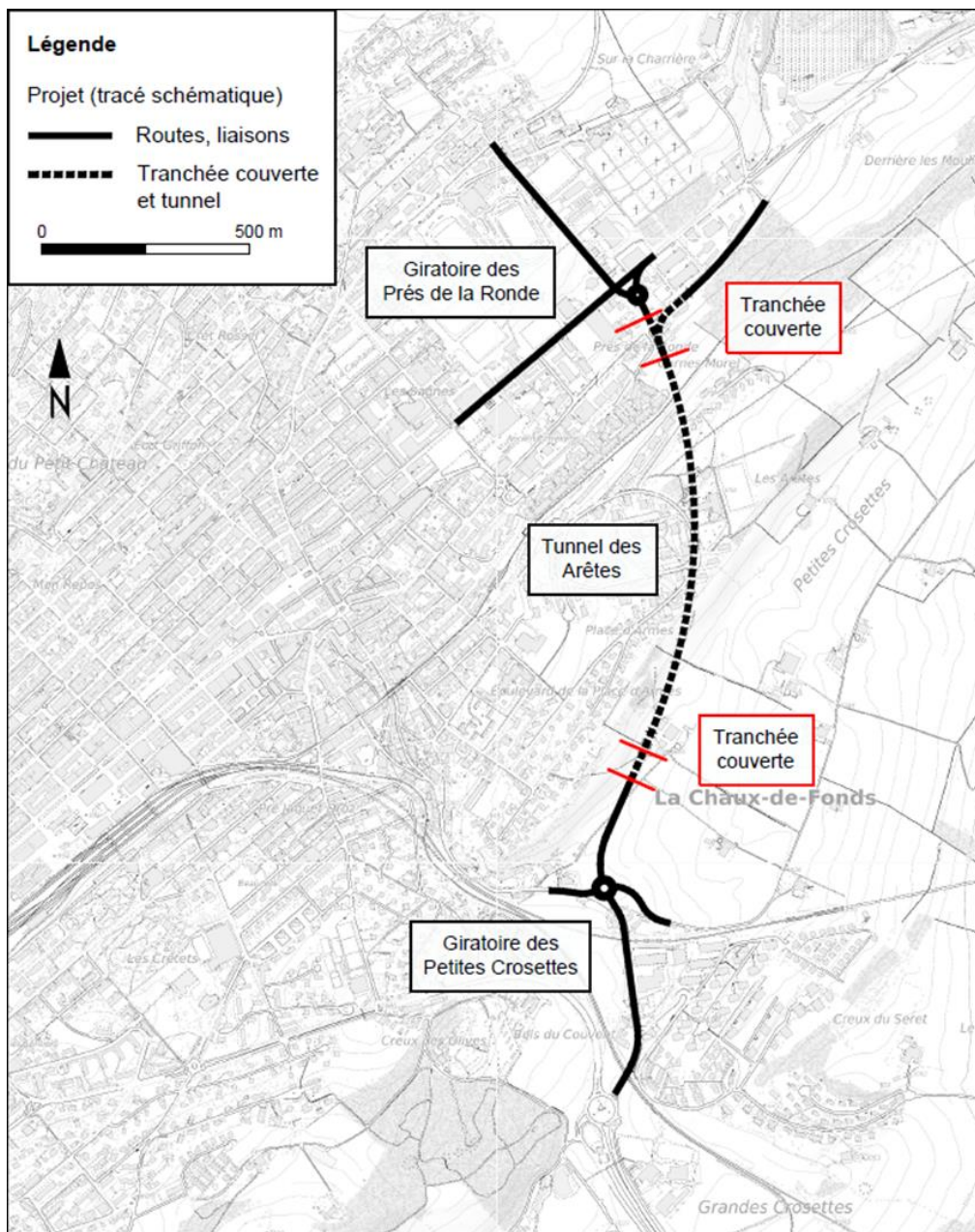


Figure 3-2 :
Tracé
schématique du
projet



Établi sur la base des données de la mensuration officielle du 7 septembre 2018. (réf. SGRF: 20180907_8543)

4. PROJET

4.1. Description du projet

But du projet Le but du projet est d'aménager une route permettant de contourner La Chaux-de-Fonds par l'est pour dévier le trafic de transit vers les Franches-Montagnes en dehors de la ville, ainsi que de capter une partie du transit nord-sud de La Chaux-de-Fonds afin de délester le centre-ville. La charge actuelle de trafic de transit sera ainsi diminuée au centre-ville, ce qui permettra d'améliorer les conditions de vie et notamment les problèmes de bruit routier.

Justification et étude de variantes Une étude d'opportunité et de variantes a été réalisée en 2012, afin de définir la faisabilité du projet et de fixer le point d'accrochage nord du nouveau tronçon, le point d'accrochage sud étant quant à lui fixé dans le secteur de Malakoff. La variante retenue prévoit un point d'accrochage au niveau de la rue de la Pâquerette : le portail nord du tunnel est ainsi situé suffisamment proche du centre-ville pour drainer une partie du trafic interne de la ville et présente également une bonne opportunité de connexion au réseau routier local.

Description technique du projet Les principaux aménagements prévus par le projet sont présentés sur la figure 3-2 et, plus en détail, ci-après.

Secteur Malakoff / Petites Crosettes - Requalification de la rue de l'Hôtel-de-Ville et aménagement du carrefour Hôtel-de-Ville – H18 aux Petites Crosettes (pièces n° 8 et 10 du dossier de mise à l'enquête).

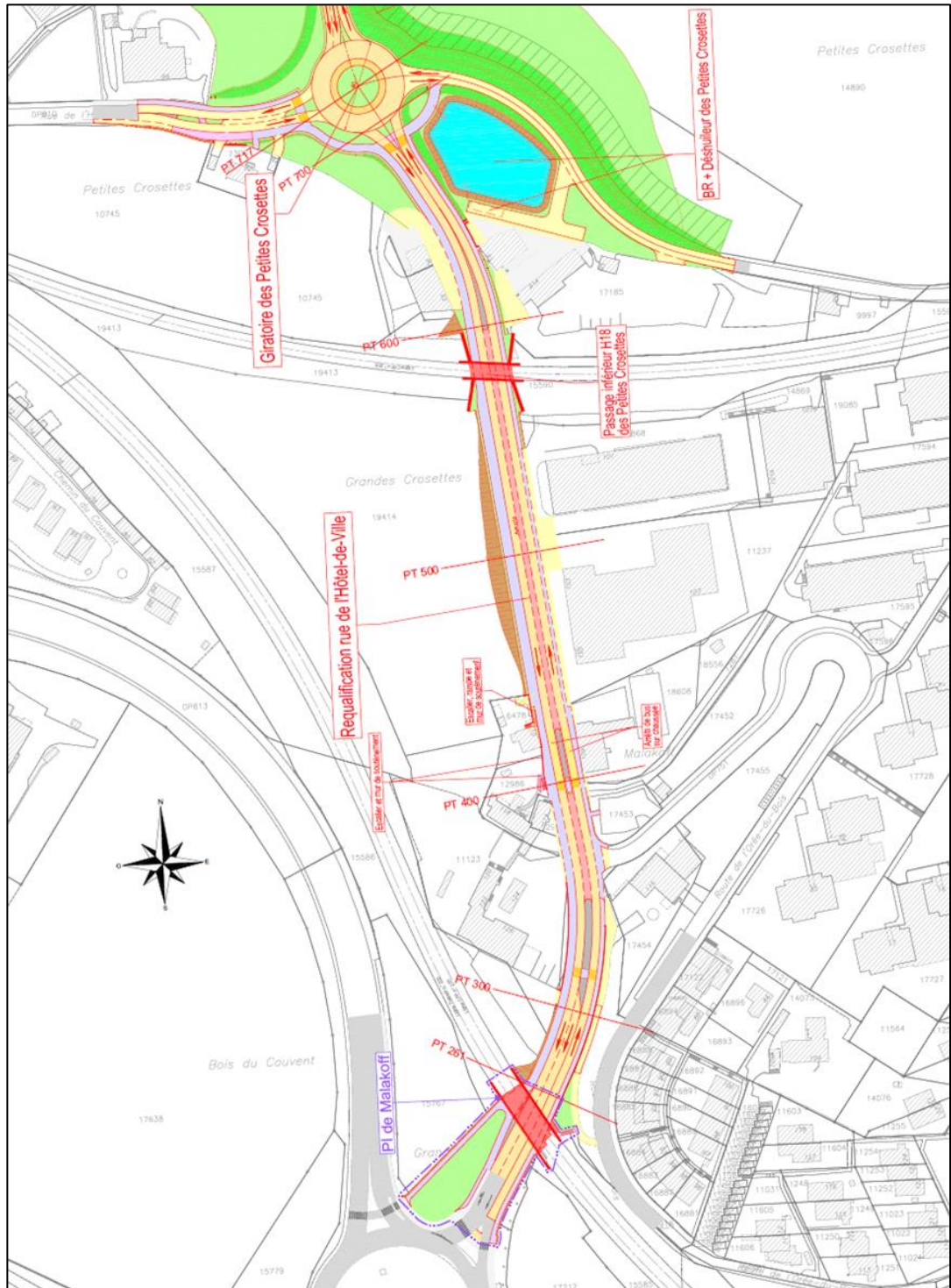
La H18 reprend pour l'essentiel la géométrie de la rue de l'Hôtel-de-Ville existante ; les gabarits sont élargis pour permettre l'introduction de cheminements pour la mobilité douce et d'une bande polyvalente au milieu. La mobilité douce est mise en site propre à l'ouest de la rue de l'Hôtel-de-Ville (voir § 4.3.7). Les deux passages inférieurs sous les lignes ferroviaires reliant respectivement La Chaux-de-Fonds à Neuchâtel et La Chaux-de-Fonds à Bienne sont élargis à cet effet (le PI Malakoff a fait l'objet d'une mise à l'enquête séparée).

Un nouveau carrefour-giratoire est réalisé aux Petites Crosettes, permettant le raccordement du nouveau tracé H18 entrant à la rue de l'Hôtel-de-Ville.

Le carrefour giratoire permet ainsi de raccorder le chemin de desserte aux Petites Crosettes et en particulier l'itinéraire cycliste national Nyon-Bâle

Dans l'espace restant entre ces voiries est implanté un bassin pour la rétention des eaux de chaussées avant prétraitement (voir § 9.3.7).

Figure 4-1 :
Aménagements routiers, ouvrages et chemins de mobilité douce (violet) prévus dans le secteur Malakoff – Petites Crosettes



Passage inférieur (PI) des Petites Crosettes (Pièce n° 17 du dossier de mise à l'enquête)

La reconstruction du passage inférieur (PI) des Petites Crosettes s'inscrit dans le cadre du projet d'évitement Est de La Chaux-de-Fonds. En effet, dans le présent projet, le gabarit d'espace libre est augmenté afin de permettre une mobilité multimodale. L'espace libre à disposition actuel du PI des Petites Crosettes est insuffisant pour respecter le nouveau gabarit d'espace libre et nécessite un élargissement pour être conforme avec le reste du projet. Ainsi, pour respecter les différentes contraintes et en fonction d'une étude de

variantes, il a été décidé de démolir le PI existant et d'en reconstruire un nouveau en respectant les données de base du projet.

Le PI des Petites Crosettes actuel permet le franchissement de la route communale de l'Hôtel-de-Ville par la ligne des chemins de fer fédéraux (CFF) numéro 225 – Bienne – La Chaux-de-Fonds. Il est situé au km 76.410 de la présente ligne. L'ouvrage a été réalisé en 1888 et est constitué d'une voûte biaisée en maçonnerie, qui s'appuie sur des piédroits maçonnés, fondés superficiellement sur le terrain en place. La largeur disponible pour le passage des véhicules et des piétons est de 7.00 m.

Le nouveau PI des Petites Crosettes est un ouvrage cadre en béton armé constitué d'un tablier qui présente une travée biaisée de 16.80 m de largeur et des murs de culée d'environ 9.50 m de hauteur. Des bordures qui forment une auge avec le tablier, complètent l'ouvrage. Celles-ci sont prolongées de part et d'autre de l'ouvrage pour maintenir le ballast en place à la transition avec les talus existants. Finalement, l'ouvrage est complété par des murs d'aile qui servent de soutènement aux talus qui longent la future H18. Le nouveau gabarit d'espace libre disponible est fixé à 15.40 m x 8.20 m.

Lors de la construction du PI des petites Crosettes, les perturbations pour le trafic routier et ferroviaire vont être minimisées. La circulation routière sera déplacée à l'intérieur de l'espace disponible en fonction des phases des travaux. Des arrêts complets de la circulation sont à envisager durant la démolition de l'ouvrage existant et durant la réalisation des travaux de renforcement de la structure du PI existant. Ces arrêts seront les plus courts possibles et fixés aux heures les plus favorables. En ce qui concerne la ligne CFF, il est prévu de mettre en place et d'enlever un pont provisoire durant deux opérations coup-de-poing qui vont nécessiter une fermeture de la ligne.

Les trois figures suivantes présentent le nouveau PI des Petites Crosettes.

Figure 4-2 :
Situation

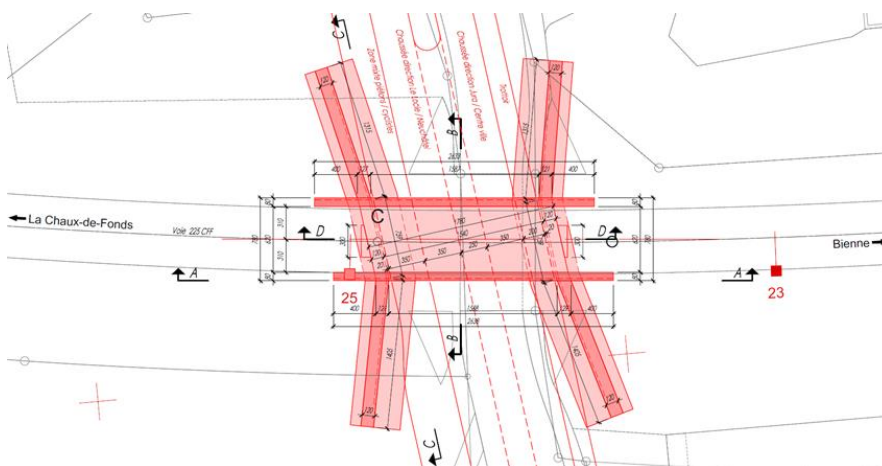


Figure 4-3 :
 Elévation

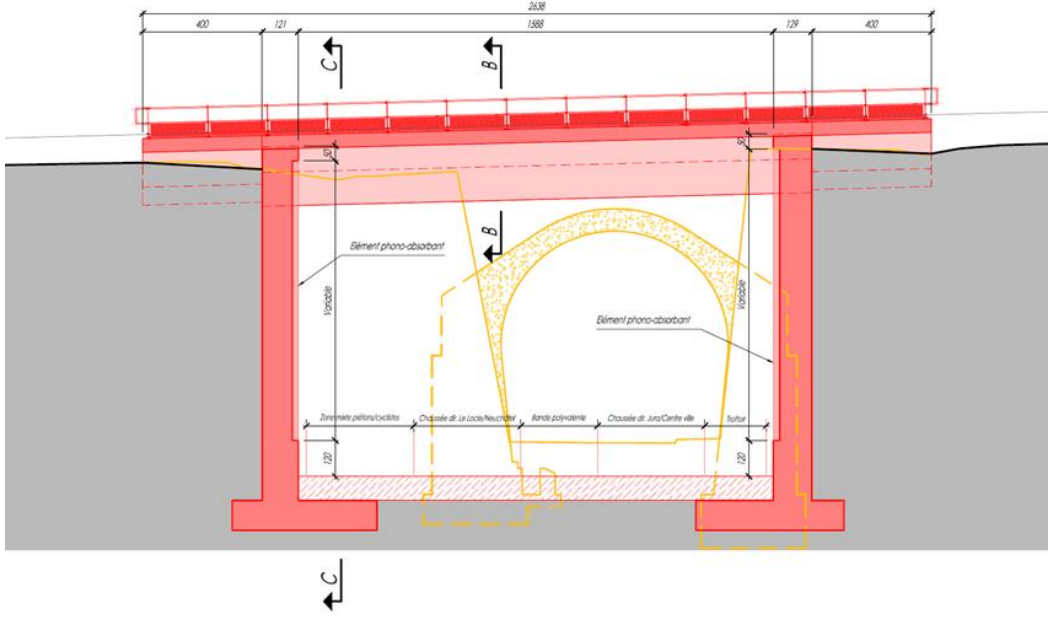
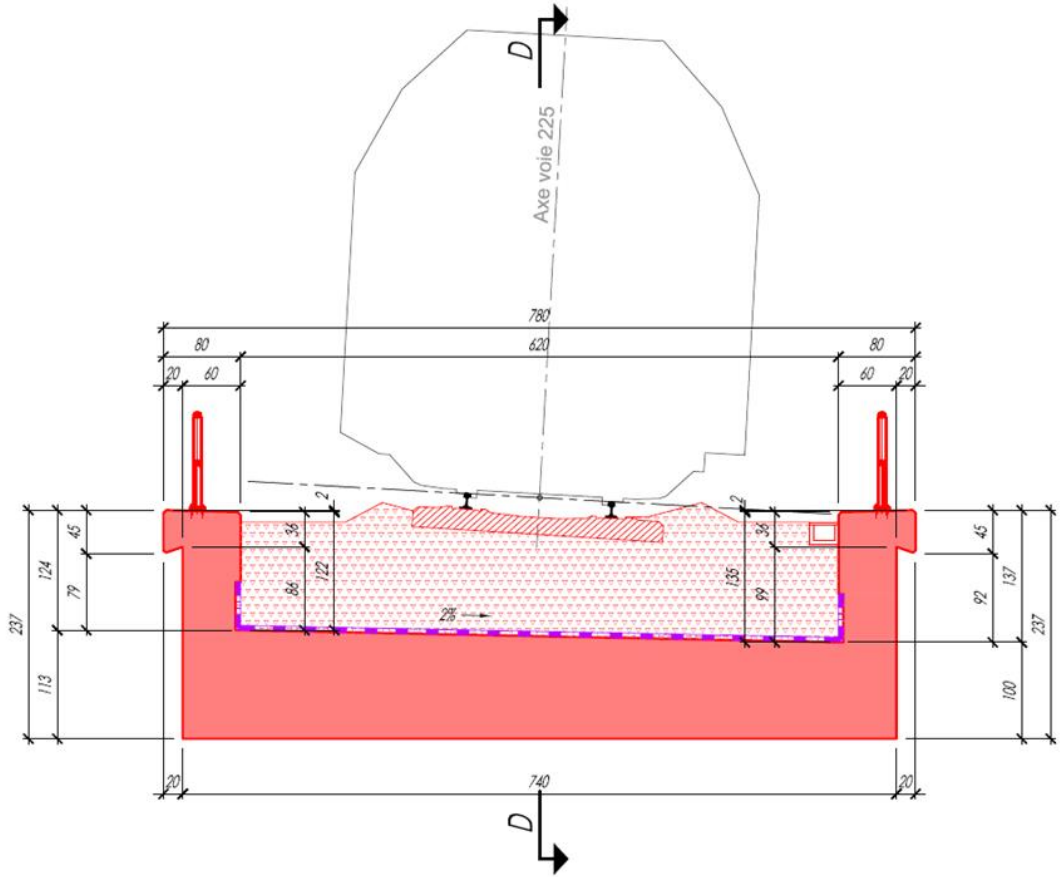


Figure 4-4 :
 Coupe-
 type



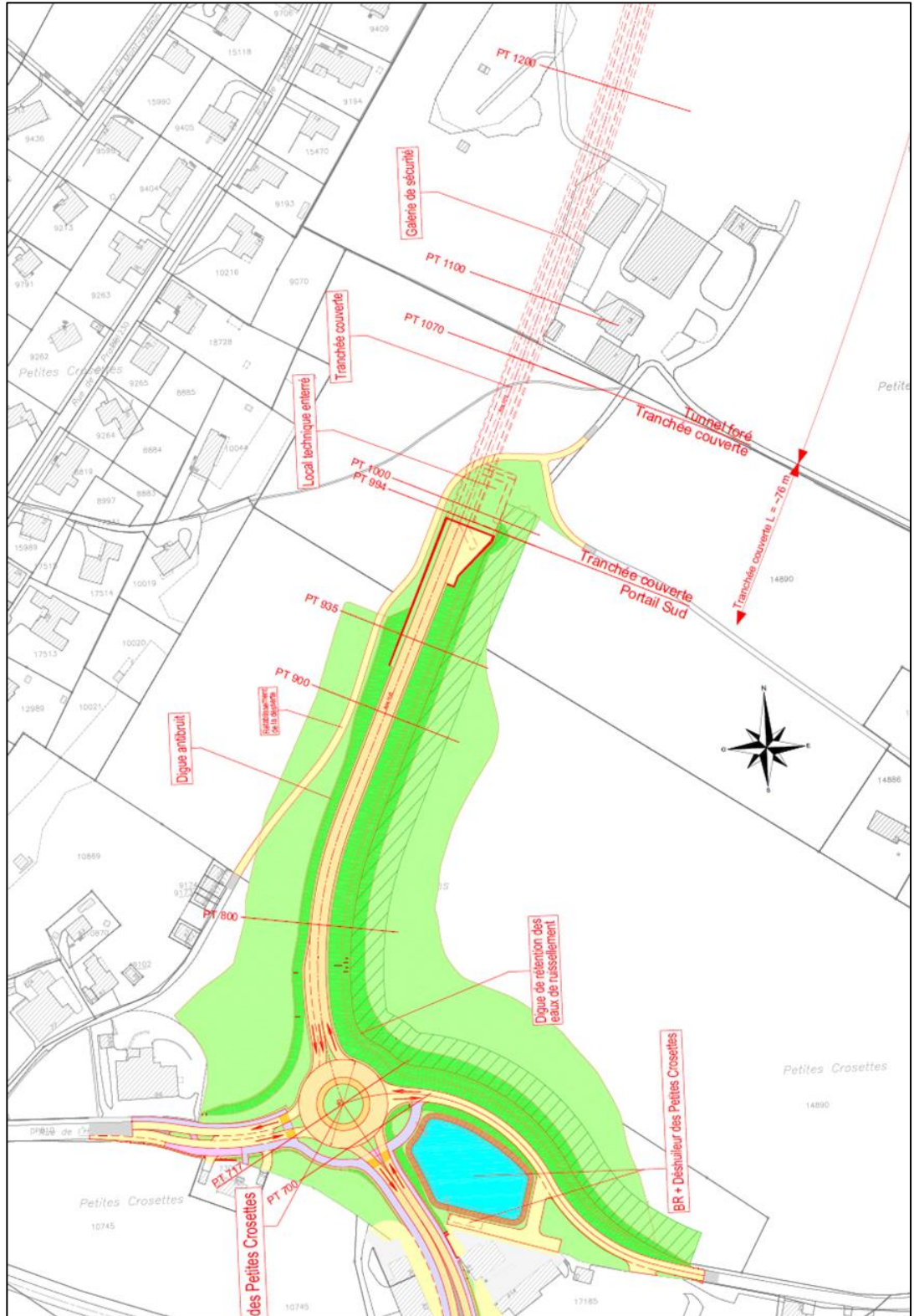
Secteur Petites Crosettes – Portail sud du tunnel d'évitement des Arêtes : nouveau tracé (pièces du dossier de mise à l'enquête n° 8 et 11)

Dans ce secteur est réalisé la route de raccordement au tunnel d'évitement des Arêtes (Figure 4-5). Il s'agit d'une route à 2 voies de circulation à construire d'abord en remblai puis en déblai pour arriver à l'entrée en terre du futur tunnel.

Les aménagements complémentaires pour favoriser la protection contre le bruit (digue), contenir le ruissellement de la vallée des Petites Crosettes ainsi qu'un accompagnement paysager du projet sont aussi à réaliser dans ce secteur.

Ces aménagements permettent de valoriser une partie importante des déblais produits lors de la réalisation du tunnel, dans le respect de l'OLED (Ordonnance fédérale sur la limitation et l'élimination des déchets), tout en minimisant les coûts de mise en décharge.

Figure 4-5 :
Ouvrages et chemins de mobilité douce (violet) prévus dans le secteur de Malakoff



Secteur du Tunnel des Arêtes - nouveau tracé (pièces n° 8 et 9 du dossier de mise à l'enquête)

Le tunnel des Arêtes est un ouvrage souterrain à deux voies, bidirectionnel, de 1'200 m de longueur orienté plus ou moins nord – sud qui traverse la colline du quartier des Arêtes. Sur

toute sa longueur, il est muni d'une galerie technique (GAT) située à l'axe de l'ouvrage sous la chaussée. La GAT a non seulement une fonction technique, car elle accueille plusieurs équipements et conduites du tunnel, mais également une fonction de sécurité puisqu'elle est également utilisée comme chemin de fuite.

En situation, le tracé routier décrit une courbe dont le centre se situe du côté ouest de l'ouvrage.

En profil en long, la chaussée du tunnel présente une pente descendante variable entre 0.5% et 3%, du portail sud jusqu'au portail nord.

Sur la majeure partie de sa longueur, le tunnel comprend une chaussée en direction de Neuchâtel et une chaussée en direction du Jura et du nord-est de La Chaux-de-Fonds.

A l'approche du portail nord, l'ouvrage s'élargit pour accueillir une voie de sortie dans le sens de circulation sud > nord puis se divise en deux parties :

- une section à deux voies, bidirectionnelle, qui passe sous la rue Fritz-Courvoisier ;
- une section à une voie, monodirectionnelle (sortie), qui se raccorde en "trémie" sur la rue Fritz-Courvoisier en direction du Jura.

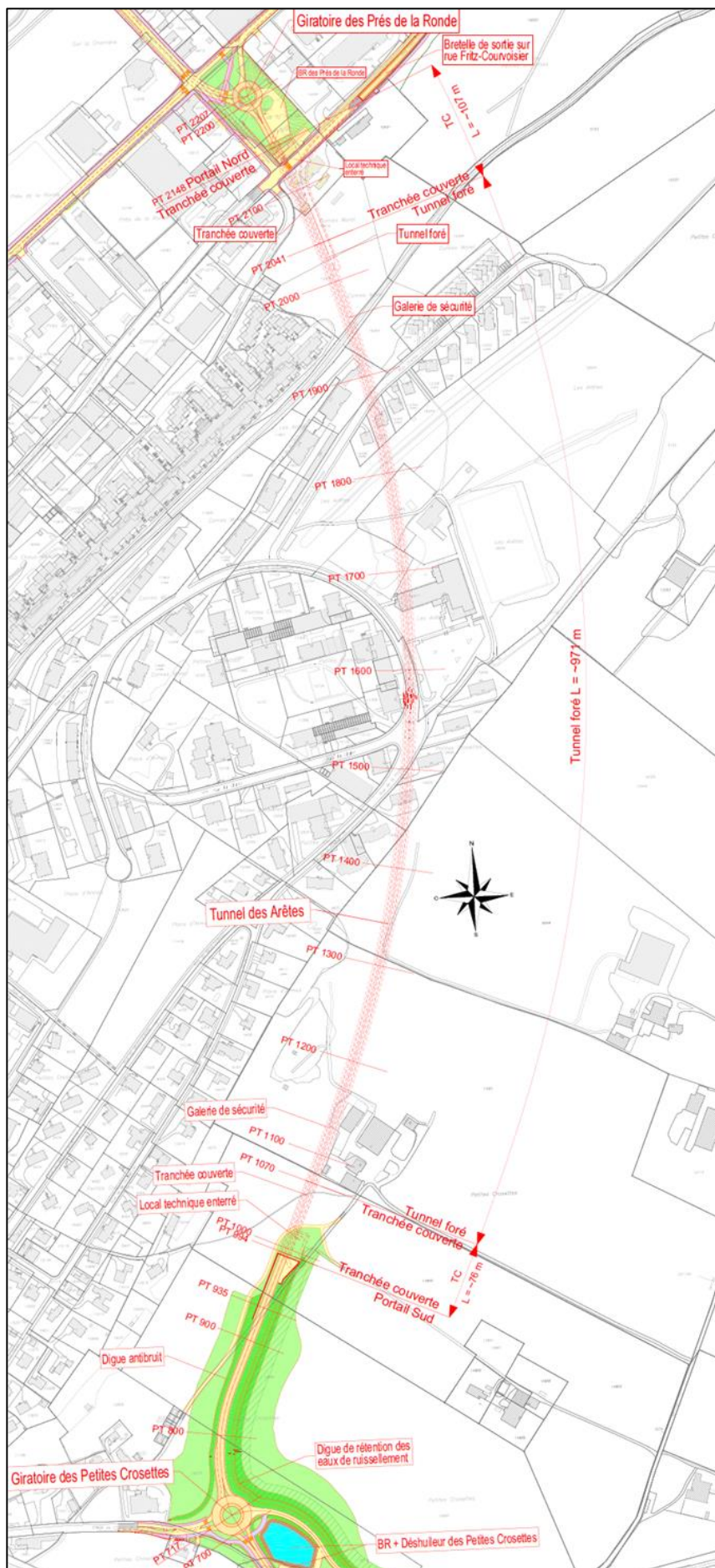
En partant du portail sud, l'ouvrage débute par un tronçon en tranchée couverte rectangulaire de 76 m de longueur réalisée à ciel ouvert à partir d'une fouille provisoire.

Il se poursuit par un tronçon en tunnel de 970 m de longueur excavé en travaux souterrains qui comprend une section élargie à 3 voies sur les 25 derniers mètres. Sur ce tronçon excavé en souterrain, la section du tunnel comprend un revêtement en forme de fer à cheval et, dans les marnes gonflantes situées dans la partie sud du tronçon, un radier contre voûté.

Enfin, le tunnel se termine :

- par un tronçon en tranchée couverte de 108 m de longueur qui passe sous la rue Fritz-Courvoisier jusqu'au portail nord
- par une tranchée couverte de 106 m de longueur qui effectue un virage en direction du Jura puis par une trémie de 125 m de longueur qui se raccorde sur la rue Fritz-Courvoisier.

Figure 4-6 :
tunnel des Arêtes
et portails sud et
nord



Secteur du point d'accrochage nord Pâquerettes-Collège-Fritz-Courvoisier et requalification des voiries existantes (pièces n° 9 et 12 à 14 du dossier de mise à l'enquête).

Dans le sens Jura, le tracé de la H18 sort du tunnel par une bretelle qui se raccorde à la rue Fritz-Courvoisier, c'est-à-dire sur l'axe supportant déjà actuellement le trafic sortant de la ville. Le trafic de transit sortant du tunnel est ramené puis rabattu (depuis la droite) au niveau de la voie de surface accueillant le trafic en provenance du centre-ville en direction du Jura ainsi que le trafic de desserte local. L'aménagement est conçu dans le respect des longueurs de manœuvre (50 m) et d'insertion (50 m) prescrites par les normes de construction routière en vigueur. Les accès des riverains et des entreprises bordant la rue Fritz-Courvoisier, de même que le chemin de lisière, sont de plus préservés grâce à la disposition retenue pour l'emplacement de la trémie de sortie du tunnel. Dans le sens opposé, le trafic entrant en ville de La Chaux-de-Fonds emprunte la rue du Collège, comme c'est également le cas aujourd'hui. Une porte d'entrée sera aménagée à l'entrée de la zone urbanisée, c'est-à-dire avant le carrefour de l'Alambic, dans l'emprise routière existante. L'objectif est double : matérialiser l'entrée en localité et contribuer ainsi au respect du régime de vitesse signalé (60 km/h), puis assurer la transition avec le profil de chaussée redéfini sur la rue du Collège intégrant deux nouvelles bandes cyclables (dont une en contresens du flux motorisé).

A hauteur du croisement avec la rue de la Pâquerette, un carrefour giratoire complète le carrefour existant et règle les directions :

- Jura → Neuchâtel par la H18 (tunnel des Arêtes) / centre-ville par la rue du Collège / Biaufond et quartiers nord
- Centre-ville <-> Neuchâtel par la H18 (tunnel des Arêtes) / Biaufond et quartiers nord
- Biaufond et quartiers nord -> Jura (via rue du Collège, puis rue de l'Etang pour rejoindre la rue Fritz-Courvoisier) / Neuchâtel par la H18 (tunnel des Arêtes) / centre-ville par la rue du Collège

La rue de la Pâquerette est requalifiée en route cantonale N° 168 en direction de la France. Un carrefour à feux est prévu au croisement des rues Pâquerette-Charrière pour laisser la priorité au bus qui va au cimetière. La mobilité douce est mise sur un trottoir mixte. Un certain nombre de places de parc supprimées peuvent être compensées sur la toiture du portail du tunnel.

La rue du Collège est requalifiée à double sens avec la mobilité douce sur deux trottoirs mixtes entre Marais et Pâquerette.

Les riverains des Cornes Morel peuvent retourner en ville via la rue Fritz-Courvoisier qui est mise à double sens jusqu'à la rue de l'Etang

On se référera également au § 4.3.7 pour plus de détail concernant les aménagements en faveur de la mobilité douce.

Nota bene : ces nouveaux schémas de circulation sont compatibles avec les gestions de trafic spécifiques aux diverses manifestations en ville (fête foraine, cirque Knie, fête des Six-Pompes, etc.).

Figure 4-7 :
Aménagements
et circulations
prévus à l'état
futur dans le
secteur du point
d'accrochage
nord



Complémentarité L'amélioration de la connectivité entre les agglomérations principales de la région par le réseau urbain fait partie du développement du réseau de mobilité du canton (projet Mobilité 2030). Ce réseau inclut également la mise en place d'une ligne ferroviaire directe entre Neuchâtel et La Chaux-de-Fonds et le développement de la mobilité douce.

La réalisation du contournement est par la H18 aura pour conséquence une nouvelle distribution du trafic au centre-ville. Une réorganisation du trafic et une requalification de certaines routes seront nécessaires afin de drainer un maximum de véhicules sur le nouveau tronçon. Ces aspects font l'objet d'un Plan directeur partiel des mobilités (PDDM) détaillé au § 4.3.3.

Le présent projet est complémentaire au projet de contournement ouest de La Chaux-de-Fonds – Le Locle par la H20. Les deux projets permettront ainsi de créer un évitement complet de la ville de La Chaux-de-Fonds. La connexion entre les futurs tronçons de la H18 et de la H20 sera réalisée au niveau du giratoire du Bas-du-Reymond. Les modifications de ce carrefour dans le cadre du présent projet intègrent déjà les possibilités de connexion avec la future H20.

4.2. Conformité avec l'aménagement du territoire

4.2.1. Conformité avec les différentes planifications officielles

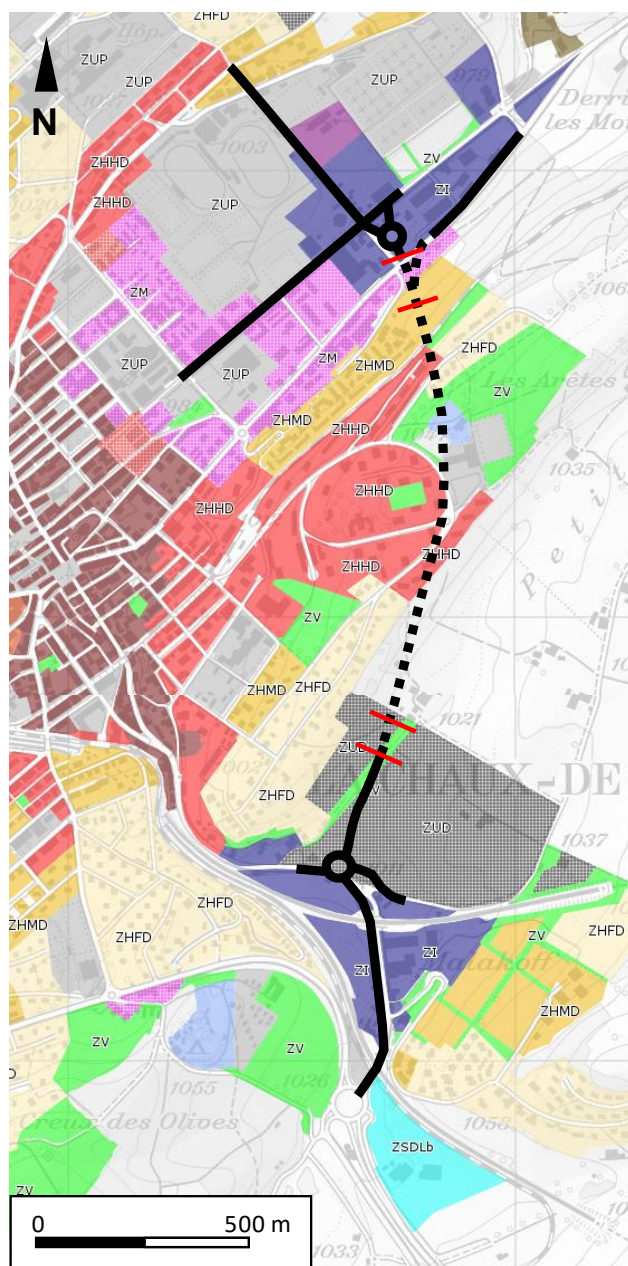
Planification fédérale La H18 est une route principale au sens de l'*Ordonnance fédérale concernant les routes de grand transit* (du 18 décembre 1991, état au 1^{er} janvier 2016) [1]. Le Plan sectoriel des transports, partie infrastructure route, est actuellement en cours de révision par l'Office fédéral des route (OFROU) [2]. La dernière version de la partie Programme (2006) ne faisait pas mention du contournement est de La Chaux-de-Fonds par la H18.

Planification cantonale Le plan directeur cantonal (PDC), dans la fiche A_32 *Réaliser les contournements du Locle et de La Chaux-de-Fonds H20-H18* [3], prévoit notamment la réalisation d'une route principale H18 d'évitement est de La Chaux-de-Fonds afin de contourner le centre-ville et de relier les Franches-Montagnes et le Jura bernois à la H20.

La nouvelle stratégie de mobilité du canton, intitulée "Neuchâtel Mobilité 2030" [4], a été acceptée par le peuple neuchâtelois lors des votations du 28 février 2016. Cette stratégie vise le rassemblement des régions et des agglomérations du canton tout en concrétisant la complémentarité des modes de transports. L'étude de faisabilité pour le contournement est de La Chaux-de-Fonds figure parmi les projets de ce programme.

Plan d'affectation communal Selon le plan et règlement d'aménagement communal (PRAC) [5], le tracé à ciel ouvert du projet traverse différentes zones d'affectation du sol, qui sont représentées à la figure 4-8. Les surfaces concernées par les emprises définitives devront être réaffectées en domaine public (DP).

Figure 4-8 :
Zones d'affectation communales concernées par le projet (source : SITN, état au 08.05.2019)



Légende

Projet (tracé schématique)

- Routes, liaisons
- Tranchée couverte et tunnel

Zones d'affectation communales

- ZAGR Zone agricole
- ZHFD Zone d'habitation à faible densité
- ZHMD Zone d'habitation à moyenne densité
- ZHHD Zone d'habitation à haute densité
- ZI Zone industrielle
- ZSDL Zone de sport-détente-loisirs
- ZM Zone mixte
- ZT Zone de tourisme
- ZUD Zone d'utilisation différée
- ZUP Zone d'utilité publique
- ZV Zone de verdure

© SITN, swisstopo DV 571.4, les contributeurs d'OpenStreetMap, Maps Icons Collection

SDA Aucune surface d'assolément (SDA) n'est concernée par les emprises du projet.

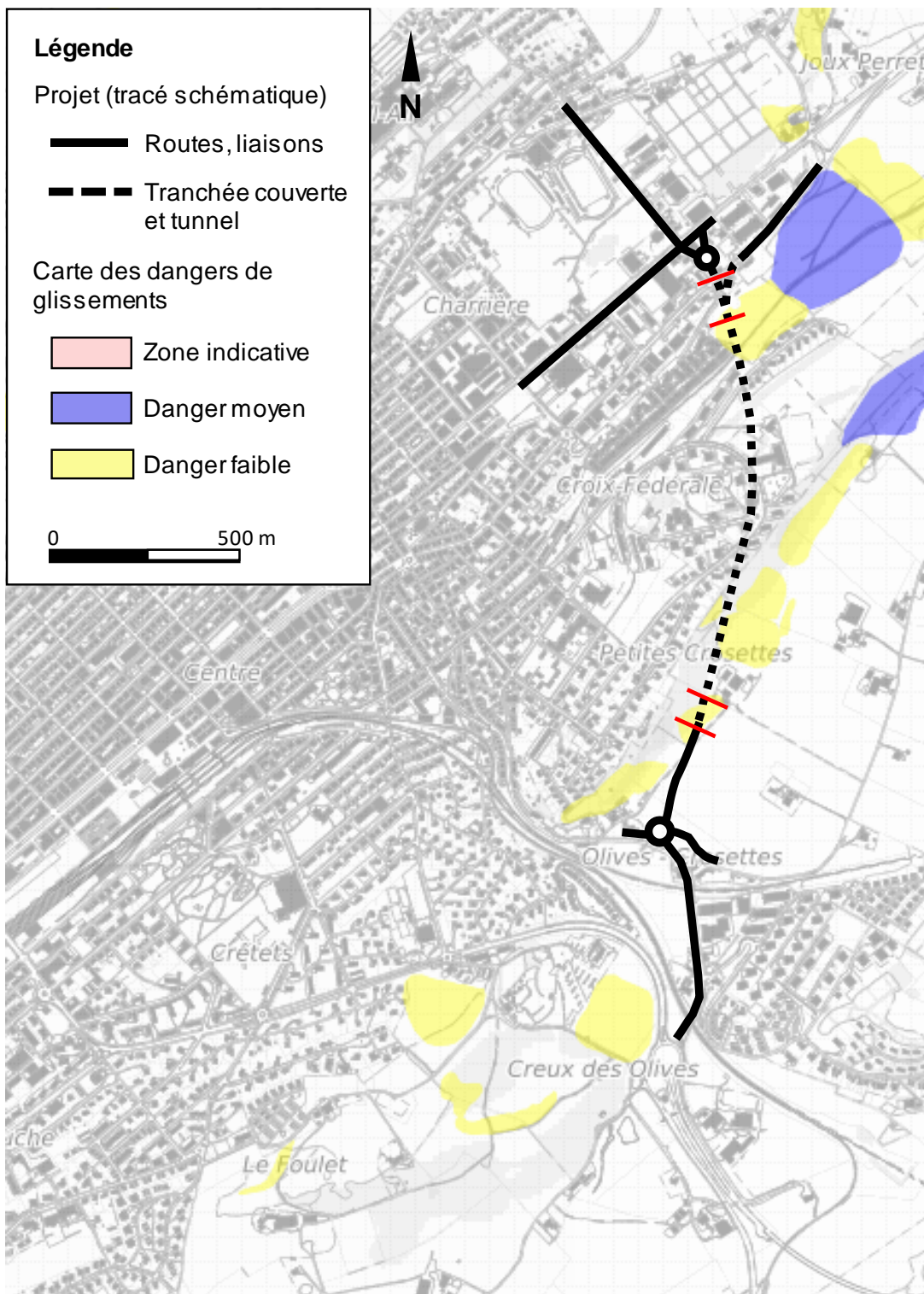
4.2.2. Dangers naturels

4.2.2.1. Identification des dangers naturels du périmètre du projet

Dangers naturels Le périmètre du projet se situe partiellement en zone de glissement (carte indicative et carte des dangers ; figure 4-9). Le projet n'est, selon les cartes de dangers, pas concerné par les autres types de dangers (inondation, chutes de pierres, laves torrentielles). Cependant, une problématique des ruissellements de surface a été mise en évidence lors de l'élaboration du projet. En effet, le projet va modifier de manière importante des ouvrages qui ont été aménagés pour gérer des problèmes de ruissellements. Cette problématique est traitée en détail dans le chapitre 4.2.2.2.

De plus, la totalité du projet est située dans une zone présentant un degré élevé de risque de radon (source : Carte du radon en Suisse, état au 05.09.2017).

Figure 4-9 :
Dangers de
glissement à
proximité du
projet (source :
SITN, état au
08.05.2019)



© SITN, swisstopo DV 571.4, les contributeurs d'OpenStreetMap, Maps Icons Collection

4.2.2.2. Dangers dus aux ruissellements de surface

4.2.2.2.1 Introduction et bases réglementaires

Au cours de cette phase de projet, la problématique des ruissellements de surface, a été mise en évidence. En effet, le tracé de la H18, à proximité du giratoire des Petites Crosettes

entre en conflit avec des aménagements de protection qui ont été réalisés à la suite des débâcles (pluies avec fontes de neiges) survenues lors des hivers du début des années 1990 et qui ont abouti à l'inondation du rez-de-chaussée d'un bâtiment. Ces aménagements sont constitués d'un volume de rétention d'environ 6'000 m³ formé par la topographie et d'ouvrage (puits avec crapaudine) connecté à un collecteur (DN 800mm) raccordé au collecteur d'eau mixte de la rue de l'Hôtel-de-Ville).

4.2.2.2.2 Méthodologie

Le géoportail cantonal met à disposition une carte (élaborée par l'OFEV) des ruissellements de surfaces. Cette dernière indique des hauteurs d'eau déterminées par rapport à la topographie et le type de couverture du sol (coefficient de ruissellement). La pluie prise en compte est d'une durée de 1h, temps de retour 100 ans avec une intensité de 60 mm. Les volumes de rétention nécessaires ont été estimés sur la base d'une pluie de longue durée (24 h) en tenant compte des courbes IDF (intensité - durée - fréquence) définies par le PGEE de la Ville de La Chaux-de-Fonds.

4.2.2.2.3 Etat actuel

Les eaux de ruissellements du Vallon des Petites Crosettes sont retenues dans une dépression du terrain existante et évacuées vers le collecteur communal d'eau mixte à la rue de l'Hôtel-de-Ville, au moyen d'une chambre réceptrice équipée d'une crapaudine.

4.2.2.2.4 Etat de référence

Il correspond à l'état actuel sous réserve de l'établissement et de l'application des mesures du nouveau PGEE communal en cours d'élaboration.

4.2.2.2.5 Effets du projet en phase d'exploitation

Le tracé de la H18 entre en conflit avec les équipements existants (chambre collectrice, tronçon de collecteur et volume de rétention). Il crée une coupure dans le Vallon des Petites Crosettes, limitant ainsi les possibilités d'évacuation des eaux de surface (capacité d'infiltration fortement limitée dans ce secteur).

4.2.2.2.6 Effets du projet en phase de réalisation

Durant les travaux, des mesures adéquates devront être prises afin d'assurer l'évacuation des eaux de ruissellement et la protection des tiers et des infrastructures du chantier.

4.2.2.2.7 Mesures intégrées au projet

Le remodelage de terrain découlant du tracé de la H18 va intégrer une digue de protection permettant la reconstitution d'un nouveau volume de rétention approchant les 11'000 m³. La cote de sécurité se trouvera à +1.0 m du niveau maximal de la rétention.

Le pied de digue sera drainé et la gestion de la rétention assurée par un ouvrage de sortie calibré équipé d'une surverse pour les trop-pleins. Cet ouvrage sera raccordé au moyen d'un

nouveau tronçon de collecteur à celui existant (DN 800) menant à la rue de l'Hôtel-de-Ville au nord du tracé H18.

Le volume à disposition permettra la rétention d'un événement avec un temps de retour de 20 ans sur un sol gelé.

Tableau 4-1 : Liste des mesures du domaine dangers naturels intégrées au projet

| N° | Nom | Phase de mise en œuvre | | |
|-------|---|------------------------|-----|-----|
| | | SEP | SER | SEE |
| DN-01 | Rétention et gestion des eaux de surfaces | | X | X |

4.2.2.2.8 Impacts résiduels et conclusions

Les mesures intégrées augmentent le degré de protection des bâtiments potentiellement menacés par les ruissellements (volume de rétention quasiment doublé), protègent le futur tracé de la H18 (pas d'apports dans le tunnel) et réduisent les débits d'eaux claires dans le réseau mixte de la ville (débits de rejet réduits par rapport à la situation actuelle).

4.3. Données de base concernant le trafic

4.3.1. Introduction

La route principale H18 traverse aujourd'hui le centre-ville de La Chaux-de-Fonds via la place de l'Hôtel-de-Ville et l'avenue Léopold-Robert, puis se connecte à la H20 au niveau du Grand-Pont. Les flux de transit entre le Jura et Neuchâtel, respectivement Le Locle, passent actuellement par le centre.

La réalisation des évitements H18 et H20, escomptée pour 2025 et 2035 respectivement, permettra de réduire les nuisances dues au trafic automobile dans le centre-ville de La Chaux-de-Fonds en extrayant le trafic de transit et une part du trafic d'échange. Les évitements H18 et H20 ne suffisent toutefois pas pour résoudre l'ensemble des problèmes de mobilité de la ville de La Chaux-de-Fonds. Les mesures d'accompagnement du PDPM H18 (chapitre 4.3.3) inciteront les usagers à se reporter sur ces nouvelles infrastructures routières.

Ce chapitre regroupe les données relatives au trafic qui sont utilisées pour les modélisations et évaluations effectuées dans les chapitres Air et Bruit et présente une synthèse du PDPM H18. Les résultats sont illustrés dans l'annexe TRA-1 (synthèse mobilité).

4.3.2. Méthodologie

Périmètres étudiés

Trois périmètres sont définis pour l'étude de trafic :

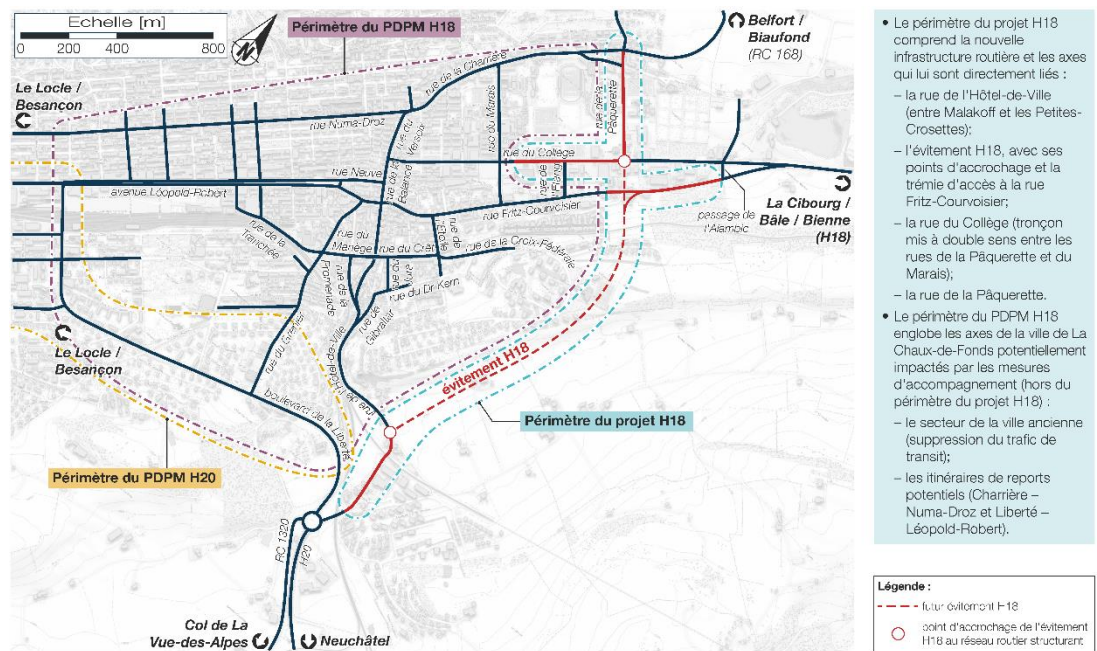
- le périmètre du projet H18, qui regroupe l'infrastructure de l'évitement est de La Chaux-de-Fonds et les axes adjacents qui font l'objet d'un réaménagement ;
- le périmètre du PDPM H18, qui englobe les axes potentiellement impactés par les mesures d'accompagnement qui ne sont pas mises à l'enquête avec l'évitement H18

(le PDPM H18 est mis en consultation par la Ville en parallèle à la procédure de mise à l'enquête du projet H18) ;

- le périmètre du PDPM H20, qui comprend les axes principalement influencés par le projet H20 et ses mesures d'accompagnement.

Ces périmètres permettent d'identifier tous les axes subissant une augmentation de trafic de +25% entre les états de référence et les états futurs.

Figure 4.3-1 :
Evitement H18 et
périmètres de
l'étude trafic



Trafic actuel :
TJM 2014-2018

Les charges de trafic actuelles sont issues de plusieurs sources :

- les valeurs mesurées par le SPCH (comptages réalisés entre 2014 et 2018) ;
- les valeurs mesurées par le bureau Transitec (comptages réalisés entre 2014 et 2016) ;
- les valeurs estimées à partir des comptages SPCH et Transitec susmentionnés ;
- les valeurs extrapolées à partir de comptages effectués par le SPCH entre 2010 et 2012, en admettant un taux d'accroissement du trafic de 1.75%/an.

Trafic aux états de référence :
TJM 2025 et 2035 sans projet

Le trafic de référence correspond au trafic futur aux horizons 2025 et 2035 sans la réalisation des évitements H18 et H20.

Les états de référence 2025 et 2035 ont été extrapolés à partir de l'état actuel 2014-2018 sur la base d'un taux d'accroissement "naturel" du trafic intégrant l'augmentation de la demande en mobilité liée aux différents projets de développement de la ville et des environs. L'augmentation annuelle "naturelle" du trafic considéré est de :

- +1.75%/an de 2015 à 2020 ;
- +1.50%/an de 2020 à 2035.

Trafic aux états futurs :
TJM 2025 et 2035 avec projet

Le trafic futur avec projet intègre la réalisation de l'évitement H18 et de son PDPM. A l'horizon 2035, le trafic futur tient compte du renforcement du PDPM H18 avec la mise en service de

l'évitement H20 afin de délester davantage le centre-ville de certains flux de trafic. Il s'agit du scénario maximal au niveau trafic utilisé pour la vérification des aspects environnementaux.

Les taux d'accroissement naturels sont combinés avec les effets des reports de trafic dus aux nouvelles infrastructures routières et aux mesures d'accompagnement du PDPM H18.

**Caractéristiques
du trafic futur**

Les caractéristiques du trafic pour les états de référence et les états futurs sont déterminées à partir des comptages réalisés par le SPCH entre 2013 et 2018, et les comptages effectués par le bureau Transitec entre 2014 et 2016.

Les parts de trafic suivantes ont été estimées sur les principaux axes de La Chaux-de-Fonds :

- les parts de véhicules bruyants (les poids lourds et les deux-roues motorisés);
- les parts de trafic nocturne (trafic circulant entre 22h et 6h).

Il est admis que la structure du trafic futur sera similaire à la situation actuelle, aucune variation significative du trafic bruyant ou du trafic nocturne n'étant attendue aux horizons 2025 et 2035.

4.3.3. Plan directeur partiel des mobilités H18 (PDPM)

Pour assurer une cohérence maximale entre la nouvelle infrastructure routière H18 et les mesures d'accompagnement associées, le PDPM H18 est développé par la ville de La Chaux-de-Fonds. Ce document lie les autorités cantonales et les autorités communales pour assurer la planification, la réalisation et le suivi des mesures d'accompagnement préconisées.

Ce chapitre présente les objectifs à atteindre des mesures d'accompagnement et exigences quantitatives au niveau trafic, les mesures-types prévues ainsi que la procédure de mise en application du PDPM H18.

**Objectifs et
contraintes**

Le projet d'évitement H18 a notamment pour but d'améliorer le cadre de vie dans le centre-ville de La Chaux-de-Fonds. Six axes d'objectifs généraux peuvent être dégagés :

- l'amélioration de la qualité des espaces publics et du cadre de vie ;
- l'amélioration des conditions environnementales ;
- l'amélioration de la sécurité de la mobilité douce ;
- la promotion des modes de transport alternatifs à la voiture ;
- la contribution au dynamisme économique et à la convivialité du centre-ville ;
- la mise en valeur de l'Urbanisme horloger, inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO.

Les contraintes concernent le passage de la ligne des Chemins de fer du Jura (CJ) sur les rues du Crêt et du Manège ainsi que de la fermeture ponctuelle de certains axes durant des manifestations (tronçon ouest de la rue du Collège et tronçon sud de la rue du Marais).

**Exigences
quantitatives
concernant les
charges de trafic**

Des exigences sont définies sur des axes routiers significativement influencés par l'évitement H18 et les mesures d'accompagnement du PDPM H18, afin de mesurer quantitativement les effets sur le réseau routier urbain. Les axes routiers significativement influencés se situent sur l'itinéraire actuel de transit, le tracé de la nouvelle infrastructure routière et les potentiels itinéraires de court-circuits.

Points de relevé des effets des mesures d'accompagnement

Les points de relevé sont établis sur les axes suivants, qui constituent le réseau routier soumis à la vérification des effets des mesures d'accompagnement :

- le boulevard de la Liberté, à la hauteur du giratoire Liberté/Grenier ;
- la rue des Régionaux, à la hauteur du n° 3 ;
- la rue de l'Hôtel-de-Ville, à la hauteur du n° 61 ;
- la rue de la Tranchée, au niveau du parc des Musées ;
- l'avenue Léopold-Robert, à la hauteur du n° 11 ;
- la rue Neuve, à la hauteur du n° 9 ;
- la rue Numa-Droz, à la hauteur du n° 25 ;
- la rue de la Charrière, au niveau du n° 66 ;
- l'évitement H18, devant le portail sud du tunnel des Arêtes.

L'écran central, qui regroupe les points de relevé situés sur la rue des Régionaux et de la Tranchée, l'avenue Léopold-Robert et les rues Neuve et Numa-Droz, est retenu pour comparer l'évolution globale du trafic dans le centre-ville et sur les axes de court-circuit.

Le point de relevé situé à la rue de la Charrière permet de comparer l'évolution de la structure du trafic de transit en lien avec la rue de Biaufond (RC 168). Ce trafic passe aujourd'hui principalement par la ville ancienne de La Chaux-de-Fonds.

Objectifs quantitatifs

Le trafic journalier moyen admis en 2025 avec la nouvelle infrastructure routière et le PDPM H18 est l'objectif quantitatif en lien avec les aspects trafic sur le réseau routier soumis à la vérification des effets des mesures d'accompagnement.

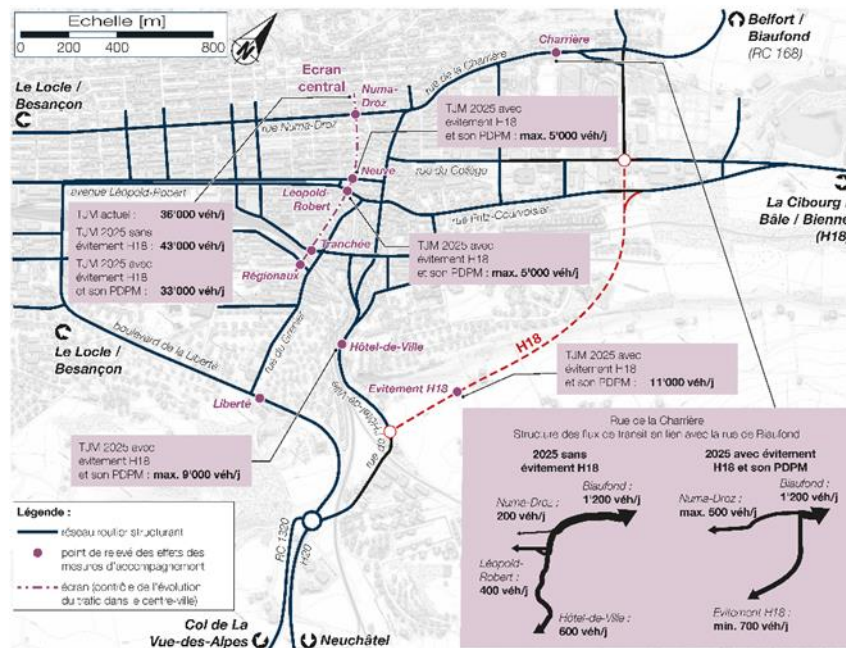
Les charges de trafic admises sont des valeurs plafond qui permettent de préserver au mieux les potentiels de requalification de l'espace public dans le centre-ville et de favoriser le report du trafic sur l'évitement H18. Les seuils définis sont sensiblement plus faibles que la limite de capacité des axes considérés.

Les valeurs TJM admises en 2025 avec l'évitement H18 et le PDPM H18 sont les suivantes :

- environ 33'000 véh/j à l'écran central ;
- au plus 9'000 véh/j sur la rue de l'Hôtel-de-Ville ;
- au plus 5'000 véh/j sur la rue Neuve et l'avenue Léopold-Robert (tronçon entre la ruelle de la Fleur-de-Lys et la rue du Grenier) ;
- pour les flux transit en lien avec la rue de Biaufond (1'200 véh/j) :
 - au plus 500 véh/j sur la rue Numa-Droz ;
 - au moins 700 véh/j sur l'évitement H18.

La charge de trafic devrait être d'environ 11'000 véh/j sur l'évitement H18 (dans le tunnel des Arêtes). Les objectifs quantitatifs des mesures d'accompagnement sont illustrés dans la figure ci-dessous.

**Figure 4.3-2 :
Objectifs
quantitatifs des
mesures
d'accompagnement
au projet H18**



- Les principes suivants du Plan directeur partiel des mobilités sont considérés :
 - la suppression du transit dans la ville ancienne;
 - la modération de trafic dans le secteur de la place de l'Hôtel-de-Ville et à proximité du collège des Maronniers.
- Les charges de trafic journalier moyen (TJM) admises avec le PDPM H18 sont les suivantes :
 - environ 33'000 véh/j à l'écran central;
 - au plus 5'000 véh/j sur la rue Neuve et l'av. Léopold-Robert (tronçon Fleur-de-Lys / Grenier)
 - au plus 9'000 véh/j sur la rue de l'Hôtel-de-Ville (Petites-Crosettes);
 - environ 11'000 véh/j dans l'évitement H18.
- Les flux de transit en lien avec la rue de Blaufond et admis avec le PDPM H18 sont les suivants :
 - au plus 500 véh/j sur l'axe Charrière - Numa-Droz;
 - au moins 700 véh/j reportés sur l'évitement H18.
- Les objectifs quantitatifs devront être recalibrés préalablement aux mesures en tenant compte de l'évolution effective du trafic au moment du contrôle.

**Mesures-types
du PDPM H18**

Pour garantir le report des automobilistes sur l'évitement H18 et atteindre les objectifs fixés, les mesures d'accompagnement sont développées par la Ville de La Chaux-de-Fonds dans le cadre du PDPM H18 selon les principes suivants :

- des actions de modération du trafic (zones 30 km/h, zones de rencontre, aménagements modérateurs de vitesse...);
- la requalification de certains espaces publics;
- la réalisation d'aménagements en faveur des transports publics et de la mobilité douce;
- la réorganisation du schéma de circulation interne au centre-ville.

Les principales mesures d'accompagnement sont prévues dans la ville ancienne, un secteur présentant d'importants enjeux de requalification de l'espace public et de valorisation du patrimoine bâti.

**Procédure de
mise en
application du
PDPM H18**

Toutes les dispositions nécessaires, tant du point de vue technique que du point de vue financier ou administratif, doivent être prises par les autorités communales afin de garantir, dans les délais prévus, la réalisation des mesures d'accompagnement dont elle est en charge.

Les mesures réalisables indépendamment de la mise en service de l'évitement H18 seront réalisées avant l'ouverture de celui-ci. L'ensemble des mesures doit dans tous les cas être réalisé dans un délai de trois ans à compter de la mise en service de l'ouvrage.

Relevés de trafic

La vérification de l'efficacité de l'évitement H18 et de ses mesures d'accompagnement vis-à-vis des objectifs de délestage de la circulation dans le centre-ville nécessiteront différents relevés de trafic.

Les mesures de référence seront effectuées au début des travaux de la nouvelle l'infrastructure routière, dans les six mois précédant le début des perturbations liées à ces

derniers et durant des périodes représentatives (hors vacances scolaires et sans incidences des travaux notamment). Un recalibrage des hypothèses sera effectué.

Les mesures de contrôle seront menées sur les mêmes tronçons que ceux considérés pour les mesures de référence :

- dans les six mois qui suivent la mise en service de la nouvelle infrastructure routière, afin de vérifier les premiers effets du contournement et des mesures associées ;
- dans les six mois qui suivent la réalisation de l'ensemble des mesures d'accompagnement du projet, afin de vérifier l'effet de ces dernières.

Adaptation et finalisation des mesures d'accompagnement

En cas de non-respect des objectifs fixés, les mesures n'atteignant pas leur but seront clairement identifiées et corrigées dans un délai d'un an, soit au maximum quatre ans après la mise en service de l'évitement H18. Une fois ces mesures correctives réalisées, les mesures d'accompagnement seront considérées comme validées par rapport aux exigences du PDPM H18.

4.3.4. Etat actuel

La sollicitation de la H18 en traversée de La Chaux-de-Fonds est importante aujourd'hui, avec environ 12'000 véh/j/sens sur l'avenue Léopold-Robert, jusqu'à 14'000 véh/j dans la ville ancienne (rue du Grenier), près de 12'000 véh/j sur la rue Fritz-Courvoisier et jusqu'à 7'000 véh/j sur la rue du Collège. En raison des charges de trafic élevées sur le réseau routier, différents problèmes liés au trafic automobile sont constatés de manière récurrente en ville de La Chaux-de-Fonds :

- des phénomènes de saturation du réseau routier durant les périodes de pointe, avec d'importantes files d'attente et des difficultés d'insertion des flux de trafic secondaires;
- l'utilisation abusive du réseau de quartier par du trafic en transit;
- une qualité de vie dégradée par les nuisances environnementales dues au trafic automobile;
- des conditions de sécurité pénalisées pour les déplacements à pied et à vélo.

4.3.5. Etat de référence

Sans réalisation d'évitements ni modification du réseau routier actuel, les charges de trafic en ville de La Chaux-de-Fonds subiront les hausses suivantes par rapport à l'état actuel :

- de +15 à 20% à l'horizon 2025 ;
- près de +35% à l'horizon 2035.

Avec ces charges de trafic plus importantes, les dysfonctionnements observés aujourd'hui s'aggraveront. Le réseau routier structurant de La Chaux-de-Fonds sera saturé aux heures de pointe à l'horizon 2035.

4.3.6. Etat futur

Etat futur 2025 avec projet

Par rapport à l'état de référence 2025, la mise en service de l'évitement H18 et la réalisation des mesures d'accompagnement du PDPM H18 diminuent les charges de trafic dans le centre-ville de La Chaux-de-Fonds de -45% sur le bas de la rue de l'Hôtel-de-Ville et de près de -70% autour de la place de l'Hôtel-de-Ville. Le report du trafic de transit et d'échange lié

aux mesures d'accompagnement se fera principalement sur l'évitement H18, sur l'axe "Charrière – Numa-Droz" ainsi que sur les rues du Marais et de la Pâquerette. L'attractivité estimée de l'évitement H18 est de 12'300 véh/j en 2025 avec l'effet des mesures d'accompagnement.

**Etat futur 2035
avec projet**

Avec l'évitement H20 et le renforcement des mesures du PDPM H18, les diminutions des charges de trafic par rapport à l'état de référence 2035 sont de -50 à -60% sur le bas de la rue de l'Hôtel-de-Ville et d'environ -80% autour de la place de l'Hôtel-de-Ville. Les reports de trafic liés aux mesures d'accompagnement englobent ainsi également des flux internes à la ville. La sollicitation de l'évitement H18 est estimée à 18'500 véh/j en 2035, avec la mise en service de la nouvelle H20.

4.3.7. Mesures intégrées au projet – mobilité douce

Le projet intègre pleinement l'amélioration des cheminements de mobilité douce (piétons et cycles).

Sur la majeure partie du projet (à l'exception du tronçon d'évitement sis entre les futurs giratoires des Petites Crosettes et des Prés-de-la-Ronde, comprenant la section en tunnel, et où les piétons et cycles ne sont pas autorisés à circuler), il est prévu de réaliser des trottoirs, des zones de circulation avec mutualisation de l'aire de circulation entre les piétons et cyclistes, ou encore des aménagements cyclables sur chaussée.

Les aménagements de mobilité douce prévus permettent d'offrir des solutions de cheminement sécurisantes, fonctionnelles et proportionnées pour les piétons et les cyclistes le long des voies directement impactées par le projet H18. Ils créent également des conditions favorables à l'instauration et la promotion de la mobilité douce au centre-ville. La route à fonction d'évitement est par ailleurs clairement isolée du réseau des liaisons de mobilité douce, de sorte que le risque d'intrusion de piétons ou de cyclistes dans le futur tunnel des Arêtes est limité.




Les principes d'aménagements en faveur de la mobilité douce, sont détaillés ci-après, du sud au nord. On se référera également aux plans annexés au présent rapport (annexe TRA-2 et annexe TRA-3) présentant la vue synthétique du guidage des piétons et cycles dans l'état futur, ainsi qu'aux plans de situation à échelle 1:500 pour la visualisation plus détaillée des différents aménagements.

Avant-propos relatif aux aires de circulation mutualisées entre piétons et cyclistes :

Le long de plusieurs axes, le principe de requalification des voies existantes concernées par le projet H18 prévoit des aires de circulation partagées entre piétons et cyclistes. Ce choix est motivé par le volume de trafic piétonnier relativement faible le long de ces axes, et par les limitations induites par l'urbanisation existante.

De manière générale, le choix de la réglementation pour les aires de circulation mutualisées entre piétons et cyclistes doit tenir compte de nombreux critères ayant trait à la sécurité et au confort d'utilisation. Le type de réglementation influe également sur les largeurs minimales requises.

Le tableau ci-après illustre les différents types de réglementation envisageables, et les contraintes qui s'y rapportent.

| Réglementation considérée | Signalisation correspondante | Contraintes d'utilisation selon la législation en vigueur | Largeur minimale recommandée selon les bonnes pratiques |
|--|---|---|--|
| Piste cyclable et chemin pour piétons <u>avec</u> partage de l'aire de circulation | OSR 2.63  | Utilisation <u>obligatoire</u> par les cycles, cyclomoteurs, VAE25* et VAE45** | Min. 3.00 m sur courts tronçons, resp. 4.00 m sur longs tronçons |
| Piste cyclable et chemin pour piétons <u>sans</u> partage de l'aire de circulation | OSR 2.63.1  | | |
| Chemin pour piétons avec cycles autorisés | OSR 2.61 + indicateur complémentaire  | Utilisation <u>possible</u> par les cycles et VAE25. <i>Utilisation tolérée par les cyclomoteurs et VAE45, mais uniquement avec moteur éteint.</i> Le piéton demeure prioritaire sur l'aménagement. | Min. 2.50 m pour de nouveaux aménagements |

* VAE25 = vélos à assistance électrique – limitation 25 km/h

** VAE45 = vélos à assistance électrique – limitation 45 km/h

La réglementation du type "chemin pour piétons avec cycles autorisés" constitue de manière générale le choix optimal dans le présent contexte, pour les motifs suivants :

- la priorité reste accordée au piéton, incitant les cyclistes à circuler avec prudence.
- la largeur minimale de l'aménagement peut être contenue, notamment là où les possibilités d'emprise sont limitées ;
- les cyclomoteurs et VAE45 restent sur la chaussée, évitant ainsi des situations conflictuelles avec des usagers, notamment les plus vulnérables (enfants, personnes âgées, personnes à mobilité réduite) ;
- les cyclistes plus expérimentés, ayant une pratique utilitaire du vélo (p. ex. pour les déplacements pendulaires), sont autorisés à circuler sur la chaussée.

Les seules exceptions à ce principe concernent les deux cas spécifiques suivants :

- le guidage des cycles le long de la future trémie de sortie du tunnel routier sur la rue Fritz-Courvoisier, où pour des questions de sécurité, le trafic cycliste doit être diverti du point de rabattement routier ;

- le guidage des cycles dans le nœud routier des Prés-de-la-Ronde, y compris la liaison Collège – Fritz-Courvoisier réaffectée à la seule mobilité douce.

Sur ces voies de liaison, disjointes des chaussées ouvertes à la circulation générale, le régime de type "piste cyclable et chemin pour piétons" sera opportunément appliqué.

Secteur sud (voir pièces n° 8, 10 et 11) :

- *Rue de l'Hôtel-de-Ville, du Bas-du-Reymond au giratoire des Petites Crosettes (itinéraire national du réseau cyclable)*

Le projet H18 prévoit le raccordement aux aménagements existants au niveau du giratoire du Bas-du-Reymond.

Du côté ouest, deux voies de mobilités douces permettront de raccorder directement les deux passages pour piétons existants, respectivement sur les branches "Liberté" et "Hôtel-de-Ville" du carrefour giratoire, à la traversée inférieure sous les voies CFF / transN (PI Malakoff). De là, les deux pistes convergent en un seul trottoir d'une largeur de 4.50 m en règle générale, mais de 3.00 m au minimum. Le trafic cycliste est autorisé de manière bidirectionnelle sur le trottoir ouest.

Du côté est, les cyclistes, déjà autorisés actuellement à circuler sur le trottoir élargi depuis la route d'accès au manège équestre jusqu'au passage pour piétons du giratoire du Bas-du-Reymond, branche "Hôtel-de-Ville", sont guidés du côté ouest par une aide à la traversée ménagée le long dudit passage.

Ensuite, le long de la rue de l'Hôtel-de-Ville, un trottoir simple est prévu. Celui-ci, présente une largeur libre de 2.00 m (min. 1.50 m admis le long d'accès riverains continus). Ce trottoir n'est pas autorisé au trafic cycliste, à l'exception d'un court tronçon d'une vingtaine de mètres compris entre Le Cerisier et le passage pour piétons situé à hauteur des deux restaurants, où la largeur sera de ce fait portée à 2.50 m.

Quatre passages pour piétons jalonnent la rue de l'Hôtel-de-Ville entre les deux giratoires :

- le passage (existant) au droit du giratoire du Bas-du-Reymond, avec un îlot d'aide à la traversée pour les piétons et les cyclistes moyennant une adaptation de l'aménagement en place ;
- un nouveau passage situé entre le PI Malakoff et Le Cerisier ;
- un passage situé à hauteur des deux restaurants, à proximité immédiate du futur emplacement des arrêts de bus "Malakoff", avec fonction d'aide à la traversée pour les cyclistes. Ce passage remplace deux traversées existantes très proches, dont le maintien n'est plus justifiable dans l'état futur ;
- un nouveau passage créé au droit du giratoire des Petites Crosettes, avec un îlot d'aide à la traversée pour les piétons et les cyclistes.

On notera que le projet n'intéresse que marginalement l'amélioration des traversées est-ouest du giratoire du Bas-du-Reymond pour la mobilité douce. C'est en effet la concrétisation de l'état "intermédiaire" présenté au chapitre 4.1 (c'est-à-dire après la

construction du liaison H18, mais avant la construction de la nouvelle H20), qui permettra d'amener des améliorations substantielles en la matière.

A cet effet, il est utile de préciser que l'aménagement prévu dans le cadre du projet H18 est conçu en compatibilité avec la réalisation de cet état "intermédiaire" et de l'état ultérieur avec nouvelle H20.

- *Raccordement sur la rue de l'Hôtel-de-Ville, en direction du centre-ville (itinéraire national du réseau cyclable)*

Les cyclistes circulant en direction du centre-ville sont ramenés sur la chaussée après avoir contourné le carrefour giratoire et en site propre par l'ouest. L'insertion sur la rue de l'Hôtel-de-Ville dans le sens descendant s'effectue en deux temps, de manière sécurisée grâce aux îlots séparant les deux voies de circulation du trafic motorisé.

Les cyclistes venant du centre-ville sont dirigés sur la voie en site propre par une transition effectuée entre la bande cyclable existante à la montée et les nouveaux aménagements de mobilité douce prévus sur la partie requalifiée de la rue de l'Hôtel-de-Ville.

- *Raccordement sur le chemin d'accès au vallon des Petites Crosettes (itinéraire national du réseau cyclable)*

Les cyclistes empruntant l'itinéraire national de/vers le vallon des Petites Crosettes bénéficient de l'aide à la traversée juxtaposée au passage pour piétons sur la branche Hôtel-de-Ville sud du nouveau giratoire. Une voie en site propre bidirectionnelle permet d'assurer une liaison sécurisante entre la branche des Petites Crosettes et cette aide à la traversée, évitant au cycliste une insertion dans l'anneau du giratoire. La circulation sur les Petites Crosettes s'effectue comme à présent de manière banalisée, sur la chaussée, du fait des faibles charges de trafic sur cet axe.

Secteur nord (voir pièces n° 9, et 12 à 14) :

- *Rue Fritz-Courvoisier*

La bande cyclable existante dans le sens "sortie de ville" (ouest > est) est pérennisée. Le long de la future trémie de sortie du tunnel, la mobilité douce est séparée de la circulation générale par le biais d'une nouvelle piste mixte pour les piétons et les cyclistes, dûment signalée, de largeur 3.50 m. Cette piste permettra également d'assurer l'entretien de la lisière de forêt qu'elle longe pour l'essentiel.

- *Liaison nord-sud entre la rue Fritz-Courvoisier et la route de Biaufond*

La branche sud de la rue de la Pâquerette, comprise entre les rues Fritz-Courvoisier et du Collège, est déclassée et réaffectée aux seuls modes doux, sous forme de piste mixte pour les piétons et les cyclistes. L'aménagement intègre le maintien d'un accès véhicule riverain depuis la rue Fritz-Courvoisier, au bénéfice du bien-fonds n° 12009.

Les cyclistes circulant dans le sens sud > nord peuvent ensuite s'insérer sur la rue de la Pâquerette par le biais d'une aide à la traversée, et bénéficient après le

franchissement de la rue du Collège d'un trottoir autorisé aux cyclistes de largeur minimale 3.00 m du côté de la chaussée, favorisant un surcroît de confort à la montée, avant d'être réintroduits sur une bande cyclable (i.e. sur chaussée) à l'approche du carrefour régulé par des feux Pâquerette / Charrière. La bande cyclable se poursuit jusqu'à la route de Biaufond, où un trottoir autorisé aux cycles existe déjà actuellement.

Les cyclistes circulant dans le sens nord > sud ne disposent pas d'aménagements particuliers compte tenu de la déclivité favorable, de sorte que la circulation s'effectue dans le trafic général. Ainsi, seul un trottoir simple de largeur 2.00 m est prévu du côté ouest de la rue de la Pâquerette. Le stationnement est dissocié du trottoir, de sorte que le cheminement est parfaitement lisible.

Au niveau du carrefour Pâquerette / Charrière, une ligne d'arrêt avancée pour les cycles est prévue sur la branche Pâquerette-sud et des sas cyclables sont prévus sur les branches Charrière-est et ouest ainsi que Pâquerette-nord. Les cyclistes effectuent le mouvement Pâquerette-sud > Charrière-ouest en deux temps, avec une attente sur la branche Charrière-est (tourner-à-gauche indirect).

- *Rue du Collège, à l'ouest du giratoire des Prés-de-la-Ronde*

Les cyclistes sont guidés sur les trottoirs nord (direction centre-ville) et sud (direction Jura). La largeur de ces trottoirs autorisés aux cyclistes est d'au moins 2.50 m, et même généralement supérieure. Cette disposition va de pair avec l'uniformisation à 6.50 m du gabarit de la chaussée et son passage en circulation bidirectionnelle, et confère un caractère plus urbain à ce tronçon.

Les passages pour piétons existants aux extrémités (au droit des intersections avec les rues du Marais et de la Pâquerette) sont maintenus et sécurisés par des îlots intermédiaires pour celui de la Pâquerette.

Un passage intermédiaire est également créé env. 60 m à l'est de l'arrêt de bus "Collège", au droit de l'intersection avec la rue de l'Étang.

- *Rue du Collège, à l'est du giratoire des Prés-de-la-Ronde*

Les cyclistes sont guidés sur des bandes cyclables, aménagées dans l'emprise actuelle de la chaussée, qu'il n'est pas prévu de modifier. Cette disposition est compatible avec la circulation à sens unique ; elle contribue également à la réduction optique de l'impression de largeur du point de vue du trafic entrant en localité, et contribue donc à une modération naturelle de la vitesse (en plus de la porte d'entrée décrite au § 4.1). La bande cyclable en contresens nouvellement créée complète donc l'offre en aménagements cyclable dans ce secteur ; cette liaison se poursuit sur la rue de l'Alambic, d'où il est ensuite possible de rejoindre la bande cyclable existante en sortie de ville (direction Jura).

Comme le projet H18 n'affecte pas le fonctionnement de l'intersection Fritz-Courvoisier / Alambic, et du fait que des projets tiers sont par ailleurs susceptibles d'en modifier à terme la configuration, il n'est prévu aucun aménagement particulier en faveur des cyclistes pour le franchissement de ce carrefour dans le cadre du présent projet.

- *Traversée du nœud routier des Prés-de-la-Ronde (carrefour giratoire et carrefours à niveau)*

Les traversées piétonnes prévues dans le voisinage du nœud des Prés-de-la-Ronde sont systématiquement doublées d'îlots d'aide à la traversée, en vue de faciliter les liaisons piétonnes et cyclables entre les aménagements prévus le long des axes afférents.

4.4. Utilisation rationnelle de l'énergie

En phase d'exploitation, les besoins en énergie seront nécessités par l'éclairage du tunnel ainsi que par la signalisation lumineuse. La ventilation du tunnel ne sera actionnée qu'en cas d'incendie ou dans des situations particulières. L'évacuation des eaux de chaussées se fera de manière gravitaire, sans pompage.

4.5. Description de la phase de réalisation

Planification globale des délais

Les jalons principaux sont les suivants :

- | | |
|--|---|
| • Mise à l'enquête | 7 juin au 8 juillet 2019 |
| • Traitement des oppositions (décision finale de l'autorité compétente) | mi 2019 au 1 ^{er} trimestre 2020 |
| • Octroi du crédit de réalisation | 4 ^e trimestre 2020 |
| • Réalisation anticipée du PI de Malakoff (hors procédure) en parallèle aux travaux prévus par les CFF sur la ligne 223 Neuchâtel-La Chaux-de-Fonds | 2021 |
| • Travaux principaux | 2021-2025 |
| • Mise en service | fin 2025 |
| • Réalisation des mesures d'accompagnement, remise en état | fin 2026 |

Installations de chantier et accès aux chantiers / zones de dépôt des matériaux (voir annexe PRO-1)

Le principe des installations de chantier, des accès, et des zones de dépôt des matériaux est donné en annexe.

Les installations principales sont situées aux Petites Crosettes, sur les emprises du tracé, du bassin de rétention et des aménagements paysagers et antibruit. Cette zone accueillera les installations fixes des entreprises (containers, base-vie éventuelle, ateliers, magasin, dépôts et inventaires) ; les installations pour le tri et le traitement des matériaux d'excavation en vue leur réutilisation ; les installations pour le traitement des eaux de chantier (décantation, pH, etc.) ; les dépôts de matériaux selon leur origine et leur affectation (terre végétale, matériaux de remblais, matériaux recyclés en grave routière, etc.).

L'accès se fera depuis la rue de l'Hôtel-de-Ville ; le giratoire des Petites Crosettes pourrait être aménagé en provisoire pour faciliter l'accès de chantier en garantissant les dessertes

agricoles. Des emprises supplémentaires sont prévues pour le remplacement / élargissement du PI des Petites Crosettes.

Une zone d'installation complémentaire est prévue au portail nord du tunnel des Arêtes pour la réalisation du portail et de la partie souterraine sous la rue Fritz-Courvoisier en tranchée couverte. Cette zone correspond au futur giratoire du Prés de la Ronde. L'accès se fait soit depuis le rue Fritz-Courvoisier en provenance du Centre-Ville, soit par la rue du Collège en provenance du Jura ou en direction du Centre-Ville.

Déroulement des travaux

Déroulement des travaux

Les travaux principaux correspondent à l'exécution du tunnel des Arêtes, de ses routes et trémies d'accès. Ils sont décrits ci-après.

Les travaux sur les voiries existantes requalifiées par la H18 sont des travaux de génie civil "standard" : route, bordures, canalisations, etc.

Fouille et enceinte de fouille au portail sud du tunnel

Une fouille de 25'000 m³ à ciel ouvert dans des formations marneuses du secondaire (marnes de l'Argovien) doit être terrassée pour accéder au front d'attaque sud. Sur le versant ouest, un mur de soutènement permet de limiter les emprises définitives alors que sur le versant est un talutage 2:3 façonne la tranchée d'accès.

Depuis le front d'attaque sud jusqu'au portail sud, sur la longueur du tronçon en tranchée couverte, des parois berlinoises latérales et frontales sont prévues. Les parois seront soit étayées réciproquement ou ancrées à l'aide de tirants d'ancrage actifs et passifs provisoires. Depuis le portail sud en direction du sud, sur la longueur des murs de soutènement latéraux, la fouille comprendra des talus à 45° munis de tirants d'ancrages provisoires passifs et protégés par une couche de béton projeté armé.

Les pieux seront réalisés à l'aide d'un ou deux engins sur chenilles d'environ 80-100 t. Les travaux de soutènement en béton projeté nécessiteront deux pompes à béton projeté. Les travaux d'ancrages actifs et passifs seront réalisés à l'aide de deux foreuses de moins de 25 t et d'une installation d'injection de coulis.

Les travaux de terrassement seront effectués à l'aide d'une machine à attaque ponctuelle munie d'une pelle et d'une griffe. Ponctuellement, il sera nécessaire d'engager un marteau hydraulique pour excaver et casser les horizons calcaires de faible épaisseur rencontrés.

Ouvrage d'entrée, tranchée couverte et local technique enterré au portail sud

Les travaux de réalisation des structures en béton armé au portail sud seront réalisés de manière conventionnelle à ciel ouvert. Ils nécessiteront l'engagement de moyens usuels, notamment des engins de levage mobiles et fixes, des outils de coffrage ainsi que des pompes à béton et des outils de pervibration.

Les travaux de remblayage des structures enterrés ainsi que de réaménagement du terrain seront également effectués de manière conventionnelle à l'aide de pelles rétro et de chargeuses ainsi que d'engins de compactage.

Travaux souterrains - Excavation et soutènement calotte / stross du tunnel à proprement parler

Une excavation du tunnel de type calotte / stross est projetée sur tout le tronçon. Le volume théorique total d'excavation est d'environ 135'000 m³.

Le tronçon du tunnel excavé en souterrain traverse exclusivement des formations rocheuses du secondaire.

Au portail sud, au droit du front sud, il est prévu d'attaquer l'excavation souterraine avec des mesures de pré soutènement à l'aide de 7 volées de voûtes parapluie. Ces mesures permettront de minimiser l'impact des tassements en surface sur les constructions voisines.

Dans les formations calcaires du Séquanien, du Kimméridgien et du Portlandien qui représentent 2/3 tiers des quantités totales, la dureté des roches en présence (jusqu'à 200 MPa) est trop importante pour effectuer les travaux d'excavation à la haveuse. L'excavation de ces roches est donc prévue à l'explosif avec ménagement en admettant des longueurs de volées de 2 à 3 m et en ayant recours à des détonateurs électroniques. Ces mesures ainsi que la méthode d'excavation calotte / stross permettront de limiter les quantités d'explosif nécessaires ainsi que les vibrations induites aux bâtiments dans le périmètre. Avant le début des travaux, une campagne destinée à récolter les preuves à futur sur le domaine bâti devra être organisée. Pendant les travaux, des appareils de mesures (sismographes) seront installés en surface pour mesurer l'intensité et la fréquence des vibrations générées lors des tirs. Le cas échéant, la longueur des volées ainsi que la charge et le plan de tir seront adaptés pour satisfaire les exigences légales et normatives (VSS 40 312). Dans tous les cas, compte tenu du milieu urbain dans lequel les travaux sont projetés, les horaires des tirs seront annoncés aux riverains et seront définis hors des périodes de nuit, des repas et du week-end.

Dans les formations marneuses de dureté sensiblement moins grande que celle des calcaires et qui représentent environ 1/3 des quantités totales, il est prévu d'engager une haveuse lourde de 90-100 t.

Selon la qualité du massif, la sécurité de la voûte et des piédroits du tunnel sera assurée par la mise en œuvre à l'avancement ou à l'arrière du front, d'une combinaison des différentes mesures de soutènement provisoires suivantes :

- Coque de béton projeté clouée ;
- Cintres métalliques lourds et béton projeté de remplissage ;
- Tirants passifs en métal à adhérence total type swellex ;
- Tirants d'ancrages passifs métalliques ou / et en fibre de verre scellés au mortier :
 - subhorizontaux pour blindage du front ;
 - radiaux pour soutènement provisoire de la voûte.

Travaux souterrains - Excavation du radier du tunnel en marnes

Dans les formations marneuses potentiellement gonflantes, un radier contre voûté sera également excavé à la haveuse.

Travaux souterrains - Excavation des fondations de voûte et de la GAT en calcaires

Dans les formations calcaires, la GAT sera excavée soit à l'explosif ou au marteau hydraulique.

Travaux souterrains - Travaux d'étanchéité, de bétonnage et d'aménagement intérieur de la section du tunnel

Dans les marnes, la réalisation du radier en béton armé se fera de manière conventionnelle à l'aide d'un outil de contre-coffrage de 12.5 m ou 25 m de longueur. Dans les calcaires, la réalisation des fondations de voûte en béton armé se fera de manière conventionnelle.

Sur toute la longueur du tunnel excavé en souterrain, la mise en œuvre de l'étanchéité, du drainage et des conduites se feront de manière conventionnelle.

Sur toute la longueur du tunnel excavé en souterrain, la voûte sera bétonnée par étapes de 20 à 25 m de longueur à l'aide de 2 outils de coffrage de 10-12.5 m de longueur.

Travaux souterrains - Excavation en contre-attaque du tronçon en section élargie depuis le nord

Le projet prévoit également d'excaver en contre-attaque un tronçon de 25 m en section élargie (2 voies + voie de sortie) à partir du front d'attaque nord. Il s'agira d'une excavation calotte / stross à l'explosif avec ménagement dans les calcaires.

Travaux à ciel ouvert au portail nord - Fouille

Une fouille d'environ 55'000 m³ doit être réalisée pour accéder au front d'attaque nord et construire les tranchées couvertes. Les formations rencontrées sont :

- des formations calcaires du secondaire peu fracturées pour 10% ;
- des formations calcaires du secondaire très tectonisées, voire broyées pour 10% ;
- des formations molassiques marneuses à sableuses du tertiaire pour 80%.

Des parois latérales et frontale de pieux sécants sont prévues. Elles sont constituées de pieux forés tubés primaires en béton armé et de pieux forés tubés non armés secondaires. La paroi frontale sera revêtue d'une couche de béton projeté armé muni d'ancrages actifs et passifs. Les parois latérales seront étayées réciproquement ou ancrées à l'aide de tirants d'ancrage provisoires.

Les pieux seront réalisés à l'aide de deux engins sur chenille d'environ 80-100 t.

Les travaux de terrassement seront effectués :

- Au marteau hydraulique ou/et à l'explosif avec ménagement dans les calcaires peu fracturés ;
- A la machine à attaque ponctuelle munie d'une pelle et d'une griffe et très ponctuellement au marteau hydraulique (pour casser les plus grands blocs ou les lentilles les plus cimentées et les plus dures) dans les calcaires très tectonisés, voir broyés et dans les molasses.

Les travaux d'ancrages seront réalisés à l'aide de deux foreuses de moins de 25 t et d'une installation d'injection de coulis.

Travaux à ciel ouvert au portail nord - Ouvrage d'entrée, tranchées couvertes, trémie et local technique enterré

Les travaux de réalisation des structures en béton armé au portail sud seront réalisés de manière conventionnelle à ciel ouvert. Ils nécessiteront l'engagement de moyens usuels,

notamment des engins de levage mobiles et fixes, des outils de coffrage ainsi que des pompes à béton et des outils de pervibration.

Les travaux de remblayage des structures enterrées ainsi que de réaménagement du terrain seront également effectués de manière conventionnelle à l'aide de pelles rétro et de chargeuses ainsi que d'engins de compactage.

Travaux d'aménagement intérieur et travaux routiers

La méthode de réalisation de la GAT n'est pas encore arrêtée. Il s'agira soit de poser des éléments préfabriqués de 2 à 3 m de longueur ou de bétonner la GAT sur place par étapes de 25 m environs.

Les travaux d'aménagement des banquettes et des conduites puis les travaux de mise en œuvre du coffre routier et de pose de l'enrobé bitumineux se feront sur toute la longueur de l'ouvrage à l'aide de moyens conventionnels.

Installations et accès de chantier

Les installations principales de chantier sont prévues à proximité du portail sud.

Pour la réalisation des travaux à ciel ouvert nord ainsi que les travaux de réalisation en contre-attaque du tunnel en section élargie, des installations de chantier secondaires sont également prévues à proximité du portail nord sur :

- une zone au sud la rue Fritz-Courvoisier ;
- une zone située sur le futur tracé de la H18 entre le portail nord et le giratoire.

Les travaux suivants seront réalisés en accédant au chantier par le sud :

- Travaux à ciel ouvert au portail sud (fouille, tranchées couvertes, local technique, ouvrages d'entrée et murs de soutènement, remblayages de l'ouvrage) ;
- Travaux d'excavation et de soutènement du tunnel à deux voies ;

Les travaux suivants seront réalisés en accédant au chantier par le nord :

- Travaux à ciel ouvert au portail nord (fouille, tranchées couvertes à 3 voies, à deux voies et à une voie, ouvrages d'entrée et murs de soutènement, trémie, remblayages de l'ouvrage) ;
- Travaux d'excavation et de soutènement du tronçon de tunnel à trois voies ;

Les travaux suivants seront réalisés à la suite dès que le tube sera percé en accédant au chantier par le sud et par le nord :

- Excavation et soutènement du radier ;
- Travaux d'aménagement intérieur du tunnel (GAT yc remblai latéral, étanchéité, drainages, conduites, fondations de voûte, revêtement en béton de la voûte, banquettes) ;

Déroulement sommaire des travaux

Au stade actuel des études, il est prévu de réaliser les travaux selon l'horaire suivant :

- 1 poste de travail par jour pour les travaux à ciel ouvert ;
- 2 postes de travail par jour pour les travaux en souterrains ;
- 5 jours de travail par semaine.

La durée totale des travaux est estimée à 4.5 années, soit 4.25 années de travaux de génie civil et 0.25 année de travaux d'équipements électromécaniques.

Les travaux seront réalisés selon l'enchaînement suivant :

- | | |
|---|----------------|
| • Installations de chantier principales et secondaires | 2 à 3 mois |
| • Réalisation de la fouille sud | 6 mois |
| • Attaque principale depuis le sud en direction du nord Excavation descendante calotte / stross et soutènement du tunnel | 16 mois |
| • Réalisation des niches SOS et des niches d'accès aux issues de recours | En temps caché |

A la suite :

- | | |
|--|---------|
| • Excavation du radier / de la GAT | |
| • Réalisation du radier en marnes et de la GAT | |
| • Étanchéité – drainage – conduites | |
| • Réalisation des fondations | |
| • Réalisation du revêtement de la voûte | |
| • Aménagements intérieurs du tunnel | 11 mois |
| • Equipements électromécaniques | 4 mois |

En parallèle :

- | | |
|--|---------|
| • Réalisation de la tranchée couverte, du local technique, des murs de soutènement et de l'ouvrage d'entrée au portail sud | 9 mois |
| • Réalisation de la fouille nord | 11 mois |
| • Contre-attaque depuis le nord en direction du sud du tronçon de 25m en section élargie. Excavation calotte / stross et soutènement | 2 mois |
| • Réalisation des tranchée couvertes, du local technique, de la trémie Jura, des murs de soutènement, et de l'ouvrage d'entrée au portail nord | 18 mois |
| • Travaux de finition et de revêtement routier | 3 mois |

Remarque :

La durée des travaux et le déroulement décrit ci-dessus ne tiennent pas compte des travaux préparatoires de déviation des conduites et de démolition de bâtiments.

Mouvements des camions de chantier estimés

L'approvisionnement du chantier ainsi que le marinage des matériaux d'excavation et de terrassement se fera exclusivement par camions et dumpers en majorité par le portail sud mais également par le portail nord pour les travaux à ciel ouvert et la contre-attaque de ce côté.

Le nombre de camions nécessaires à la réalisation des travaux a été estimé en admettant :

- Des camion-bennes de 10 m³ pour le marinage
- Des camion-tulipes de 5 m³ pour le bétonnage

Le flux des matériaux pour les prestations GC aux portails nord et sud fait l'objet du tableau de l'annexe DEC-1. Il tient compte du déroulement et de l'enchaînement des travaux ainsi que de leur durée respective.

Remarques :

La majeure partie des matériaux de marinage évacués par le portail sud seront stockés définitivement sur la parcelle située à proximité et réaménagée. Ils n'emprunteront donc pas le réseau des routes communales, cantonales et nationales (cf. concept de gestion des matériaux).

5. PROTECTION DE L'AIR

5.1. Introduction et bases réglementaires

Introduction Le présent chapitre évalue la situation actuelle de la qualité de l'air à La Chaux-de-Fonds et les impacts du projet dans le domaine de la protection de l'air, en mettant l'accent sur l'environnement direct des portails du tunnel.

Bases légales Les exigences légales sont décrites au niveau fédéral dans la *Loi sur la protection de l'environnement (LPE)* [6] et détaillées dans l'*Ordonnance sur la protection de l'air (OPair)* [7], qui fixe en son Annexe 7 les limites d'immission. Les valeurs pour les polluants plus particulièrement concernés par le trafic routier sont :

Pour le dioxyde d'azote NO₂ :

- Moyenne annuelle : 30 µg/m³ à ne pas dépasser ;
- Moyenne journalière : 80 µg/m³ à ne pas dépasser plus d'une fois par an.

Pour les poussières fines PM10 :

- Moyenne annuelle : 20 µg/m³ à ne pas dépasser ;
- Moyenne journalière : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de trois fois par an.

Pour les poussières très fines PM2.5 :

- Moyenne annuelle : 10 µg/m³ à ne pas dépasser.

Les articles 19, 31 et 34 de l'OPair précisent que s'il est établi ou à prévoir que des véhicules ou des infrastructures destinées aux transports provoquent des immissions excessives, l'autorité devra élaborer un plan des mesures.

Pour la période de chantier, l'on se basera sur la *Directive Air Chantiers, Protection de l'air sur les chantiers* [8] qui fait référence à la réglementation sur les chantiers, et sur la *Recommandation, Lutte contre la pollution de l'air dans le trafic routier de chantier* [9].

5.2. Méthodologie

Périmètres de l'étude La mise en œuvre de la future infrastructure ayant un impact sur le trafic routier en centre-ville, l'état de la qualité de l'air et les bilans d'émissions sont en premier lieu évalués à l'échelle de la ville de La Chaux-de-Fonds. Les bilans d'émissions sont également déterminés dans le périmètre spécifique à la nouvelle installation, tel que décrit au chapitre 6 Bruit. Finalement une analyse fine de la dispersion des polluants est axée sur les portails et leur voisinage immédiat.

**Détermination
des émissions**

Les émissions annuelles d'oxydes d'azote NO_x et de poussières fines PM10 sur le périmètre de La Chaux-de-Fonds sont déterminées au sein du cadastre des émissions du canton de Neuchâtel, CadNE [10], pour l'ensemble des sources répertoriées dans la région. CadNE est un logiciel du SENE qui en assure les données et la méthodologie de calcul.

Les émissions du trafic routier se basent sur les plans de charges de trafic présentés en annexe TRA-1 (figures 1, 5 et 7), et des coefficients MICET [11] et des coefficients à l'abrasion pour les PM10 [12]. Ces charges s'insèrent dans des plans de charges plus larges et plus détaillés, couvrant la grande majorité des routes de La Chaux-de-Fonds.

En plus des émissions spécifiques au trafic routier sur réseau, l'on relèvera les domaines sources suivants :

Le **trafic routier diffus** couvre les surémissions de polluants au pot d'échappement lorsque le véhicule démarre par moteur froid, les émissions en parking et le trafic routier qui n'est pas pris en compte par les plans de charge. Ces émissions sont géoréférencées en fonction de la localisation des habitants et des emplois. Elles ont fait l'objet d'une mise à jour en 2018, afin d'en assurer la cohérence avec les plans de charge du trafic routier.

Les **données industrielles** ont été mises à jour en 2018.

Les émissions dues au **chauffage** des locaux d'habitation et de service sont déterminées à partir de bilans de consommation énergétique et de coefficients d'émission de polluant par énergie consommée. La démarche a été mise à jour en 2018, tant pour les bilans cantonaux d'énergie, que pour les coefficients [13]. En 2018 ont également été revues les données spécifiques aux **chauffages à distance**, qui comprennent une source de type industriel et un réseau de bâtiments raccordés.

Les émissions du trafic routier diffus et du chauffage des locaux sont dépendantes des données socio-économiques et géoréférencées en fonction de la localisation des habitants et des emplois. L'état actuel se base sur les statistiques fédérales de la population [14] et des entreprises [15]. Pour l'horizon 2025, la statistique des habitants se base sur le scénario I [16] des perspectives de population. En l'absence de données prévisionnelles pour les emplois et au vu des tendances contradictoires de la dernière décennie, la statistique emploi est conservée équivalente à celle de 2015.

Les bilans d'émissions sur le périmètre de La Chaux-de-Fonds et sur le périmètre spécifique à la nouvelle installation sont disponibles dans l'annexe AIR-1.

**Modélisation des
immissions**

Les immissions sont abordées en premier lieu à l'échelle de la vallée, plus à l'échelle plus spécifique du voisinage des portails.

La modélisation des immissions à l'échelle régionale est réalisée avec le modèle eulérien non stationnaire PolyNE [17]. Ce modèle prend en compte la météorologie locale et la topographique générale d'une région et son influence sur le mouvement des masses d'air ; il est ainsi particulièrement adapté pour la détermination des immissions à l'échelle du Haut du canton, soit la vallée du Locle et de La Chaux-de-Fonds. PolyNE ne prend par contre pas en compte les effets locaux de turbulence ; il fournit ainsi une image moyenne de la pollution de l'air à l'échelle de l'hectare, et non à l'échelle de la rue.

L'approche plus fine au niveau des portails est effectuée via le modèle ImPorTun [18]. Il s'agit d'un modèle eulérien stationnaire développé par la SEDE SA avec le soutien du Service

Environnement et Energie du Canton de Neuchâtel (SENE) dans le cadre de la construction de la route nationale A5 à Neuchâtel.

Ces deux modèles intègrent les paramètres météorologiques mesurés localement et fournissent des immissions de NO₂ et de PM10 pour des épisodes spécifiques et en moyenne annuelle.

5.3. Etat actuel

Mesures d'immissions

L'état actuel est considéré à l'horizon 2017.

Une campagne de mesure de NO₂ par capteurs passifs réalisée par le SENE a cours depuis octobre 2016 et fournit des valeurs mensuelles de NO₂. Les moyennes annuelles de 2017 et de 2018 sont présentées au tableau 5-1 pour les 18 postes de La Chaux-de-Fonds. Pendant l'année 2017, la limite long terme pour NO₂, fixée au sein de l'OPair à 30 µg/m³ en moyenne annuelle, est dépassée en 3 postes et atteinte en 2 postes sur les 16 sites capteurs passifs. Elle est notamment dépassée à la rue de l'Hôtel-de-Ville à La Chaux-de-Fonds (35.2 µg/m³). Sur l'année 2018, ce sont 7 postes sur 18 qui enregistrent des valeurs supérieures à la limite, et l'on atteint la limite à un poste.

Cette campagne complète les résultats de la station fixe du SENE de La Chaux-de-Fonds au Parc de l'Ouest (S805). Elle est renforcée par des mesures réalisées en continu, également par le SENE, avec deux stations mobiles, en trois sites à proximité des futurs portails, soit les postes S313 (Rue du Collège) et S315 (Rue Fritz-Courvoisier) à proximité des futurs portails nord, S314 (les Petites Crosettes) à proximité du futur portail sud. Leur situation est présentée ci-après, ainsi que les moyennes annuelles de NO₂ et de PM10 qui en découlent.

Figure 5-1 :
Emplacement
des stations de
mesures de la
campagne H18

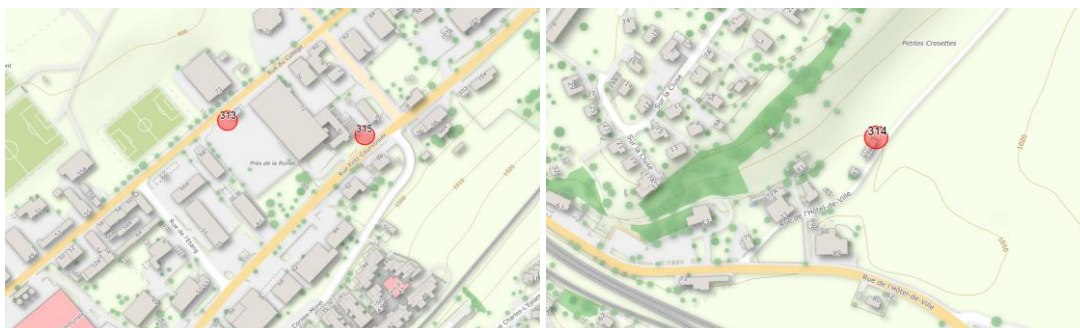


Tableau 5-1 :
Concentrations moyennes annuelles de NO₂ [µg/m³] mesurées en 2017 et 2018.

| Code | Nom | 2017-2018 | 2017 | 2018 |
|------|---|-----------|------|------|
| C008 | Passage des régionaux (Est Métropole) | 30 | 28 | 32 |
| C009 | Giratoire du Grenier (tennis) | 15 | 14 | 17 |
| C011 | Grand Temple (face place l'Hôtel de ville) | 28 | 28 | 29 |
| C012 | Rue des Kikajons (sud-est de l'Hôpital) | 15 | 14 | 16 |
| C014 | Usine électrique (dans le jardin à l'ouest) | 27 | 26 | 29 |
| C020 | Sud - Grand-Pont | 17 | 16 | 18 |
| C021 | Temple St-Jean | 17 | 15 | 18 |
| C022 | Bas du Reymond | 13 | 11 | 15 |
| C027 | Bois du petit Château (Nord) | 10 | 9 | 12 |
| C028 | Sortie Est (Rue des Pâquerettes) | 19 | 19 | 20 |
| C029 | Les Arêtes | 9 | 9 | 10 |
| C040 | Pod -130 | 33 | 31 | 35 |
| C042 | Est - VAC | 31 | 30 | 32 |
| C066 | Rue de l'Hôtel-de-Ville | 35 | 35 | 35 |
| C070 | Giratoire des Forges | 30 | 28 | 32 |
| C073 | Grande-Fontaine | 36 | 35 | 37 |
| C075 | Rue de l'Industrie | | | 37 |
| C076 | Rue Saint-Hubert | | | 30 |
| S805 | Station SENE, Parc de l'Ouest | 26 | 25 | 27 |
| S314 | Les Petites Crosettes | | | 8 |
| S313 | Rue du Collège | | | 18 |
| S315 | Rue Fritz-Courvoisier | | | 18 |

Figure 5-2 :
Campagne de mesures de NO₂, moyennes sur 2017-2018 [µg/m³].

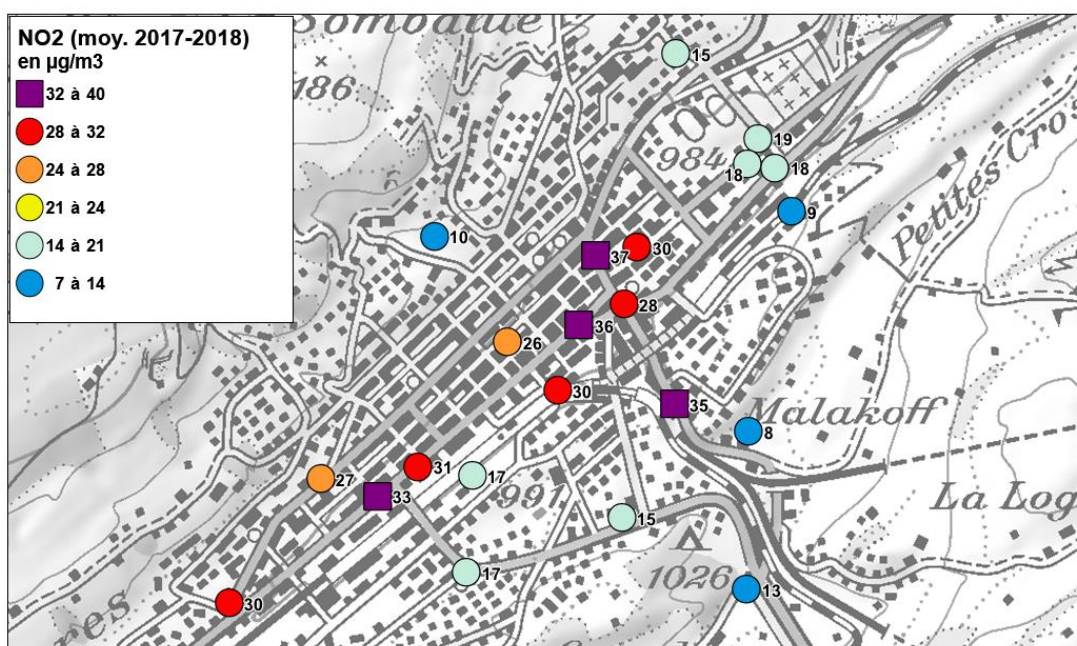
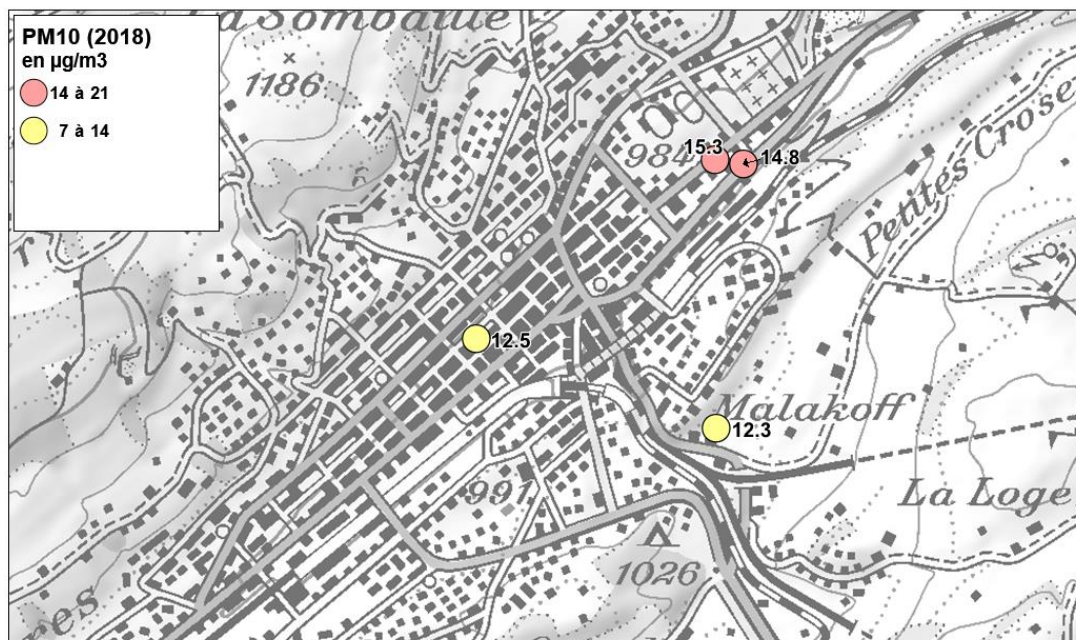


Tableau 5-2 :
Moyennes
annuelles de
PM10 et de PM2.5
[µg/m³] mesurées
en 2017 et 2018.

| Code | Site | 2017 | 2018 |
|------|-------------------------------|------|------|
| S805 | Station SENE, Parc de l'Ouest | 11.7 | 12.5 |
| S314 | Les Petites Crosettes | | 12.3 |
| S313 | Rue du Collège | | 15.3 |
| S315 | Rue Fritz-Courvoisier | | 14.8 |

Figure 5-3 :
Campagne de
mesures de
PM10, moyennes
annuelles 2018
[µg/m³].



La station fixe du parc de l'Ouest ainsi que le poste de mesures installé à proximité du portail nord sont également équipés d'appareils de mesures pour les poussières très fines. Ces mesures ne couvrent pas une année complète mais permettent d'en extraire un rapport entre les charges de PM2.5 et les charges de PM10 et d'en déduire une concentration moyenne de PM2.5 sur l'année 2018.

De ces mesures l'on constate que les limites OPair fixée au sein de l'OPair sont respectées tant pour les PM10 que pour les PM2.5.

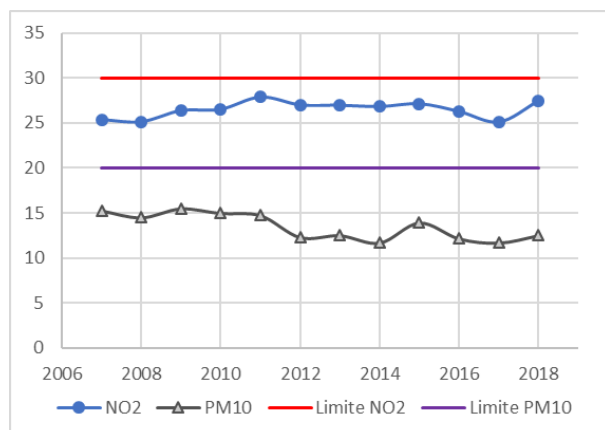
Tableau 5-3 :
Moyennes
annuelles de
PM10 et de PM2.5
[µg/m³] mesurées
en 2017 et 2018.

| Code | Site | Période | PM10 | PM2.5 | PM2.5/ PM10 | PM2.5 2018 estimé |
|------|---------------------------|----------------------------|------|-------|----------------|-------------------------|
| S805 | Parc de l'Ouest | 6.09.2018 – 31.03.2019 | 11.5 | 8.1 | 0.70 | 8.8 |
| S313 | Rue du Collège | 28.11.2017 – 8.07.2018 | 14.0 | 8.0 | 0.57 | 8.7 |
| S315 | Rue Fritz- Courvoisier | 13.07.2018 – 31.03.2019 | 13.5 | 8.0 | 0.59 | 8.7 |

Evolution Depuis 2007, la diminution régulière des charges de polluants observée la décennie précédente s'est estompée, la tendance est à la stagnation. Pour les PM10, la tendance est légèrement à la baisse.

Des situations météorologiques défavorables ont cependant conduit à un air en moyenne plus chargé en NO₂ et PM10 en 2018 qu'en 2017.

Figure 5-4 :
Moyennes annuelles de NO₂ et de PM10 mesurées au Parc de l'Ouest, la Chaux-de-Fonds [µg/m³].



Comparaison mesures et modélisation 2017

L'adéquation entre les valeurs d'immissions calculées et mesurées s'est basée sur les deux stations fixes pour une analyse épisode par épisodes pour les PM10 et NO₂ aux deux stations fixes du Locle (Hôtel-de-ville) et de La Chaux-de-Fonds (Parc de l'Ouest) pour l'année 2010. Ces deux postes sont repris pour la comparaison entre mesures et calcul à l'horizon 2017, et la comparaison s'est enrichie du réseau de capteurs passifs pour NO₂. Les résultats du calage du modèle sont disponibles dans l'annexe AIR-2.

La modélisation 2017, basée sur le cadastre des émissions 2017 et une météorologie 2017 établie à partir de la statistique GWT sur 2017, a tendance à surestimer les charges de NO₂ de manière générale, avec une surestimation de l'ordre de 1.9 µg/m³ sur La Chaux-de-Fonds. Les particularités d'un site (par exemple une rue encaissée) peuvent conduire à des variations locales de charges de polluants que le modèle ne saurait reproduire, puisqu'il fournit des valeurs moyennes à l'hectare. A proximité des portails, le modèle tend à la surestimation : +2.9 µg/m³ à proximité de la sortie nord du tunnel (C028), +3.5 µg/m³ au giratoire du Bas du Reymond (C022). Par contre, les sites encaissés en centre-ville sont sous-estimés (C066, -7.7 µg/m³). La comparaison à l'horizon 2018, qui présentent des charges de polluants plus importantes, montre une légère sous-estimation du modèle par rapport à la mesure, soit en moyenne - 0.5 µg/m³ sur 22 postes. La modélisation 2017 rend correctement les charges de PM10 à la station fixe du Parc de l'Ouest (S805, +0.1 µg/m³).

Résultats de la modélisation régionale

Les figures qui suivent présentent les résultats de la modélisation des immissions à partir du cadastre régional, avec des concentrations moyennes par hectare.

Figure 5-5 :
Immissions
régionales
modélisées, NO₂
2017 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

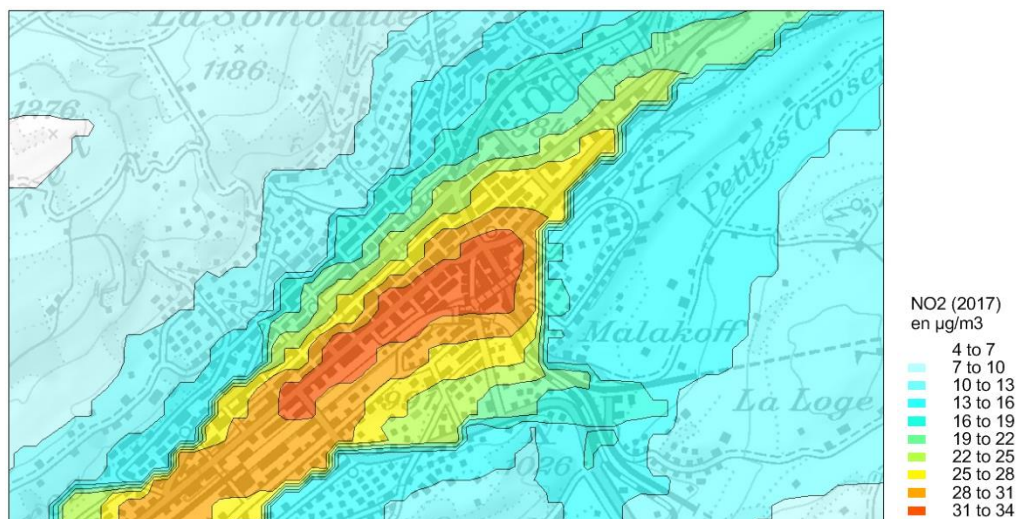
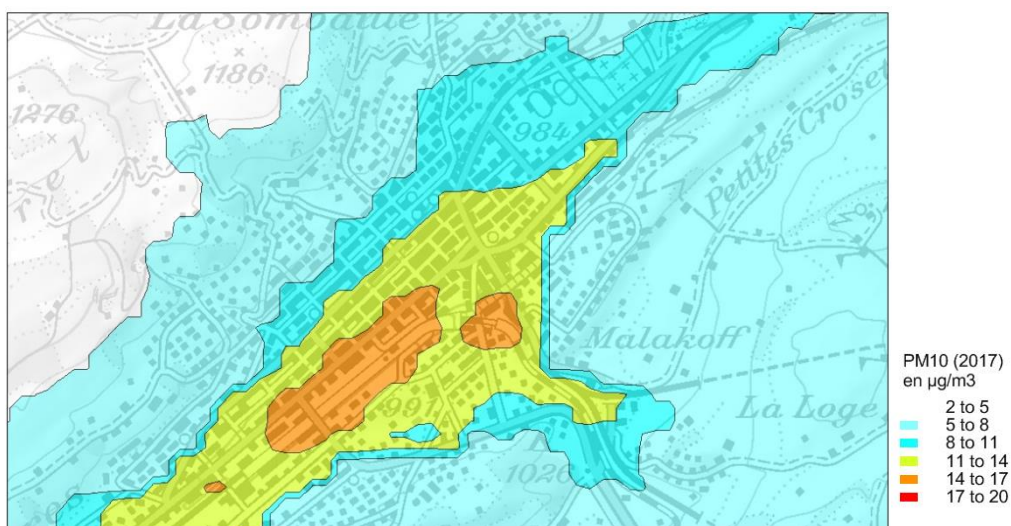


Figure 5-6 :
Immissions
régionales
modélisées,
PM10 2017
[$\mu\text{g}/\text{m}^3$].



5.4. Etat de référence

L'état de référence est considéré à l'horizon 2025, sans la nouvelle infrastructure routière.

Diverses améliorations sont attendues, portant essentiellement dans le domaine du trafic, dans une moindre mesure dans celui du chauffage des locaux et des moteurs hors domaine routier. Les émissions attendues à l'horizon 2025 sont ainsi prévues à la baisse, soit une diminution des émissions de NO_x de 22% sur l'ensemble des sources sur le territoire de La Chaux-de-Fonds, dont 38% pour le trafic routier sur le réseau. Les émissions de PM10 augmentent de 3.5% en ce qui concerne les émissions du trafic routier sur le réseau, elles diminuent de 4% sur l'ensemble des sources de polluants atmosphériques à La Chaux-de-Fonds.

Il en découle une sensible diminution des charges moyennes annuelles de NO₂ alors que les concentrations de PM10 évoluent peu.

Figure 5-7 :
Immissions
régionales
modélisées, NO₂
2025 sans H18
[µg/m³].

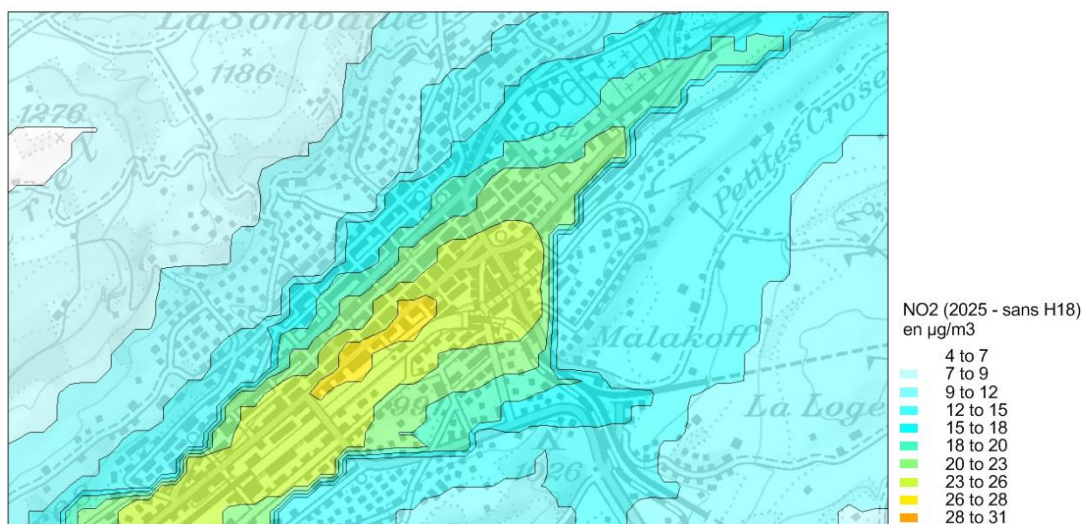
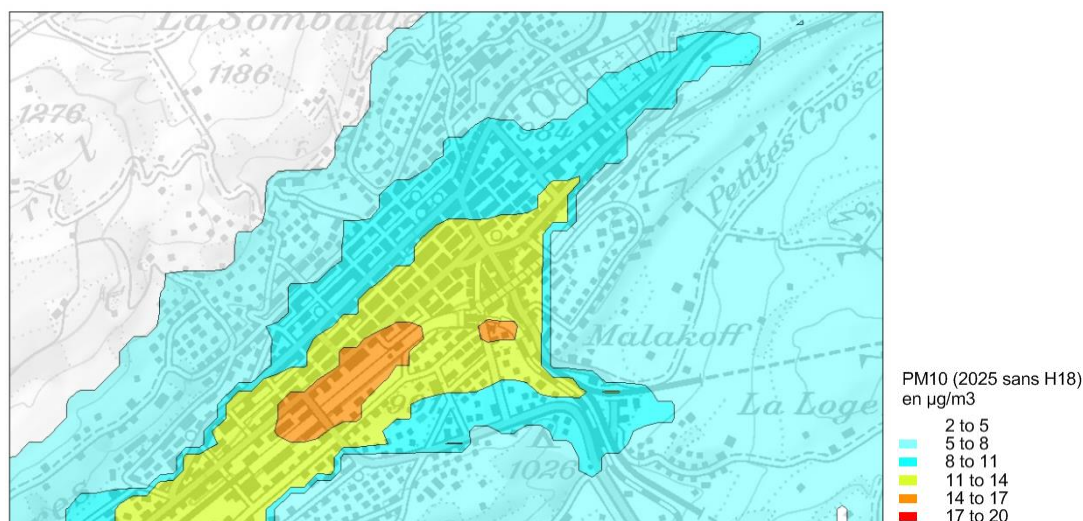


Figure 5-8 :
Immissions
régionales
modélisées,
PM10 2025 sans
H18 [µg/m³].



Evaluation Les prévisions permettent d'estimer un assainissement de la qualité de l'air à l'horizon 2025 du point de vue général. Il faut cependant s'attendre à ce que des sites urbains encaissés enregistrent encore des dépassements de la limite OPAir à cet horizon.

5.5. Effets du projet en phase d'exploitation

Impact régional La mise en œuvre de la route de contournement est considérée à l'horizon 2025. Elle implique une augmentation des km parcourus et des émissions de polluants, soit respectivement +0.7% des émissions de NO_x dues au trafic routier sur réseau, 1.5% des émissions de PM10 dues au trafic routier sur réseau.

Figure 5-9 :
Modélisation des immissions régionales, horizon 2025 avec H18, moyennes annuelles de NO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

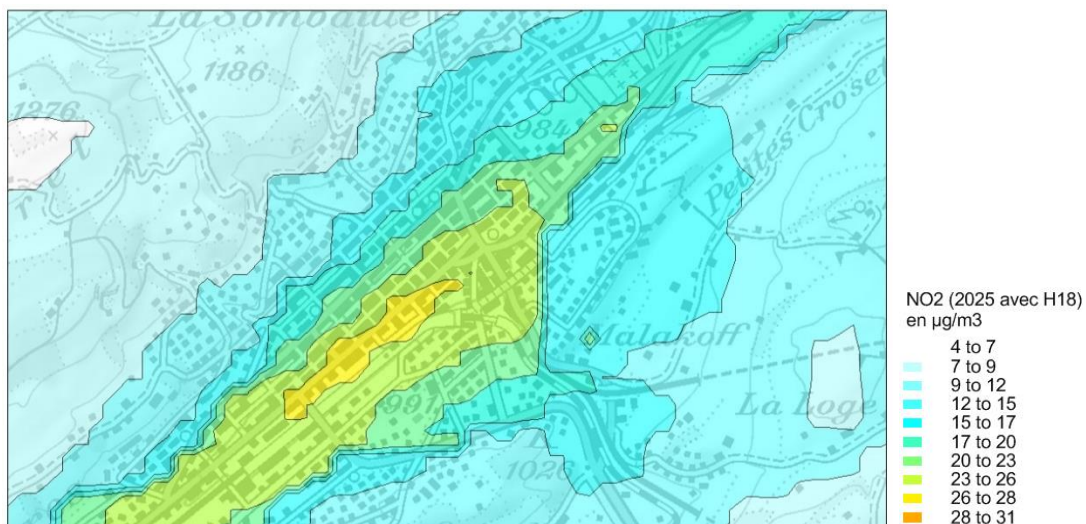


Figure 5-10 :
Modélisation des immissions régionales, horizon 2025 avec H18, moyennes annuelles de PM₁₀ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

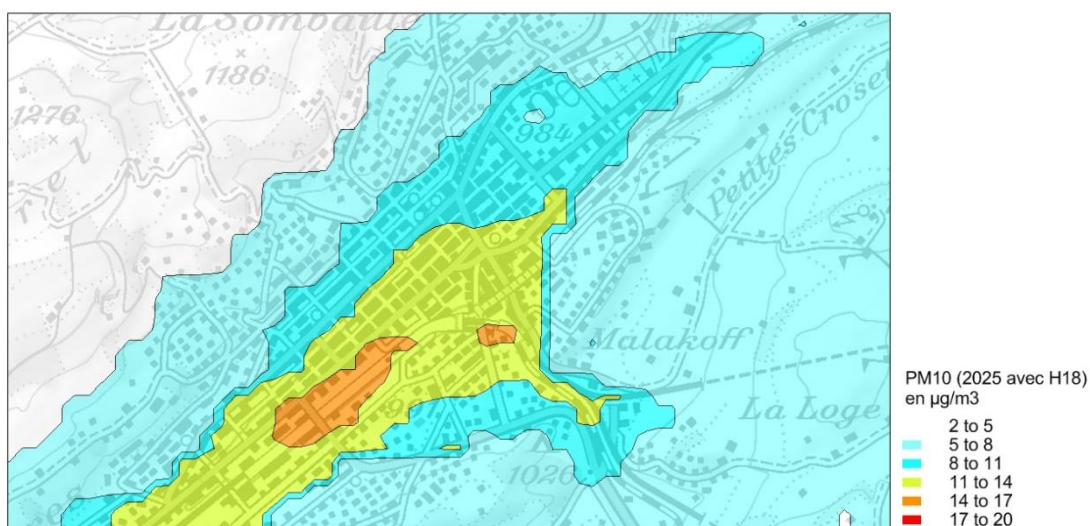


Figure 5-11 :
Impact de la mise en œuvre de la route de contournement H18, NO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], La Chaux-de-Fonds

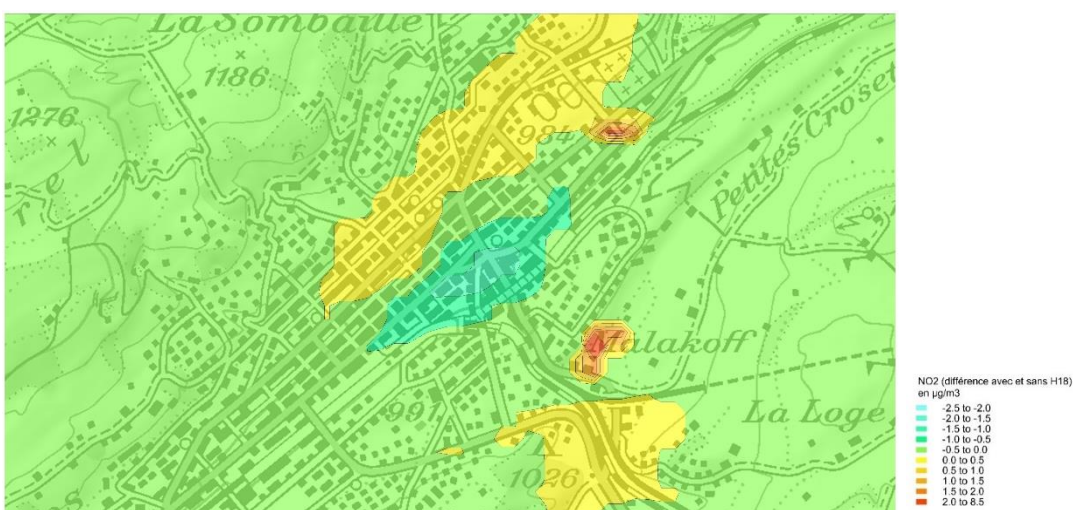
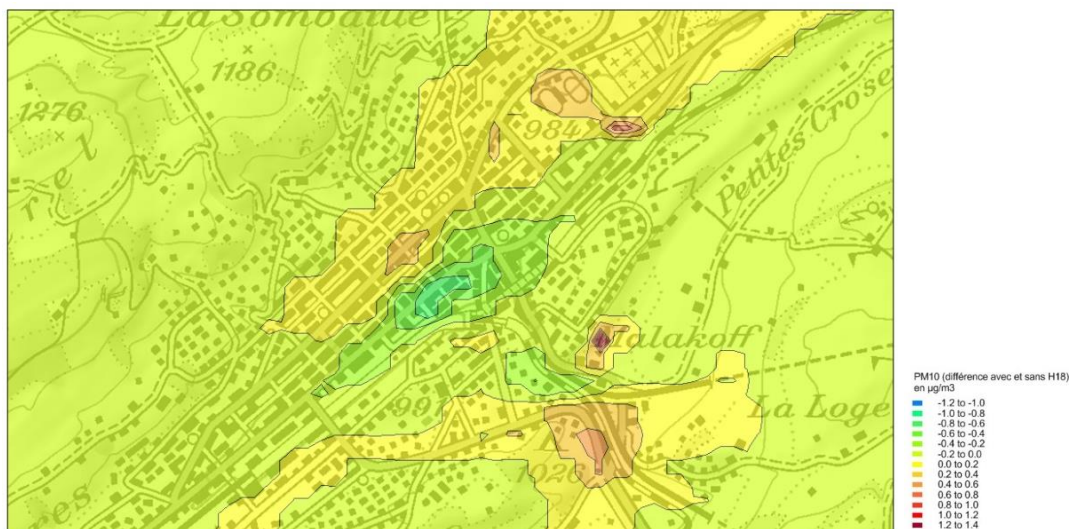


Figure 5-12 :
Impact de la mise en œuvre de la route de contournement H18, PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], La Chaux-de-Fonds.



Impact à proximité des portails

La mise en service de la nouvelle infrastructure routière permet de délester le centre-ville d'une partie du trafic et de diminuer la pollution qui y est émise, ce qui conduit à un impact moindre sur l'ensemble de la ville de La Chaux-de-Fonds. Par contre, l'augmentation des émissions est significative dans le périmètre restreint de l'étude :

- +1'193 kg/an de NO_x (+37%) et + 166 kg/an de PM10 (+20%).

La modélisation des immissions par ImPorTun permet d'estimer la dispersion des polluants à proximité des portails et de mesurer si les limites OPAir y sont respectées. Elle a été réalisée en synthétisant les paramètres météorologiques mesurés par les stations décrites sous § 5.3. La démarche pour synthétiser les épisodes météorologiques est explicitée dans l'annexe AIR-3 et les paramètres géométriques le sont dans l'annexe AIR-4.

Les immissions moyennes annuelles de NO_2 et de PM10 modélisées aux portails sont présentées ci-après. Elles sont présentées en premier lieu avec le seul impact des émissions spécifiques au projet, puis augmentées de la pollution due aux autres sources, nommée pollution de fond, et calculée au sein de PolyNE.

Figure 5-13 :
Immissions de
NO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] au
portail nord
ouest,
infrastructure
seule

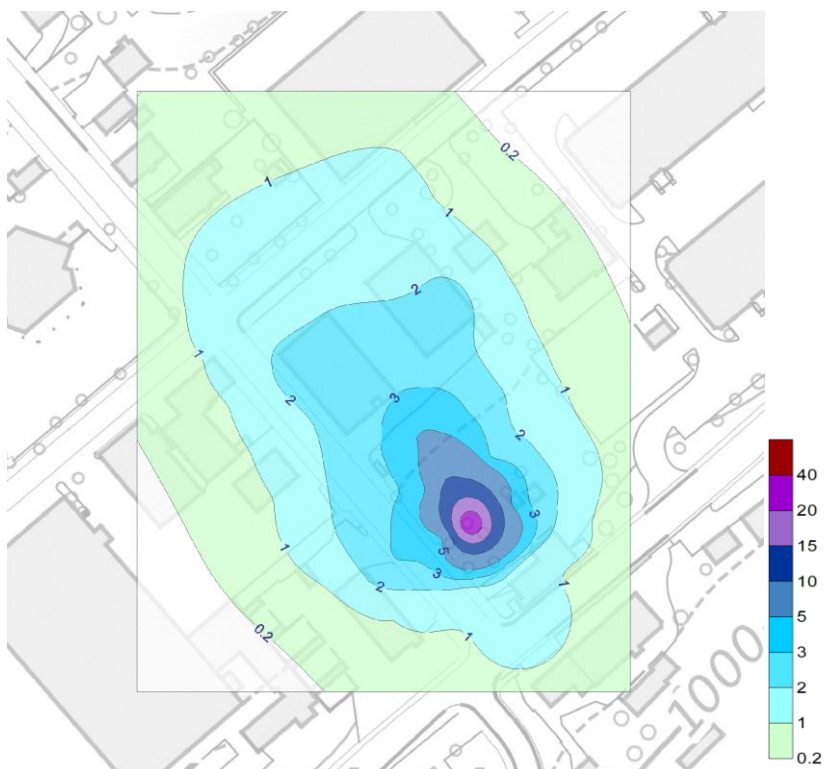


Figure 5-14 :
Immissions de
NO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] au
portail nord
ouest, avec
concentration de
fond

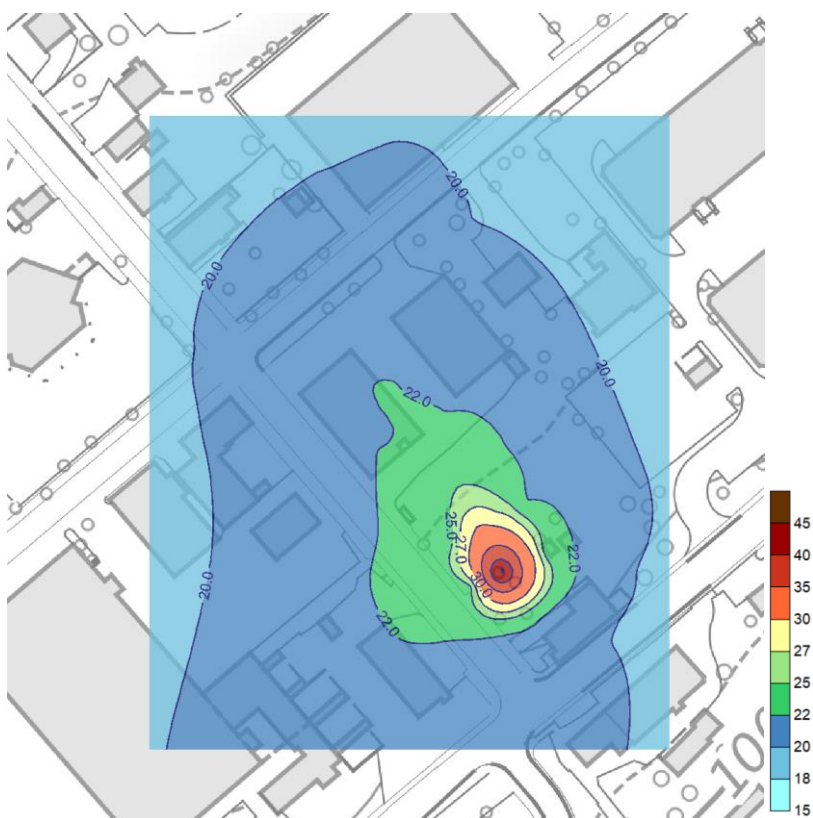


Figure 5-15 :
Immissions de
NO₂ [µg/m³] au
portail nord est,
infrastructure
seule

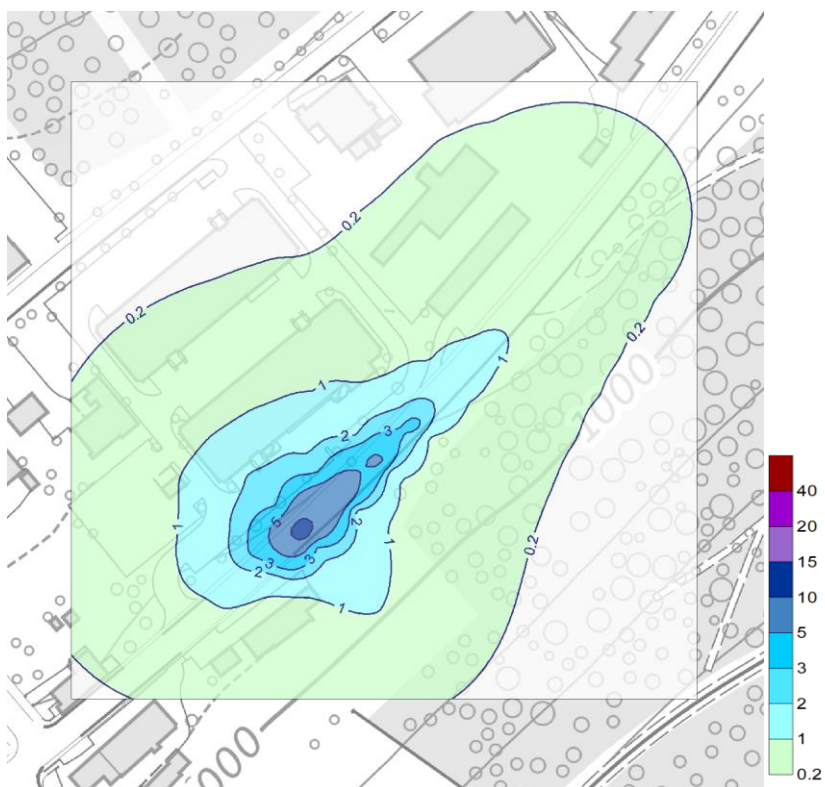


Figure 5-16 :
Immissions de
NO₂ [µg/m³] au
portail nord est,
avec
concentration de
fond

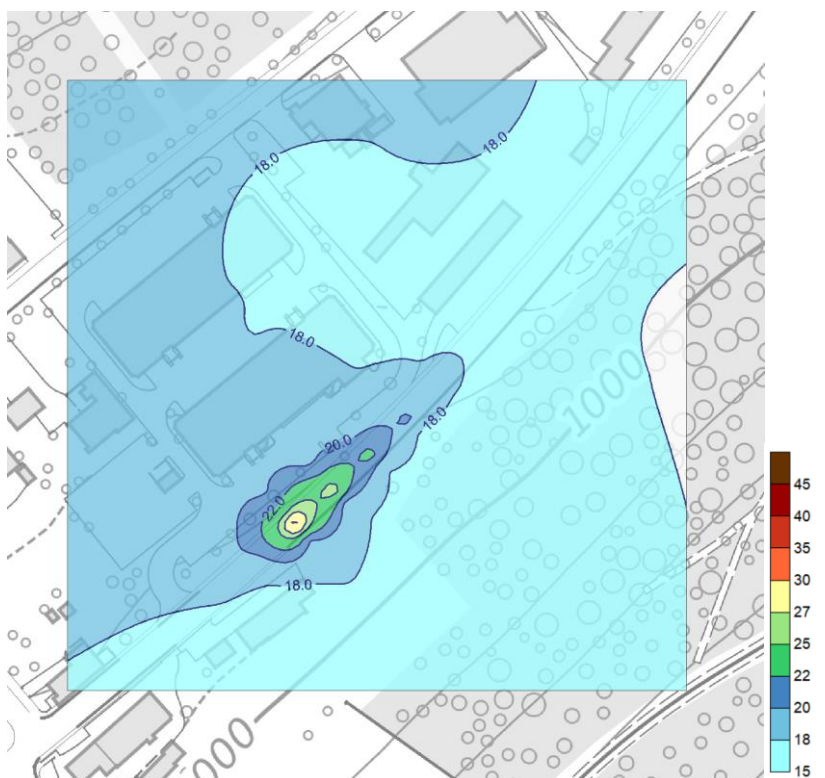


Figure 5-17 :
Immissions de
NO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] au
portail sud,
infrastructure
seule

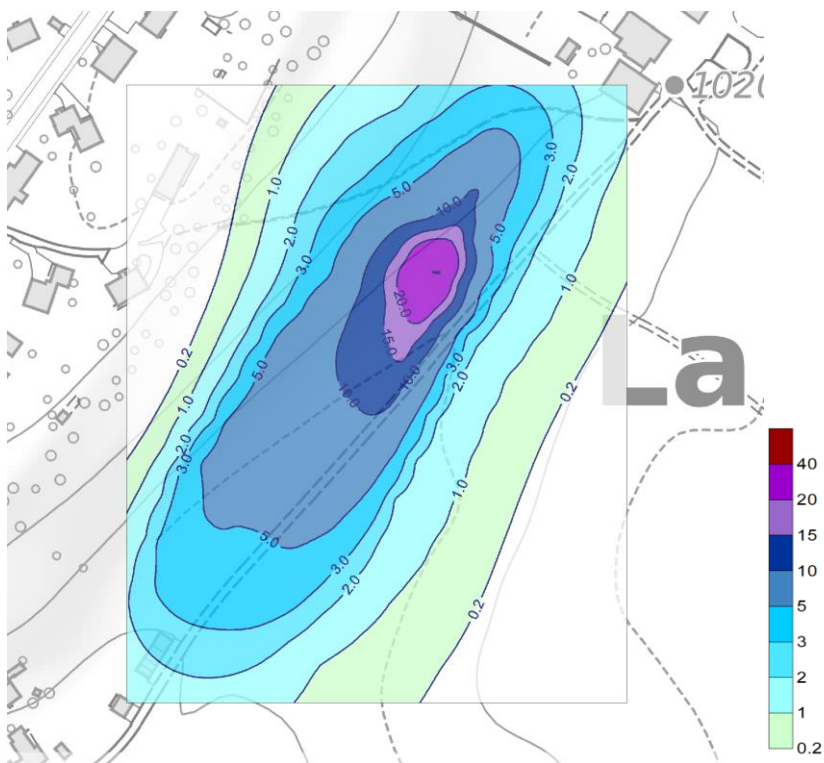


Figure 5-18 :
Immissions de
NO₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] au
portail sud, avec
concentration de
fond

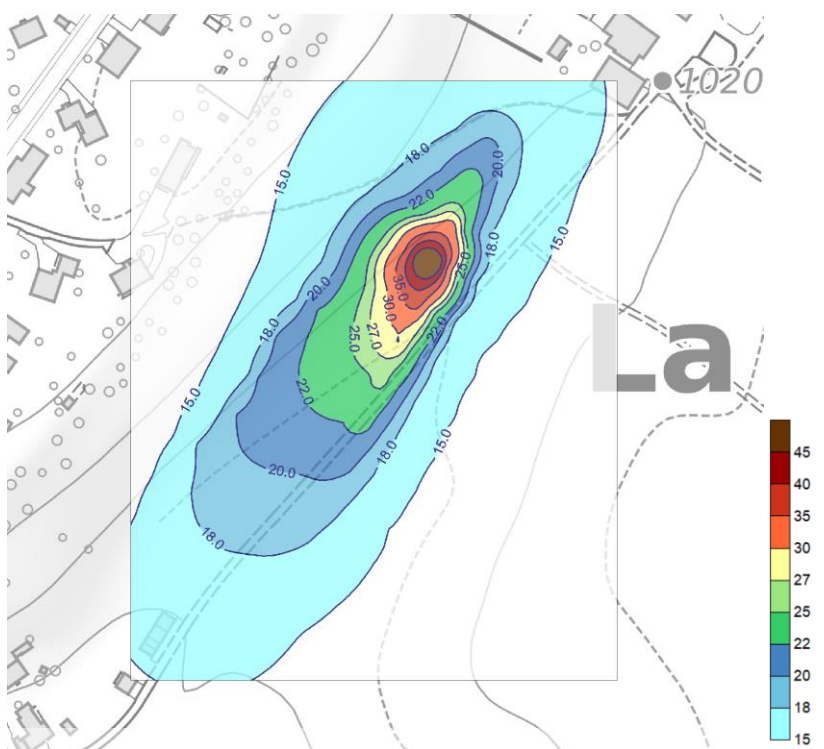


Figure 5-19 :
Immissions de
PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] au
portail nord
ouest,
infrastructure
seule

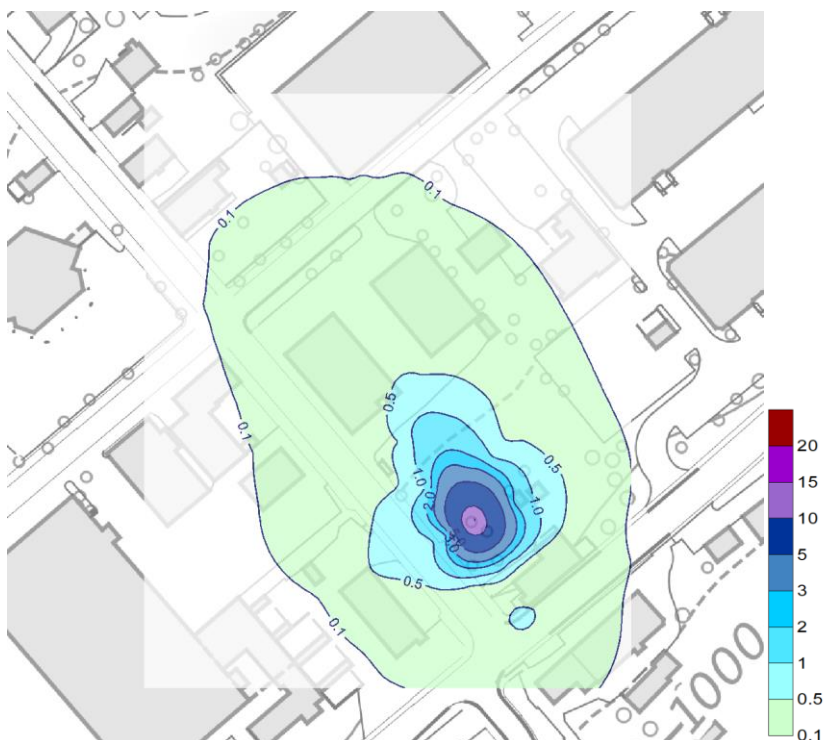


Figure 5-20 :
Immissions de
PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] au
portail nord
ouest, avec
concentration de
fond

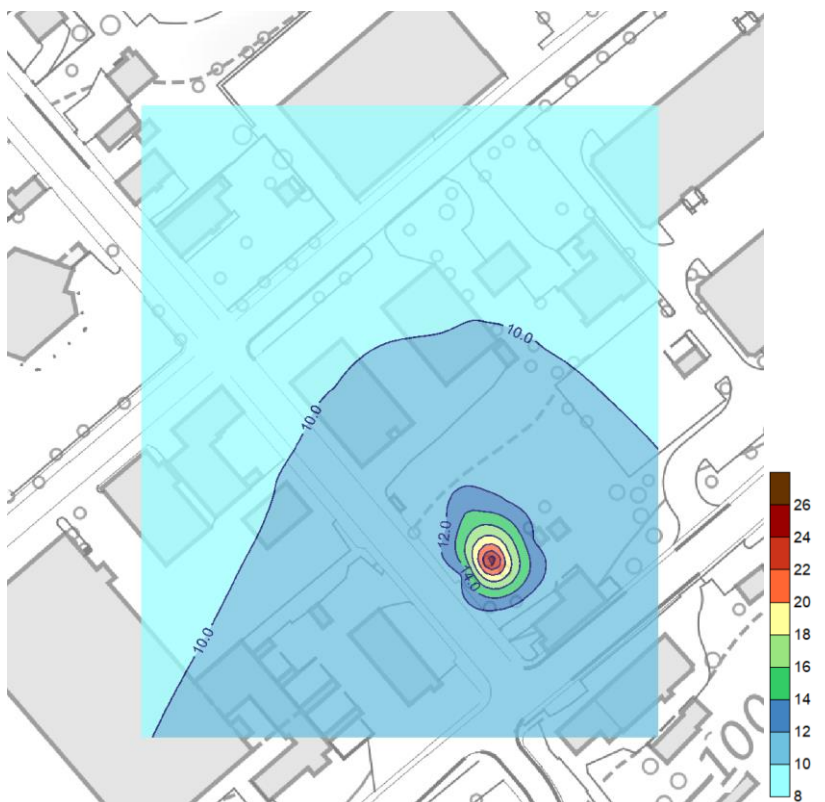


Figure 5-21 :
Immissions de
PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] au
portail nord est,
infrastructure
seule

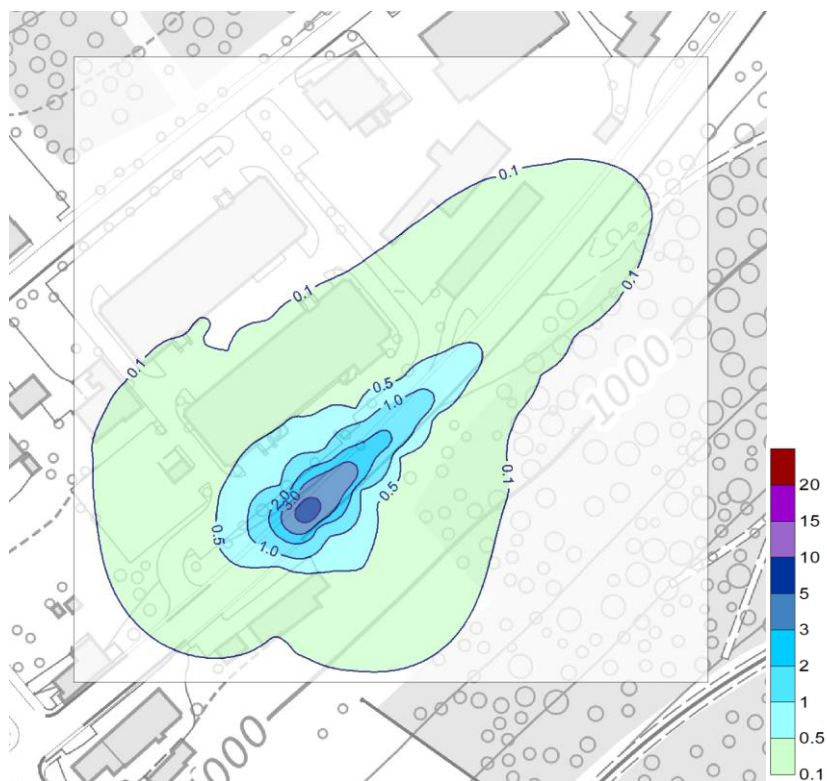


Figure 5-22 :
Immissions de
PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] au
portail nord est,
avec
concentration de
fond

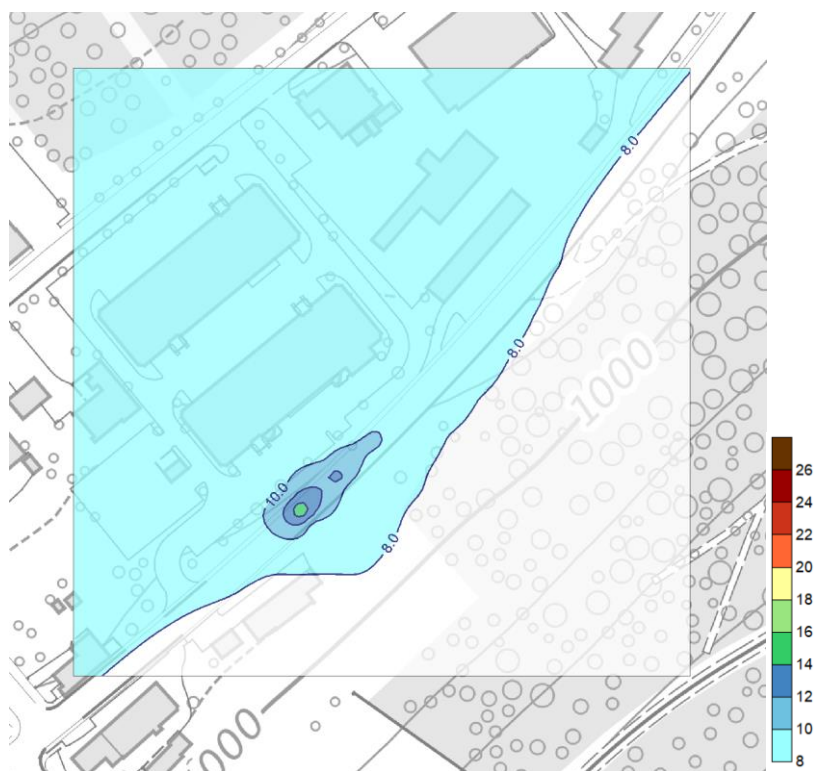


Figure 5-23 :
Immissions de
PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] au
portail sud,
infrastructure
seule

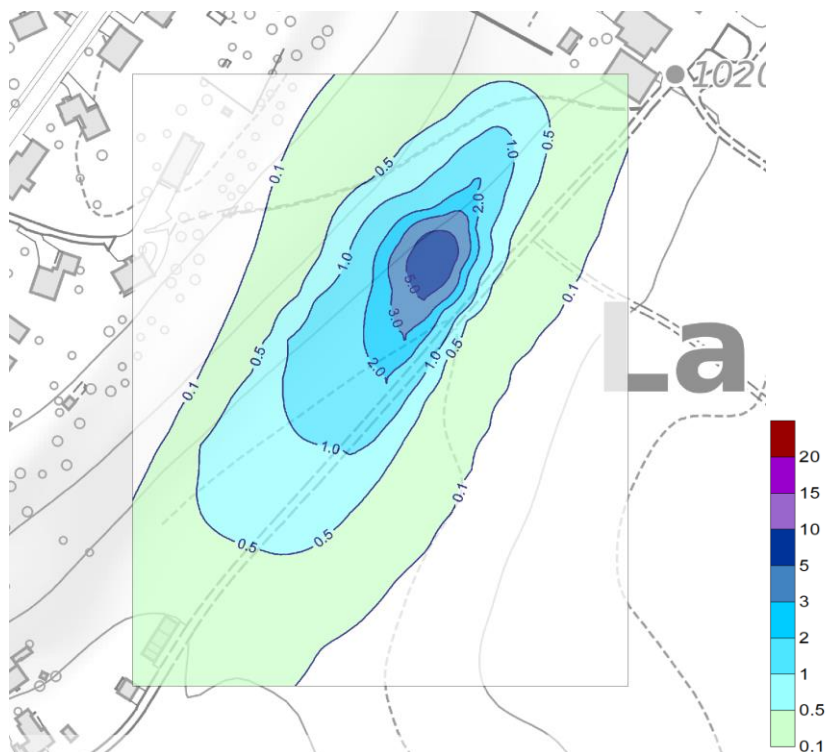
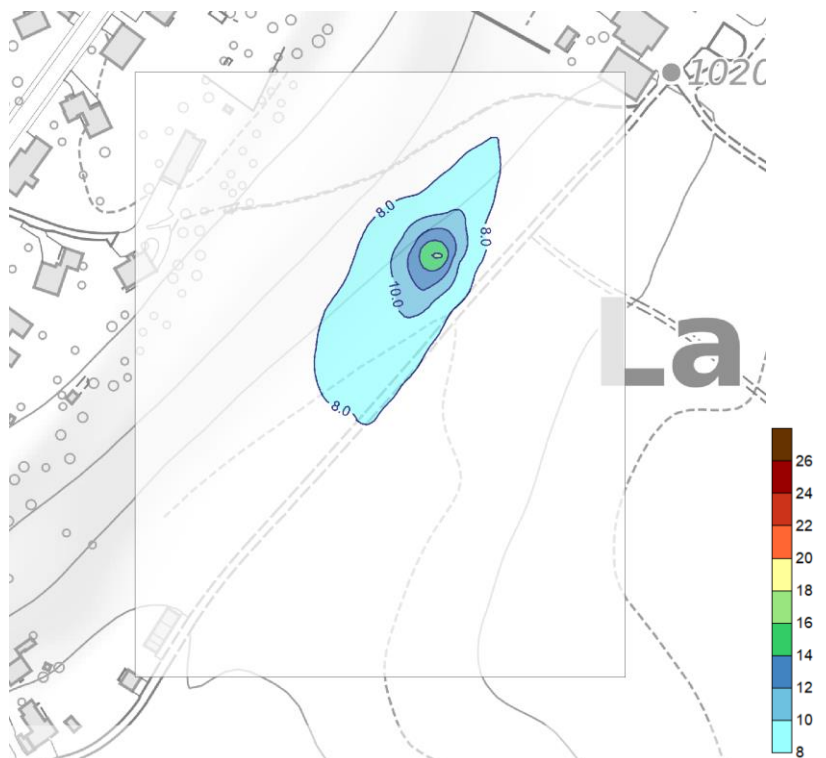


Figure 5-24 :
Immissions de
PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] au
portail sud, avec
concentration de
fond



5.6. Effets du projet en phase de réalisation

La phase de chantier implique de nouvelles sources de pollution de l'air, dont il s'agit de limiter et maîtriser l'impact malgré leur caractère provisoire.

L'impact généré par le trafic chantier devra être limité par un ensemble de mesures énumérées de façon exhaustive dans les annexes 6 à 8 de la Recommandation de l'OFEV [9], comme par exemple :

- respect au minimum des normes EURO 5 pour les camions ;
- conduite économique (pour les camions et les engins de chantier) ;
- utilisation de carburants diesel plus propres pour les camions et les engins de chantier ;
- optimisation des opérations de transport ;
- équipement des camions (et des engins de chantier) de filtres à particules ;
- limitation et optimisation des distances pour le trafic de chantier en tenant compte de la sensibilité des axes empruntés.

Il s'agit également de limiter autant que possible les émissions de polluants atmosphériques et notamment de poussières dues aux travaux de percement du tunnel et de démolition des bâtiments. Les mesures correspondant aux bonnes pratiques de chantier définies au sein de la Directive Air chantiers [8], soit les mesures de base de niveau A, devront être complétées par les mesures préventives spécifiques pour un chantier de niveau B.

5.7. Mesures intégrées au projet

Aucune mesure ne sera nécessaire en phase d'exploitation. Des mesures seront, en revanche, nécessaires en phase de chantier, elles sont précisées dans le tableau 5-4.

Tableau 5-4 : Liste des mesures du domaine air intégrées au projet

| N° | Nom | Phase de mise en œuvre | | |
|--------|--|------------------------|----|-----|
| | | SEP | SR | SES |
| AIR-01 | Mise en œuvre des mesures de réduction des émissions pour le trafic routier de chantier de la Recommandation de l'OFEV. | | X | |
| AIR-02 | Mise en œuvre des mesures de niveau A, si nécessaire de niveau B, de réduction des émissions sur le chantier de la Direction Air Chantier de l'OFEV. | | X | |

5.8. Conclusions

La tendance générale dans le haut du canton de Neuchâtel est une baisse des émissions de NO_x, améliorant significativement la qualité de l'air en regard de la charge en NO₂. Ceci laisse présager une situation assainie du point de vue de la qualité de l'air à l'horizon 2025, qu'il s'agisse du dioxyde d'azote, des poussières fines PM10 ou des poussières très fines PM2.5. Il faut cependant s'attendre à ce que des sites urbains encaissés enregistrent encore des dépassements de la limite OPair à cet horizon.

Le projet accentuera cette tendance en centre-ville entre 2017 et 2025. La simulation à l'échelle régionale montre que la mise en œuvre du projet permettra de décharger significativement le centre-ville, avec une diminution maximale estimée à 1.2 µg/m³ en NO₂ et 0.6 µg/m³ en PM10 à l'échelle de l'hectare, qu'il faut prévoir supérieure encore dans une rue encaissée.

L'augmentation des émissions aux abords des portails est significative. Les simulations aux portails du tunnel à l'aide d'ImPorTun, additionnées des concentrations de fond déterminées par PolyNE, montrent que le nouvel ouvrage ne devrait pas engendrer de dépassement des limites OPair, tant pour le dioxyde d'azote, que pour les poussières fines PM10, à proximité des portails nord, hormis au portail-même. Au portail sud, où le trafic est plus important et les émissions péjorées par la pente, la limite de 30 µg/m³ pour NO₂ serait dépassée sur un rayon de l'ordre d'une dizaine de mètres. Cependant, l'aspect confiné de la sortie, qui explique les fortes concentrations, empêche la pollution de se propager, et les immissions excessives sont limitées à l'infrastructure routière.

6. BRUIT

6.1. Introduction et bases réglementaires

Introduction La mise en service de la nouvelle route H18 de contournement est de La Chaux-de-Fonds, composée essentiellement du tunnel des Arêtes ainsi que les aménagements prévus aux points d'accrochage nord et sud du tunnel, nécessite une évaluation de la situation en matière de bruit dans les alentours directs du futur tracé.

Le nouveau contournement routier, combiné aux mesures d'accompagnement prévues par la Ville de La Chaux-de-Fonds dans le cadre de son plan directeur partiel des mobilités (PDPM, tel que décrit au chapitre 4.3.3), induira une réorganisation du trafic en ville, impliquant une modification de la charge sonore le long de certains axes du réseau routier local existant.

Bases légales L'objectif de ce chapitre est de décrire les mesures nécessaires à la minimalisation des nuisances sonores et au respect des exigences légales en matière de bruit. Celles-ci sont essentiellement contenues dans la *Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE)* [19] et l'*Ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit (OPB)* [20], dont les différents aspects sont détaillés ci-dessous.

Les autres bases légales et aides à l'exécution sont mentionnées dans la bibliographie. L'étude des nuisances sonores se base sur le manuel du bruit routier de l'OFEV et de l'OFROU. [21]

**Classification
légale en matière
de bruit**

Le nouveau tracé de la route H18 de contournement est de La Chaux-de-Fonds, composé des éléments suivants, constitue une nouvelle installation fixe au sens de l'article 7 de l'OPB (cf. périmètre annexe BRU-1) :

- le tunnel des Arêtes et ses portails ;
- le tronçon entre le portail nord du tunnel et la rue du Collège ;
- le tronçon entre le portail sud du tunnel et le giratoire des Petites Crosettes ;
- les nouveaux giratoires ;
- la bretelle de sortie vers la rue Fritz-Courvoisier.

Les aménagements prévus suivants constituent une modification notable d'installations existantes au sens de l'article 8 de l'OPB :

- Rue de l'Hôtel-de-Ville entre le passage inférieur ferroviaire de Malakoff et le futur giratoire des Petites Crosettes ;
- Rue du Collège entre la rue du Marais et la rue de la Pâquerette ;

- Rue de la Pâquerette, entre la rue du Collège et la rue de Biaufond.

Selon l'art. 18 de la LPE, l'assainissement de ces installations au sens des art. 13 et suivants de l'OPB est à réaliser simultanément à ces aménagements.

Enfin, la mise en service du nouveau tracé de la route H18 permet un délestage du centre-ville de La Chaux-de-Fonds (se référer pour plus de détails au chapitre 4.3 Données de base concernant le trafic), et provoque une augmentation perceptible des immissions sonores, au sens de l'art. 9 OPB, uniquement sur le haut de la rue de la Pâquerette, entre la rue de la Charrière et la rue de Biaufond. Ce tronçon est compris dans le périmètre de la modification notable ci-dessus.

Nouvelle installation Les émissions de la nouvelle installation doivent être limitées de telle façon que les immissions de bruit – imputables à elle seule - ne dépassent pas les valeurs de planification (VP). S'il n'est pas possible de respecter les VP pour des raisons techniques, d'exploitation ou économiques, des allègements sont demandés. Les valeurs limites d'immissions (VLI) ne doivent cependant pas être dépassées.

Modification des installations existantes Les immissions de bruit des routes notablement modifiées doivent être limitées dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation, et économiquement supportable. Le principe de prévention de l'art. 11 de la LPE s'applique. Les immissions de bruit de l'ensemble de l'installation doivent respecter les valeurs limites d'immissions (VLI).

Effet sur le réseau routier local La mise en service du nouveau tracé de la route H18 provoquera un déplacement du trafic en périphérie, permettant une baisse des émissions sonores sur certains axes du centre-ville de La Chaux-de-Fonds. Selon l'art. 9 OPB, la hausse de trafic sur les accès au nouveau contournement ne doit pas entraîner de dépassement des valeurs limites d'immissions. Sur les axes du réseau routier local nécessitant un assainissement, ce trafic supplémentaire ne doit pas provoquer une augmentation perceptible des immissions de bruit¹.

Allègements et fenêtres antibruit S'il n'est pas possible de respecter les valeurs légales pour des raisons techniques, d'exploitation ou économiques, des allègements sont demandés. Dans le périmètre d'étude, les bâtiments existants au-delà des VLI doivent être insonorisés grâce à la pose de fenêtres antibruit dans leurs locaux sensibles au bruit². La qualité de ces fenêtres est décrite dans l'annexe 1 de l'OPB.

Périmètre de l'étude Le périmètre d'étude comprend la nouvelle installation au sens de l'article 7 OPB, ainsi que les aménagements prévus sur les axes existants notablement modifiés au sens de l'article 8 OPB. Le tronçon du haut de la rue de la Pâquerette, sur lequel un report de trafic de plus de

¹ L'accroissement du bruit est considéré comme perceptible si le projet provoque une hausse du niveau sonore d'évaluation supérieure à 1 dBA.

² Les locaux à usage sensible au bruit sont les pièces d'habitations dans lesquelles des personnes séjournent régulièrement durant une période prolongée. En sont exclus les cuisines sans partie habitable, les locaux sanitaires et les réduits, les locaux d'exploitations et les locaux dont les propres émissions de bruit sont considérables (art. 2, alinéa 6 OPB).

25% est prévu suite à la mise en service de la nouvelle route H18 (article 9 OPB), est compris dans le périmètre de la modification notable.

Le périmètre d'étude englobe tous les bâtiments, les projets de construction déjà autorisés et les parcelles constructibles non bâties pour lesquels les valeurs légales sont susceptibles d'être dépassées.

La figure 6-1 et la figure 6-2 ci-dessous présentent le périmètre d'étude du bruit, avec le tracé prévu de la route de contournement H18 constituant la nouvelle installation (OPB art. 7, en bleu foncé). Les tronçons notablement modifiés (OPB art. 8, en orange) ainsi que le tronçon concerné par l'article 9 OPB (en vert) y sont également présentés (cf. annexe BRU-1).

Figure 6-1 :
Périmètre nord
de l'étude bruit

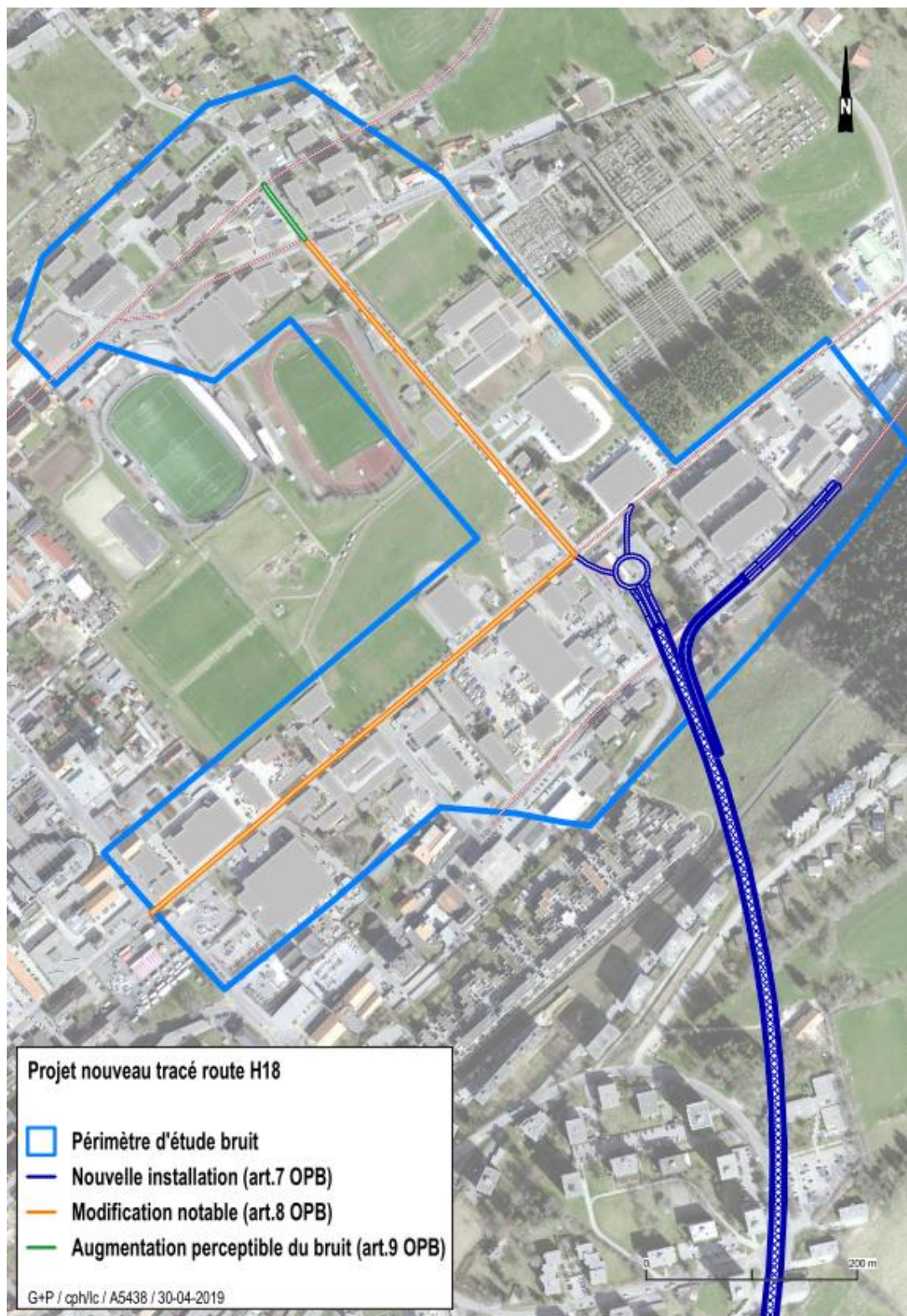
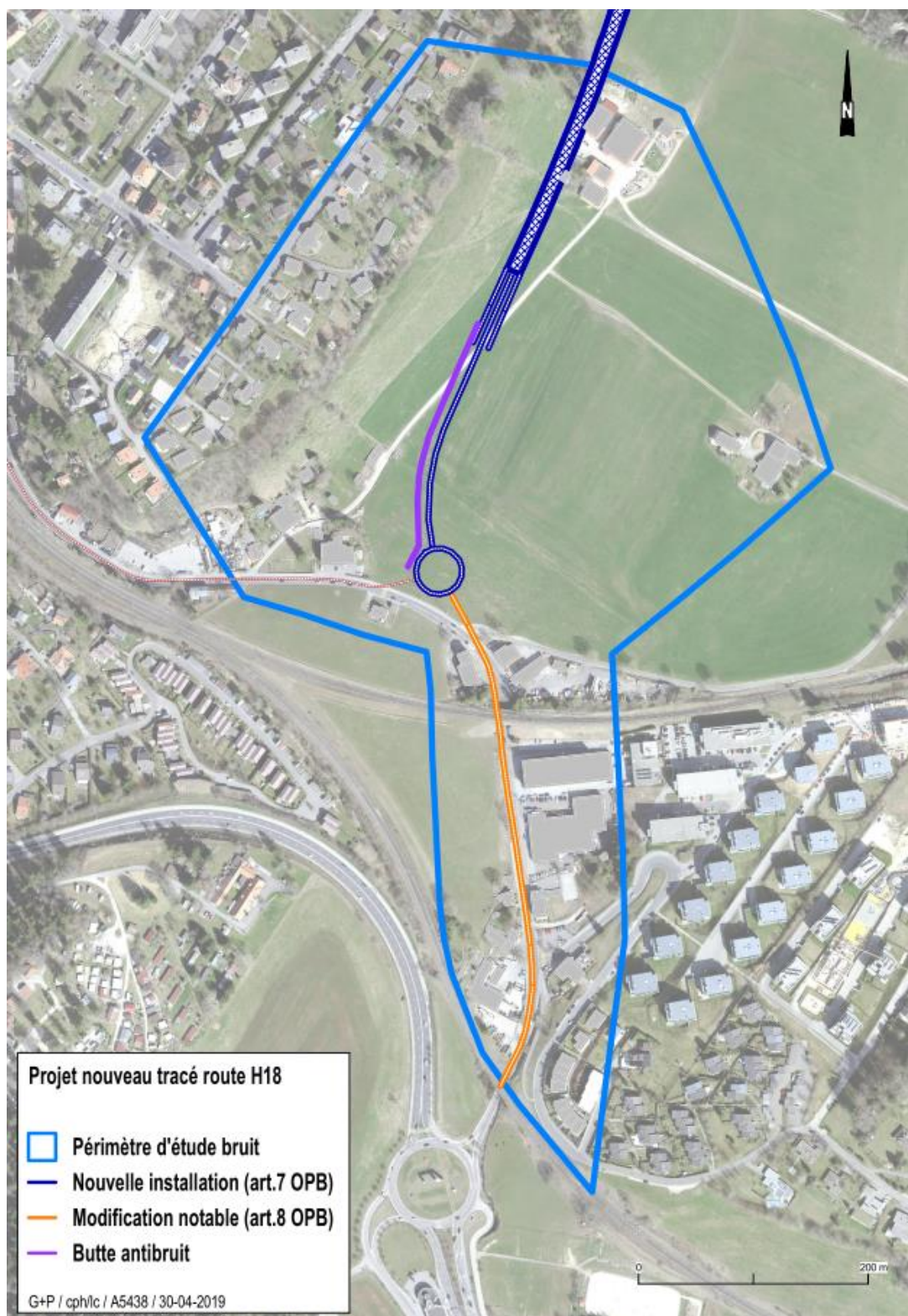


Figure 6-2 :
Périmètre sud de
l'étude bruit



6.2. Méthodologie

Détermination du bruit routier

Les immissions de bruit sont déterminées par calcul à l'aide d'un modèle en trois dimensions sur la base de l'algorithme de calcul StL-86+. Des mesurages acoustiques *in situ* sont utilisés pour calibrer les calculs du modèle (cf. annexe BRU-2)

Les niveaux d'évaluation du bruit sont déterminés selon l'annexe 3 de l'OPB pour le jour (6h-22h) et pour la nuit (22h-6h).

**Etats
d'évaluation**

Les différents états considérés pour l'évaluation du bruit sont les suivants :

- État actuel (2016), chapitre 6.3
- État de référence (situation en 2025, où le projet de route de contournement H18 n'est pas réalisé), chapitre 6.4
- État futur 2025 (mise en œuvre du projet), chapitre 6.5
- État futur 2035 avec projet, chapitre 6.8.

L'évaluation de l'impact du projet se fait à son ouverture, prévue en 2025 (se référer au chapitre 2 Procédure). Une évaluation de la situation sonore à l'horizon 2035 est toutefois nécessaire, selon le manuel du bruit routier [21], pour vérifier si les mesures de protection contre le bruit intégrées au projet sont suffisantes à long terme (robustesse des mesures).

**PDPM, H18 et
H20**

Le nouveau contournement routier est de la ville de La Chaux-de-Fonds s'inscrit dans une vision globale de décongestion du centre-ville, permettant d'y mettre en place des mesures de réorganisation de la mobilité et de l'espace urbain. De telles mesures d'accompagnement sont prévues et mises en œuvre par la Ville de La Chaux-de-Fonds dans le cadre de son Plan directeur partiel des mobilités (PDPM), décrit au chapitre 4.3.3.

Le PDPM mis en œuvre en 2025 parallèlement à l'ouverture de la route de contournement est H18 constitue la première étape. D'autres mesures d'accompagnement sont prévues à l'horizon 2035, année de la mise en service de l'évitement ouest de La Chaux-de-Fonds par la H20.

Trafic

Le calcul des émissions sonores se base sur les plans de charges de trafic présentés dans l'annexe TRA-1 (figures 1, 5, 7 et 9). Les émissions sonores qui en résultent sont disponibles dans l'annexe BRU-4.

Les charges de trafic considérées pour l'évaluation du bruit dans le périmètre H18 à l'horizon 2025 prennent en compte l'effet des mesures d'accompagnement proposées dans le PDPM-H18 établi par la ville et présentant le cas de charge de trafic déterminant.

De la même manière, pour vérifier si les mesures de protection contre le bruit intégrées au projet sont suffisantes à l'horizon 2035 (robustesse des mesures), l'analyse prend en compte la mise en service de l'évitement de la ville par la H20 et un renforcement de possibles mesures dans le centre-ville. Ces hypothèses représentent ici aussi le cas de charge de trafic déterminant dans le périmètre H18.

**Evaluation du
bruit**

A chaque zone d'affectation correspond un degré de sensibilité au bruit (DS), dont dépendent les valeurs limites légales. Les DS sont au nombre de quatre (art. 43 OPB). Pour le présent projet, les DS sont extraits du géoportail cantonal neuchâtelois (SITN). Les bâtiments et parcelles constructibles non bâties se trouvant dans des zones auxquelles aucun DS n'est attribué sont en DS III.

L'examen du bruit prend en compte les parcelles équipées avant le 1.1.1985 (date d'entrée en vigueur de la LPE). Les bâtiments sensibles au bruit existants sur ces parcelles, ainsi que les projets de construction déjà autorisés, font l'objet d'une évaluation. Les parcelles non

bâties, mais équipées avant le 1.1.1985 et sur lesquelles peuvent être érigés des bâtiments comprenant des locaux à usage sensible au bruit, sont également considérées (cf. art. 13, 30, 39, 41 OPB).

Le plan des degrés de sensibilité au bruit (DS) est présenté en annexe BRU-3. Seules les zones constructibles sont sujettes à évaluation.

Dimensions des mesures antibruit Pour chaque bâtiment – ou quartier – dont le niveau sonore est au-delà des valeurs légales, les mesures de protection possibles sont étudiées. Elles sont d'abord pré-dimensionnées pour garantir le respect des exigences de l'OPB (VLI ou VP), puis leur faisabilité sur le plan de la technique et de l'exploitation est vérifiée.

Allègements Là où il subsiste des dépassements des valeurs limites légales malgré les mesures de protection contre le bruit prévues, ou lorsque celles-ci ne peuvent être respectées au moyen de mesures proportionnées, des allègements sont demandés. Ceux-ci sont présentés en annexe BRU-6.

6.3. Etat actuel

Evaluation Le bruit est évalué en premier lieu pour l'état actuel : il s'agit de l'horizon 2016, pour lequel les données de trafic sont disponibles. Dans le périmètre d'étude, un seul bâtiment dépasse aujourd'hui les valeurs limites d'immissions (VLI), et aucune parcelle constructible non bâtie.

La carte de la situation sonore actuelle de l'annexe BRU-5 donne un aperçu des niveaux sonores au droit des bâtiments (et parcelles non bâties) sensibles au bruit. Le seul bâtiment en dépassement des VLI est situé à la rue de l'Hôtel-de-Ville 109 (en orange).

Les immissions de bruit pour chaque bâtiment et parcelle non bâtie sensible au bruit sont disponibles dans l'annexe BRU-5.

6.4. Etat de référence

Evaluation Afin de pouvoir juger l'impact du projet et des mesures de protection, une modélisation de l'état de référence à l'horizon temporel de l'ouverture prévue de la nouvelle H18 a été effectuée. Il s'agit de l'état futur 2025 sans modification de l'infrastructure ni mesures d'assainissement, mais avec augmentation de trafic.

Par rapport à l'état actuel, deux bâtiments supplémentaires présentent un dépassement des VLI. Le nombre de dépassements des VLI dans le périmètre se monte à trois bâtiments et aucune parcelle constructible non bâtie.

Les cartes de l'annexe BRU-5 donnent un aperçu des niveaux sonores au droit des bâtiments (et parcelles non bâties) sensibles au bruit. Les bâtiments en dépassement sont en orange, à la rue du Collège 39 et 55, ainsi qu'à la rue de l'Hôtel-de-Ville 109.

Les immissions de bruit pour chaque bâtiment et parcelle non bâtie sensible au bruit sont disponibles dans l'annexe BRU-5.

6.5. Effets du projet en phase d'exploitation

Horizons temporels L'analyse de l'effet du projet a été effectuée à l'horizon temporel de l'ouverture prévue de la nouvelle route de contournement H18, en 2025. L'état de référence sans projet, présenté ci-dessus, est comparé à l'état futur 2025 avec le projet et ses mesures de protection contre le bruit intégrées.

Les mesures de protection contre le bruit prévues sont la pose d'un revêtement routier peu bruyant (visible sur les cartes de l'annexe BRU-5, tronçons en bleu), le recouvrement des murs de soutènement et portails de tunnel par des éléments absorbant le bruit, et la construction d'une butte anti-bruit. Ces mesures sont détaillées dans le chapitre 6.7 Mesures intégrées au projet.

En conformité avec le Manuel du bruit routier [21], la robustesse des mesures de protection prévues a été vérifiée à l'horizon 2035, en tenant compte de l'évolution du trafic et des projets importants prévus d'ici là. Cet aspect est présenté au chapitre 6.5 Effets du projet en phase d'exploitation.

Les cartes de l'annexe BRU-5 présentent le tracé prévu de la nouvelle route de contournement H18 et donnent un aperçu des dépassements des VLI à l'état 2025, avec le projet et ses mesures intégrées. Les immissions de bruit pour chaque bâtiment et parcelle non bâtie sensible au bruit sont également disponibles dans l'annexe BRU-5

Nouvelle installation A l'état futur 2025 avec le projet H18, les immissions de bruit dues exclusivement à la mise en service de la nouvelle installation ne dépassent pas les valeurs de planification (VP), grâce aux mesures prévues (dernière colonne du tableau ci-dessous). Les cartes correspondantes sont disponibles dans l'annexe BRU-5.

Modification des installations existantes Les aménagements prévus à la rue de l'Hôtel-de-Ville ne provoquent pas de nouveau dépassement des VLI(cf. annexe BRU-5).

Au point d'accrochage nord du tunnel, touchant essentiellement une zone peu sensible au bruit affectée en DSIV, aucun dépassement des VLI dû à la modification des installations existantes n'est observé. Par rapport à l'état de référence, le projet génère une amélioration de la situation sonore le long de la rue du Collège, où les deux dépassements des VLI constatés à l'état de référence sont assainis.

Effet sur le réseau routier local La mise en service du projet a pour effet de diminuer les nuisances sonores au centre-ville. La figure 6 de l'annexe TRA-1 montre en vert les axes le long desquels la charge sonore diminue :

- Rue de la Charrière
- Rue du Collège à l'Ouest de la rue du Marais et rue Fritz-Courvoisier
- Av. Léopold-Robert à l'Est de la Rue du Midi et rue Neuve jusqu'à la rue de la Balance
- Rue du Grenier et rue de de l'Hôtel-de-Ville au nord du futur giratoire des Petites Crosettes

Le trafic sera reporté en périphérie sur les axes de raccordement au nouveau tunnel des Arêtes, dont la rue de la Pâquerette. Par rapport à l'état de référence, il y a un nouveau dépassement des VLI au droit d'un bâtiment (en orange) le long du tronçon concerné sur la rue de la Pâquerette (rue de la Charrière 90).

Sur l'ensemble du périmètre, la mise en service de la H18 a peu d'effet, comme le résume le tableau ci-dessous. La situation s'améliore même à la rue du Collège.

Tableau 6-1 :
Effet du projet
sur les niveaux
sonores (art. 7, 8
et 9 OPB)

| Zone | Etat de référence 2025 sans projet | Etat 2025 avec mesures de protection | Etat 2025 avec mesures de protection |
|--|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | > VLI | > VLI | > VP |
| Charrière-Pâquerette-Biaufond | 0 (+0) | 1 (+0) | Non applicable |
| Collège, portail nord | 2 (+0) | 0 (+0) | 0 (+0) |
| Petites Crosettes, portail sud | 0 (+0) | 0 (+0) | 0 (+0) |
| Hôtel-de-Ville | 1 (+0) | 1 (+0) | Non applicable |
| <i>Légende :</i> | | | |
| <i>> VLI : Nombre de dépassements des valeurs limites d'immissions (modification notable des routes existantes)</i> | | | |
| <i>> VP : Nombre de dépassements des valeurs de planification (nouvelle route)</i> | | | |
| <i>Exemple 2 (+1) signifie 2 bâtiments avec dépassements, et en plus 1 parcelle constructible non bâtie</i> | | | |

6.6. Effets du projet en phase de réalisation

Objectif Selon le principe de prévention, il convient de limiter autant que possible les émissions sonores des chantiers dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation, et économiquement supportable.

Le présent chapitre a pour objectif d'établir le concept de mesures de prévention du bruit des chantiers regroupant les mesures de limitation des émissions sonores nécessaires au respect des exigences légales.

Celles-ci sont définies dans la *Directive sur le bruit des chantiers* [22], qui fixe des contraintes à respecter pour les chantiers en fonction du type de travaux envisagés, de la durée du chantier et des phases bruyantes, des distances par rapport aux zones sensibles au bruit, du degré de sensibilité au bruit de ces zones et des transports liés au chantier.

Le degré de détail de ce concept de mesures est adapté à l'avancement actuel de la planification des chantiers. Les mesures proposées sont à considérer comme un inventaire et devront être affinées lors de la phase de suivi environnemental de projet, de façon à être intégrées au dossier de soumission au moyen de dispositions spécifiques.

Les impacts bruit de la phase de réalisation sont de trois ordres :

Tableau 6-2 :
Types d'impact
sur le domaine
du bruit

| Types d'impact |
|--|
| Les travaux de construction eux-mêmes sur les routes existantes et la nouvelle H18 |
| Les activités sur les installations de chantier |
| Les transports de matériaux par camions de et vers les installations de chantier |

Travaux de construction La directive définit trois niveaux de mesures de protection contre le bruit selon la durée du chantier et le degré de sensibilité au bruit des zones qui jouxtent le chantier. Le niveau de mesures pour les travaux de construction est A pour les locaux sensibles au bruit situés en DS IV et B pour ceux en DS II et III (cf. annexe BRU-3).

Tableau 6-3 :
Détermination du
niveau de
mesures pour
travaux de
construction [22]

| Degré de sensibilité au bruit (DS) | Phase de construction bruyante | | |
|------------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------|
| | 1 à 8 semaines | 8 semaines à 1 an | Plus d'une année |
| DS I | B | B | C |
| DS II et III | A | B | B |
| DS IV | A | A | A |

Travaux de
construction très
bruyants

Considérant que les phases de travaux très bruyants cumulées ne dépasseront pas une année, le niveau de mesures pour les travaux de construction très bruyants est également A pour le DS IV et B pour les DS II et III.

Tableau 6-4 :
Détermination du
niveau de
mesures pour
travaux de
construction très
bruyants [22]

| Degré de sensibilité au bruit (DS) | Phase de construction très bruyante | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|------------------|
| | 1 à 8 semaines | 8 semaines à 1 an | Plus d'une année |
| DS I | C | C | C |
| DS II et III | B | B | C |
| DS IV | A | A | A |

Sont considérés comme très bruyants notamment les travaux suivants :

- Le battage de palplanches ou de pieux ;
- Les travaux avec des explosifs ;
- Les forages à percussion, y compris les chocs pour décoller les matériaux ;
- Les coups de pistolets à goujons sur des éléments métalliques ;
- Les chocs lors de travaux avec des trépan-bennes (réverbération dans la cloche) ;
- Les excavations, notamment lors de chocs pour décoller les matériaux ;
- La démolition par marteau-piqueur, pneumatique ou hydraulique ;
- La découpe par scies circulaires ou à rubans ;
- Le décapage par fraisage, par nettoyage à haute pression, sablage ou meulage ;
- L'utilisation d'hélicoptères ;
- Les défrichements à la tronçonneuse.

La durée des travaux de construction très bruyants est le nombre de jours durant lesquels de tels travaux sont effectués pendant plus d'une heure.

Travaux de nuit

Les horaires normaux sont de 7h à 12h et de 13h à 19h les jours ouvrables. Lorsque des travaux sont réalisés de 12 à 13 heures, de 19 heures à 7 heures ou le dimanche et les jours fériés, les exigences sont renforcées et le niveau de mesures C s'applique.

De tels travaux sont prévus sur le PI des Petites Crosettes (pieux, pose et dépose du pont provisoire). Ils devront être planifiés et annoncés à l'avance de manière à pouvoir informer les riverains concernés.

Transports de
chantier

Le volume de trafic de transport et les itinéraires ne sont pas connus aujourd'hui. Ils devront être définis dans le cadre du suivi environnemental de projet. Il n'est pas prévu de mouvements importants de nuit.

Mesures à
appliquer

Les mesures à prendre pour minimiser les nuisances sonores durant les phases de chantier sont de deux ordres :

1. Les fenêtres antibruit (FAB) nécessaires selon l'art. 10 OPB seront installées suffisamment tôt de façon à offrir une protection contre le bruit des chantiers. La mise en place de ces fenêtres sera planifiée par secteur, en fonction des calendriers des différents chantiers. La liste des bâtiments concernés est donnée dans le chapitre 6.8.
2. Appliquer, après adaptation en fonction de l'évolution de la planification, les mesures propres à la phase de chantier, décrites dans le catalogue des mesures présenté en annexe BRU-7.

Catalogue des mesures

Le catalogue des mesures est structuré en trois parties : planification et étude du projet, réalisation des travaux et comportement minimisant le bruit, dont les mesures principales sont présentées ci-dessous.

Planification et étude du projet :

- mise en place d'un suivi environnemental de réalisation (SER);
- une fois les phases, procédés, emplacements et machines de chantier connus, définition avec le SER des modes de construction, des procédés alternatifs possibles, des emplacements des machines et appareils sur les installations et des machines et véhicules utilisés ;
- planification des travaux très bruyants ;
- planification des travaux de nuit et hors des horaires normaux ;
- planification de la pose des fenêtres antibruit et parois provisoires ;
- fixation des exigences liées au bruit dans les soumissions ;
- minimalisation de la durée entre la démolition et la reconstruction des parois antibruit existantes déplacées.

Réalisation des travaux :

- définition par le SER des compétences et des responsabilités, sensibilisation ;
- mise en place d'un système d'information aux riverains ;
- annonce des travaux bruyants et des travaux de nuit et hors des horaires normaux ;
- annonce des machines et véhicules utilisés la nuit ;
- concentration et exécution simultanée de travaux très bruyants ;
- respect des itinéraires de transports de chantier prévus.

Comportements minimisant le bruit :

- sensibiliser tous les acteurs au bruit de chantier ;
- s'assurer que l'entreprise forme ses collaborateurs ;
- utiliser les obstacles au bruit existants, choisir l'emplacement des machines et les entretenir.

Description du chantier

La phase de réalisation est décrite dans le chapitre 4.5 et l'annexe PRO-1. Le chantier est planifié sur une durée totale de 4.5 ans, plus les travaux préparatoires (notamment démolition de bâtiments). Il est prévu un poste de travail par jour pour les travaux à ciel ouvert et deux (16h) pour ceux en souterrain, du lundi au vendredi.

Il sera composé de quatre éléments principaux :

- L'excavation du portail sud, environ 25'000 m³, essentiellement à la pelle et à la griffe, ponctuellement au marteau hydraulique. Parois de type berlinoises, étayées ou ancrées provisoirement. Talus protégés par du béton projeté ;

- L'excavation de la majeure partie du tunnel depuis le sud, à l'aide essentiellement d'explosif avec ménagement (env. 2/3 du volume à excaver de 135'000 m³), et d'une haveuse où la dureté de la roche le permet. L'attaque se fera à l'aide de pré-soutènement par voutes parapluie ;
- La réalisation de la fouille du portail nord et de de la bretelle Fritz-Courvoisier, environ 55'000 m³, au marteau hydraulique ou/et à l'explosif avec ménagement. Les parois seront réalisées à l'aide de pieux sécants forés, étayées réciproquement ou ancrées provisoirement. Renforcement en béton projeté prévu, notamment sur la paroi frontale ;
- La modification des chaussées existantes des rues de l'Hôtel-de-Ville (y compris reconstruction du PI des Petites Crosettes), du Collège et de Pâquerette.

Installations de chantier Les installations de chantier principales sont prévues aux Petites Crosettes à proximité du portail sud du tunnel.

Des installations de chantier secondaires sont également prévues à proximité du portail nord, au sud de la rue Fritz-Courvoisier et sur le futur tracé de la H18 entre le portail nord et le giratoire.

Le plan des installations de chantier est présenté à l'annexe PRO-1.

Transports de chantier La majorité des travaux sera réalisée en accédant au chantier par le sud (réalisation du portail sud et excavation de la majeure partie du tunnel). Les travaux du portail nord se feront par un accès par le nord. Une fois le tube percé, les accès nord et sud seront maintenus.

Le volume à excaver représente environ 220'000 m³. L'approvisionnement du chantier ainsi que le marinage des matériaux d'excavation se fera exclusivement par camions et dumpers, de 10 m³ pour le marinage et 5 m³ pour le bétonnage. La majeure partie des matériaux de marinage évacués par le portail sud sera stockée définitivement à proximité et réaménagée. Ils n'emprunteront donc pas le réseau des routes communales, cantonales et nationales (cf. chapitre 12 Déchets, substances dangereuses pour l'environnement).

Mesures de protection La mise en place des fenêtres antibruit prévues est à planifier le plus tôt possible dès le début des travaux.

Le concept de mesures selon la directive sur le bruit des chantiers [22] est à affiner en phase de suivi environnemental de projet en fonction de l'avancement de la planification.

6.7. Mesures intégrées au projet

Butte anti-bruit Une butte anti-bruit en prolongement du mur de soutènement ouest du portail sud du tunnel des Arêtes est prévue. Cette butte est réalisée par un réaménagement du terrain. Son emplacement schématique est visible sur les différentes cartes de l'annexe BRU-5.

Revêtement routier peu bruyant La pose d'un revêtement peu bruyant de type SDA 8-12 est prévue sur la rue du Collège ainsi que sur la rue de l'Hôtel-de-Ville, à l'exception des carrefours et giratoires où pour répondre aux sollicitations mécaniques plus importantes, des revêtements plus résistants doivent être mis en place. Les tronçons (en bleu) sur lesquels le revêtement sera posé sont visibles sur les différentes cartes de l'annexe BRU-5.

Le présent projet ne prévoit pas un type de revêtement en particulier, mais fixe uniquement les exigences acoustiques du revêtement peu bruyant nécessaire à l'assainissement. Ainsi, le SDA 8-12 est nommé ici à titre représentatif pour tous les revêtements peu bruyants assurant une réduction des émissions sonores de -1 dBA en fin de durée de vie acoustique par rapport à un revêtement standard de référence (ou avec une valeur caractéristique Kb de -1 dBA).

Les revêtements moins bruyants à granulométrie plus fine de type SDA 4 ont été testés à La Chaux-de-Fonds et s'avèrent inadaptés à cette altitude. Ces revêtements sont fragiles et ne résistent pas suffisamment aux fréquents déneigements, ni aux importantes variations de températures avec gel et dégel de l'eau interstitielle.

Eléments absorbant le bruit sur les murs Pour éviter les phénomènes de réflexion du son, il est prévu de revêtir les murs de soutènement et les 30 premiers mètres aux deux portails du nouveau tunnel des Arêtes d'éléments absorbant le bruit. Les murs de soutènement de la trémie rue Fritz-Courvoisier, ainsi que ceux des ponts ferroviaires sur la rue de l'Hôtel-de-Ville (PI Malakoff et PI Petites Crosettes) seront également recouverts d'éléments absorbants.

Réduction de vitesse Une réduction de vitesse n'est pas envisagée dans le périmètre d'étude, car le futur itinéraire Hôtel-de-Ville – Tunnel des Arêtes – Pâquerette – Biaufond doit concentrer le trafic, dans le but de décharger le centre-ville. Il doit donc être plus attractif que les itinéraires alternatifs, notamment en restant plus rapide.

Fenêtres antibruit La pose de fenêtres antibruit est prévue pour 3 bâtiments, pour lesquels les VLI sont dépassées. Ce point est détaillé dans chapitre 6.8 Impacts résiduels et conclusions. La qualité de ces fenêtres doit respecter les exigences de l'annexe 1 de l'OPB.

Tableau 6-5 : Liste des mesures du domaine bruit intégrées au projet

| N° | Nom | Phase de mise en œuvre | | |
|--------|---|------------------------|-----|-----|
| | | SEP | SER | SEE |
| BRU-01 | Butte anti-bruit des Petites Crosettes | | X | |
| BRU-02 | Revêtement de chaussée de type SDA8-12, rues de l'Hôtel-de-Ville et du Collège | | X | |
| BRU-03 | Eléments absorbants le bruit sur les murs de soutènement et les portails du tunnel | | X | |
| BRU-04 | Pose des fenêtres antibruit prévues le plus tôt possible dès le début des chantiers | | X | |
| BRU-05 | Concept de mesures de protection contre le bruit de chantier : catalogue contraignant de mesures, à appliquer durant la planification et la réalisation | X | X | |

6.8. Impacts résiduels et conclusions

Horizon 2035 Le chapitre 6.5 ci-dessus présente l'évaluation de l'impact du projet à son ouverture, prévue en 2025. Une évaluation de la situation sonore à l'horizon 2035 est toutefois nécessaire, selon le manuel du bruit routier [21], pour vérifier si les mesures de protection contre le bruit intégrées au projet sont suffisantes à long terme (robustesse des mesures).

En 2035, il est prévu que les deux contournements routiers de La Chaux-de-Fonds seront ouverts, à l'est par la H18 et à l'ouest par la H20. La décongestion du centre-ville ainsi

obtenue permettra à la Ville de La Chaux-de-Fonds d'y mettre en place les mesures de réorganisation de la mobilité et de l'espace urbain prévues pour 2035 dans le cadre de son PDPM (décrit dans le chapitre 4.3.3).

L'analyse prend en compte l'effet de l'ouverture de la H18, de la H20, et de la mise en œuvre de toutes les mesures de modération planifiées dans le centre-ville (PDPM). Ainsi il est vérifié que les mesures de protection contre le bruit prévues sont suffisantes avec un report de trafic maximal sur la H18. La distribution du trafic correspondante est présentée dans l'annexe TRA-1 (figure 9),

Les résultats des calculs des niveaux sonores et les impacts résiduels relatifs sont présentés ci-après.

Nouvelle installation A l'état futur 2035, les mesures d'accompagnement prévues par la Ville de La Chaux-de-Fonds, entraînent un report du trafic sur la nouvelle H18. La butte anti-bruit des Petites Crosettes a été dimensionnée pour permettre ce report de trafic sans que les VP soit dépassées à l'accrochage sud, malgré la sensibilité au bruit élevée du quartier du chemin de la Prairie (degré de sensibilité au bruit DSII).

Le secteur de l'accrochage nord concerne essentiellement un quartier essentiellement industriel, affecté en zone peu sensible au bruit (DSIV). La nouvelle route entraîne un seul dépassement des VP au droit d'un bâtiment situé à la rue du Collège 80. Les cartes correspondantes sont présentées ci-dessous et dans l'annexe BRU-5.

Modification des installations existantes Par rapport à l'état 2025, un bâtiment supplémentaire ainsi qu'une parcelle non bâtie présentent un dépassement des VLI dû aux aménagements prévus sur la rue de l'Hôtel-de-Ville. Les deux bâtiments ainsi que la parcelle non bâtie en dépassement sont représentés en orange sur la figure ci-dessous.

Effet sur le réseau routier local L'accroissement du trafic sur la rue de la Pâquerette n'engendre aucun dépassement supplémentaire des VLI en 2035. Le bâtiment situé Rue de la Pâquerette reste en dépassement.

Les cartes de la figure 6-3 et de la figure 6-4 ci-dessous donnent un aperçu des dépassements des VLI au droit des bâtiments et parcelles non bâties sensibles au bruit à l'horizon 2035. Ces cartes ainsi que les immissions de bruit pour chaque bâtiment et parcelle non bâtie sensible au bruit sont disponibles dans l'annexe BRU-5.

Figure 6-3 : Carte des dépassements en 2035 avec projet au nord

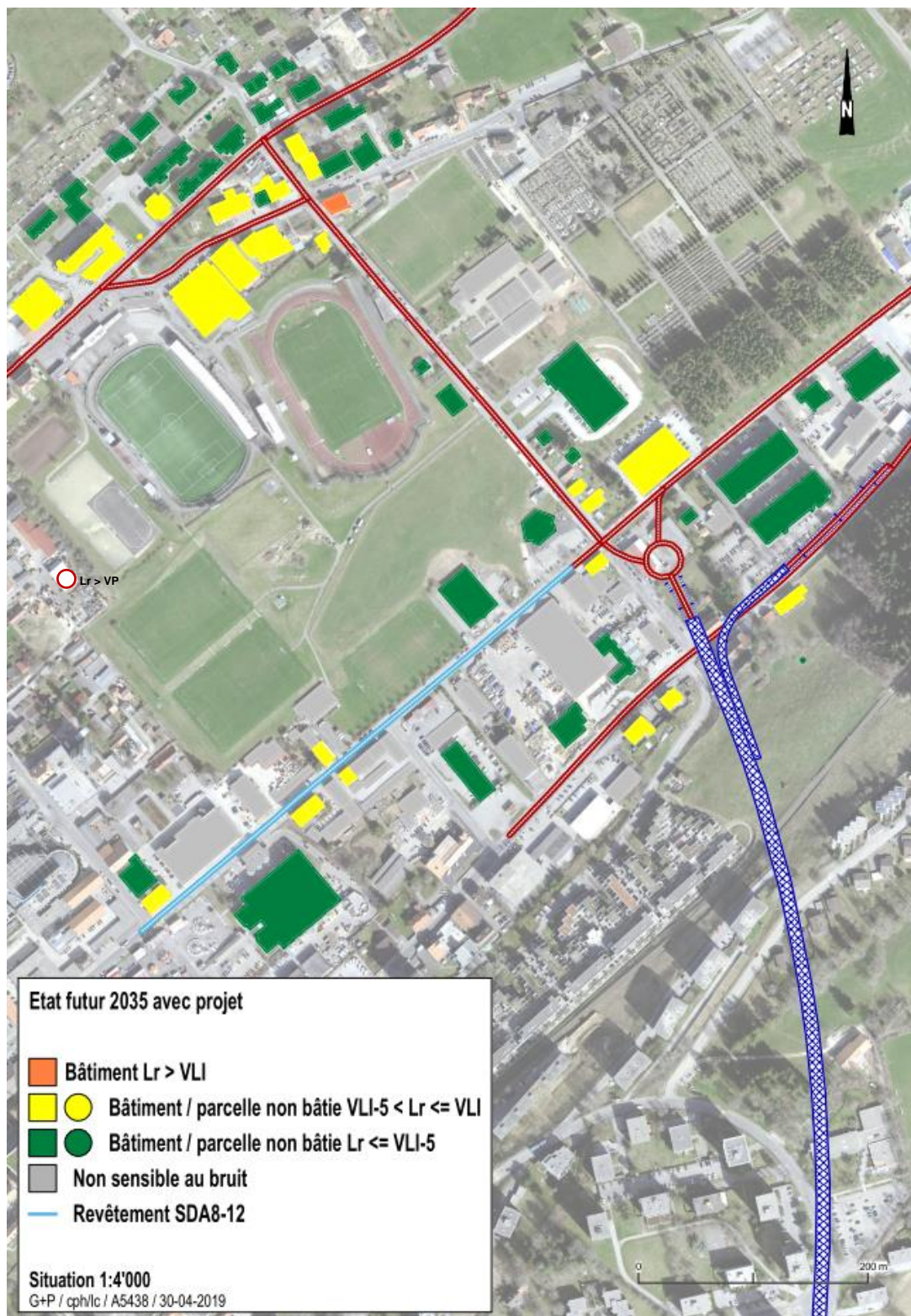
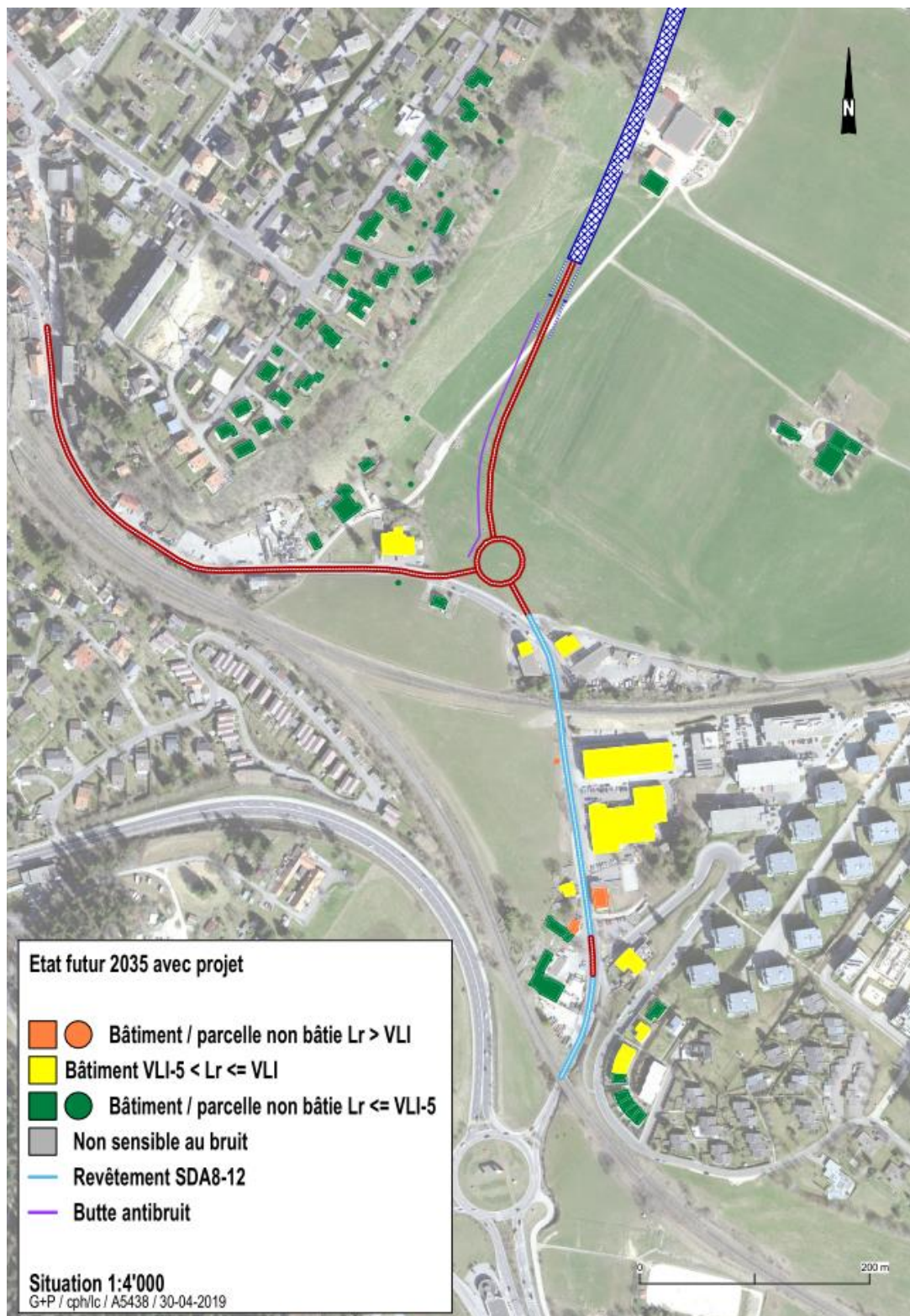


Figure 6-4 : Carte des dépassements en 2035 avec projet au sud



Allégements et fenêtres antibruit

Malgré les mesures intégrées au projet, à l'état futur 2035, il subsiste 4 bâtiments et 1 parcelle en dépassement des valeurs légales, qui font l'objet d'une demande d'allègement au sens de l'art. 14 OPB. La liste de ces demandes figure dans l'annexe BRU-6.

Pour les bâtiments situés dans le périmètre où les routes existantes sont notablement modifiées, des fenêtres antibruit sont prévues si les VLI sont dépassées. Cela concerne les 3 bâtiments représentés en orange sur la figure 6-3 ci-dessus :

- Rue de la Charrière 90, 6 fenêtres
- Rue de l'Hôtel-de-Ville 109, 17 fenêtres (y compris 4 velux au 4^e étage)
- Rue de l'Hôtel-de-Ville 114, 10 fenêtres

Le bâtiment situé à la rue du Collège 80 n'étant pas en dépassement des VLI, le remplacement des fenêtres n'est pas nécessaire (OPB art. 10). Le nombre total de fenêtres antibruit est ainsi estimé à 33. Les fiches des bâtiments bénéficiant de fenêtres antibruit figurent dans l'annexe BRU-6.

**Conclusion
générale**

La route principale H18, reliant Bâle à La Chaux-de-Fonds, traverse aujourd'hui le centre-ville de La Chaux-de-Fonds. Ce trafic de transit s'ajoute à un réseau routier déjà congestionné. L'ouverture au trafic de la nouvelle route H18 de contournement est de La Chaux-de-Fonds, en 2025, permettra d'extraire ce trafic en périphérie et de diminuer les nuisances sonores qui y sont liées au centre-ville, notamment sur les axes suivants (cf. annexe TRA-1 (figures 1, 5, 7 et 9) :

- Rue de la Charrière
- Rue du Collège à l'ouest de la rue du Marais et rue Fritz-Courvoisier
- Av. Léopold-Robert à l'Est de la Rue du Midi et rue Neuve jusqu'à la rue de la Balance
- Rue du Grenier et rue de de l'Hôtel-de-Ville au nord du futur giratoire des Petites Crosettes

Grâce à la butte anti-bruit des Petites Crosettes, les éléments absorbant le bruit contre les murs de soutènement aux portails du tunnel et un revêtement routier peu bruyant sur la rue du Collège et la rue de l'Hôtel-de-Ville, les nuisances sonores n'augmenteront pas de manière perceptible le long du nouveau tracé et des axes existants modifiés qui constituent les accès au nouveau contournement (rue de l'Hôtel-de-Ville, rue de la Pâquerette).

En 2035, les mesures de protection prévues restent suffisantes et efficaces, et permettent l'absorption du trafic prévu à cet horizon temporel sur le contournement. Ainsi le nouveau contournement H18 pourra absorber tout le trafic reporté par les mesures de décongestionnement mises en œuvre au centre-ville.

Malgré cette protection intégrée, il n'est pas possible de maintenir tous les bâtiments du périmètre d'étude en deçà des valeurs limites légales à l'horizon 2035, au vu de l'augmentation générale du trafic routier. Des demandes d'allègements pour 5 objets sont donc nécessaires.

Tableau 6-6 : Synthèse du domaine du bruit. Légende : - aucune répercussion significative sur l'environnement (sans mesure) ; ○ répercussions sur l'environnement limitées par des mesures standard ; ■ répercussions sur l'environnement limitées par des mesures spécifiques.

| Principaux effets | Pertinence environnementale | Mesures intégrées au projet |
|---|-----------------------------|--|
| 3 bâtiments et 1 parcelle pour lesquels les valeurs d'exposition au bruit de l'ensemble des routes sont au-delà des VLI | ■ | Revêtement routier peu bruyant, fenêtres antibruit |
| 1 bâtiment pour lequel les valeurs d'exposition au bruit de la nouvelle route H18 sont au-delà des VP | ■ | Butte des Petites Crosettes, éléments absorbant le bruit contre les murs |
| Demande d'allégement pour 4 bâtiments et 1 parcelle, représentant l'impact résiduel | ■ | |

7. VIBRATIONS

7.1. Introduction et bases réglementaires

Introduction Les vibrations peuvent avoir un impact sur les constructions et certains appareils sensibles. A grande amplitude, elles peuvent être nuisibles ou inconfortables pour les personnes. Le son solidien propagé à l'intérieur des bâtiments peut quant à lui être ressenti comme gêne sonore par les personnes.

En phase d'exploitation, le trafic routier ne provoque néanmoins pas de vibrations ni de son solidien dont les impacts peuvent être nuisibles pour les machines, les constructions ou les personnes. Seuls les bâtiments très proches de portails de tunnel ou de culées de ponts peuvent être concernés si la propagation est favorisée par un socle rigide.

Lors de la phase de chantier, les zones concernées par des travaux susceptibles d'engendrer des vibrations sont les bâtiments très proches des portails du tunnel des Arêtes d'une part, et d'autre part l'élargissement prévu de la Rue de l'Hôtel-de-Ville.

Objectif Il s'agit de minimaliser les impacts sur les constructions, les machines et les personnes. Certaines méthodes de construction sont responsables de nuisances importantes. Dans certains cas, elles doivent être limitées temporellement et/ou remplacées par des méthodes ou des machines émettant peu de vibrations.

Application directe de la LPE Dans le domaine des vibrations, les articles 11, 12 et 15 de la *Loi sur la protection de l'environnement* (LPE) [23] font foi et sont directement applicables :

- Les vibrations sont limitées par des mesures prises à la source.
- Les émissions sont limitées à titre préventif dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable.
- S'il y a lieu de présumer que les atteintes seront nuisibles ou inconfortables, les émissions seront limitées plus sévèrement.
- Les valeurs limites d'immissions s'appliquant aux vibrations sont fixées de manière que, selon l'état de la science et l'expérience, les immissions inférieures à ces valeurs ne gênent pas de manière sensible la population dans son bien-être.

Autres bases réglementaires Les autres bases réglementaires utilisées sont mentionnées dans la bibliographie (cf. chapitre 20), notamment la norme VSS 40 312 *Ebranlements, effets des ébranlements sur les constructions* [25], qui contient les critères pour évaluer l'effet des vibrations sur les constructions, les valeurs indicatives à observer pour éviter des dégâts et des recommandations pour le relevé de fissures.

7.2. Méthodologie

Absence de valeurs limites Les valeurs limites mentionnées dans l'art. 14 de la LPE n'existent pas dans la législation actuelle (voir ci-dessus). Ainsi l'évaluation de l'effet des vibrations sur les personnes fait appel à la norme allemande DIN 4150 *Erschütterungen im Bauwesen, partie 2: Einwirkungen auf den Menschen in Gebäuden* [24].

Norme suisse VSS 40 312 La norme VSS 40 312 [25] décrit 4 classes de sensibilité des constructions, desquelles dépendent les impacts tolérables :

- 1 : très peu sensible
- 2 : peu sensible : bâtiments pour l'industrie ou l'artisanat
- 3 : normalement sensible : habitations, bureaux, écoles
- 4 : particulièrement sensible : constructions avec plafonds en plâtre ou en hourdis, constructions neuves et récemment rénovées de la classe 3, monuments protégés.

La norme suppose que les ouvrages sont construits et entretenus selon les règles de l'art. Le cas échéant, une évaluation quantitative doit être faite pendant le chantier.

Vibrations / sons solidiens Les bâtiments destinés au séjour prolongé de personnes et situés à proximité des émissions de vibrations doivent faire l'objet d'une évaluation qualitative à l'étape du projet de détail. On parle de vibrations pour les fréquences entre 8 Hz et 80 Hz. Les fréquences en-dessous de 60 Hz, et plus encore en-dessous de 30 Hz sont les plus dangereuses pour les constructions.

Dès 80 Hz, il s'agit de son solidien, qui, propagé dans les bâtiments, peut engendrer des nuisances sonores pour les personnes.

7.3. Etat actuel

Périmètre Le périmètre d'étude pour le domaine des vibrations comprend les environs immédiats de la nouvelle route H18 et des installations de chantier et zones de dépôts provisoires, ainsi que les routes empruntées pour les transports de chantier.

Evaluation A l'état actuel, il n'existe aucune étude spécifique relative aux vibrations dans le périmètre. Aucun problème lié à ce domaine n'est connu. On peut en déduire qu'à l'état actuel, les vibrations et le son solidien émis par le trafic routier n'engendrent aucune nuisance.

7.4. Etat de référence

Evaluation A l'état 2025 sans nouveau projet, seule une augmentation générale du trafic est observée par rapport à l'état actuel, sans modification des chaussées. Ceci n'augmentera pas de

manière significative les nuisances dues aux vibrations et au son solidien émis par le trafic routier, qui restent sans effet.

7.5. Effets du projet en phase d'exploitation

Différenciation des effets D'une façon générale, on distingue les impacts sur les personnes dans les bâtiments, le dysfonctionnement des machines et le risque de dégâts aux bâtiments.

Le dysfonctionnement des machines peut apparaître à de faibles amplitudes vibratoires. La gêne des personnes est liée à des vibrations moyennes mais déjà perceptibles, alors que les dégâts aux bâtiments ne concernent que les vibrations fortement à très fortement perceptibles selon l'état des constructions. Ceci implique que pour une même installation, le périmètre d'influence diffère selon le thème évalué. Comme la phase de chantier est provisoire, la tolérance par rapport aux émissions vibratoires est plus élevée que pour les impacts de la phase d'exploitation.

Description du projet Le périmètre ne présente pas de pont routier. Le portail sud du tunnel des Arêtes est éloigné de plus de 50 mètres de tout bâtiment sensible aux vibrations. Ce chapitre se concentre donc sur le portail nord du futur tunnel.

Figure 7-1 :
emplacement des portails nord et sud du Tunnel des Arêtes



Portail nord à gauche et portail sud à droite. Le cercle rouge représente un rayon de 50m depuis le centre du futur portail

Le bâtiment Rue Fritz-Courvoisier 94 est situé à moins de 50m du futur portail nord (figure de gauche). Il n'est néanmoins pas situé au-dessus de ce dernier. Pour éviter toute vibration nuisible ou inconfortable au passage de véhicules lourds, il s'agit d'éviter les joints dans le bitume dans la zone immédiate du portail.

Evaluation Le trafic routier ne provoque pas de vibrations ni de son solidien dont les impacts peuvent être nuisibles pour les machines, les constructions ou les personnes. Seul le bâtiment Rue Fritz-Courvoisier 94, proche du futur portail nord du tunnel, peut éventuellement être concerné. Vu sa position à côté du portail et un environnement non rigide, aucun impact dû aux vibrations et au bruit solidien propagé n'est à attendre.

7.6. Effets du projet en phase de réalisation

Objectif Selon le principe de prévention, il convient de limiter autant que possible les émissions de vibrations des chantiers dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation, et économiquement supportable.

L'état actuel de la planification du projet ne permet pas un pronostic détaillé des vibrations de chantier puisque les méthodes concrètes de construction, les machines utilisées et la durée des travaux émetteurs de vibrations ne sont pas encore connus précisément. Le présent chapitre a donc pour objectif d'inventorier les conflits potentiels et de décrire les mesures de protection contre les vibrations nécessaires au respect des exigences légales.

Celles-ci sont définies dans la LPE [23], puis concrétisées dans la norme VSS 40 312 *Ebranlements, effets des ébranlements sur les constructions* [25] en ce qui concerne la protection des constructions et dans la norme DIN 4150, partie 2 [24], pour la protection des personnes.

Les mesures proposées sont à considérer comme un inventaire et devront être affinées lors de la phase de mise en soumission, de façon à être intégrées au dossier de soumission au moyen de dispositions spécifiques.

Description du chantier La phase de réalisation est décrite dans le chapitre 4.5 et l'annexe PRO-1. Le projet prévoit la construction d'un tunnel ainsi que l'élargissement de chaussées existantes, nécessitant des travaux émetteurs de vibrations très proches de certains bâtiments, notamment :

- La réalisation de la fouille du portail nord et de de la bretelle Fritz-Courvoisier, environ 55'000 m³, au marteau hydraulique ou/et à l'explosif avec ménagement. Les parois seront réalisées à l'aide de pieux sécants forés, étayées réciproquement ou ancrées provisoirement ;
- L'excavation du portail sud, environ 25'000 m³, essentiellement à la pelle, ponctuellement au marteau. Parois de type berlinoises, étayées ou ancrées provisoirement ;
- L'excavation de la majeure partie du tunnel depuis le sud, à l'aide essentiellement d'explosif avec ménagement (env. 2/3 du volume à excaver de 135'000 m³) ;
- La démolition et l'agrandissement du passage inférieur ferroviaire des Petites Crosettes.

Les activités sur les places de chantier et les transports routiers ne produisent selon l'expérience pas de vibrations importantes. Des impacts pour les personnes, les appareils ou les bâtiments ne sont par conséquent pas à attendre.

Concept de mesures Les mesures ci-dessous, destinées à la prévention, l'information et la surveillance sont nécessaires de manière générale :

- Relevé de fissures dans les bâtiments inventoriés ci-dessous, avant le début des travaux ;
- Avant le début des travaux, relevé des conduites situées aux environs immédiats des chantiers, notamment celles en fonte, les plus sensibles aux vibrations ;
- Pendant les travaux d'excavation à l'explosif, installation de sismographes en surface pour mesurer les fréquences de vibrations générées lors des tirs. Le cas échéant, adaptation de la charge et le plan de tir ;
- Limitation des horaires hors des périodes de nuit, des repas et du week-end ;

- Information des habitants et des propriétaires au sujet des mesures de constructions, de la durée des travaux, des émissions de vibrations attendues et de la gêne attendue ;
- Communication de la personne de la direction des travaux à laquelle les personnes concernées peuvent s'adresser en cas de problèmes de vibrations ;
- L'utilisation de procédés de construction ou de machines émettant de fortes vibrations est à éviter autant que possible ;
- Pour les travaux émettant de fortes vibrations proches d'un bâtiment inventorié, exécution d'essais, avec mesure des vibrations dans les bâtiments. Le même principe est valable si des conduites à protéger sont inventoriées ;
- Réalisation de mesures de surveillance des vibrations au début de travaux produisant de fortes vibrations, permettant de prendre des mesures en cas de dépassement des valeurs d'alarme ;
- Pour les locaux d'habitation, les travaux émettant de fortes vibrations sont limités à l'horaire suivant : 7h00 – 12h00 et 13h00 – 19h00. Dans le cas où des émissions trop importantes sont mesurées, ces horaires peuvent être réduits. Tout travail hors de ces horaires doit être annoncé au préalable de façon à pouvoir informer les riverains si nécessaire.

Le chantier est planifié sur une durée de 4.5 ans, plus les travaux préparatoires. Le percement du tunnel proprement dit durera 2 ans.

Figure 7-2 :
Relevés de
fissures au
portail nord



Dans les abords de l'accrochage nord, des relevés de fissures avant travaux sont nécessaires sur les 11 bâtiments mis en évidence sur la figure ci-dessus, situé proches du périmètre d'excavation. Les autres bâtiments existants trop proches du futur tracé seront démolis (points noirs).

Figure 7-3 :
Relevés de
fissures à la rue
de l'Hôtel-de-Ville



La zone du portail sud du tunnel n'est pas critique du point de vue des vibrations, aucun bâtiment n'étant proche. Le long du tracé actuel de la rue de l'Hôtel-de-Ville, qui sera élargie, des relevés de fissures avant travaux sont nécessaires sur les 4 bâtiments mis en évidence sur la figure ci-dessus. A gauche les deux bâtiments au nord du PI des Petites Crosettes et à droite les deux restaurants de la Rue de l'Hôtel-de-Ville. Le PI de Malakoff n'est pas critique au vu de l'éloignement des bâtiments.

7.7. Mesures intégrées au projet

Les mesures suivantes de limitation des vibrations en phase de réalisation sont prévues :

Tableau 7-1 : Liste des mesures du domaine air intégrées au projet

| N° | Nom | Phase de mise en œuvre | | |
|--------|---|------------------------|-----|-----|
| | | SEP | SER | SEE |
| VIB-01 | Relevés de fissures sur 15 bâtiments | | X | |
| VIB-02 | Relevé des conduites à protéger contre les vibrations dues au chantier | | X | |
| VIB-03 | Sismographes pendant l'excavation à l'explosif sur les bâtiments les plus proches | | X | |
| VIB-04 | Concept de mesures contre les vibrations dues au chantier | X | X | |

7.8. Impacts résiduels et conclusions

Evaluation Après la réalisation du projet, en phase d'exploitation, aucun impact résiduel dû aux vibrations et au bruit soldien propagé n'est à attendre.

8. RAYONNEMENT NON IONISANT

8.1. Introduction et bases réglementaires

La problématique des rayonnements non ionisants (RNI) nuisibles ou incommodants est régie par l'*Ordonnance fédérale sur la protection contre le rayonnement non ionisant* (ORNI, du 23 décembre 1999, état au 1^{er} juillet 2016) [26]. Un projet est soumis à l'ORNI s'il implique la création de sources d'émission de RNI ou de lieux à utilisation sensible.

8.2. Etat actuel

Différentes antennes 3G, 4G et GSM sont présentes à proximité du périmètre du projet.

8.3. Etat de référence

L'état de référence est similaire à l'état actuel.

8.4. Effets du projet en phase d'exploitation

Aucun impact n'est attendu en phase d'exploitation pour le domaine des rayonnements non ionisants.

Le projet prévoit l'aménagement de deux locaux techniques : un au portail nord et un au portail sud. Les installations électriques qu'ils abriteront respecteront les prescriptions de l'ORNI (distance minimale aux lieux à usage sensible notamment).

8.5. Effets du projet en phase de réalisation

Aucun impact n'est attendu en phase de réalisation pour le domaine des rayonnements non ionisants.

8.6. Mesures intégrées au projet

Aucune mesure particulière n'est nécessaire si ce n'est le respect des normes standard.

8.7. Impacts résiduels et conclusions

Aucun impact résiduel significatif n'est à attendre dans ce domaine.

9. EAUX

9.1. Eaux souterraines

9.1.1. Introduction et bases réglementaires

Le groupement HydroGEOS-ISSKA a été mandaté par le Service des Ponts et Chaussées pour rédiger le chapitre "Eaux souterraines" de l'étude d'impact sur l'environnement liée au projet.

Dans le cadre de ce travail, il a été demandé au groupement d'effectuer une étude hydrogéologique afin de préciser les caractéristiques hydrogéologiques du massif, d'évaluer les impacts du projet sur les eaux souterraines, et de définir les mesures de protection des eaux éventuelles. Il s'agissait, en particulier, de répondre à:

- la charge n° 6 de la position de l'OFEV du 23.3.18 [46] — soit la demande F de l'évaluation du 19.01.18 du SENE du rapport préliminaire de l'EIE [50] — à savoir : *de réaliser un essai de traçage au droit du futur tunnel (site de l'injection à déterminer en accord avec le SENE et les autorités du vallon de St-Imier : soit dans une perte existante, soit dans un des forages qui sera réalisé lors de la campagne de reconnaissance géologique). Cet essai sera identique à celui réalisé en 2013 par l'ISSKA [41], les sources à surveiller le long du Doubs et dans le vallon de St-Imier seront les mêmes. Cet essai pourra déterminer si le site a une appartenance partielle ou totale au bassin d'alimentation des sources captées de St-Imier.*
- la charge n°7, c'est-à-dire *s'assurer notamment que les installations ne drainent pas les eaux souterraines et qu'elles ne réduisent pas la capacité d'écoulement des eaux du sous-sol de plus de 10 %.*

9.1.2. Méthodologie

Sur la base de nos connaissances actuelles et de la littérature, ainsi que du résultat de l'essai de traçage demandé ci-dessus et décrit plus bas, cette étude décrit les contextes géologiques et hydrogéologiques, et fournit une appréciation des impacts potentiels du projet sur les eaux souterraines, avec proposition de mesures de protection le cas échéant.

Seuls les points d'eau potentiellement en lien avec le projet (atteintes par le traceur lors de l'essai de traçage ou à proximité immédiate du projet) sont décrites ici en détail.

9.1.3. Etat actuel

9.1.3.1. Contexte géologique et tectonique régional

9.1.3.1.1 Structure et terrains traversés

Le projet se situe dans le Jura plissé, à env. 2 km à l'W du décrochement régional de la Ferrière (annexe ESO-1). La continuité des plis (alternance d'anticlinaux et de synclinaux) est coupée par cette importante dislocation régionale d'orientation N-S. Selon [31], le compartiment E est déplacé de env. 1.5 km vers le N par rapport au compartiment W. Ainsi, l'anticlinal de la Ferrière constitue la continuité de celui du Mont Cornu, et le synclinal de La Chaux d'Abel constitue celle du synclinal de La Chaux-de-Fonds.

Le projet se situe sur le flanc nord-ouest de l'anticlinal du Mont Cornu qui chevauche le synclinal de La Chaux-de-Fonds et son remplissage tertiaire.

Du S au N, le projet recoupe successivement, d'après la carte géologique :

- Le Malm inférieur (Argovien) ;
- Le Malm supérieur (Séquanien, Kimméridgien, Portlandien) ;
- Le Tertiaire (Burdigalien, Helvétien, Tortonien), avec une possible écaille de Crétacé au contact avec le Malm.

On donne en annexe ESO-2 une situation du projet sur fond de carte géologique 1:25'000 avec traces des coupes données dans l'annexe ESO-4. Ces coupes, sur lesquelles est esquissé le tunnel H18 en rouge, montrent qu'un petit synclinal jurassique affecte le flanc NW de l'anticlinal du Mont Cornu (dans la partie N du projet) qui est lui-même affecté d'un chevauchement orienté SW-NE (au SE, à hauteur de la rue de l'Hôtel-de-Ville).

Un profil stratigraphique régional est donné en annexe ESO-3.

9.1.3.1.2 Fracturation

Sur la situation de l'annexe ESO-2 ainsi qu'en annexe ESO-5 sont représentées les dolines et cavités (inventaire ISSKA) ainsi que les failles données par les cartes géologiques et celles déduites de l'observation du modèle numérique de terrain (MNT). A noter que les 2 dolines situées vers le giratoire projeté des Petites Crosettes sont recouvertes d'importants remblais suite à un remodelage de cette zone effectué dans les années '90.

Une étude sur la fissuration d'une région située un peu plus au N en bordure du décrochement de la ferrière (le Valanvron, [34]) a mis en évidence quatre groupes importants de fissures (annexe ESO-6). Le premier (subperpendiculaire à l'axe des plis, env. N140 à N155°) et le second (subparallèle à l'axe des plis, env. N47 à N53) correspondent aux fissures de tension I et II respectivement. Le troisième et le quatrième correspondent aux fissures de cisaillement, orientées à env. $\pm 30^\circ$ par rapport aux précédentes. La fréquence d'apparition des fissures de tension est plus élevée que celle des fissures de cisaillement.

Dans le secteur du projet, le relief très détaillé de terrain MNT (image LIDAR) du secteur étudié fait ressortir bon nombre de sillons dépressionnaires de terrain correspondant à des failles, dont la majeure partie sont des failles de cisaillement II (env. N105-115°) ou de tension I (env. N155, annexe ESO-5). La faille la plus marquée topographiquement est une faille de cisaillement II passant par le piézomètre AR5. A noter que la source de la Ronde s'aligne à peu près sur cette faille.

9.1.3.2. Contexte géologique local

La coupe géologique de détail, effectuée à l'axe de l'ouvrage, sur la base de 9 forages (série AR1 à AR9, voir situation en annexe ESO-2) est reprise et complétée à l'annexe ESO-7. Les terrains recoupés correspondent à ceux décrits plus haut, avec la faille susmentionnée passant par AR5 et une complication tectonique au sortir du tunnel côté N (écaille de Crétacé au contact de la molasse).

Les terrains recoupés sont décrits comme suit par les auteurs [45], qu'on cite intégralement :

9.1.3.2.1 Argovien

L'Argovien mesure dans la région de La Chaux-de-Fonds environ 110 m d'épaisseur. Il sera traversé par le tunnel et la tranchée couverte S sur une longueur de l'ordre de 500 m. Hormis dans sa partie tout-à-fait basale (qui ne sera pas touchée par l'ouvrage) formée par des calcaires, il est constitué principalement de marnes avec des intercalations irrégulières de calcaire marneux et de calcaires. Les sondages de reconnaissance AR1, 2, 3 et 4 ont recoupés l'Argovien sur un peu plus de 100 mètres de longueur comme c'est le cas dans les sondages AR1 et AR4. En règle générale, les marnes de l'Argovien sont peu fracturées et se présentent en un massif rocheux de qualité (RQD) plutôt excellente à bonne, localement moyenne. Au tunnel routier du Mont Sagne (H20 1991-1992), la fraction argileuse de l'Argovien variait de l'ordre de 17 à 52% de la roche totale, avec une grande variabilité selon l'importance des intercalations calcaires. Le pourcentage des minéraux argileux gonflants se situait entre 1.2 à 4.2% de la roche totale, démontrant ainsi un potentiel de gonflement de cette formation.

9.1.3.2.2 Séquanien

Il peut être séparé en 2 parties totalisant environ 90 m d'épaisseur.

La partie inférieure contient une certaine proportion de marne et la partie supérieure est principalement calcaire. Les couches du Séquanien ont été recoupées dans les sondages de reconnaissance AR4, AR5a et AR5b, sur un peu plus de 100 mètres de longueur. La base du Séquanien inférieur a été recoupée au droit du AR4 sur 30 mètres de longueur. Il s'agissait principalement de calcaires fins à coraux ou oolithiques, durs, localement très durs, avec quelques intercalations de calcaires marneux. En montant stratigraphiquement dans la série, c'est-à-dire en s'éloignant du AR4 en direction du nord, on devrait trouver, en intercalations dans les calcaires, des niveaux pouvant être d'épaisseur métrique ou plurimétrique, de marnes très tendres ou de calcaires marneux tendres à mi-durs (membre de Röschenz). Dans la région, le Séquanien inférieur apparaît rarement en surface, mais le levé géologique effectué lors du creusement du tunnel ferroviaire du Mont Sagne (Desor, Gressly et Adame, août 1893) montre une proportion de marne plus ou moins calcaire atteignant environ 45% du volume total, le reste étant constitué de calcaire marneux et de calcaire. Ce plan montre également que des surépaisseurs de maçonnerie ont été mises en place au niveau du radier sur une bonne partie du Séquanien inférieur.

Le Séquanien moyen et supérieur est pratiquement entièrement calcaire, en bancs d'épaisseur variable. Il comporte à sa base un niveau repère caractéristique de 8 à 10 m d'épaisseur, l'Oolithe nuciforme (Hauptmumienbank) qui est un calcaire très dur contenant de gros encroûtements algaire centimétriques (onchoïdes). Par-dessus se trouve des calcaires oolithiques ou fins, durs ou très durs, avec quelques intercalations éparses de fins niveaux marneux. Le sommet de cet ensemble séquanien est formé par un autre niveau repère d'une quinzaine de mètres d'épaisseur, l'Oolithe St Véréne, constitué d'un calcaire blanchâtre finement grenu, dur et très dur, localement crayeux, très oolithique et peu stratifié.

Le Séquanien sensu lato sera traversé par le tunnel sur une longueur approchant 300 m environ, dont plus des 3/4 seront constitués par le Séquanien moyen et supérieur.

9.1.3.2.3 Kimméridgien

Il est constitué principalement de calcaires compacts, durs et très durs, en bancs d'épaisseur pluridécimétrique à plurimétrique, formant une assise d'environ 130 à 150 mètres

d'épaisseur. La partie centrale contient un niveau caractéristique : les Marnes du Banné qui sont des marnes très calcaires et très fossilifères, dont l'épaisseur peut atteindre 1, rarement 5 mètres. Le sommet du Kimméridgien est occupé par un banc calcaire contenant fréquemment une forte concentration de nérinées (coquillage marin en forme de tire-bouchon). Le tunnel traversera cette formation sur une longueur d'environ 190 m.

9.1.3.2.4 Portlandien

Cette unité atteint une épaisseur de 80 à 90 mètres. On trouve en principe à la base les marnes et calcaires marneux à Ostréa Virgula sur 1 à quelques mètres d'épaisseur. Puis l'unité est formée principalement de calcaires fins en bancs d'épaisseur pluridécimétrique à métrique. Ils peuvent être plus ou moins dolomitiques et même grossièrement cristallisés vers le sommet (calcaires saccharoïdes). A une trentaine de mètres au-dessus de la base, on trouve également une série de quelques mètres d'épaisseur de calcaire plaqueté plus ou moins dolomitique (3 à 10 cm d'épaisseur). Le tunnel devrait traverser cette formation sur une longueur estimée d'environ 135 m.

9.1.3.2.5 Crétacé "sensu-lato"

A La Chaux-de-Fonds et d'après la carte géologique de l'Atlas Géologique Suisse, la période du Crétacé regroupe plusieurs étages allant du Valanginien à l'Hauterivien. A la base se trouve un faciès particulier, le Purbeckien, dont l'âge se situe à cheval sur la limite Jurassique - Crétacé. Dans la zone proche du portail nord du tunnel, les 2 sondages de reconnaissance AR6 et AR8 (sondage incliné) ont recoupés des terrains du Crétacé sur une longueur d'environ 56 mètres. Les terrains du Crétacé sont dans la région constitués par :

- le Purbeckien : dépôts saumâtres hétérogènes à dominante marneuse avec également présence de calcaire marneux ou dolomitique et de brèches sédimentaires, avec présence possible de gypse en amas, le tout sur environ 10 m d'épaisseur. Les marnes du Purbeckien peuvent être extrêmement tendres à tendres.*
- le Valanginien inférieur : normalement sur un peu plus de 10 m d'épaisseur, on trouve d'abord des alternances de marnes et de calcaires marneux, puis un calcaire dur et très dur, compact, le Marbre bâtard.*
- le Valanginien supérieur : sur un peu plus de 10 m d'épaisseur, on trouve un calcaire plus ou moins oolithique, parfois spathique, à grains de limonite, le Calcaire roux.*
- l'Hauterivien inférieur : environ 10 m d'épaisseur de marne silteuse plus ou moins calcaire pouvant contenir une certaine proportion de minéraux gonflants, les Marnes bleues d'Hauterive.*
- l'Hauterivien supérieur : environ 10 m de calcaire oolithique et spathique, localement marneux en bancs irréguliers, localement bréchique, la Pierre jaune de Neuchâtel.*

Le tunnel devrait traverser la partie basale des formations du Crétacé sur une longueur estimée d'une vingtaine de mètres.

9.1.3.2.6 Terrains tertiaires molassiques

Le tracé recoupera dans la zone du portail nord du tunnel et jusqu'à la rue du Collège, certains dépôts de la molasse marine supérieure (OMM) et de la molasse d'eau douce supérieure (OSM). Sont présents les terrains suivants, des plus âgés aux plus jeunes :

- *le Burdigalien OMM : constitué de grès plus ou moins cimentés avec éventuellement quelques intercalations marneuses. Les grès sont localement très mal cimentés et constituent des sables compacts. Ils peuvent contenir des passées conglomératiques ou être très silteux ;*
- *l'Helvétien OMM : constitué de marnes plus ou moins argileuses rouges, vertes, bariolées ou gris-clair. Elles sont principalement très tendres ou extrêmement tendres et peuvent contenir localement du gypse ou être localement très conglomératiques.*
- *le Tortonien OSM (aussi très connu sous le terme d'Oehningien) : constitué principalement de calcaire lacustre blanchâtre, tendre, dur ou parfois aussi crayeux et extrêmement tendre ou bitumineux, ainsi que de marnes grises, localement crayeuses, ou noirâtres et parfois bitumineuses, tendres ou extrêmement tendres.*

Une particularité de ces terrains molassiques est que leur zone d'altération (liée à la proximité avec la surface) atteint fréquemment plusieurs mètres d'épaisseur. Cela a été notamment vérifié dans les premiers mètres des sondages AR7 et AR8 où la zone d'altération atteint, un peu au sud du AR8, 5 mètres d'épaisseur.

9.1.3.3. Contexte hydrogéologique régional

9.1.3.3.1 Nappes principales du Malm, exutoires principaux et bassins versants théoriques

On donne en annexe ESO-8 les bassins versants hydrogéologiques régionaux théoriques du Malm, avec nappes principales (reprises de [43]), fracturation, et résultats des essais de traçages positifs et négatifs.

Ces bassins du Malm correspondent aux creux synclinaux délimités en leurs bordures par la base des marnes de l'Argovien (voir aussi annexe ESO-4). Dans la région intéressant le projet, 5 bassins principaux se dessinent ainsi, du S au N :

- i. Le bassin du Val de Ruz, auquel la source de la Serrière est rattachée (écoulement général vers le SW) ;
- ii. Le bassin du vallon de St-Imier, auquel les sources de Cormoret sont rattachées (écoulement général vers le NE). Un essai de coloration réalisé aux Convers (N°1 sur l'annexe ESO-8), soit sur le décrochement de la Ferrière dans l'axe du vallon [37], confirme cette direction d'écoulement et indique que le bassin s'étend au moins jusqu'à ce point. A noter que le colorant était aussi réapparu dans les Côtes du Doubs ;
- iii. Le bassin de la vallée de la Sagne, auquel la source de la Noiraigue est rattaché (écoulement général vers le SW) ;
- iv. Le bassin de La Chaux-de-Fonds, auquel les sources de la rive suisse des Côtes du Doubs sont rattachées (écoulement général vers le NE, limite vers les Eplatures). Dans [27], sur la base de niveaux d'eau en forages profonds, il est supposé que la partie SW — limitée à la région des Eplatures — du bassin de La Chaux-de-Fonds s'écoule vers le NE. Les nombreux essais de coloration — que l'on ne détaillera pas ici — effectués dans la partie NE du bassin de La Chaux-de-Fonds montrent une nette connexion de ce dernier avec les sources de la rive suisse du Doubs.
- v. Le bassin de la vallée du Doubs, qui constitue le niveau de base régional N (écoulement général suisse vers le NE).

La figure 9-1, datant de 1986-1988, synthétise ces connexions et directions.

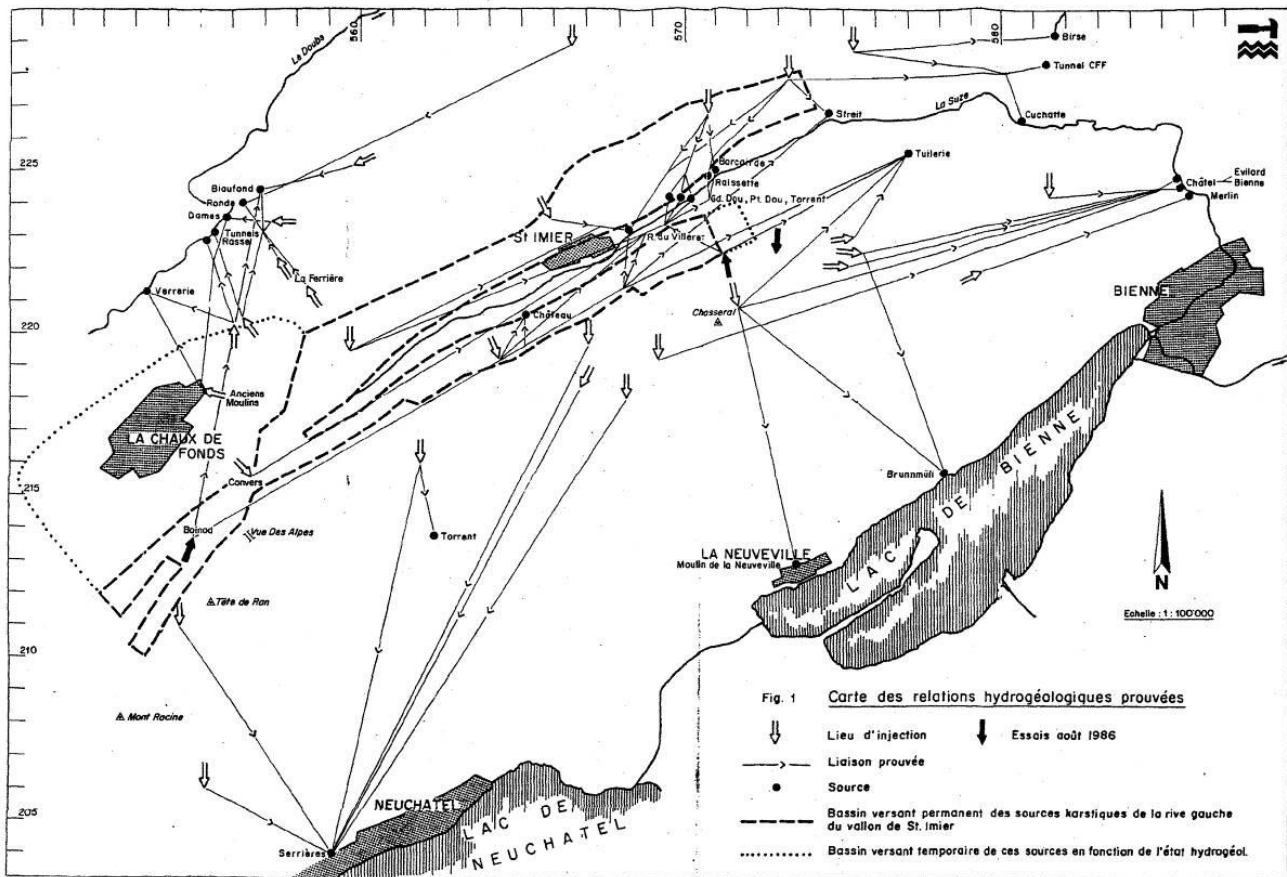


Figure 9-1 : Schématisation des connexions régionales en 1986-1988 (tiré de [48]).

Selon cette approche, on peut noter que le secteur triangulaire (appelé plus loin "triangle du Mont Cornu") situé entre les bassins 2, 3 et 4, n'est pas clairement rattachable à l'un ou l'autre de ces bassins d'un point de vue structural.

Toujours d'après cette approche, le projet H18 appartient au bassin de La Chaux-de-Fonds, donc à celui des sources des Côtes du Doubs. Seule une petite partie de la rue de l'Hôtel-de-Ville (partie S), représentant env. 120 m de tracé, se situe au-delà de la limite de ce bassin versant et déborde sur le triangle du Mont Cornu.

9.1.3.3.2 Interconnexions entre bassins versants du Malm, extension possible des bassins versants théoriques

Des extensions des bassins versants théoriques sont possibles, de façon plus ou moins nette et/ou temporaire, selon les conditions hydrogéologiques du moment :

- Un essai de coloration (N° 2 sur annexe ESO-8) réalisé à Boinod / la Corbatière [47] en basses eaux (août) a montré une connexion de cette partie du bassin de la vallée de la Sagne avec les sources du vallon de St-Imier (et celles de Biaufond). Il semble qu'un léger plongement axial de cette partie extrême NE du synclinal de la vallée de la Sagne en direction du décrochement de la Ferrière puisse expliquer ce résultat, bien que ce plongement axial n'apparaisse toutefois pas sur la carte hydrogéologique [43] ;

- Un essai de coloration (n°3 sur annexe ESO-8) effectué dans l'emposieu des Grandes Crosettes en moyennes eaux en mars 2013 a montré une nette connexion avec les sources du vallon de St-Imier [41]), et plus modeste avec les sources des Côtes du Doubs.

Des suspicions de connexions entre la partie NE du bassin de La Chaux-de-Fonds et les sources de Cormoret (vallon de St-Imier, Figure 9-7), en période de basses eaux, avaient été émises en 1981 dans [42] sur la base d'une mauvaise qualité des eaux observée vers cette époque (1973/74) à ces sources (odeur de cloaque dégagée en période de sécheresse prononcée, puis concentrations en tritium très supérieures à la normale, rattachées à celles très élevées dans les eaux usées de La Chaux-de-Fonds déversées jusqu'en 1975 sans traitement dans les pertes des Anciens Moulins). Mais depuis le traitement de la STEP mis en place en 1975, avec déplacement du point de rejet des eaux vers l'aval, cette influence ne s'est plus fait sentir (analyses de 1975/76) si bien que les auteurs admettaient *qu'un écoulement en direction du vallon de St-Imier était devenu hautement improbable*.

Toutefois, en avril 1982, la source du Torrent présentait des odeurs rappelant celles du purin, sans que les analyses bactériologiques et chimiques effectuées ne décèlent rien de tangible. L'entreprise CISA, située à proximité des gouffres des Anciens Moulins, avait alors été suspectée comme origine de cette pollution [48], bien qu'un essai de coloration effectué en septembre 1979 en basses eaux dans ces gouffres n'eut montré aucune connexion avec les sources de Cormoret surveillées durant 3 mois (essai n° 4 sur annexe ESO-8, [49]).

Mentionnons encore qu'un essai de coloration (n° 5 sur annexe ESO-8) effectué en hautes eaux en 1973 dans la Ronde à l'aval de la Combe des Moulins n'avait pas montré de connexion avec les sources St-Imier [44].

Aujourd'hui, il est admis que la combe du Valanvron et le bas de la combe des Moulins (amont STEP) ne sont pas en liaison avec les sources de Cormoret [28]. Concernant le secteur des gouffres des Anciens Moulins, son régime d'écoulement est probablement fort différent de cette époque, de sorte qu'à notre avis, la liaison supposée a peu de chance d'avoir subsisté. On ne peut toutefois pas exclure qu'elle puisse encore exister selon certaines conditions hydrogéologiques. Ce sont aussi les conclusions de [29] qui avait essayé une approche via l'analyse de la qualité des eaux aux captages, mais sans succès vu le manque de données sur les périodes concernées

Nous avons reporté en jaune, sur notre annexe ESO-8, le débordement du bassin versant du vallon de St-Imier supposé alors dans [42], qui englobe les essais positifs sus-décrits. Le fait que la partie S du projet y soit incluse provient d'une imprécision des limites géologiques due à la grande échelle (1/50'000) utilisée par leurs auteurs. En réalité, cette limite suit celle du bassin versant théorique que nous avons dessiné en annexe ESO-8 et en annexe ESO-9. Nous n'avons par contre pas reporté, de la même étude, son extension possible qui englobe toute la partie NE de la ville de La Chaux-de-Fonds, car cela n'est pas réaliste d'après nous à la lueur de résultats plus récents.

9.1.3.3.3 Nappe tertiaire, exutoire principal et bassin versant

La vallée de La Chaux-de-Fonds possède un remplissage tertiaire (Burdigalien / Helvétien / Tortonien, cf. § 9.1.3.2.6). Dans la région du portail N – giratoire des Prés de la Ronde – rue de la Pâquerette, le projet touche tous ces terrains.

Le Burdigalien (m_2 - faciès essentiellement gréseux) et l'Helvétien (m_2 - faciès essentiellement marneux, Marnes rouges m_{3m}) peuvent être considérés comme aquicludes. En effet, les

forages AR7, AR8 et AR9, effectués dans le cadre du projet, ont recoupé ces faciès et n'ont pas touché de nappe à proprement parler.

Le Tortonien (m₄-Oehningien) est, par contre, aquifère. Ce dernier affleure, selon les cartes géologiques [30] et [31] (annexe ESO-2), sur la première moitié de la rue de la Pâquette, et vraisemblablement jusqu'à la rue Fritz-Courvoisier (voir coupe de la Figure 9-2) où il est masqué par des colluvions.

Dans [27], il est montré que la source de la Ronde (voir sous § 9.1.3.4.4) est l'exutoire de la partie SW de l'aquifère oehningien, ce qui a été démontré par plusieurs essais de coloration ou autres travaux effectués dans l'emprise de cet aquifère [32].

On ignore si cette nappe s'étend jusqu'au droit des travaux prévus correspondant à des aménagements de surface (giratoire du Pré des Rondes, requalification des rues de la Pâquette et du Collège), et, le cas échéant, si cette nappe fait partie du bassin versant de la source de la Ronde. Mais, vu que l'altitude du thalweg actuel au giratoire des Prés de la Ronde (981 msm) est identique à celle du captage de cette source (981 msm, voir sous § 9.1.3.4.4), cela nous paraît hautement improbable.

D'un point de vue sécuritaire, nous incluons quand même cette source dans le cadre de notre évaluation des impacts potentiels du projet.

9.1.3.3.4 Nappe de versant

Sur le flanc NW de la colline des Arêtes se trouve une nappe de pente, qui s'écoule donc du NE vers le SW. D'après [45], et les mesures piézométriques effectuées (voir sous § 9.1.3.4.2), cette petite nappe est sise dans un niveau d'altération, pouvant atteindre 5 m d'épaisseur selon § 9.1.3.2.6, de la molasse (figure 9-2).

Cette nappe ne donne naissance à aucune source dans le secteur du projet. Un puits, dénommé C.-F. 98a, y semble cependant rattaché (voir sous § 9.1.3.4).

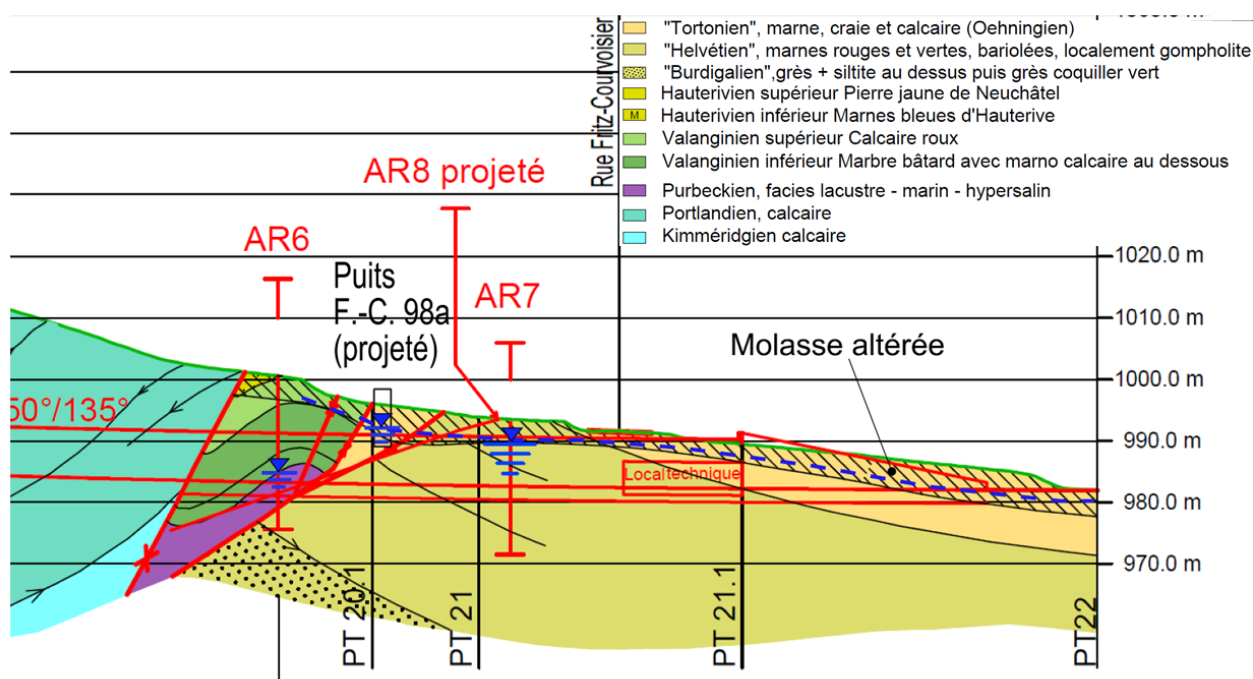


Figure 9-2 : Coupe longitudinale géologique dans la région du portail N du projet (extrait de l'annexe 4 de [45], avec rajout des niveaux d'eau et schématisation de la nappe de pente (en trait tillé bleu).

9.1.3.4. Contexte hydrogéologique local

9.1.3.4.1 Directions d'écoulement (nappe du Malm) et essai de traçage

L'essai de traçage demandé en introduction a été réalisé en janvier 2019. Le site choisi pour l'injection du traceur a été le piézomètre AR5b, installé dans un forage qui présente une cavité karstique à -54 m, soit à une altitude d'env. 1'002 msm, ce qui correspond à l'altitude de la base du tunnel à cet endroit-là (PT15, alt. env. 1'000 msm, voir coupe en annexe ESO-7).

Le détail du choix du site d'injection est donné en annexe ESO-9. Le choix du site d'injection retenu a été officiellement validé/accepté par le SENE et les exploitants des sources du vallon de St-Imier suite à la séance de présentation du 27.11.18 chez le Maître d'ouvrage. Le détail de l'essai de traçage et de ses résultats est donné en annexe ESO-10.

Le traceur injecté est ressorti aux sources de la Verrerie et de la Rasse, mais pas aux autres sources surveillées (source de la Noiraigue, source de la Ronde en ville de La Chaux-de-Fonds, sources du vallon de St-Imier (figure 9-7) : source non captée de la Dou, sources captées du Torrent, de la Borcairde, de la Raisetette et nouveau puits des Sauges.

Les enseignements que l'on peut tirer des résultats de cet essai sont les suivants :

- Le tunnel, et par extension les Petites Crosettes et la zone du portail nord, appartiennent au bassin versant des sources des Côtes du Doubs. Les eaux souterraines s'écoulent en direction du NW, conformément au bassin versant théorique (synclinal de La Chaux-de-Fonds) décrit plus haut ;
- La zone non saturée et/ou le système karstique existant sous le tunnel semble offrir une certaine protection par rapport à la nappe profonde, vu les faibles taux de restitutions observés ;
- Il n'y a pas de connexion hydrogéologique avec les sources captées de St-Imier.

9.1.3.4.2 Niveau d'eau

Régionalement Dans [27], il est mentionné un niveau maximum de la nappe profonde du Malm de 969 msm aux Eplatures, de 947 msm à la rue des Forges, de 935 msm aux Creux des Olives (n° 307) et de 865 msm au camping du Bas-du-Reymond (n°287). Ces niveaux correspondent, pour la plupart, à ceux rencontrés lors de forages pour pompe à chaleur (PAC) qui sont représentées, dans la région du projet, sur l'annexe ESO-2.

On peut y rajouter ceux des forages n° 438 / 441 (910 / 922 msm) à l'Orée du Bois, et n°403 (< 902 msm) au chemin du Couvent.

Bien que ces niveaux aient été mesurés à des moments différents, ils indiquent un niveau vraisemblable pour la nappe karstique régionale et semblent refléter un éventuel axe drainant passant par la rue de l'Hôtel-de-Ville.

Les forages pour PAC n°415 / 189 situés aux Arêtes, proches du tracé du projet, ont tous deux atteint les marnes argoviennes vers 100 m de profondeur (soit à une alt. d'env. 940 msm) sans rencontrer d'eau. Ils étaient secs.

Ceci permet de conclure que :

- Le tunnel, dont le niveau de base projet se situe entre 1'010 msm (portail S) et 991 msm (portail N), se situe au moins 50 à 70 m plus haut que la nappe karstique régionale du Malm ;
- Sous la partie extrême sud de la rue de l'Hôtel-de-Ville, construite en surface, la nappe karstique régionale se situe à env. 90 -100 m de profondeur.

Au droit du projet Des niveaux d'eau ont été mesurés dans les piézomètres AR3, AR4, AR5b et AR6 et dans le puits C.-F. 98a depuis 2017 (figure 9-3, situation en profil en long en annexe ESO-7). Dans le cadre de cette étude, un suivi démarré en septembre 2018 est toujours en cours.

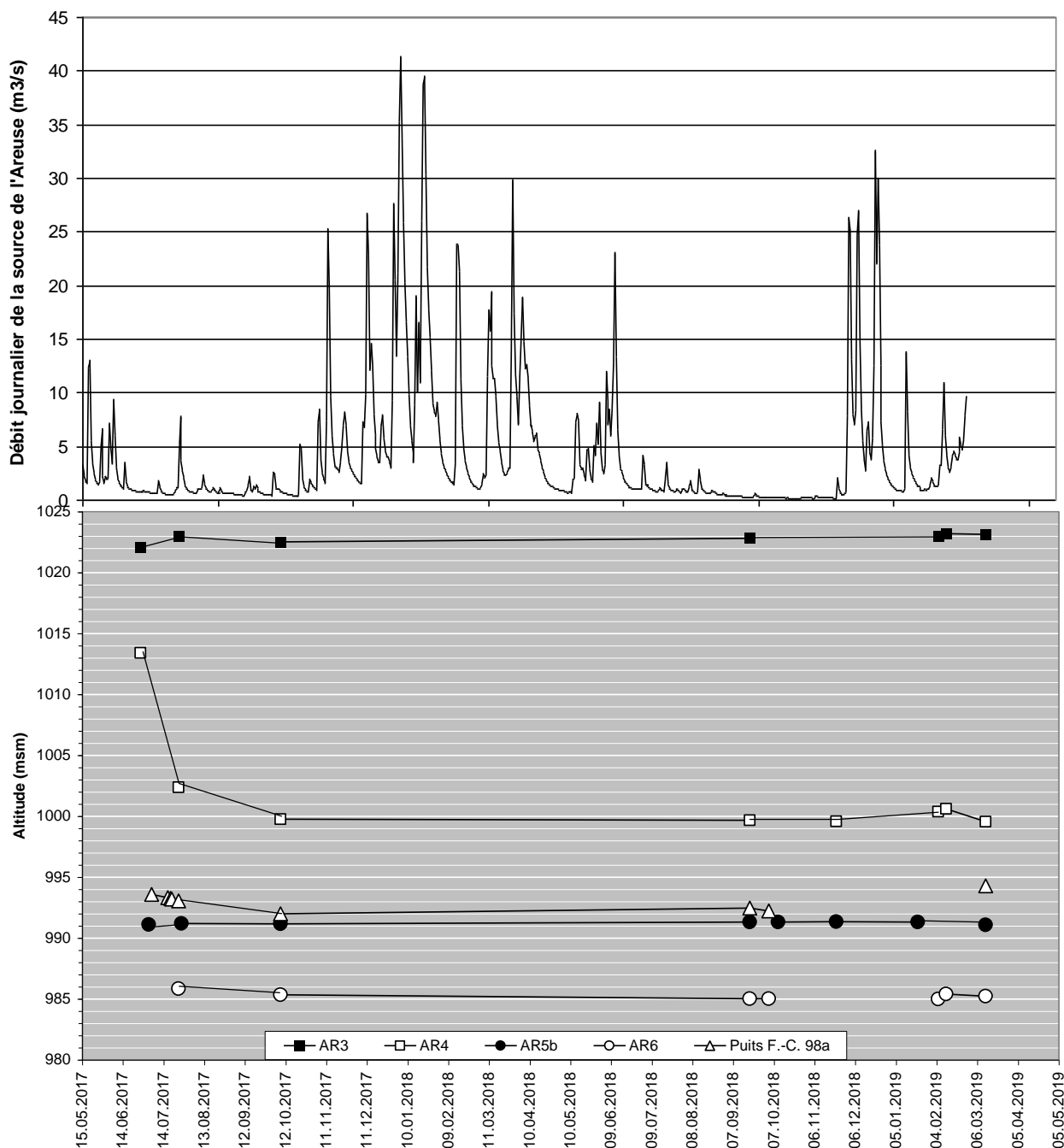


Figure 9-3 : Niveaux piézométriques mesurés au droit du tunnel en 2017, 2018 et 2019 (les valeurs de 2017 sont reprises de [45]), en regard du débit journalier de la source de l'Areuse.

Hormis pour le piézomètre AR4, et le puits C.-F98a, les niveaux ne présentent que très peu de variations malgré les fluctuations hydriques importantes illustrés par les débits de la source de l'Areuse (tableau 9-1).

Tableau 9-1 :
Altitudes minimales et maximales mesurées dans les piézomètres et puits, et battements maximum observé en m.

| | AR3 | AR4 | AR5b | AR6 | Puits F-C 98a |
|-----------|---------|---------|--------|--------|---------------|
| Min | 1022.13 | 999.57 | 991.08 | 985.01 | 992.01 |
| Max | 1023.22 | 1013.42 | 991.34 | 985.85 | 994.29 |
| Battement | | | | | |
| max (m) | 1.09 | 13.85 | 0.26 | 0.84 | 2.28 |

La variation atypique du piézomètre AR4 peut être expliquée, selon nous, par une saturation du massif lors des essais d'eau effectués en forage les 15 et 19 juin 2017 [45], suivi d'une lente vidange du forage.

Selon [45], les niveaux mesurés dans AR5b et AR6 ne reflètent pas l'existence d'une véritable nappe d'eau, mais plutôt une eau résiduaire de forage. D'après nous, cette remarque – que nous partageons à la lueur de nos propres mesures - peut être étendue au piézomètre AR3 également.

Nous pouvons rajouter que, lors de la dernière campagne (12.03.2019) figurant sur le graphique effectuée lors d'une crue importante des nappes – 55 m³/s à la source de l'Areuse la veille – nous avons remonté un peu d'eau du forage AR5b qui était encore verdâtre de l'essai de traçage, preuve qu'aucune nappe d'eau n'avait lessivé le piézomètre au niveau d'eau affiché.

Ces mesures locales confirment ce qui a été dit plus haut, à savoir que le tunnel se situe bien au-dessus de la nappe karstique régionale.

Le puits F.-C 98a draine probablement, comme déjà dit sous § 9.1.3.3.4 la nappe de versant, ce qui explique qu'il présente un battement relativement important.

9.1.3.4.3 Perméabilité

Régionalement Terrains karstiques

Les marnes peuvent être considérées comme très peu perméables mais peuvent présenter localement des défauts d'imperméabilité (faille, fractures). Les marno-calcaires sont semi perméables. Les calcaires sont perméables de par leur fracturation et peuvent présenter une karstification plus ou moins développée (tableau 9-2).

Ainsi, des réservoirs sis dans les calcaires fracturés sont souvent confinés par des horizons marneux. De même, au gré des accidents tectoniques, des contacts anormaux liés à des failles peuvent mettre en contact différents réservoirs karstiques.

Tableau 9-2 :
Caractéristiques
principales des
réservoirs
karstiques
intéressants le
projet (d'après
[43]).

| Niveaux | Puissance moyenne (m) | Porosité (%o) | Perméabilité locale (m/s) | Perméabilité régionale (m/s) | Commentaire |
|----------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| Imperméables du Lias | - | - | - | - | limite inférieure continue |
| Réservoirs du Dogger | 220 | 3 | 10 ⁻⁶ | 10 ⁻⁴ | réservoirs régionaux |
| Imperméables de l'Argovien | 150-200 | 0 | 10 ⁻⁷ -10 ⁻⁶ | grande ≠0 | grande perméabilité au droit des accidents |
| Réservoirs du Malm | env. 400 | 4,5 | 5 10 ⁻⁷ -10 ⁻⁶ | 10 ⁻⁴ -10 ⁻³ | nappe principale |
| Imperméables du Purbéckien | env. 20 | 0 | 10 ⁻⁸ | ≠0 | |
| Réservoirs du Valanginien | 45 | 4,5 | 1-6 10 ⁻⁶ | 10 ⁻⁴ | |

Terrains molassiques

Dans [27], il a été montré que les terrains molassiques présentent, de façon générale, une très mauvaise perméabilité. Seuls les bancs de calcaire d'eau douce de l'Oehningien (Pierre Morte) peuvent être, par contre, très perméables lorsque karstifiés.

Localement Des essais Lefranc ont été effectués dans les forages de reconnaissance, selon le tableau 9-3.

| | Passé testée (profondeur) (m) | Foramtion | Lithologie | K moyen (m/s) | Remarque |
|-------|-------------------------------|-----------------------|---|---------------|-------------------------------------|
| AR1-1 | -4.0 à -11.8 | Argovien | Marnes, marno-calcaires, calcaires marneux | 1.72E-06 | |
| AR1-2 | -4.0 à -25.8 | Argovien | Marnes, marno-calcaires, calcaires marneux | 2.57E-07 | |
| AR2-1 | -6.0 à -17.55 | Argovien | Marnes, marno-calcaires, calcaires marneux | 7.20E-07 | |
| AR2-2 | -6.0 à -30.9 | Argovien | Marnes, marno-calcaires, calcaires marneux | 5.25E-07 | |
| AR3-1 | -10.6 à -20.3 | Argovien | Marnes, marno-calcaires, calcaires marneux | 5.78E-07 | |
| AR3-2 | - | Argovien | Marnes, marno-calcaires, calcaires marneux | - | Perte totale d'eau à -10.3 m |
| AR4-1 | -15.0 à -27.0 | Séquanien | Calcaires, localement fracturés et krastifiés | 2.55E-07 | Résultat à considérer avec prudence |
| AR4-2 | -14.7 à -39.0 | Séquanien + Argovien | Calcaires, localement fracturés et krastifiés | 3.33E-08 | Résultat à considérer avec prudence |
| AR6-1 | -7.0 à -11.0 | Valanginien inférieur | Calcaires, localement fracturés et krastifiés | 2.17E-06 | |
| AR7-1 | -4.5 à -7.0 | Helvétien supérieur | Marnes rouges | 1.34E-07 | Résultat à considérer avec prudence |

Tableau 9-3 : Résumé des essais Lefranc effectués en forages en mai, juin et juillet 2017 (Construit sur la base de [45]).

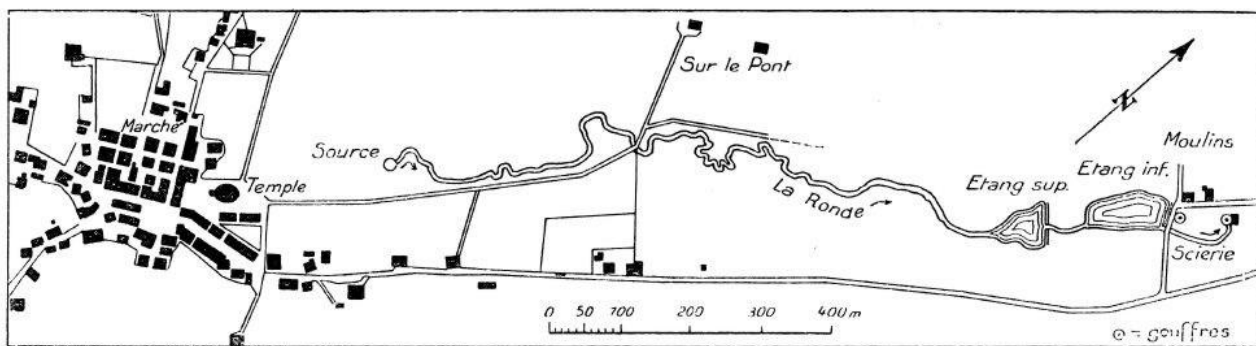
Ils indiquent que l'Argovien est, en général, très peu perméable. Une perte d'eau totale a cependant eu lieu dans AR3 lors d'un essai au droit d'un banc calcaire karstifié de subsurface, ce qui indique que des écoulements concentrés dans les bancs calcaires sont possibles au sein de cette formation.

Les calcaires testés du Crétacé ont également montré de faibles perméabilités.

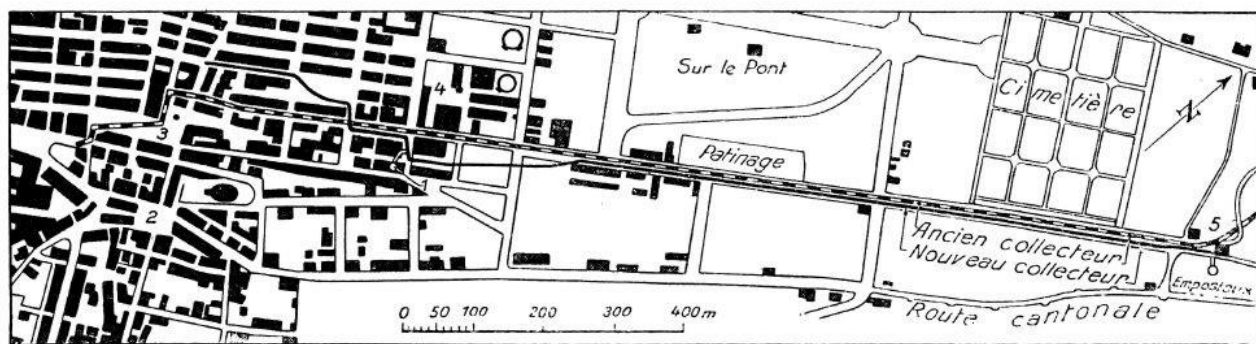
Les marnes rouges possèdent une très faible perméabilité.

9.1.3.4.4 Points d'eau, quantité et qualité des eaux

Source de la Ronde Historiquement, la source de la Ronde jaillissait à ciel ouvert au NE de la ville de La Chaux-de-Fonds, et donnait naissance à des étangs dont les eaux actionnaient les roues d'anciens moulins (actuellement Bikini Test) et d'une scierie avant de se perdre dans les gouffres, appelés aujourd'hui Gouffres des Anciens Moulins, situés à cet endroit (figure 9-4).



Vallée de La Chaux-de-Fonds, secteur NE, en 1795.



Vallée de La Chaux-de-Fonds, secteur NE, en 1945.

1 Source de la Ronde, 2 Place de l'Hôtel de Ville, 3 Place Neuve (Marché) avec Puits des Six Pompes (point noir au-dessus du chiffre 3), 4 Usine à gaz, 5 Anciens Moulins.

Figure 9-4 : Tracé historique de la Ronde (tiré de [31]).

Aujourd'hui, son captage se situe sous l'immeuble n°33 de la rue du même nom, à une altitude de 981 msm environ. Lorsqu'elle donne suffisamment de débit, elle est utilisée, partiellement en cas de crue, comme eau industrielle par Vadec, le solde étant évacué à la STEP par canalisation. Son bassin est curé env. une fois tous les 2 ans des limons bruns jaunes qui s'y déposent.

Un essai de multi-traçage a clairement montré que cette source est l'exutoire de la partie NE du remplissage tertiaire de la vallée de La Chaux-de-Fonds, jusqu'à hauteur des Eplatures

[32]. Selon [33], des pompages exécutés dans les excavations profondes effectuées pour la fondation des immeubles à la rue Léopold-Robert n°16 et 19 avaient tari totalement la source. Ce phénomène avait aussi été observé lors de la construction du parking de Migros Métropole [41]. Certains auteurs ont mentionné, par le passé, une possible alimentation de cette source par le karst sous-jacent [42]. Un essai de traçage historique (1875) effectué dans la doline des Grandes Crosettes "aurait" coloré cette source, résultat qui n'avait pas été confirmé par l'essai de 2013 [41]. Vu les niveaux d'eau de la nappe du Malm décrits sous § 9.1.3.4.2, situés bien en-deçà de celui de la source de la Ronde, cela nous semble très peu vraisemblable, sauf éventuellement à la faveur d'une faille durant d'extrêmes hautes eaux et donc durant une très faible durée.

La source de la Ronde présente un débit très variable aux dires des exploitants. Un débit moyen annuel de 300 l/min est mentionné dans [27].

On ne dispose pas d'informations sur la qualité de ses eaux, mais on la suppose médiocre vu son bassin versant urbain.

**Sources de la
Verrerie et de la
Rasse**

Les sources de la Verrerie et de la Rasse sont les deux exutoires principaux de la nappe régionale du Malm sise au NE de La Chaux-de-Fonds. Elles sourdent au niveau du Doubs, et ne sont pas captées.

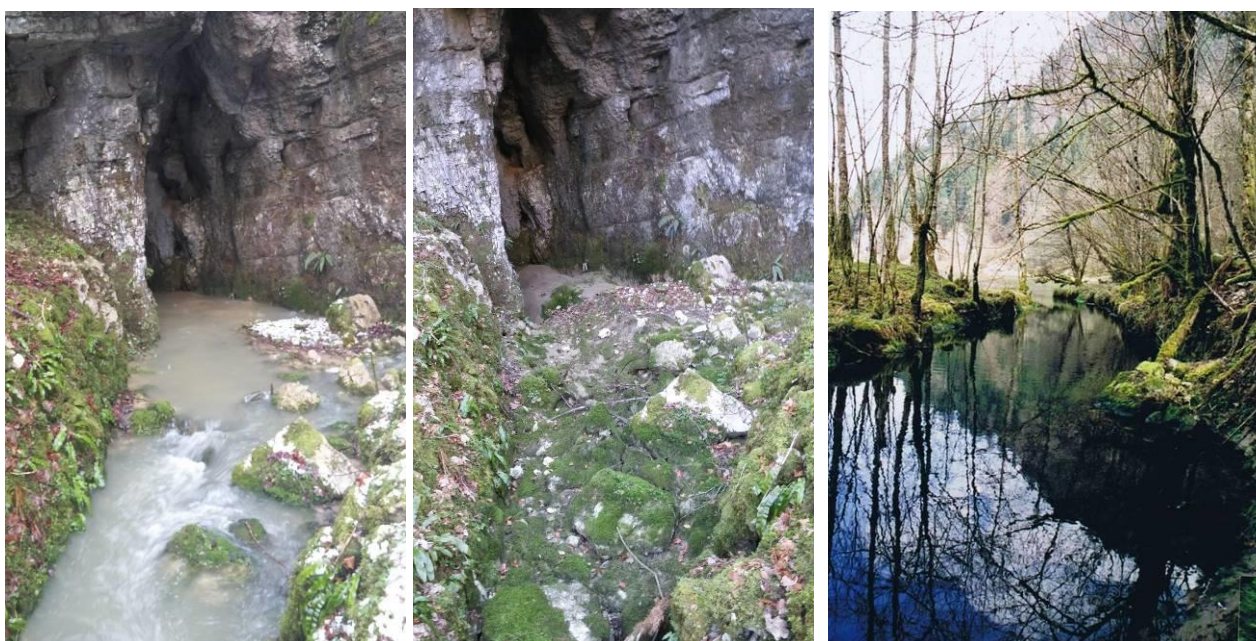


Figure 9-5 : Photographies de l'exutoire principal de la Verrerie (à gauche en crue, au centre à l'étiage, tiré de [38]) et de la Rasse (à droite, tiré de [51]).

Selon [38], la source karstique de la **Verrerie** sourde, en rive droite du Doubs, de fractures dans les calcaires du Kimméridgien. Elle possède plusieurs exutoires plus ou moins actifs selon le régime hydrologique. Au moins deux exutoires noyés existent dans la rivière et sont toujours actifs. Une autre venue secondaire existe dans le bord du canal de la source. La source principale n'est active qu'en hautes eaux (figure 9-5).

Le bassin versant de la source de la Verrerie n'est pas connu avec précision. On pense que l'estimation qui en est donnée en annexe ESO-10 (soit env. 10 km²) constitue une bonne

approche. Mentionnons encore qu'une bonne partie des eaux traitées et rejetées par la STEP (débit moyen de l'ordre de 200 l/s) s'infiltrent en grande partie dans la combe du Valanvron et ressortent, dans une proportion estimée à 2/3, à la source de la Verrerie.

Selon [38], le débit total de la source de la Verrerie n'est pas connu avec précision et est particulièrement difficile, voire impossible, à mesurer. Il va de quelques centaines de l/s à une valeur maximum de 2'000 l/s estimée dans cette étude.

La source de la Verrerie présente une qualité des eaux médiocre, résumée en annexe ESO-11.

Selon [38], la source principale de la **Rasse** sourde, en rive droite du Doubs, des calcaires du Kimméridgien. Cette source karstique correspond à une ronde de quelques mètres de diamètre qui se déverse dans le Doubs via un canal (figure 9-5). D'autres venues secondaires existent jusqu'en limite du Doubs. On ignore s'il en existe dans le Doubs.

Le bassin versant de la source de la Rasse n'est pas connu avec précision. On pense qu'il se situe entre celui de la Verrerie – décrit ci-dessus - et le décrochement de la Ferrière. Mentionnons aussi qu'une bonne partie des eaux traitées et rejetées par la STEP et infiltrées en grande partie ressortent, dans une proportion estimée à 1/3, à la source de la Rasse.

Selon [36], la résurgence principale peut afficher, dans le canal, un débit compris entre 45 et 750 l/s qu'il est laborieux de mesurer.

La source de la Rasse présente une qualité des eaux médiocre, résumée en annexe ESO-11.

Puits F.-C. 98a Le puits F.-C 98a est situé dans le jardin du n° 98a de la rue Fritz-Courvoisier. Existant apparemment depuis aussi longtemps que la maison, il appartenant à Mme Johnson qui ne l'a jamais utilisé (ni pour eau de boisson, ni pour l'arrosage).

Il est profond d'env. 9.2 m, présente un diamètre de 1.5 m env., et est construit en pierre de taille non cimentée (figure 9-6). Le 12.03.2019, son niveau d'eau se situait 4.34 m sous la surface du terrain naturel.

On ne dispose d'aucune donnée sur la qualité de ses eaux.

Ce puits, situé juste en bordure du projet, sera désaffecté dans le cadre du projet.



Figure 9-6 : Détail du puits F.-C. 98a.

Autres points Comme annoncé sous § 9.1.2, on ne décrit ici que brièvement les captages en eau potable du vallon de St-Imier, dans la mesure où, n'ayant pas été atteints par le traceur de notre essai de traçage (cf annexe ESO-10), ils ne font pas partie intégrante du projet. Le puits des Sauges (Sonvilier) est un puits profond de plusieurs centaines de mètres qui capte les eaux du Malm au fond de l'auge synclinale. L'âge de l'eau y est de l'ordre de 40 ans (communication orale des exploitants) Il est actuellement en cours de mise en service, prévue en été 2019. Les sources du Torrent, de la Raissette (Cormoret) et de la Borcairde (Courtelary) sont des sources karstiques de débordement, au même titre que la source de la Dou non captée (Figure 9-7).

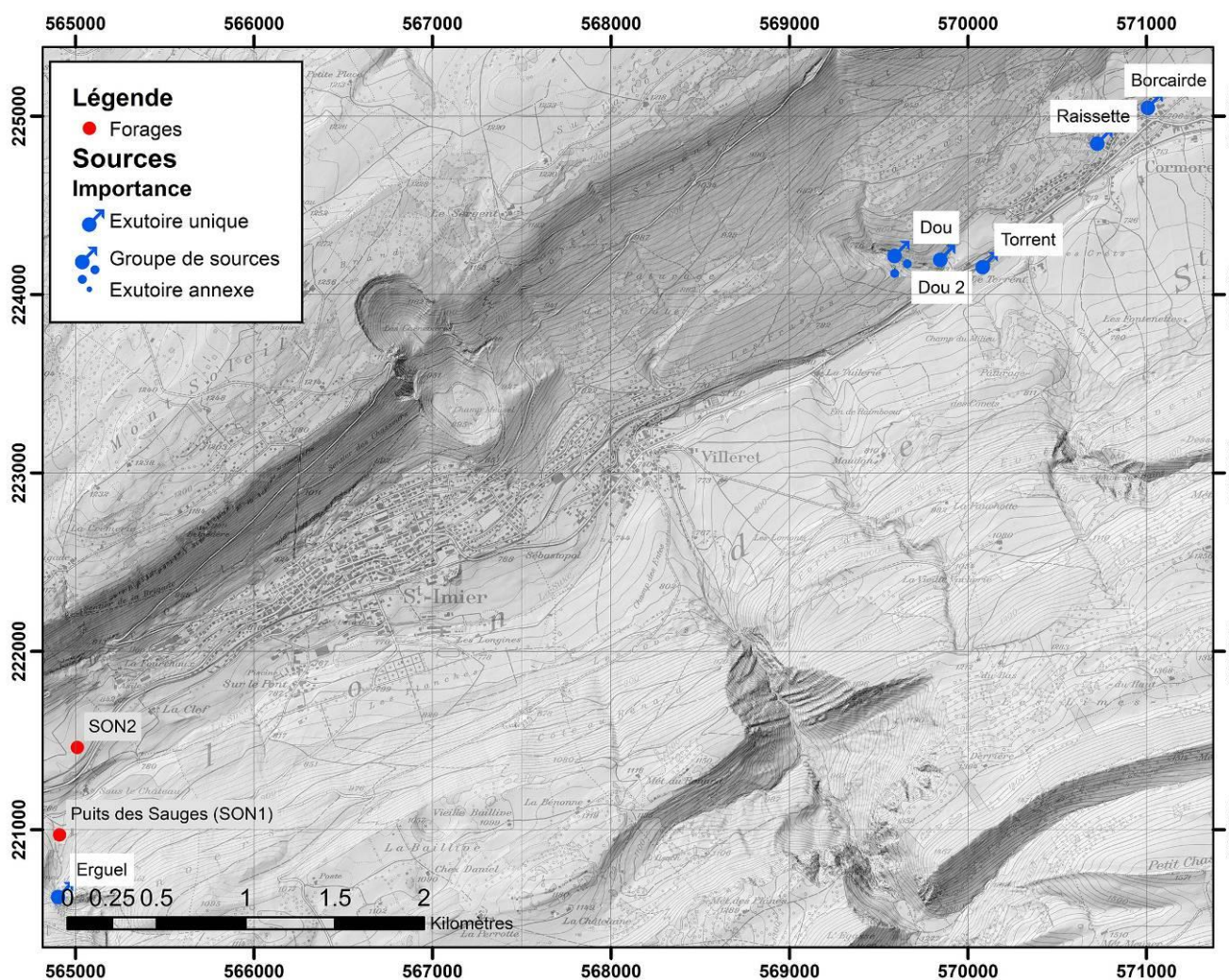


Figure 9-7 : Situation des sources décrites dans le vallon de St-Imier.

Dans la combe des Petites Crosettes (annexe ESO-2), ainsi qu'au débouché NW de la rue de l'Hôtel-de-Ville (ancienne ville), sur les flancs de la combe du Chemin Blanc et sur ceux du vallon de St-Imier existent de nombreuses petites sources ou puits privés, de versant, de subsurface, sans lien avec le projet, qu'on ne décrira pas ici.

Le puits historique désaffecté des Six Pompes en vieille ville de La Chaux-Fonds est vraisemblablement foncé dans la partie supérieure du remplissage tertiaire/quaternaire de la vallée.

9.1.4. Etat de référence

On ne s'attend pas à de changements significatifs des contextes géologique et hydrogéologique d'ici 2035, donc pas de différence dans l'évaluation des risques effectuée pour l'état actuel.

9.1.5. Effets du projet en phase d'exploitation

Une appréciation des effets potentiels du projet selon les types d'ouvrages est donnée en annexe ESO-12.

9.1.5.1. Drainage des eaux souterraines et effet de barrage aux écoulements souterrains

Le projet se situant plusieurs dizaines de mètres au-dessus de la nappe karstique régionale (voir sous § 9.1.3.4.2), un drainage des eaux souterraines, de même qu'un effet de barrage aux écoulements, ne peut pas se produire. Les eaux drainées du massif karstique non saturé et les éventuelles veines karstiques productives seront réinfiltrées dans le massif.

Seule la tranchée couverte N pourra drainer la modeste nappe de versant, et y faire localement barrage, en bordure immédiate de l'ouvrage, mais sur une très faible extension latérale dans le versant, et au droit de la bretelle de sortie Fritz-Courvoisier. Seul le puits F.-C. 98a, qui sera désaffecté dans le cadre du projet, est concerné. Aucune mesure particulière n'est envisagée.

Dans le secteur du giratoire des Prés de la Ronde, la nappe oehningienne se situe vraisemblablement à plusieurs mètres de profondeur, de sorte que les aménagements de surface ne pourront y faire barrage.

9.1.5.2. Affectation de la qualité des eaux des points d'eau potentiellement en lien avec le projet

Les eaux de chaussées seront récoltées sur l'ensemble du tracé et acheminées dans le bassin de rétention/traitement des Petites Crosettes (SETEC) puis dans celui des Prés de la Ronde, avant rejet à la STEP. Les eaux de lavage du tunnel seront également acheminées dans ce dernier ouvrage.

Le projet n'affectera donc pas les eaux souterraines en phase d'exploitation.

9.1.5.3. Affectation du débit des points d'eau potentiellement en lien avec le projet

L'emprise du projet sur le bassin versant de la nappe karstique régionale est extrêmement faible (celle du tunnel est estimée à 0.1 % du bassin versant de la source de la Verrerie).

Par ailleurs, les eaux drainées du massif karstique non saturé et les éventuelles veines karstiques productives seront – comme déjà mentionné - réinfiltrées dans le massif. Les eaux des autres drainages du projet seront, dans la mesure du possible, aussi réinfiltrées.

Le projet ne peut donc pas affecter, sur le long terme, le débit des sources des Côtes du Doubs.

Dans la région du portail N, la nappe sera probablement rabattue et le puits F.-C. 98a, dont on pense qu'il est en lien avec cette nappe, pourra voir son niveau diminué. On rappelle que celui-ci sera désaffecté dans le cadre du projet.

Les aménagements de surface du giratoire des Prés de la Ronde et la requalification des rues adjacentes ne modifieront que peu le taux d'imperméabilisation actuel de ce quartier urbain et ne pourront donc pas affecter le débit de la source de la Ronde, dont il est très peu probable, en plus, que le bassin versant s'étende jusqu'au projet.

9.1.6. Effets du projet en phase de réalisation

Une appréciation des effets potentiels du projet selon les types d'ouvrages est donnée en annexe ESO-12.

9.1.6.1. Drainage des eaux souterraines et effet de barrage aux écoulements souterrains

Le projet se situant plusieurs dizaines de mètres au-dessus de la nappe karstique régionale, un drainage des eaux souterraines, de même qu'un effet de barrage aux écoulements, ne peut pas se produire.

Lors de la creuse du tunnel, les eaux drainées du massif non saturé et les éventuelles veines karstiques productives seront réinfiltrées dans le massif.

Seule la tranchée couverte N pourra drainer la nappe modeste de versant, et y faire localement barrage, en bordure immédiate de l'ouvrage, mais sur une très faible extension latérale dans le versant, et au droit de la bretelle de sortie Fritz-Courvoisier. Seul le puits F.-C. 98a, qui sera désaffecté dans le cadre du projet, est concerné. Aucune mesure particulière n'est envisagée.

Dans le secteur du giratoire des Prés de la Ronde, la nappe oehningienne se situe vraisemblablement à plusieurs mètres de profondeur, de sorte que les travaux de surface ne pourront y faire barrage.

9.1.6.2. Affectation de la qualité des eaux des points d'eau potentiellement en lien avec le projet

Un déversement accidentel de produits polluants en chantier ne peut jamais être exclu, mais il est en général immédiatement confiné et maîtrisé par des mesures immédiates de chantier (produits adsorbants, rétention, purge locale, ...).

Dans le tunnel, ou partout ailleurs sur le tracé, un tel incident serait d'un volume infiniment moins élevé que les quantités de traceur dilué injecté lors de l'essai de traçage (voir sous § 9.1.3.4.1), et il est très peu vraisemblable que la pollution soit chassée dans le massif par une quantité d'eau aussi importante que celle utilisée lors de cet essai.

Hors tunnel, les terrains sont très peu perméables en général, même s'il est théoriquement possible que des karsts soient rencontrés dans l'Argovien.

Par ailleurs, l'essai de traçage a montré qu'une certaine protection des sources atteintes par le traceur existe via le massif, et que cette pollution – si elle parvenait quand même dans la nappe – serait grandement diluée aux niveaux des exutoires.

Pour la toute petite partie du tracé située sur le triangle du Mont Cornu, qui ne comporte que des travaux de surface, ainsi que pour la région N du projet (giratoire des Prés de la Ronde et rues adjacentes), ces considérations sont aussi valables.

Globalement donc, un risque de pollution des sources des Côtes du Doubs, ou de la source de la Ronde (dont, on le rappelle, il est très peu probable que le bassin versant s'étende jusqu'au projet) par un déversement accidentel en cours de chantier est jugé comme extrêmement faible.

9.1.6.3. Affectation du débit des points d'eau potentiellement en lien avec le projet

L'emprise du projet sur le bassin versant de la nappe karstique régionale est extrêmement faible (celle du tunnel est estimée à 0.1 % du bassin versant de la source de la Verrerie).

Par ailleurs, lors de la creuse du tunnel, les eaux drainées du massif karstique non saturé et les éventuelles veines karstiques productives seront réinfiltrées dans le massif. Les eaux des autres drainages du projet seront, dans la mesure du possible, aussi réinfiltrées.

Le projet ne peut donc pas affecter le débit des sources des Côtes du Doubs en phase de chantier.

Dans la région du portail N, la nappe sera probablement rabattue et le puits F.-C. 98a, dont on pense qu'il est en lien avec cette nappe, pourra voir son niveau diminué.

Les aménagements de surface du giratoire des Prés de la Ronde et la requalification des rues adjacentes, ne pourront pas affecter le débit de la source de la Ronde, dont – on le rappelle encore - il est très peu probable que le bassin versant s'étende jusqu'au projet.

9.1.7. Mesures intégrées au projet

Les mesures intégrées au projet, déjà décrites ci-dessus, sont résumées au tableau 9-4.

Tableau 9-4 : Liste des mesures du domaine eaux souterraines intégrées au projet

| N° | Nom | Phase de mise en œuvre | | |
|--------|---|------------------------|----|-----|
| | | SEP | SR | TES |
| ESO-01 | Application des directives cantonales "Chantier" pour la protection des eaux souterraines | | X | |
| ESO-02 | Réinfiltration des eaux de drainage et des veines karstiques productives | | X | X |
| ESO-03 | Récolte des eaux de chaussées et rétention/traitement avant rejet à la STEP | | X | X |

9.1.8. Impacts résiduels et conclusions

Les effets potentiels du projet sur les eaux souterraines, que cela soit en phase de réalisation ou en phase d'exploitation, sont résumés au tableau 9-5.

Tableau 9-5 : Synthèse du domaine eaux souterraines. Légende : - aucune répercussion significative sur l'environnement (sans mesure) ; ○ répercussions sur l'environnement limitées par des mesures standard ; ■ répercussions sur l'environnement limitées par des mesures spécifiques.

| Principaux effets | Pertinence environnementale | Mesures intégrées au projet |
|---|-----------------------------|---|
| Drainage des eaux souterraines | - | Réinfiltration des eaux de drainage et des veines karstiques productives |
| Effet de barrage aux écoulements | - | - |
| Affectation de la qualité des points d'eau potentiellement en lien avec le projet | ○ | Récolte des eaux de chaussées et rétention/traitement avant rejet à la STEP |
| Affectation du débit des points potentiellement en lien avec le projet | - | - |

9.2. Eaux de surface et écosystèmes aquatiques

9.2.1. Introduction et bases réglementaires

Le présent chapitre évalue l'impact du projet sur les eaux de surfaces et les écosystèmes aquatiques.

Bases légales La protection des eaux de surface est régie par les textes de loi et directives d'application suivants :

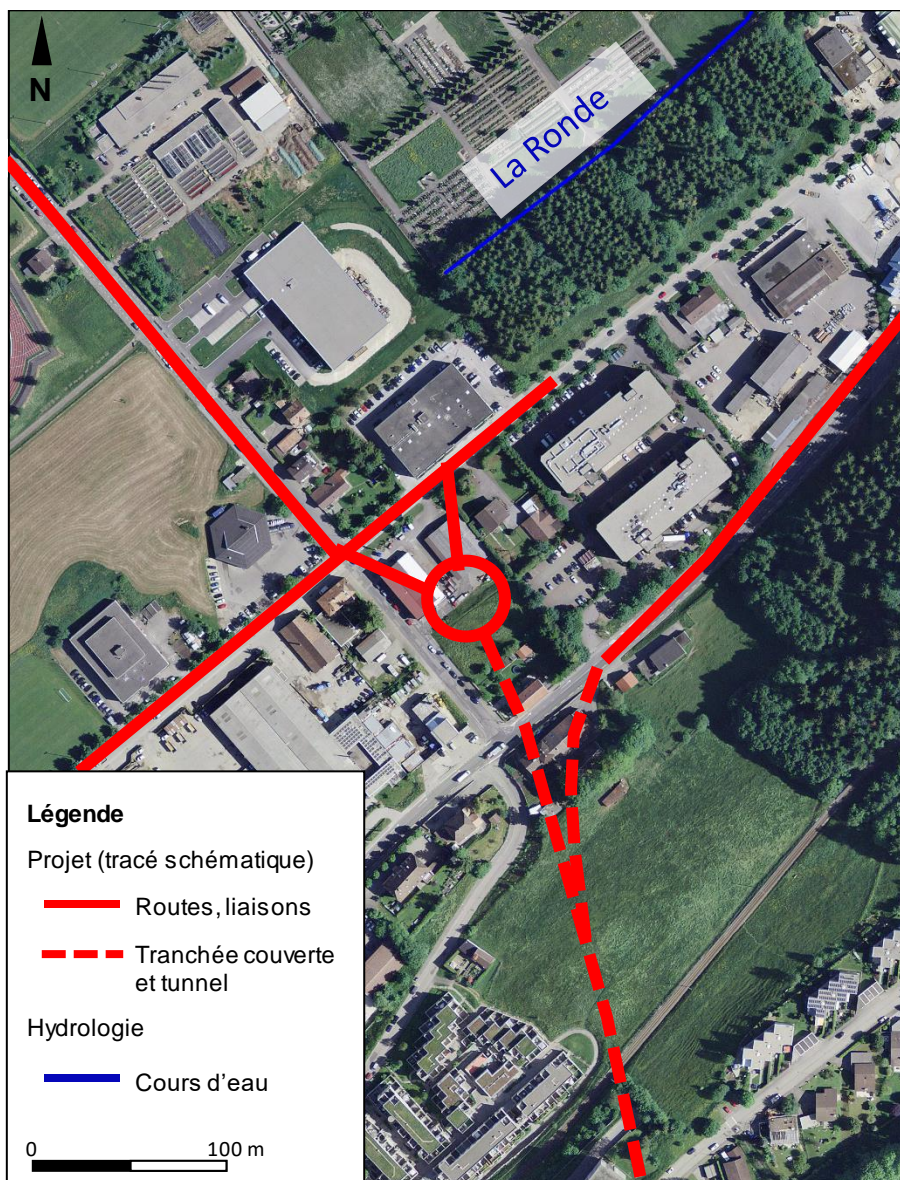
- *Loi fédérale sur la protection des eaux* (LEaux, du 24 janvier 1991, état au 1^{er} janvier 2017) [53], qui interdit le déversement de substances polluantes dans les eaux (art. 6) ou à proximité s'il existe un risque de pollution de l'eau (art. 7) ;
- *Ordonnance fédérale sur la protection des eaux* (OEaux, du 28 octobre 1998, état au 1^{er} juin 2018) [54], qui stipule que le régime hydrologique et la morphologie des eaux superficielles doivent présenter des caractéristiques proches de l'état naturel (débit, qualité de l'eau, absence de polluants, etc. ; annexe 1) ;
- Au niveau cantonal, la *Loi sur la protection et la gestion des eaux* (LPGE, du 2 octobre 2012, état au 1^{er} juin 2015) [55] reprend les mesures de protection des eaux superficielles et précise le rôle du canton et des communes.

9.2.2. Etat actuel

Les cours d'eau et surface d'eau présent sur le site sont :

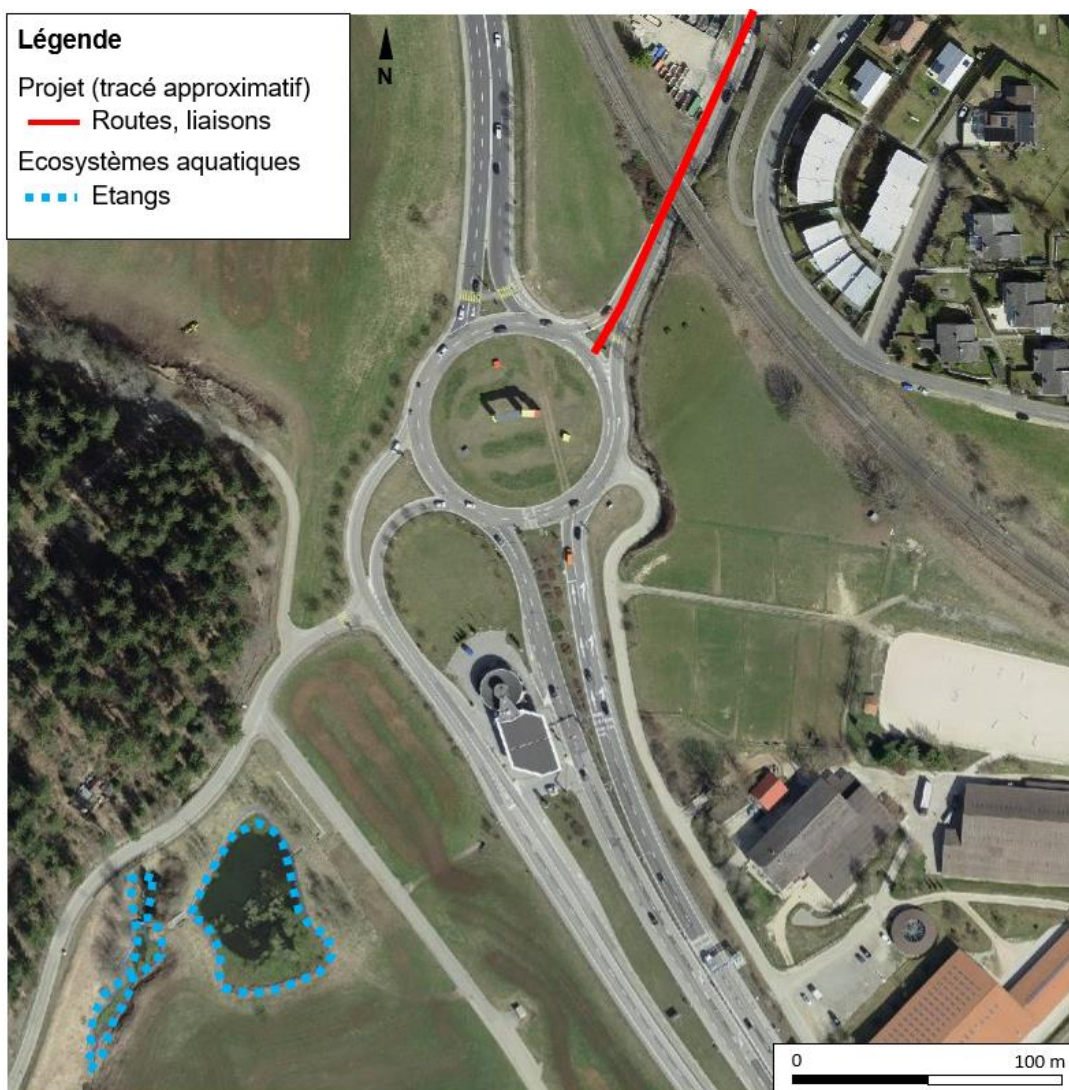
- La Ronde, au nord-est de La Chaux-de-Fonds (cf. figure 9-8) ;
- Les étangs des Grandes Crosettes, au Bas-du-Reymond (cf. figure 9-9).

Figure 9-8 : Carte
de situation de
La Ronde



Le tracé actuel de la Ronde (qui a évolué au cours des siècles : cf. figure 9-4, p. 92) se trouve hors des emprises du projet.

Figure 9-9 : Carte de situation des étangs



Toutes ces eaux superficielles se trouvent hors du périmètre d'influence du projet H18.

9.2.3. Etat de référence

L'état de référence est identique à l'actuelle.

9.2.4. Effets du projet

Le projet H18 n'aura aucun effet sur les eaux superficielles :

Au sud du tunnel, le tracé débute à la sortie du giratoire du Bas-du-Reymond et n'a donc aucune influence sur les étangs qui se trouvent bien en amont.

Au nord du tunnel, le tracé ne touchera pas le cours d'eau. Les eaux de chaussées prétraitées seront rejetées dans le réseau unitaire de la ville qui conduit à la STEP. Le seul lien, indirect, avec La Ronde est le fait que la STEP rejette ses eaux épurées dans La Ronde. Le projet H18 n'aura donc lui-même aucun effet sur ce cours d'eau.

9.2.5. Mesures intégrées au projet

Aucune mesure n'est nécessaire.

9.2.6. Impacts résiduels et conclusions

Aucun impact sur les eaux superficielles ne sera occasionné par le projet : ce domaine est non relevant.

9.3. Evacuation des eaux

9.3.1. Introduction et bases réglementaires

Ce chapitre traite de l'évacuation des eaux du projet, qui sont constituées des eaux de chaussée.

Le présent concept de gestion et de traitement des eaux de chaussées est issu de la phase d'avant-projet. Dans l'intervalle est notamment survenu la prise en compte de nouvelles recommandations importantes ayant des incidences constructives sur le projet, à savoir :

- Les directives du PGEE en cours de révision de la Ville de La Chaux-de-Fonds avec l'établissement de nouvelles courbes IDF de précipitations pour des temps de retours de 2.33 ans à 50 ans ainsi que les nouvelles conditions de rejets aux collecteurs communaux pour les surfaces de tiers, avec un débit de rejet autorisé de 20 l/s par ha réduit de surface imperméabilisée. Ces nouvelles données ont notamment une incidence sur le dimensionnement des collecteurs et les volumes de rétention.

Bases légales L'évacuation des eaux doit répondre aux normes fixées par la *Loi fédérale sur la protection des eaux* (LEaux, du 24 janvier 1991, état au 1^{er} janvier 2017), afin d'assurer la protection des eaux souterraines et de surface.

9.3.2. Méthodologie

Les bases normatives utilisées pour le dimensionnement sont la VSS 640'350 avec les courbes IDF tirées du PGEE de La Chaux-de-Fonds, pluies T = 5 ans (durée entre 15 et 33 min) pour les collecteurs et pluie de longue durée (24h), fréquence T = 10 ans pour les ouvrages de rétention.

9.3.3. Etat actuel

Actuellement, l'évacuation des eaux de chaussée de la H18 passe par le réseau unitaire de la Ville, dont le collecteur d'eau mixte transite par l'Avenue Léopold Robert pour aboutir à la STEP communale. Le système actuel ne fait état d'aucune installation spécifique au niveau de la rétention et du prétraitement (désuage). Seuls les "composants" organes de récolte (grilles-dépotoirs) et transport (collecteurs) existent.

Ce fonctionnement est identique pour les voiries qui seront requalifiées par le projet H18, à savoir : rues de l'Hôtel-de-Ville, du Collège, Fritz-Courvoisier et de la Pâquerette.

9.3.4. Etat de référence

L'état de référence est l'état futur de 2025 sans le projet (sans modification de l'infrastructure ni mesures d'assainissement). Il correspond donc l'état actuel sous réserve de l'établissement et l'application des mesures du nouveau PGEE communal en cours d'élaboration.

9.3.5. Effets du projet en phase d'exploitation

En phase d'exploitation, le concept d'évacuation des eaux de chaussée établi assurera :

- La récolte des eaux de chaussées. L'absence d'infiltration sur les bas-côtés évitera tout impact sur les eaux souterraines ;
- La préservation des eaux de surfaces. En effet, aucun rejet direct dans les cours d'eau n'est envisagé. L'ensemble des eaux de chaussées seront récoltées, prétraitées (décantation primaire et déshuilage) et enfin laminées avant leur raccord au collecteur communal qui les conduira à la STEP dont l'exutoire s'écoule dans le Doubs ;
- La gestion des eaux découlant de situations particulières au tunnel et notamment :
 - la rétention des eaux de lavage dans le volume dévolu à cette fonction (BREL) d'une capacité de 35 m³ ;
 - ce même volume garantira également la rétention de liquides issus d'un événement OPAM dont le choix de la filière d'élimination dépendra du type de substance. A noter que la régulation envisagée permettra, au moyen de la fermeture de la vanne de sortie du volume de rétention principal, de pouvoir bénéficier, si besoin, d'un volume supplémentaire de 180 m³ ;
 - le confinement dans le volume principal (180 m³) des eaux d'un événement incendie au tunnel.

En ce qui concerne l'appréciation des apports à la STEP, il ressort que la mise en place des volumes de rétention au droit des Petites Crosettes (rétention à ciel ouvert) et des Prés de la Ronde (volume enterré) dimensionné selon les recommandations du PGEE communal en cours de validation, va permettre une réduction notable des débits. En effet, les calculs indiquent une diminution de ceux-ci d'environ 220 à 50 l/s.

9.3.6. Effets du projet en phase de réalisation

Pendant le chantier, des mesures devront être prises afin d'assurer la protection des eaux souterraines et des écosystèmes aquatiques (par exemple, stockage des liquides polluants dans des bacs de rétention, etc.).

9.3.7. Mesures intégrées au projet

Le projet du système d'évacuation, de gestion et traitement des eaux de chaussées de la H18 est constitué des éléments principaux suivants :

- Collecte des eaux du tronçon rue de l'Hôtel-de-Ville - giratoire des Petites Crosettes et acheminement vers le nouveau bassin de rétention des Petites Crosettes. Il est prévu que ce bassin soit "sec", c'est-à-dire sans eau en permanence et que son périmètre soit clôturé et équipé de grilles anti-batraciens.

- En sortie du bassin des Petites Crosettes, les eaux s'écouleront, via un séparateur d'huile (positionné au droit du portail sud du tunnel) et un nouveau collecteur de transit, par le tunnel afin d'être connecté au collecteur de la STEP à la Rue du Collège.
- Le tunnel sera équipé de son propre système de récolte (caniveau) et d'évacuation qui acheminera les eaux au volume de rétention prévu dans le périmètre du portail nord (BR des Prés de la Ronde). Les eaux de drainage du massif traversé par le tunnel des Arêtes, seront dans la mesure du possible, réinfiltrées (failles dans le karst) le long du tracé.
- Au portail nord du tunnel, au droit de la place de rassemblement, le volume de rétention des Prés de la Ronde, sera dédié aux eaux du Tunnel ainsi qu'à la rétention des eaux de surface des portails sud et nord.
- Ce nouveau volume assurera la gestion des eaux du tunnel (rétention des eaux de lavage, événements OPAM et incendie) et le laminage des eaux de chaussée des portails, y compris les eaux issues du giratoire éponyme et de la trémie menant à la Rue Fritz – Courvoisier. Cet ouvrage, dont la gestion s'effectuera au moyen de vannes automatiques, est composé de plusieurs volumes :
 - un volume d'entrée (chambre de vannes) comprenant : L'acheminement au déshuileur (vanne automatique ouverte en temps normal et obturée en cas d'événements OPAM et en période de lavage), une sortie (by-pass) assurant la déviation des eaux pour l'entretien (vanne manuelle fermée en temps normal), ainsi qu'une sortie vers le volume combiné (BREL/ OPAM) gérée par une vanne automatique (fermée en fonctionnement normal et ouverte en cas d'événements particuliers).
 - un volume combiné BREL/OPAM dévolu à la rétention spécifique de ces eaux. Son volume de 35 m³ correspond aux exigences OPAM et permet le confinement des eaux de lavage du tunnel (25 m³/ km / paroi de tunnel, le volume devant être vidé après le lavage du premier côté). Ce volume est équipé d'une vanne d'obturation manuelle permettant un rejet gravitaire, en temps opportun, des eaux de lavage et si autorisées celles OPAM, au collecteur communal conduisant à la STEP.
 - un déshuileur assurant une décantation primaire et la rétention des hydrocarbures.
 - à la suite de cette étape de pré-traitement, les eaux sont réceptionnées au sein du volume de rétention de 180 m³. Cette capacité permet le laminage des eaux de surfaces raccordées à cette installation ainsi que la rétention des eaux d'un événement incendie au tunnel combiné à une pluie (T = 0.5 an) affectant les surfaces contributives de ce bassin versant. Cette capacité correspond également à la rétention des eaux de chaussées pour un événement pluvieux d'une fréquence de 10 ans. La sortie est gérée par une vanne automatique (régulation du débit et obturation en cas d'événement incendie).
- La Ville de La Chaux-de-Fonds, n'accepte pas le déversement d'éventuels trop-pleins dans son réseau. De ce fait, ceux-ci seront gérés par une mise en charge du réseau des collecteurs de la H18. De potentiels débordements sont donc possibles au niveau des ouvrages de récolte (au droit du giratoire des Prés de la Ronde principalement).
- L'exutoire commun des bassins de rétention des Petites Crosettes (après acheminement gravitaire au travers du tunnel des Arêtes) et des Prés de la Ronde

est le collecteur communal existant sous la rue du Collège, qui mène à la STEP de la ville.

Les eaux de chaussées de la Rue de la Pâquerette requalifiée par la H18, transiteront par une installation de traitement compact avant leur rejet au collecteur de la Rue du Collège.

Ainsi, le concept proposé comprend l'ensemble des composants d'un SETEC : Système d'Evacuation et de Traitement des Eaux de Chaussée. Il s'agit donc d'un ensemble de composants, qui peuvent être de différents types, assurant une ou plusieurs fonctions.

Dans le cas présent, le SETEC est composé :

- Du composant "transport" : canalisations et chambres de contrôles
- D'installations de décantation primaire et déshuilage (BSH)
- De bassins de rétention (BR) qui servent de stockage et permettent le laminage des débits de pointes. Ces volumes sont les bassins de rétention des Petites Crosettes et des Prés de la Ronde
- D'une unité de traitement qui est la STEP de La Chaux-de-Fonds.
- D'un exutoire qui est le ruisseau de la Ronde, affluent du Doubs.

Synergies et complémentarités H2O

Dans ce paragraphe, il est à mentionner que les eaux H2O (route du col de la Vue-des-Alpes, du giratoire de La Chaux-de-Fonds sud (projet) et du futur viaduc (H2O) collectées seront acheminées vers l'étang existant des Grandes Crosettes. Ces eaux seront, au préalable de la rétention, décantées par le passage au-travers du séparateur- déshuileur en place qui sera conservé.

Ces eaux seront ensuite acheminées vers le bassin de rétention des Petites Crosettes puis raccordées au collecteur de transit.

Le projet H18 prévoit donc, en plus de la gestion des eaux des nouvelles chaussées, un assainissement de la gestion des eaux de la H2O (au Bas-du-Reymond) ainsi que de la route cantonale du col de la Vue des Alpes et des giratoires existants ou à aménager par le projet H20. Cet assainissement, prévu dans le cadre du projet H20, permettra de ne plus infiltrer les eaux de chaussées dans la perte des Grandes Crosettes et donc de réduire le risque de pollution accidentelle des sources de St-Imier, tout en conservant le biotope de reproduction des batraciens.

Tableau 9-6 : Liste des mesures du domaine évacuation des eaux intégrées au projet

| N° | Nom | Phase de mise en œuvre | | |
|--------|--|------------------------|-----|-----|
| | | SEP | SER | SEE |
| ESU-01 | Récolte et traitement des eaux de chaussées garantissant la préservation des milieux récepteurs (eaux souterraines et de surfaces) | | | X |
| ESU-02 | Gestion des eaux issues de situations particulières au tunnel (OPAM- BREL-Incendies) | | | X |
| ESU-03 | Respect des directives du PGEE communal | | X | |

9.3.8. Impacts résiduels et conclusions

La réalisation du projet apportera une plus-value significative dans la gestion des eaux tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif.

La gestion des eaux de la H18, avec la mise en place des volumes de rétention, aboutit à une réduction des débits des eaux de chaussées à la STEP.

Le concept H20, permet de combiner la fonction "biotope" avec celle de la rétention pour l'étang des Grandes Crosettes tout en éliminant les risques de pollution des eaux souterraines.

Les synergies H18-H20 sont aussi efficaces au niveau des équipements. Le projet reprend de facto des équipements existants (étang des Grandes Crosettes, STEP) ce qui limite les coûts. De plus on note une mitigation positive au niveau des débits des rejets.

A mentionner également, que le choix du dimensionnement du système de collecte (temps de retour 5 ans avec courbes IDF spécifiques du PGEE 2019) assure son fonctionnement à l'horizon 2035 et ce indépendamment de l'augmentation de la charge de trafic.

10. SOLS

10.1. Introduction et bases réglementaires

But du chapitre Le présent chapitre traite des sols concernés par le projet sur la base de relevés de terrain et d'analyses de laboratoire. Les volumes de sols sont estimés en fonction des emprises et des mesures de protection sont énoncées, dans le but de garantir le maintien de leur fertilité.

Bases légales Le domaine de la protection des sols est principalement régi par (liste non exhaustive) :

- *Ordonnance fédérale sur les atteintes portées aux sols* (OSol, 1^{er} juillet 1998) [56] ;
- *Ordonnance fédérale sur la limitation et l'élimination des déchets* (OLED, 4 décembre 2015) [57].

Les documents suivants contiennent les principales dispositions légales en rapport à la protection des sols et guident leur mise en pratique :

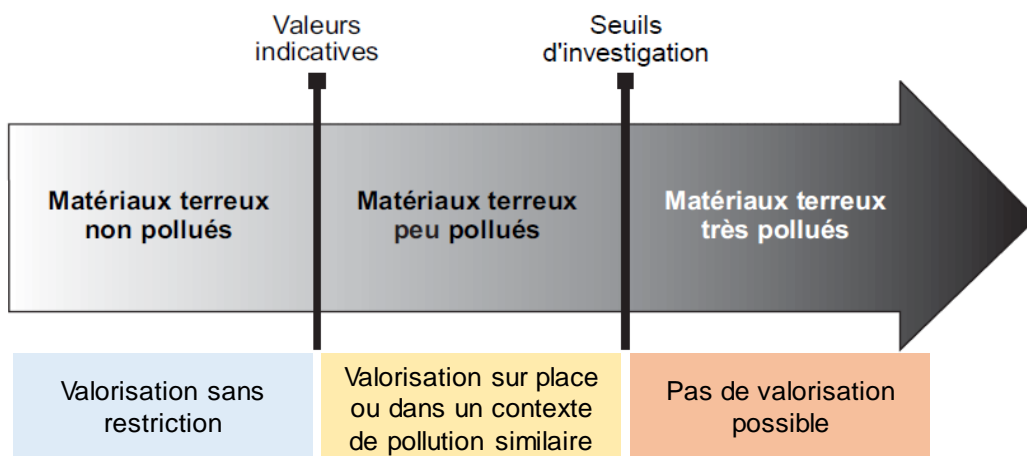
- Normes "*Terrassement, sol*" 640 581, VSS (2017) [58] ;
- *Instructions sur l'évaluation et l'utilisation de matériaux terreux*, OFEV (2001) [59] ;
- *Sols et constructions, état de la technique et des pratiques*, OFEV (2015) [60] ;
- *Construire en préservant les sols*, OFEV (2001) [61].

Définitions Un sol est défini comme la couche de terre meuble de l'écorce terrestre où peuvent pousser les plantes (LPE, 7 octobre 1983) [62]. Il est généralement constitué des couches suivantes, appelées horizons :

- Horizon A : couche supérieure du sol ou "terre végétale". L'horizon A est habituellement de couleur foncée, riche en humus et densément colonisé par les racines. Il est le siège de l'activité biologique et des processus de dégradation de la matière organique.
- Horizon B : couche sous-jacente, "sous-couche" ou "terre minérale". L'horizon B est généralement plus clair que l'horizon A et possède une activité biologique moindre. Il est également colonisé par les racines des plantes.
- Horizon C : couche minérale plus profonde ou "sous-sol". L'horizon C est constitué de roches ou de matériaux minéraux en voie d'altération. L'activité biologique et les racines y sont très peu présentes.

Les horizons A et B constituent les matériaux terreux et sont protégés au sens de l'OSol. L'horizon C est considéré comme des matériaux d'excavation et n'est pas concerné par l'OSol.

Figure 10-1 :
Classement des
matériaux terreux
selon leur degré
de pollution [59]



Sols
d'installations

Les sols faisant partie d'installations, tels que les talus routiers ou de voies ferrées, ne sont pas considérés comme des sols au sens de l'OSol et ne sont en conséquence pas concernés par des mesures de protection ou d'obligation de réutilisation.

Dans le cadre du présent projet, les sols des talus ont tout de même fait l'objet d'études pédologiques (type de sol, épaisseur, degré de pollution) afin de déterminer leur potentiel de réutilisation en tant que matériaux terreux. En effet, la revalorisation d'une partie des sols d'installation permettra d'optimiser les bilans des matériaux terreux et de réduire les coûts de mise en décharge.

Les sols d'installation sont donc traités comme les autres types de matériaux terreux soumis à l'OSol dans la suite du chapitre.

10.2. Méthodologie

Les sols concernés par les emprises du projet ont été caractérisés par 20 sondages à la tarière manuelle, déterminant le type de sol, la succession et l'épaisseur des horizons, la granulométrie, la teneur en carbonates, l'hydromorphie et la sensibilité à la compaction.

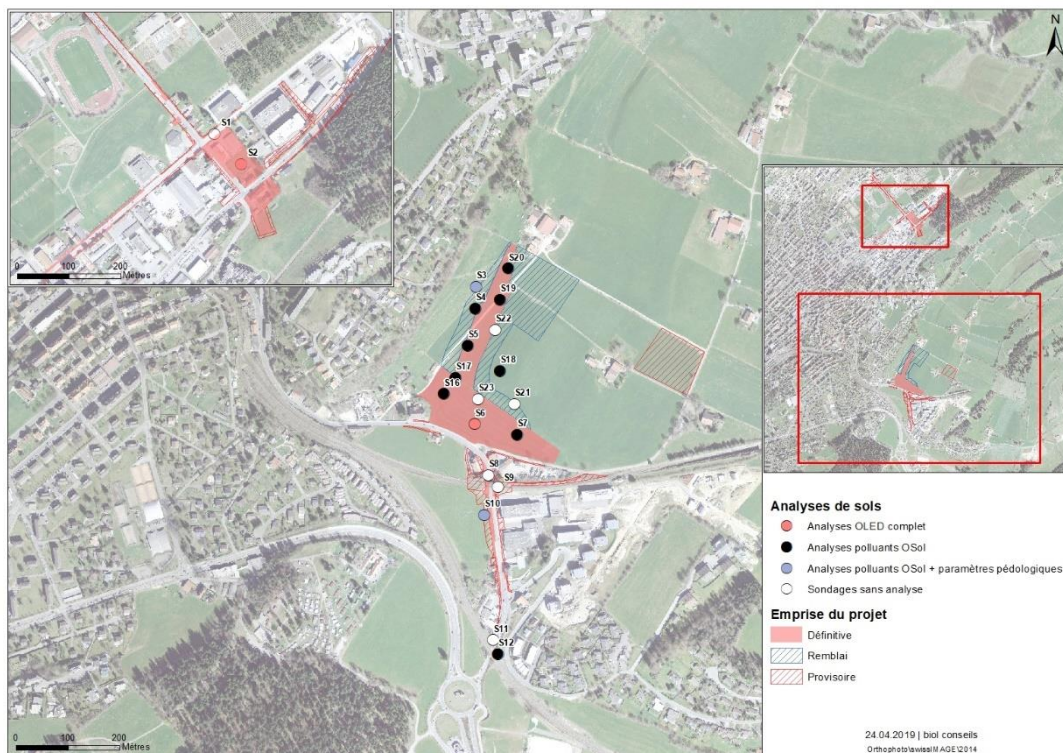
Les descriptions de terrain ont été complétées par des analyses de laboratoire :

- Paramètres physico-chimiques - 3 échantillons : granulométrie, pH, teneurs en matière organique et en carbonates.
- Polluants selon l'OSol -13 échantillons.
- Polluants selon l'OLED (pour préciser les d'élimination en décharge, uniquement si les seuils d'investigation de l'OSol sont dépassés) – 2 échantillons.

Les analyses de laboratoire ont été réalisées par le laboratoire Sol Conseil (Gland, VD) et le laboratoire SCITEC (Lausanne).

La figure 10-2 situe l'emplacement des sondages et des prélèvements pour analyse.

Figure 10-2 :
Emplacement
des sondages et
prélèvements
pour analyse



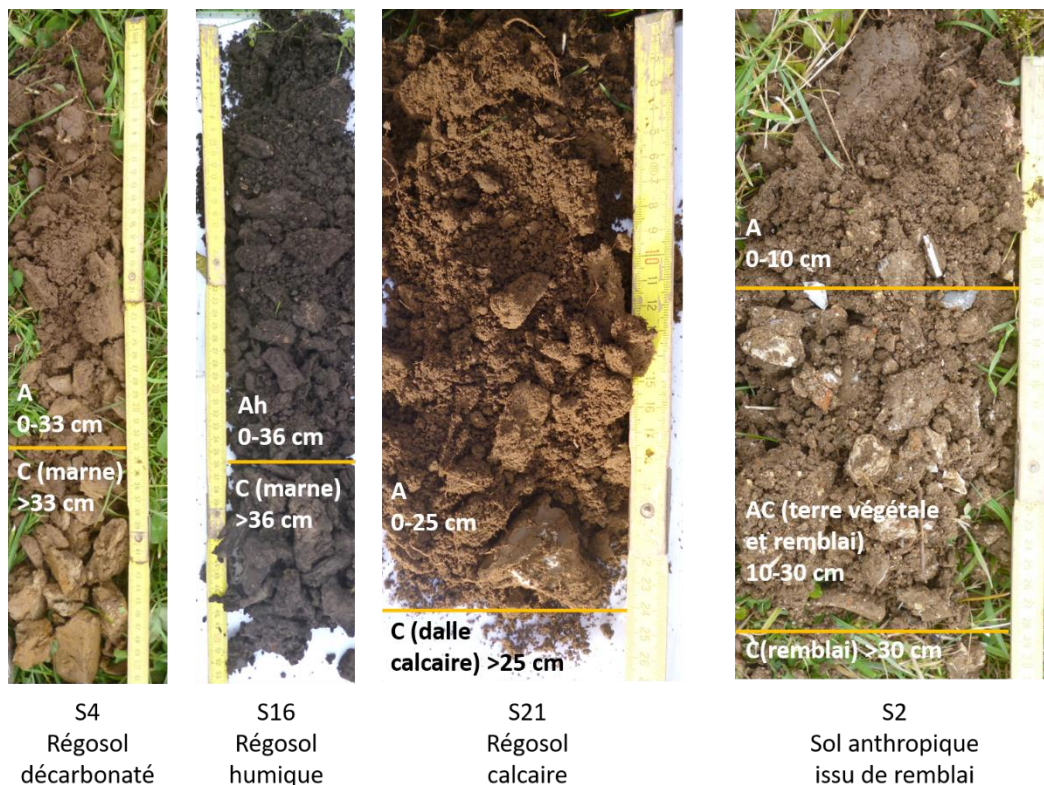
10.3. Etat actuel

Description des sols

Dans l'emprise de projet, deux types de sol ont été relevés (figure 10-3) :

- Régosols peu profonds dans les pâturages et les champs, calcaires ou décarbonatés, généralement constitués d'un horizon A, plus rarement d'un horizon B, formés sur du calcaire dur ou de la marne ;
- Sols anthropiques calcaires superficiels situés en bord de route, sur les talus des chemins-de-fer et sur la parcelle 9653 (rue de la Pâquerette), mis en place sur du remblai.

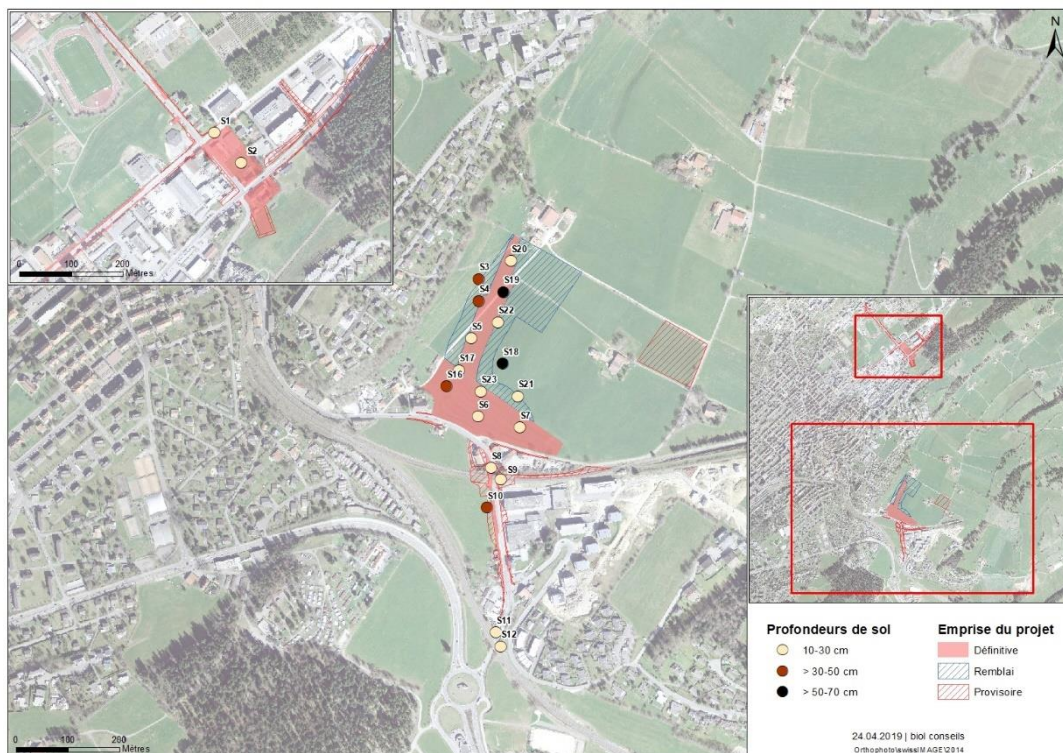
Figure 10-3 :
Typologie des
sols du projet



Profondeur des sols

La profondeur des régosols est comprise entre 20 et 60 cm (figure 10-4). Ils sont généralement composés d'un horizon A, exceptés les sondages S10 et S18 qui sont constitués d'un horizon A de 20 cm et d'un horizon B de 20-40 cm d'épaisseur. Les sols anthropiques sont constitués d'un horizon A de 20-30 cm mis en place sur du remblai.

Figure 10-4 :
Carte des
profondeurs de
sol



Paramètres physico-chimiques

La granulométrie des sols du secteur s'apparente aux classes de limon argilo-sableux à argile limono-sableuse. Les teneurs en argile comprises entre 25 et 35% déterminent un degré de sensibilité à la compaction élevé (Construire en préservant les sols, OFEV 2001). Les sols sont partiellement décarbonatés et présentent un pH de 6-7.

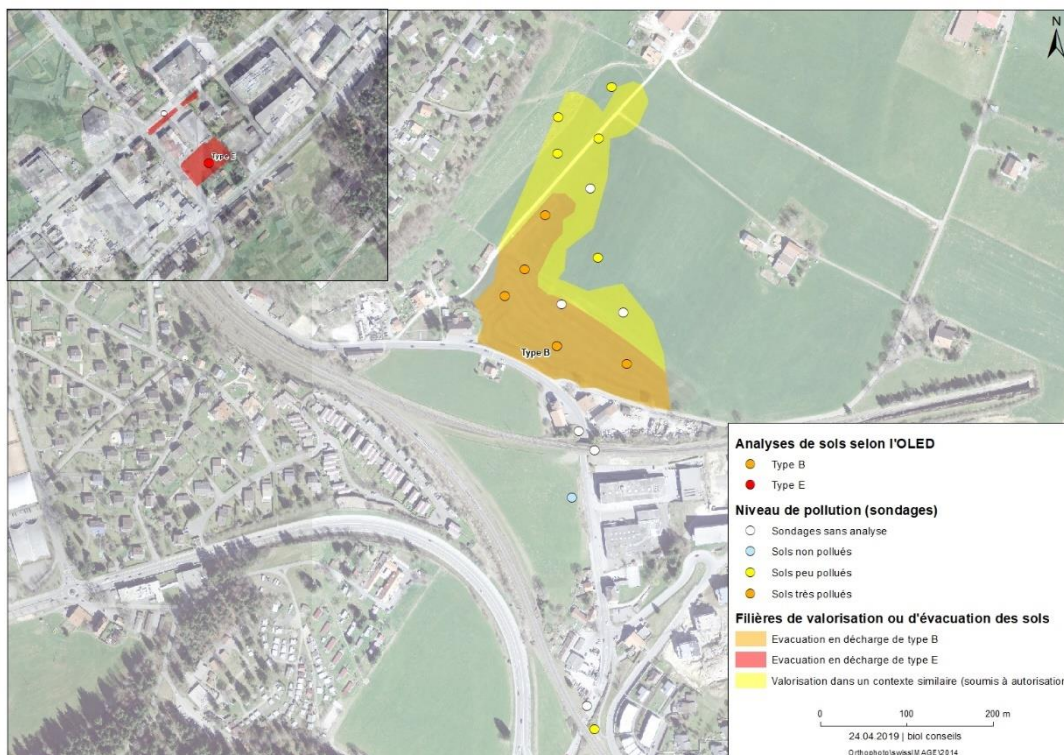
Analyses des polluants

Les analyses selon l'OSol ont mis en évidence des dépassements des valeurs indicatives et des seuils d'investigation du cadmium, cuivre, mercure, plomb, zinc et HAP.

Dans les cas de dépassements des valeurs indicatives (sondages S3, S4, S12, S18, S19 et S20), les sols sont considérés comme peu pollués et peuvent être réutilisés dans un contexte similaire. Si les valeurs mesurées dépassent les seuils d'investigation (sondages S2, S5, S6, S7, S12, S16, S17), les sols sont considérés comme très pollués et ne peuvent pas être réutilisés. Ils doivent donc être éliminés en décharge.

Les échantillons S2 et S6 ont fait l'objet d'analyses selon l'OLED afin de préciser la filière d'évacuation adéquate en décharge. Le secteur situé à la Rue de la Pâquerette (S2) devra être éliminé en décharge de type E, tandis que les sols du secteur des Petites-Crosettes (S6) devront partiellement être évacués en décharge de type B. La figure 10-5 constitue une carte délimitant les niveaux de pollution. Les résultats détaillés des analyses figurent à annexe SOL-1.

Figure 10-5 :
Délimitation des
niveaux de
pollution



10.4. Etat de référence

Etant donné la lente évolution des sols, les conditions pédologiques peuvent être considérées comme similaires à l'état actuel et l'état de référence.

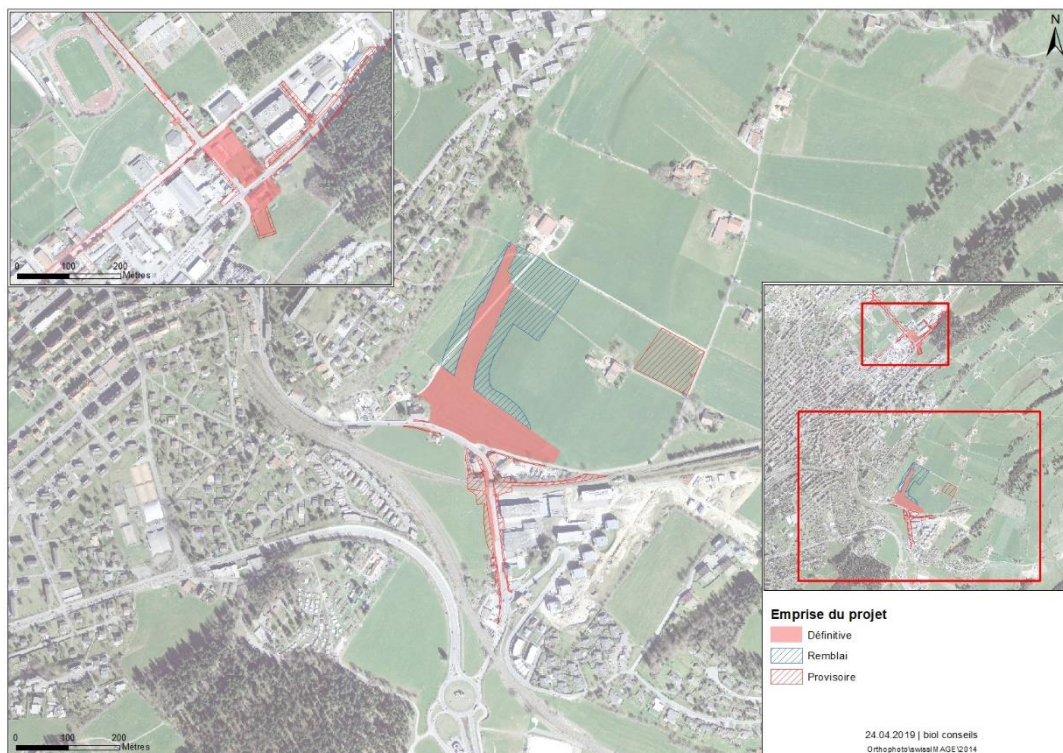
10.5. Effets du projet

Le projet aura des emprises provisoires sur les sols (installation de chantier, zones de stockage) et définitives impliquant des décapages, manipulations et stockages temporaires.

La figure 10-6 illustre les emprises sur les sols, qui sont de quatre types :

- Emprises définitives : les sols seront décapés et valorisés conformément à l'OSol ou éliminés selon l'OLED si leur niveau de pollution ne permet pas de les valoriser comme matériaux terreux.
- Emprises provisoires : les sols seront décapés et stockés temporairement avant remise en état si leur niveau de pollution le permet.
- Emprises de chantier : à l'emplacement de l'installation de chantier sur la parcelle n°14'890 (à l'Est des Petites-Crosettes), les sols seront maintenus en place pour la durée du chantier. Un géotextile et 50 cm de grave seront disposés à leur surface afin de les protéger contre la compaction. Au terme du chantier, ces sols devront être décompactés avant restitution à l'agriculture.
- Emprises du remblai : les sols à l'emplacement du remblai seront décapés et stockés temporairement. Les sols peu pollués seront remis en surface du remblai, les sols très pollués seront éliminés en décharge conformément à l'OLED.

Figure 10-6 :
Emprises du
projet sur les
sols



Surfaces et volumes

Le tableau 10-1 fournit une estimation des emprises sur les sols et des volumes de matériaux terreux générés, en fonction de leur niveau de pollution.

Tableau 10-1 :
Synthèse des
emprises sur les
sols

| Site | Type d'emprise | N° sondages | Niveau de pollution | Valorisation ou filière d'élimination | Horizon | Epaisseur (m) ¹ | Surface (m ²) | Volume foisonné (m ³) |
|--|----------------------------------|----------------------|---------------------|---|---------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Petites Crosettes | Installation de chantier | - | - | Sols laissés en place | | - | 10'000 | - |
| Parcelle n°19414 (Rue de l'Hôtel de Ville) | Emprise provisoire | S10 | Non pollué | Valorisation sans restriction | A | 0.20 | 1'500 | 375 |
| | | | | | B | 0.20 | 1'500 | 525 |
| Petites Crosettes | Remblai et emprise définitive | S3, S4, S19, S20 | Peu pollué | Valorisation avec restrictions (dans un contexte similaire) | A | 0.30 | 32'800 | 12'500 |
| Petites Crosettes | Emprise définitive | S5, S6, S7, S16 S17 | Très pollué | Décharge de type B | A | 0.30 | 23'500 | 8'750 |
| Talus ferroviaires et routiers | Emprise provisoire et définitive | S2, S8, S9, S11, S12 | Très pollué | Décharge de type E | A | 0.20 | 4'700 | 1'250 |
| Parcelle n°9653 (Rue de la Pâquerette) | Emprise définitive | S2 | Très pollué | Décharge de type E | A | 0.30 | 1'600 | 625 |

Installation de
chantier aux
Petites Crosettes

Une installation de chantier sera mise en place aux Petites Crosettes sur une surface de 10'000 m² environ. Les sols ne seront pas décapés mais laissés en place et recouverts d'un

géotextile et de 50 cm de grave (après tassement). Au terme des travaux, les sols seront décompactés et enherbés, avant de retourner à une gestion agricole habituelle.

Sols agricoles
Rue de l'Hôtel-de-Ville

A l'emplacement de la parcelle n° 19414, les sols agricoles seront provisoirement décapés sur 1'500 m². Les volumes de matériaux représentent 300 m³ d'horizon A et 300 m³ d'horizon B. Ils peuvent être réutilisés sans restriction (non pollués) et seront remis en place après les travaux.

Emprises provisoires et définitives aux Petites Crosettes

Le site des Petites Crosettes héberge des sols présentant des niveaux de pollution variables (peu pollués à très pollués). Les sols décapés étant peu pollués seront réutilisés dans un contexte similaire, par exemple en surface du remblai aménagé. Ces sols représentent un volume d'environ 10'000 m³.

Les sols très pollués devront être éliminés en décharge de type E. Cette mesure concerne environ 1'000 m³.

Emprise du remblai

A l'emprise du remblai, les sols seront décapés et remis en surface si leur niveau de pollution permet une réutilisation. Les sols très pollués seront éliminés en décharge de type B, tandis que la réutilisation des sols peu pollués est soumise à dérogation cantonale. Les sols qui pourront être réutilisés pour la remise en état en surface du remblai seront provisoirement stockés.

Le secteur est du périmètre de remblai n'ayant pas fait l'objet de sondages pédologiques, l'épaisseur a été interpolée sur la base des sondages réalisés dans le secteur. Si des typologies de sols différentes sont observées durant les travaux, des investigations supplémentaires seront réalisées (sondages, prélèvements et analyses).

Talus ferroviaires et routiers

Les sols des talus ferroviaires et routiers présentent une pollution élevée. Ils seront éliminés selon les mêmes paramètres que les sols pollués de la Rue de la Pâquerette, soit en décharge de type E.

10.6. Mesures intégrées au projet

Les mesures intégrées au projet sont listées dans le tableau 10-2.

Tableau 10-2 : Liste des mesures du domaine sols intégrées au projet

| N° | Nom | Phase de mise en œuvre | | |
|--------|---|------------------------|-----|-----|
| | | SEP | SER | SEE |
| SOL-01 | Etablissement d'un concept de gestion des sols. | X | | |
| SOL-02 | Suivi des travaux concernant les sols par un spécialiste de la protection des sols sur les chantiers (SPSC), y compris stockage et entretien des dépôts : SER SOLS. | | X | |
| SOL-03 | Recherche de solutions de valorisation des sols non ou peu pollués. | X | X | |
| SOL-04 | Gestion des sols pollués. | | X | |
| SOL-05 | Suivi de la remise en état des sols après les travaux. | | X | X |

10.7. Impacts résiduels et conclusions

La réalisation du projet nécessitera le décapage d'environ 25'000 m³ (foisonnés) de sols dont environ 15'000 m³ seront réutilisés sur place à la fin des chantiers. 9'000 m³ seront évacués en décharge de type B et 2'000 m³ en décharge de type E.

Des mesures de gestion seront prises pour garantir la conservation de la fertilité des sols lors des opérations de décapage, stockage et remise en place. Les impacts résiduels seront faibles après quelques années.

Le risque de compaction est réel sous les pistes et places d'installation de chantier réalisées en zone agricole. Ces emprises nécessiteront des mesures de décompaction avant restitution à l'exploitation agricole habituelle.

11. SITES POLLUÉS

11.1. Introduction et bases réglementaires

Ce chapitre traite des sites pollués concernés par le projet. Les principaux enjeux relatifs aux sites pollués sont liés à la phase de réalisation.

Bases légales Le domaine des sites contaminés est principalement régi par l'*Ordonnance fédérale sur l'assainissement des sites pollués* (OSites, du 26 août 1998, état au 1^{er} mai 2017) [63]. L'ordonnance fixe les valeurs limites des teneurs en substances pouvant porter atteintes aux eaux, à l'air interstitiel et aux sols.

11.2. Etat actuel

Selon le cadastre neuchâtelois des sites pollués (CANEPO ; consulté le 07.05.2019), plusieurs sites pollués sont situés à proximité du projet (cf. tableau 11-1, tableau 11-2, tableau 11-3, figure 11-1 et figure 11-2). Il s'agit d'aire d'exploitation ou de décharges. Tous ces sites ont le statut de *Site pollué pour lequel on ne s'attend à aucune atteinte nuisible ou incommode*.

Aucun site pollué lié aux transports publics (cadastre des sites pollués de l'Office fédéral des transports) n'est présent dans le périmètre du projet.

Tableau 11-1 : Caractéristiques des aires d'exploitation polluées au portail sud selon le CANEPO

| No. CANEPO | Nom ou raison sociale | Adresse | Statut OSites | Activité déterminante | Durée de l'exploitation | Parcelle |
|-------------|-----------------------|-----------------------------|--|--|--------------------------|----------|
| 6421-E-0162 | Batigroup SA | Rue de l'Hôtel-de-Ville 91 | Site pollué pour lequel on ne s'attend à aucune atteinte nuisible ou incommode | Entreprise générale de génie civil | 1960 jusqu'à aujourd'hui | 17185 |
| 6421-E-1908 | Tanner Robert | Rue de l'Hôtel-de-Ville 126 | Site pollué pour lequel on ne s'attend à aucune atteinte nuisible ou incommode | Commerce de détail de combustibles, carburants | 1968 jusqu'à aujourd'hui | 11123 |

Tableau 11-2 : Caractéristiques des décharges au portail sud selon le CANEPO

| No. CANEPO | Nom ou raison sociale | Statut OSites | Volume de la décharge | Durée de l'exploitation | Parcelle |
|-------------|-----------------------|---|-----------------------|-------------------------|----------|
| 6421-D-0010 | Petites-Crosettes | Site pollué pour lequel on ne s'attend à aucune atteinte nuisible ou incommodante | 15000 | 1930 jusqu'à 1940 | 1400 |
| 6421-D-0045 | Petites-Crosettes 2 | Site pollué pour lequel on ne s'attend à aucune atteinte nuisible ou incommodante | | inconnu jusqu'à inconnu | 1400 |

Figure 11-1 :
 Localisation des sites pollués dans la zone du portail sud

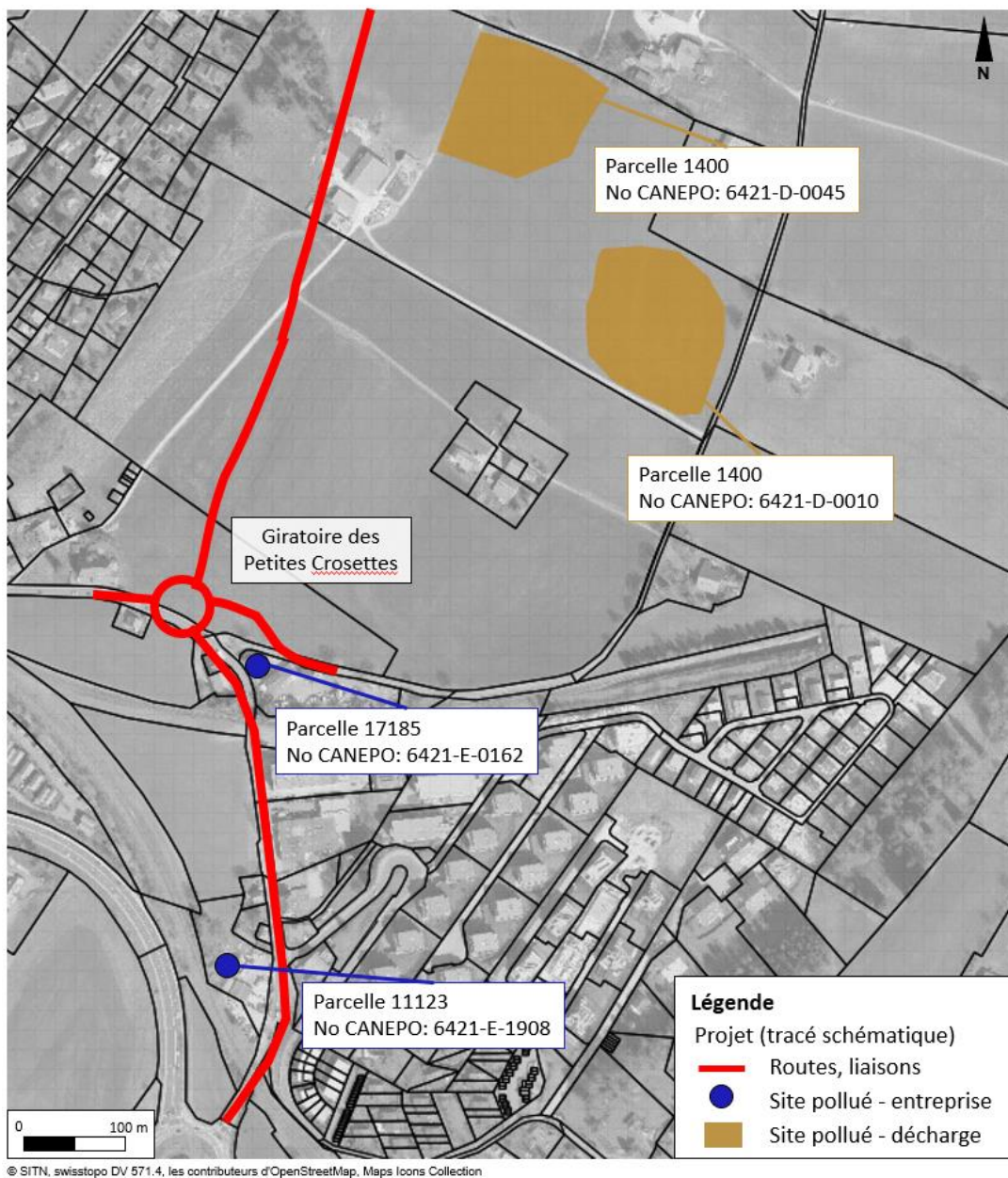
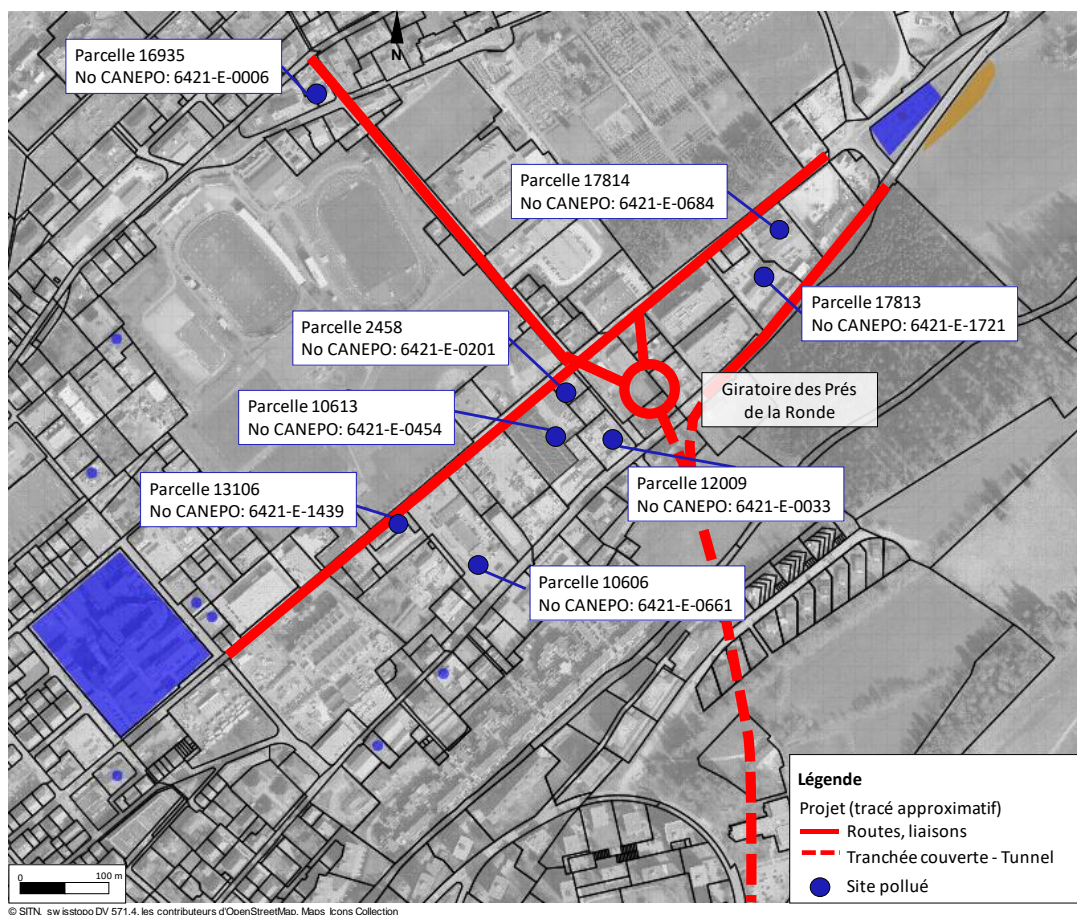


Tableau 11-3 : Caractéristiques des aires d'exploitation polluées au portail nord selon le CANEPO

| No. CANEPO | Nom ou raison sociale | Adresse | Statut OSites | Activité déterminante | Durée de l'exploitation | Parcelle |
|-------------|------------------------|--------------------------|--|---|-----------------------------|----------|
| 6421-E-0006 | A. Miche & B. Helbling | Rue de la Charrière 85 | Site pollué pour lequel on ne s'attend à aucune atteinte nuisible ou incommode | Réparation d'autos et station-service | 1969 jusqu'à aujourd'hui | 16935 |
| 6421-E-0033 | Agence Agricole Sbc | Rue Fritz-Courvoisier 95 | Site pollué pour lequel on ne s'attend à aucune atteinte nuisible ou incommode | Commerce de gros de machines et véhicules agricoles | inconnu jusqu'à 2001 | 12009 |
| 6421-E-0201 | Bosquet | Rue du Collège 78 | Site pollué pour lequel on ne s'attend à aucune atteinte nuisible ou incommode | Bâtiment et génie civil (s.p.) | inconnu jusqu'à aujourd'hui | 2458 |
| 6421-E-0454 | Curty Transports SA | Rue du Collège 72 | Site pollué pour lequel on ne s'attend à aucune atteinte nuisible ou incommode | Transport routier de marchandises | 1954 jusqu'à aujourd'hui | 10613 |
| 6421-E-0661 | Francesco Buccieri | Rue Fritz-Courvoisier 55 | Site pollué pour lequel on ne s'attend à aucune atteinte nuisible ou incommode | Réparation d'autos et station-service | 1944 jusqu'à 2016 | 10606 |
| 6421-E-0684 | Freiburghaus Btp | Rue du Collège 100 | Site pollué pour lequel on ne s'attend à aucune atteinte nuisible ou incommode | Bâtiment et génie civil (s.p.) | 1947 jusqu'à 2001 | 17814 |
| 6421-E-1439 | Pierre-André Guichard | Rue du Collège 60 | Site pollué pour lequel on ne s'attend à aucune atteinte nuisible ou incommode | Réparation d'autos et station-service | inconnu jusqu'à aujourd'hui | 13106 |
| 6421-E-1721 | Tapisroute | Rue du Collège 98 | Site pollué pour lequel on ne s'attend à aucune atteinte nuisible ou incommode | Mise en oeuvre de produits asphaltés | 1978 jusqu'à aujourd'hui | 17813 |

Figure 11-2 :
Localisation des sites pollués dans la zone du portail nord



De plus, suite à la découverte de sols pollués tant au portail nord qu'au sud, la question d'une pollution des sous-sols par d'éventuels anciens remblayages est ouverte bien que ces secteurs ne soit pas inscrite au cadastre des sites pollués. Des analyses complémentaires seront faites dans le cadre de la campagne de sondages géotechniques.

11.3. Etat de référence

L'état de référence est similaire à l'actuel.

11.4. Effets du projet en phase d'exploitation

En phase d'exploitation, le nouveau tronçon de la H18 n'aura pas de conséquences sur les sites pollués inscrits au cadastre. En effet, la nouvelle route ne se trouve pas sur un site pollué et par conséquent d'empêchera pas un assainissement ultérieur des sites pollués. De plus aucun site contaminé ne se trouve à proximité immédiate du projet. Le projet respecte donc l'article 3 OSites.

11.5. Effets du projet en phase de réalisation

Durant la phase de chantier, des terrassements seront réalisés à proximité de certains sites pollués (cf. tableau 11-1 et tableau 11-3). En fonction des activités polluantes indiquées dans le cadastre des sites pollués, le principal risque de pollution concerne les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

En outre, le projet recoupe des secteurs dont les analyses de sols ont révélé des pollutions aux HAP et aux métaux lourds. Si les matériaux d'excavation s'avéraient être également pollués, ils seraient éliminés de façon conforme à l'*Ordonnance fédérale sur la limitation et l'élimination des déchets* (OLED, du 4 décembre 2015, état au 1^{er} janvier 2019).

L'effet du projet en phase de réalisation sera donc soit non significatif (si aucun matériau pollué n'est rencontré), soit positif en cas d'assainissement des emprises en éliminant des matériaux pollués de façon conforme à l'OLED.

11.6. Mesures intégrées au projet

Des mesures seront nécessaires lors des phases de planification et de réalisation :

SPO-01 Analyses OLED du sous-sol dans les secteurs où l'on suspecte des remblais pollués :

Lors de la campagne de sondages géotechniques, des analyses OLED seront réalisées, à différentes profondeurs, dans les secteurs dont les analyses de sols ont révélé des pollutions aux HAP et aux métaux lourds afin de définir si le sous-sol est constitué de remblai pollué.

SPO-02 Suivi des travaux d'excavation par le SER à proximité des sites pollués :

Les terrassements réalisés à proximité des sites pollués seront surveillés par le responsable du suivi environnemental de la réalisation (SER). En cas de soupçons de pollution (odeur, couleur, présence de déchets, traces de HAP, etc.), les matériaux potentiellement pollués

seront mis de côté sur une place étanche et à couvert. Ils feront l'objet d'analyses selon l'*Ordonnance fédérale sur la limitation et l'élimination des déchets* (OLED, du 4 décembre 2015, état au 1^{er} janvier 2019) [64] afin de définir leur filière d'évacuation.

Tableau 11-4 : Liste des mesures du domaine sites pollués intégrées au projet

| N° | Nom | Phase de mise en œuvre | | |
|--------|---|------------------------|-----|-----|
| | | SEP | SER | SEE |
| SPO-01 | Analyses OLED du sous-sol dans les secteurs où l'on suspecte des remblais pollués | X | | |
| SPO-02 | Suivi des travaux d'excavation par le SER à proximité des sites pollués | | X | |

11.7. Impacts résiduels et conclusions

Le projet n'aura pas d'impact résiduel sur les sites pollués, tout au plus aura-t-il un faible effet positif en permettant un assainissement d'éventuels terrains pollués.

12. DÉCHETS, SUBSTANCES DANGEREUSES POUR L'ENVIRONNEMENT

12.1. Introduction et bases réglementaires

Ce chapitre traite des déchets de chantier et des matériaux d'excavation produits dans le cadre du projet. La plus grande part de la gestion de déchets intervient durant la phase de réalisation.

La problématique des déchets et autres substances dangereuses pour l'environnement répond notamment aux normes et bases légales suivantes :

- L'*Ordonnance fédérale sur la limitation et l'élimination des déchets* (OLED, du 4 décembre 2015, état au 1^{er} janvier 2019) [65] définit les types de déchets et stipule qu'ils font l'objet d'une obligation de valorisation. Les annexes 3 et 5 définissent respectivement les exigences relatives aux matériaux de percement et aux filières de mise en décharge des matériaux.
- La *Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais* (OFEV, 1999) [66] et la *Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux* (OFEV, 2006) [67] présentent les possibilités de revalorisation des matériaux en fonction des valeurs limites en substances polluantes.
- En cas de démolition de bâtiments, l'*Ordonnance fédérale sur la sécurité et la protection de la santé des travailleurs dans les travaux de construction* (OTConst, du 29 juin 2005, état au 1^{er} novembre 2011) [68] stipule que les risques doivent être évalués concernant la présence de substances dangereuses telles que l'amiante et les PCB lors de la démolition d'un bâtiment (art. 60).
- Finalement, la *Directive cantonale chantier* (SENE, 2015) [69] indique qu'un plan de gestion des déchets de chantier est nécessaire pour toute construction de plus de

3'500 m³ SIA. Elle indique également qu'un diagnostic des bâtiments à démolir est nécessaire si la construction est antérieure à 1994.

12.2. Etat actuel

Aucun déchet ou substance dangereuse n'est actuellement produit dans les emprises du projet.

12.3. Etat de référence

L'état de référence est similaire à l'état actuel.

12.4. Effets du projet en phase d'exploitation

L'exploitation du nouveau tronçon de la H18 engendrera des déchets liés à l'entretien de la chaussée (balayures et boues de curage des dépotoirs de route). Ces déchets ne sont pas quantifiables au stade actuel du projet.

12.5. Effets du projet en phase de réalisation

Les déchets produits pendant la phase de chantier seront de plusieurs types :

Déchets provenant des immeubles à déconstruire (env. 5200 m³)

Quatre bâtiments situés sur les emprises devront être détruits ainsi que quelques annexes. Ces bâtiments sont antérieurs à 1966 (bâtiments déjà visibles sur l'orthophoto de 1966, source : www.stin.ne.ch) et sont susceptibles de contenir des matières dangereuses telles que de l'amiante, des PCB ou de la peinture au plomb. La gestion des déchets de démolition des bâtiments devra tenir compte de la présence potentielle de ces substances.

Déchets minéraux :

- Béton de démolition = env. 400 m³ et éléments de maçonnerie (PI existant des Petites Crosettes) = env. 1350 m³
- Matériaux bitumineux : 6'400 to.
- A noter que ces matériaux bitumineux sont issus des chaussées communales existantes que le projet H18 va requalifier. A ce titre, les enrobés composant ces chaussées sont relativement anciens et la probabilité existe qu'ils contiennent des HAP. Une campagne d'investigations sera lancée à l'issue de la mise à l'enquête pour déterminer la teneur et décider de la filière (recyclage ou décharge spécifique)
- Ballast ferroviaire : le PI des Petites Crosettes sera réalisé sous trafic ferroviaire, le ballast existant sera conservé.
- Déchets de chantier, bois, carton, plastique etc. :
- Un système multi bornes sera mis en place pour faciliter, la collecte des déchets
- Déchets spéciaux : ils devront être repris par chaque corps de métier et être éliminés selon les filières adéquates.
- Matériaux d'excavation (en grande quantité)

Les quantités de matériaux d'excavation issus du percement du tunnel et des tranchées couvertes sont présentées dans le tableau 12-1. Les possibilités de valorisation ou d'évacuation des matériaux dépendent de leur composition géologique (calcaires, calcaires marneux, marnes, etc.) ainsi que du mode de percement du tunnel qui sera employé (en effet, certaines techniques peuvent polluer les matériaux et limiter leur valorisation). Les calcaires seront facilement valorisables (par exemple en remblais contre ouvrages ou reprises par l'entreprise), alors que les calcaires marneux et les marnes sont des matériaux de moins bonne qualité, plus difficiles à valoriser.

Une partie sera valorisée dans les divers aménagements de retenue, antibruit ou paysagers aux Petites Crosettes.

Tableau 12-1 :
Types et quantités de matériaux d'excavation produits

| Type de matériaux à excaver ou terrasser | Quantités totales | Marinage au portail sud | Marinage au portail nord | Remarque |
|--|-----------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Terre végétale et sous-couche | 4'050 m ³ | 1'300 m ³ | 2'750 m ³ | Réutilisable sur site ou valorisable à la vente |
| Roches marneuses | 70'600 m ³ | 70'600 m ³ | 0 m ³ | Difficilement valorisables en remblai si mouillées |
| Mélange roches marneuses et calcaire | 32'000 m ³ | 32'000 m ³ | 0 m ³ | Partiellement valorisable si pas trop marneuses en remblai de faible qualité |
| Roches calcaires | 66'800 m ³ | 51'000 m ³ | 15'800 m ³ | Valorisables en chaille ou remblai de bonne qualité |
| Colluvions et molasses marneuses ou sablo marneuses | 46'200 m ³ | 1'300 m ³ | 44'900 m ³ | Non valorisables Evacuation en décharge |
| Remblayage latéral des TC, des locaux techniques et des murs | 18'500 m ³ | 5'000 m ³ | 13'500 m ³ | Provenance : matériaux d'excavation du tunnel |
| Remblayage sur les TC et les locaux techniques | 18'000 m ³ | 6'000 m ³ | 12'000 m ³ | Provenance : matériaux d'excavation du tunnel |

Le bilan des terres s'établit de la manière suivante :

- Total déblais (arrondis) 215'000 m³
- Total besoins 100'000 m³
- Reprise des matériaux par l'entreprise (rocher calcaire) 31'000 m³
- Matériaux excédentaire à mettre en décharge 84'000 m³

Les filières sont récapitulées dans le tableau 12-2.

Tableau 12-2 :
Filières
d'évacuation des
matériaux
d'excavation

| Filière | Volume en (m ³) | Type de matériaux |
|---|-----------------------------|--|
| Evacuation en décharge | 84'000 | Colluvions, molasses marneuses ou sablonneuses |
| Valorisation in situ et utilisation en remblais | 100'000 | Calcaire marno-calcaire |
| Reprise par l'entreprise | 31'000 | Matériaux de qualité (calcaire) |
| Total | 215'000 | |

Il est prévu que les matériaux excédentaires aillent en décharge aux Prés de la Suze ou sur une autre décharge du bas du canton, avec transport par camion.

12.6. Mesures intégrées au projet

Des mesures spécifiques devront être prises lors de la planification et la réalisation du projet.

DEC-01 Réaliser un diagnostic des polluants (amiante, PCB, plomb, HAP) des bâtiments démolis dont l'année de construction est antérieure à 1994.

DEC-02 Un plan de gestion des déchets et matériaux détaillé sera établi avant le début du chantier et remis au SENE pour approbation : pour ce faire, le formulaire cantonal "Plan de gestion des déchets de chantier" sera utilisé. Ce plan de gestion devra prévoir une valorisation maximale des déchets et matériaux produits afin de limiter l'évacuation en décharge.

DEC-03 Analyse des matériaux d'excavation :

En raison, du risque de pollution des matériaux excavés lors du percement du tunnel selon la technique d'excavation employée, des analyses OLEO devront être faites (à raison d'un échantillon pour 500 à 1000 m³ pour des matériaux de type A, d'un échantillon pour 250 à 500 m³ pour des matériaux de type B, et d'un échantillon pour 100 à 250 m³ pour des matériaux de type E).

Tableau 12-3 : Liste des mesures du domaine déchets, substances dangereuses pour l'environnement intégrées au projet

| N° | Nom | Phase de mise en œuvre | | |
|--------|--|------------------------|-----|-----|
| | | SEP | SER | SEE |
| DEC-01 | Réalisation d'un diagnostic polluants (amiante, PCB, plomb, HAP) des bâtiments démolis dont l'année de construction est antérieure à 1994. | X | X | |
| DEC-02 | Etablissement d'un plan de gestion des déchets et matériaux avant le début du chantier. | X | X | |
| DEC-03 | Analyses des matériaux d'excavation | | X | |

12.7. Impacts résiduels et conclusions

Les impacts sont essentiellement dû à la grande production de déchets et de matériaux d'excavation qui seront produits par le chantier. L'impact résiduel sera d'autant plus faible que ces matériaux seront valorisés afin de limiter le remplissage des décharges.

13. ORGANISMES DANGEREUX POUR L'ENVIRONNEMENT

Aucun organisme dangereux pour l'environnement ne sera produit ou utilisé dans le cadre du présent projet.

La problématique des néophytes invasives est traitée au chapitre 16 Flore, faune, biotopes.

14. PRÉVENTION DES ACCIDENTS MAJEURS / PROTECTION CONTRE LES CATASTROPHES

14.1. Introduction et bases réglementaires

Situation et bases réglementaire La H18 est une route de grand transit au sens de l'*Ordonnance fédérale concernant les routes de grand transit* (du 18 décembre 1991, état au 1^{er} janvier 2016) [70]. Elle est donc soumise à l'*Ordonnance fédérale sur la protection contre les accidents majeurs* (OPAM, du 27 février 1991, état le 1^{er} juin 2015) [71]. Cette dernière vise à protéger la population et l'environnement des graves dommages pouvant résulter d'accidents majeurs. Selon l'article 5 alinéa 2, le détenteur d'une voie de communication est tenu de remettre à l'autorité d'exécution un rapport succinct.

Objectifs de l'étude Ce chapitre présente les résultats et conclusion du rapport succinct (cf. annexe OPA-1).
Le périmètre du projet commence depuis le Bas-du-Reymond jusqu'à La Chau-de-Fonds La Cibourg.

Rapport succinct et mise à jour Un rapport succinct de la route H18 a été établi en 2009. Il est mis à jour dans le cadre du présent projet.

Etat de actuel et de référence La mise à jour du rapport succinct a été réalisée sur la base du nouveau tracé de la H18 en tenant compte des données suivantes :

- nouvelles charges de trafic à l'horizon 2025 ;
- diagnostics de densification à proximité du projet connus à ce jour pour l'horizon 2025.

Ce chapitre est structuré différemment des autres domaines de l'environnement car la structure de ces derniers ne s'applique pas directement.

14.2. Méthodologie

Conformément aux recommandations du module pour les Routes de grand transit du manuel de l'OPAM³, les méthodes suivantes ont été appliquées :

- pour les **tronçons à ciel ouverts** : "screening pour les routes de grand transit"⁴ de l'OFEV ;
- pour le **tunnel** : méthodologie OFROU "OECD/PIARC – niveau I"⁵. Plus particulièrement, la version adaptée aux conditions locales suisses "OECD/PIARC CH-Modell" (Version 3.61CH)⁶.

Les données du projet sont renseignées dans ces modèles qui permettent d'évaluer les risques à l'aide de courbes cumulatives. Ces dernières sont déterminées pour la population ainsi que pour les eaux souterraines et superficielles. Ces courbes sont présentées sous forme de diagrammes probabilité-conséquence (diagrammes PC) (cf. annexe OPA-1).

Les mesures intégrées au projet telle que la mise en place de systèmes d'évacuation, de traitement et de rétention des eaux de chaussées ont été pris en compte dans les estimations de risques.

14.3. Mesures intégrées au projet

Le projet prévoit un système d'évacuation et de traitement des eaux de chaussées avec des bassins et vannes de rétention sur le tracé (cf. annexe OPA-1).

14.4. Evaluation du risque et conclusions

Synthèse des résultats

A l'état futur, les courbes cumulatives ont permis de déterminer le niveau de risque d'accidents liés au transport de matières dangereuses pour la population et l'environnement. Les conclusions principales sont données ci-après :

- La courbe cumulative des risques pour la **population** se trouve dans le domaine acceptable du diagramme PC pour l'ensemble des segments analysés. Aucune analyse de risque n'est nécessaire.
- La courbe cumulative des risques pour l'**environnement** se trouve en partie dans le domaine intermédiaire du diagramme PC. Ce résultat s'explique par l'absence de rétention sur les segments (3 et 4) Est de la ville (rue du Collège et rue Fritz-Courvoisier).

³ OFEV (éd.) 2018 : Routes de grand transit. Un module du manuel de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM). Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1807 : 16 p.

⁴ Ernst Basler+ Partner. 2011. *Risques d'accident majeur sur les routes de grand transit - Manuel du logiciel "Screening des routes de grand transit" version 1.0.*

⁵ INERIS (2005), Research Report N°20504, *Transport of Dangerous goods through road tunnels Quantitative Risk Assessment Model* (v. 3.60 and v. 3.61); User's Guide, Reference Manual.

⁶ ASTRA 84 002, *Gefahrguttransport in Strassentunneln, Analyse und Beurteilung der Personenrisiken: Teil A: Anwendung/Teil B: Methodische Grundlagen.* Téléchargeable : <https://www.astra.admin.ch>

Conclusion générale Sur cette base, il revient à l'autorité compétente d'évaluer le rapport succinct ainsi que le besoin éventuel de la mise en place de mesures de sécurité supplémentaires ou de complément d'étude pour statuer sur l'acceptabilité du risque.

15. FORÊTS

15.1. Introduction et bases réglementaires

Ce chapitre a pour but de vérifier la conformité du projet en ce qui concerne la réglementation relative à la protection des forêts, notamment les éléments suivants :

- respect de l'interdiction de défricher selon l'article 5 de la *Loi fédérale sur les forêts* (LFo du 4 octobre 1991, état le 1^{er} janvier 2017) [72] ;
- respect de la distance minimale des constructions par rapport à la forêt de 30 m selon l'article 17 LFo et l'article 16 de la *Loi cantonale sur les forêts* (LCFo du 6 février 1996, état au 1^{er} janvier 2011) [73].

15.2. Méthodologie

La lisière forestière a été relevée le 25 avril 2019 par l'ingénieur forestier d'arrondissement. Elle a fait l'objet d'un plan de géomètre.

15.3. Etat actuel

Une forêt longe une partie de la rue Fritz-Courvoisier au sud. Le relevé de lisière a montré que la lisière avait avancé en direction de la route par rapport au cadastre. Le 90% de la lisière bordant la route est constituée d'une pessière, issue vraisemblablement d'un reboisement.

Une forêt se trouve également au nord de la rue du Collège.

Tableau 15-1 :
Carte de
situation



15.4. Etat de référence

D'ici le début des travaux, la lisière n'aura pas significativement bougé. Il peut donc être admis que l'état de référence est identique à l'état actuel.

15.5. Effets du projet en phase d'exploitation

Le projet ne touchera pas l'aire forestière. Cependant, la trémie sur la rue Fritz-Courvoisier sera construite à moins de 30 m de la lisière : une dérogation est donc nécessaire. Aucun impact significatif sur les fonctions forestière n'est cependant à attendre. En effet, actuellement, la rue Fritz-Courvoisier se trouve déjà à moins de 30 m de la lisière : les conditions environnementales ne seront donc pas fondamentalement modifiées.

Aucun nouvel aménagement ne sera construit à proximité de la forêt au nord de la rue du Collège : la route existante sera requalifiée sans modification des conditions environnementales pour la forêt voisine.

15.6. Effets du projet en phase de réalisation

Aucune emprise de chantier ne se trouve sur la surface forestière. Des emprises de chantier, pour les travaux d'excavation et de construction de la trémie sur la rue Fritz-Courvoisier notamment, se trouveront cependant à proximité immédiate de la forêt : des mesures de protection seront prises afin que la lisière ne soit pas endommagée. Aucun impact significatif n'est à attendre.

15.7. Mesures intégrées au projet

Seules des mesures de protection de la lisière forestière seront nécessaires en phase de chantier (cf. tableau 15-2).

Tableau 15-2 : Liste des mesures du domaine forêts pour l'environnement intégrées au projet

| N° | Nom | Phase de mise en œuvre | | |
|--------|--|------------------------|-----|-----|
| | | SEP | SER | SEE |
| FOR-01 | Durant la phase de chantier, la lisière forestière devra être protégée : une clôture (rubalise ou même paroi de chantier) sera posée en coordination avec le SER au début du chantier. | | X | |

15.8. Impacts résiduels et conclusions

Aucun impact résiduel significatif n'est attendu malgré la dérogation à la distance minimale à la forêt.

16. FLORE, FAUNE, BIOTOPES

16.1. Introduction et bases réglementaires

Ce chapitre décrit la situation actuelle et future des milieux naturels à l'intérieur des emprises du projet.

Bases légales Les bases légales suivantes relatives à la protection de la nature concernent le projet :

- La *Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage* (LPN, du 1^{er} juillet 1966, état au 1^{er} janvier 2017) [74] stipule que la faune et la flore indigènes doivent être protégées. L'*Ordonnance fédérale sur la protection de la nature et du paysage* (OPN, du 16 janvier 1991, état au 1^{er} juin 2017) [75] définit quant à elle les milieux naturels dignes de protection (annexe 1), ainsi que la flore (annexe 2) et la faune (annexe 3) protégées au niveau national.
- Au niveau cantonal, la *Loi sur la protection de la nature* (LCPN, du 22 juin 1994, état au 1^{er} janvier 2011) [76] permet au canton de définir les objets protégés en les recensant dans un inventaire. L'*Arrêté concernant la protection de la flore* (du 13 juillet 1965, état au 1^{er} août 2013) [77] liste les espèces végétales protégées. Et l'*Arrêté concernant la protection des haies, des bosquets, des murs de pierres sèches et des dolines* (du 19 avril 2006, état au 1^{er} août 2013) [78].
- Au niveau communal, le règlement d'aménagement communal (PRAC, 1998) [79] stipule que les arbres isolés à l'intérieur de la zone d'urbanisation 2 dont la circonférence est d'au moins 50 cm mesurée à un mètre du sol sont protégés (art. 154). Les allées et rangées d'arbres, ainsi que les arbres de compensation indépendamment de la circonférence du tronc, sont également protégés. Une autorisation d'abattage doit être accordée par le Conseil communal. Les arbres abattus doivent être compensés si le nombre d'arbres minimal de la parcelle (au

minimum un arbre de haute futaie plus un arbre par 500 m² de surface cadastrale et au moins autant d'arbustes ou de buissons) n'est plus respecté (art. 158).

16.2. Méthodologie

Données existantes Les inventaires fédéraux et cantonaux ont été consultés, de même que le réseau suisse d'informations faunistiques et floristiques (InfoSpecies). Les bases de données du réseau suisse d'informations faunistiques, floristiques et cryptogamiques consultées sont :

- amphibiens et reptiles (source : karch) ;
- mammifères (source : CSCF) ;
- oiseaux (source : station ornithologique suisse) ;
- chauves-souris (source : CCO) ;
- faune invertébrée (source : CSCF) ;
- flore vasculaire (source : Info Flora) ;
- macroalgues (source : Info Flora)
- mousses (source : NISM) ;
- lichens (source : SwissLichen).

Pour la faune, les observations sur 10 ans ont été prises en compte et pour la flore et les mousses sur 20 ans.

Relevés de terrain Des relevés de terrain réalisés dans les emprises définitives et temporaires du projet ont permis de compléter les données existantes :

- relevés des milieux naturels et de la flore, réalisés le 31 mai 2018 ;
- relevés des reptiles et des milieux abritant potentiellement des reptiles, réalisés le 18 septembre 2018.

Bilan écologique Le bilan écologique du projet a été calculé conformément au Guide de l'environnement *Reconstitution et remplacement en protection de la nature et du paysage* (OFEFP, 2002) [80].

16.3. Etat actuel

Inventaires fédéraux, cantonaux et communaux Le périmètre du projet ne touche aucun inventaire ou autre biotope protégé au niveau fédéral ou cantonal. Seul le site des étangs du Bas-du-Reymond est inscrit comme objet "non encore mis au net" dans l'annexe 4 de l'OBat, mais il se situe hors du périmètre du projet. En attente d'une décision finale, ce site est protégé à titre transitoire par l'art. 29 OPN.

La région du portail sud du tunnel et du carrefour du Bas-du-Reymond est traversée par le réseau écologique national (REN) pour les zones de prairies sèches (figure 16-1 ; source map.geo.admin, consulté le 10.05.2019). Ce secteur est également concerné par le réseau écologique cantonal (EcoRéseaux) 3.5 Le Locle / La Chaux-de-Fonds (figure 16-2).

Une haie et deux murs de pierres sèches protégés par l'*Arrêté concernant la protection des haies, des bosquets, des murs de pierres sèches et des dolines* [78] se trouvent dans le secteur sud (cf. figure 16-3).

Au niveau communal, plusieurs arbres isolés sont présents sur les emprises du projet dans les secteurs du portail nord et du giratoire des Petites Crosettes. Ces arbres sont protégés par le règlement d'aménagement communal (PRAC, 1998).

Figure 16-1 :
Réseaux
écologiques
nationaux (REN)
dans la région du
portail sud

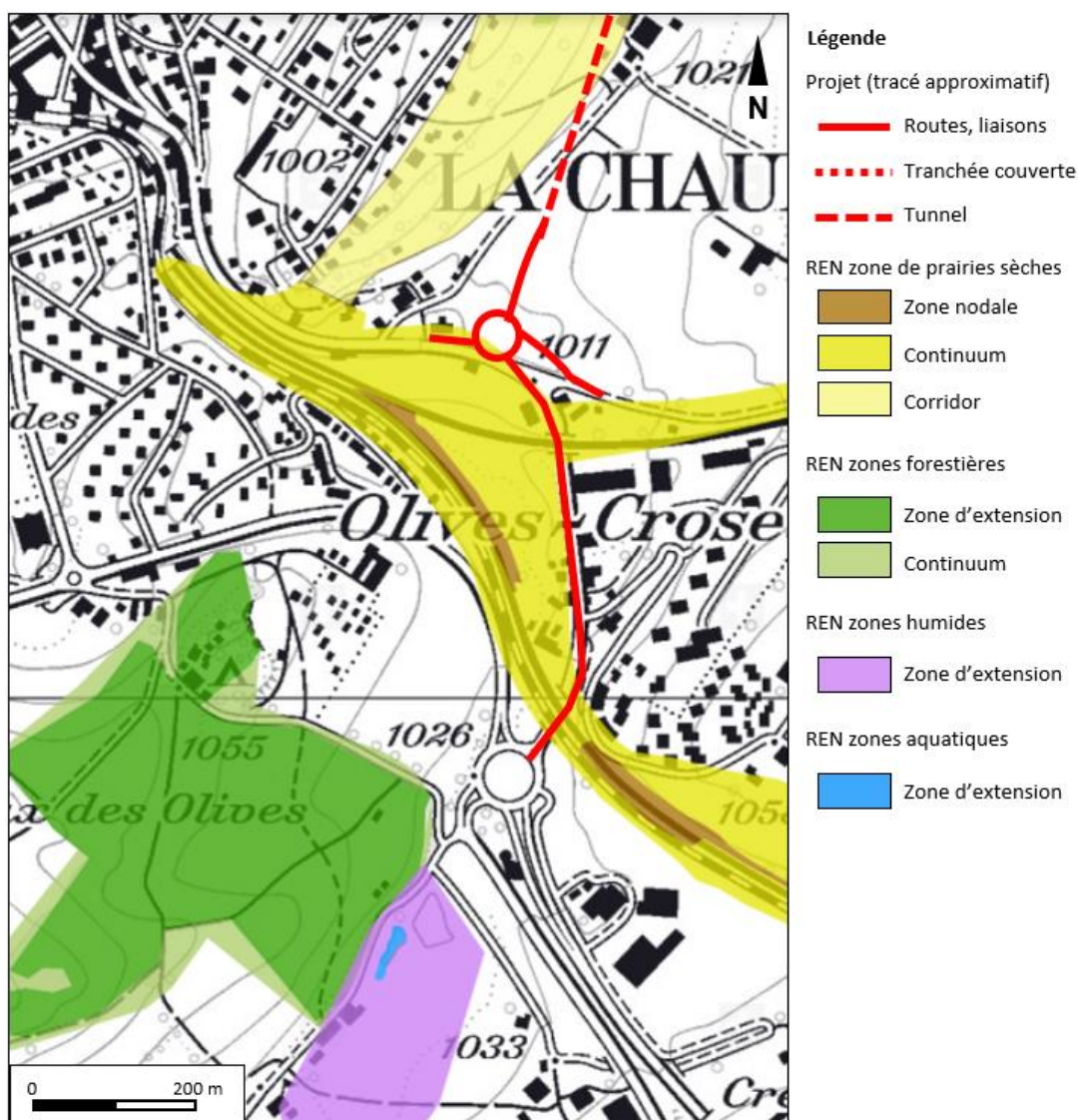
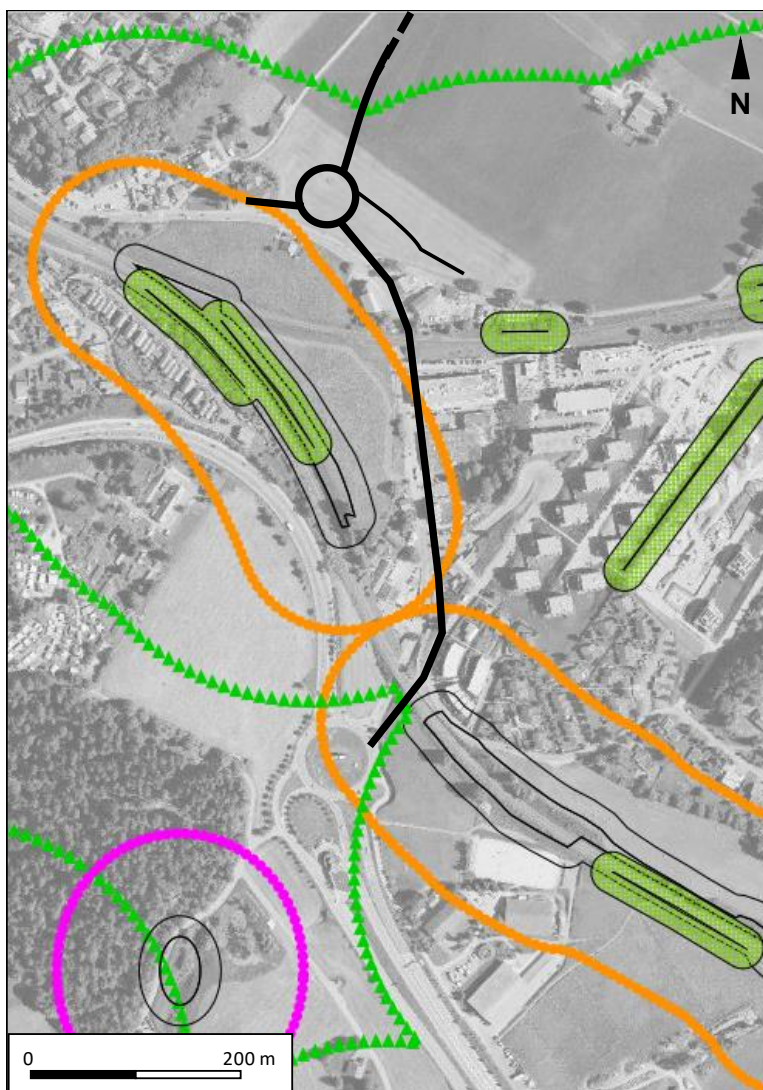
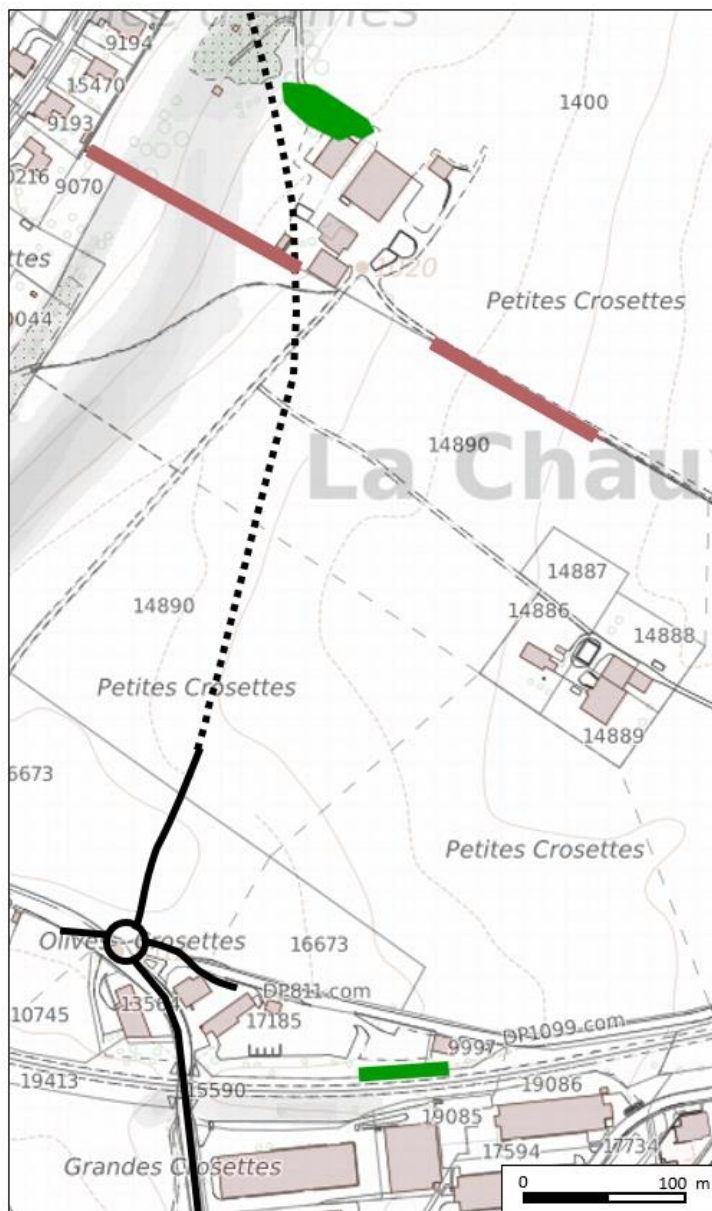


Figure 16-2 :
EcoRéseau Le
Locle / La Chaux-
de-Fonds dans la
région du portail
sud



- Légende**
- Projet (tracé schématique)
- Routes, liaisons
 - - - - - Tranchée couverte
 - - - - - Tunnel
- EcoRéseaux**
- Milieus secs
- Réservoir / relais
 - Relais échange
- Faune des haies
- Réservoir
 - ▨ Réservoir renforcé
 - ▲▲▲ Réservoir échange
- Prairies humides
- Réservoir / relais
 - Relais échange

Figure 16-3 :
Haies, bosquets
et murs de
pierres sèches
protégés par
l'arrêté cantonal
[78]



Légende

Projet (tracé schématique)

— Routes, liaisons

- - - Tranchée couverte
 et tunnel

Objets protégés cantonaux

— Mur de pierres sèches

■ Bosquet

■ Haie

Milieux naturels Les cartes des types de milieux naturels sont présentées à la figure 16-4 et à la figure 16-5.

Peu de milieux réellement naturels sont présents sur le site : il s'agit essentiellement de praires grasses de fauche s'approchant d'un *Polygono-Trisetion* ainsi que de zone construite avec des jardins. Deux affleurements rocheux le long de la rue de l'Hôtel-de-Ville sont de plus grande valeur naturelle : il s'agit de *Mesobromion* peu diversifié (milieu protégé [75], figurant en catégorie de menace VU selon la Liste rouge des milieux (Info Flora, 2016) [81]). La liste des espèces floristiques relevées le 31 mai 2018 figure en annexe NAT-1.

Figure 16-4 :
Carte des milieux naturels dans le
secteur du Bas-
du-Reymond

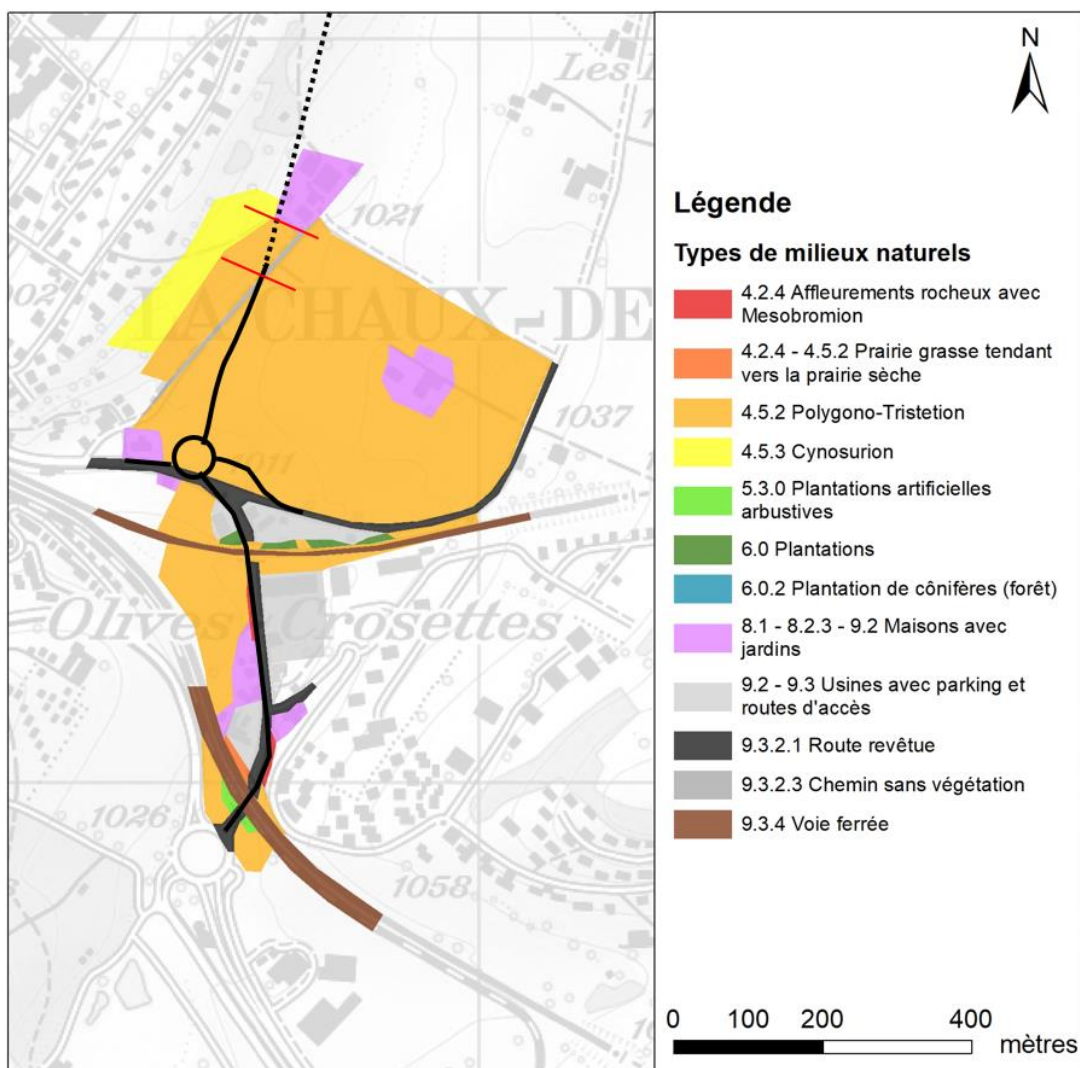
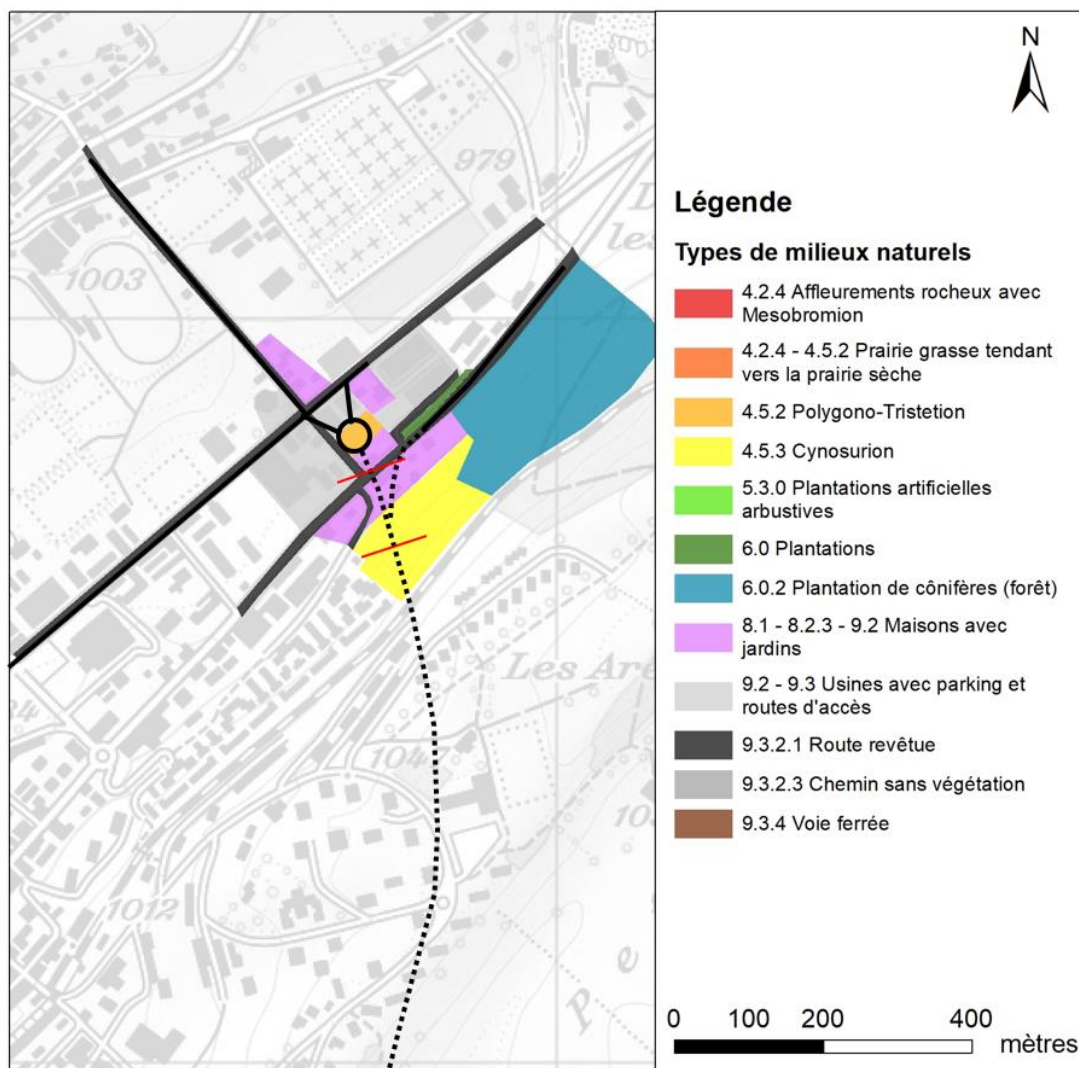


Figure 16-5 :
Carte des milieux naturels dans le secteur du portail nord



Batraciens De nombreuses observations sont signalées directement autour des étangs du Bas-du-Reymond et dans la forêt adjacente. Aucune observation de batraciens n'a été documentée aux Petites Crosettes ; de plus, les obstacles routiers et les milieux agricoles ne leur sont pas favorables.

Reptiles Aucun reptile n'a été observé dans le secteur ni dans les bases de données InfoSpecies ni lors du relevé réalisé le 18 septembre 2018. Les milieux naturels ayant un intérêt pour les reptiles dans le périmètre de projet sont certaines prairies extensives plus séchardes présentes sur les talus ferroviaires. L'entretien extensif de la végétation herbacée est potentiellement favorable en particulier au lézard agile (*Lacerta agilis*). Le reste des milieux concernés sont pour la plupart constitués de prairies grasses sans intérêt écologique particulier.

Mammifères Diverses observations de mammifères ont été faites dans le secteur du Bas-du-Reymond et des Petites Crosettes (putois, renard, chevreuil, hermine, écureuil d'Europe). Plusieurs observations de chauves-souris (protégées au niveau suisse) ont également été réalisées dans les quartiers d'habitation alentours, mais aucune dans le périmètre même du projet.

Avifaune Plusieurs espèces de rapaces ont été observées dans les zones de prairie des Petites Crosettes et du Bas-du-Reymond (buse variable, faucon crécerelle, milan royal). De nombreuses autres observations ont été réalisées autour des étangs du Bas-du-Reymond. Parmi elles, le pouillot siffleur (*Phylloscopus sibilatrix*) et la grive litorne (*Turdus pilaris*) sont inscrits comme "vulnérables" (VU) dans la *Liste rouge Oiseaux nicheurs* (OFEV, 2010) [82].

Le rougequeue à front blanc (*Phoenicurus phoenicurus*), qui présente un niveau de priorité 1 selon l'OFEV, a été signalé autour des étangs et dans les quartiers résidentiels des environs. La ville de La Chaux-de-Fonds abrite une importante population de cette espèce, qui fait l'objet de mesures de conservation ciblées dans les quartiers résidentiels (au sud-est de la ville notamment).

Entomofaune Aucune espèce d'insecte menacée n'a été observée dans les emprises du projet.

Flore Plusieurs espèces d'orchidées (protégées au niveau suisse) ont été observées dans les talus ferroviaires dans la zone du Bas-du-Reymond – Malakoff, hors des emprises du projet mais le long des mêmes voies ferroviaires qui seront impactées par les différents passages inférieurs (PI) :

- acéras homme pendu (*Aceras anthropophorum*) ;
- orchis pyramidal (*Anacamptis pyramidalis*) ;
- orchis tacheté (*Dactylorhiza maculata*) ;
- listère ovale (*Listera ovata*) ;
- orchis mâle (*Orchis mascula*) ;
- orchis militaire (*Orchis militaris*) ;
- orchis bouffon (*Orchis morio*).

Ces espèces protégées n'ont pas été observées dans les emprises du projet lors des relevés du 31 mai 2018.

Aucune autre espèce protégée ou menacée selon la *Liste rouge Plantes vasculaires* (OFEV, Info Flora, 2016) [83] n'a été observée.

Mousses Aucune mousse recensée dans le périmètre d'étude n'est protégée ou inscrite à un statut de menace de la *Liste rouge des bryophytes menacées en Suisse* (OFEV, 2004) [84].

Lichens Aucune donnée n'est disponible pour les lichens dans ce périmètre.

Plantes néophytes envahissantes Plusieurs espèces inscrites sur la *Liste Noire des néophytes envahissantes en Suisse* (Info Flora, 2014) [85] ont été répertoriées à proximité des emprises du projet ⁷ :

- Berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*) : dans un talus ferroviaire à Malakoff et le long de la rue de l'Hôtel-de-Ville.
- Impatiente glanduleuse (*Impatiens glandulifera*) : dans des jardins privés à proximité du portail nord.

⁷ Sources : base de données Info Flora ; www.sitn.ne.ch (consulté le 10.05.2019)

- Renouée du Japon (*Reynoutria japonica*) : dans des jardins privés à proximité du portail nord et près du camping du Bas-du-Reymond.

16.4. Etat de référence

L'état de référence est similaire à l'état actuel.

16.5. Effets du projet

La haie et les deux murs de pierres sèches jouxtent directement les emprises de chantier dans le secteur sud mais ne seront pas touchés par le projet. Le passage de machines à leur proximité immédiate risque toutefois de les endommager.

Plusieurs arbres protégés par le règlement communal dans les emprises du projet devront être abattus dans le secteur du portail nord (36 arbres dont 13 en alignements, plus une haie d'épicéas, cf. annexe PAY-1) ainsi que dans le secteur du giratoire des Petites Crosettes (16 arbres dont 5 en alignement, cf. annexe PAY-2). Plusieurs arbres en emprises provisoires pourront être conservés, notamment l'alignement le long de la rue du Collège.

La réalisation du projet entraînera la destruction des milieux naturels dans les emprises temporaires et définitives. La majorité des impacts concernera des prairies grasses de fauche de relativement faible valeur écologique. Environ la moitié des affleurements de type *Mesobromion* peu diversifié sera détruite définitivement le long de la rue de l'Hôtel-de-Ville.

Les emprises sur les talus ferroviaire ne représenteront qu'un petit pourcentage de ce type de talus dans la région

Les effets sur les milieux naturels sont faibles en raison de la forte proportion du tracé en tunnel.

16.6. Mesures intégrées au projet

En phase de chantier, les emprises devront être respectées strictement et les arbres conservés dans les emprises temporaires ou à proximité du projet devront être protégés.

Des mesures de reconstitution et de remplacement permettront de compenser les milieux naturels détruits tout en assurant l'insertion paysagère du projet.

Tableau 16-1 : Liste des mesures du domaine flore, faune, biotopes pour l'environnement intégrées au projet

| N° | Nom | Phase de mise en œuvre | | |
|--------|--|------------------------|-----|-----|
| | | SEP | SER | SEE |
| NAT-01 | Délimitation claire des emprises de chantier et des arbres à conserver au moyen de rubalise ou de clôture selon les besoins. | | X | |
| NAT-02 | Respect des mesures de protection des arbres en phase de chantier : ne rien stocker/ne pas rouler avec des engins sous la couronne des arbres, protection des troncs, des branches, etc. | | X | |
| NAT-03 | Reconstitution des emprises temporaires non restituées à l'agriculture avec des milieux maigres (prairies fleuries). | X | X | X |
| NAT-04 | Reconstitution ou remplacement d'alignements d'arbres (cf. plans en annexe PAY-1 et en annexe PAY-2). | X | X | X |
| NAT-05 | Aménagement d'une haie bocagères (cf. plan et coupe en annexe PAY-2 et en annexe PAY-3) et entretien durant toute la durée d'exploitation de la nouvelle route. | X | X | X |

16.7. Impacts résiduels et conclusions

La réalisation des mesures de protection, de reconstitution et de remplacement prévues permettra de compenser tous les impacts du projet en phase d'exploitation sur la nature : le bilan écologique est présenté au tableau 16-2.

Tableau 16-2 : Bilan écologique (surfaces arrondies).

| Types de milieux | Pondération selon la qualité écologique | Etat actuel | | Etat futur | | |
|---|--|---|--|---|--|--------|
| | | Surface totale dans les emprises du projet [m2] | Surface pondérée par la qualité écologique | Surface totale dans les emprises du projet [m2] | Surface pondérée par la qualité écologique | |
| Milieux actuels ou reconstitués à l'identique | 4.2.4 Affleurements rocheux avec Mesobromion | 3 | 500 | 1'500 | 0 | 0 |
| | 4.2.4 - 4.5.2 Prairie grasse tendant vers la prairie sèche | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4.5.2 Polygono-Trisetion | 1 | 69'600 | 69'600 | 38'900 | 38'900 |
| | 4.5.3 Cynosurion | 1 | 2'100 | 2'100 | 200 | 200 |
| | 5.3.0 Plantations artificielles arbustives | 1.5 | 700 | 1'050 | 0 | 0 |
| | 6.0 Plantations | 1.5 | 1'100 | 1'650 | 0 | 0 |
| | 6.0.2 Plantation de conifères (forêt) | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 8.1 - 8.2.3 - 9.2 (Maisons avec jardins) | 0.5 | 5'900 | 2'950 | 1'100 | 550 |
| | 9.2 - 9.3 Usines avec parking et routes d'accès | 0.25 | 7'200 | 1'800 | 3'500 | 875 |
| | 9.3.4 Voie ferrée | 0.5 | 800 | 400 | 800 | 400 |
| Nouveaux milieux à l'état futur | Nouvelles chaussées | 0 | 0 | 7'500 | 0 | |
| | Haie bocagère (avec alignement d'arbre et mur de pierres sèches) | 2 | 0 | 0 | 6'000 | 12'000 |
| | Prairies fleuries et arbustes éventuels sur talus routiers et emprises définitives non routières | 1 | 0 | 0 | 29'900 | 29'900 |
| Bilan écologique | | | 81050 | | 82825 | |

17. PAYSAGES ET SITES

17.1. Introduction et bases réglementaires

Ce chapitre a pour objectif d'évaluer les impacts de la réalisation du projet sur le paysage. L'évaluation des effets du projet sur les aménagements paysagers (arbres isolés, arbres d'alignements, protégés par le Règlement d'aménagement communal [88]) est traitée dans le chapitre 16 Flore, faune, biotopes.

Bases légales Le domaine de la protection du paysage naturel et bâti est principalement régi par la *Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage* (LPN, du 1^{er} juillet 1966, état au 1^{er} janvier 2017) [86], qui *protège l'aspect caractéristique du paysage et des localités, les sites évocateurs du passé* (art. 1). L'application concrète de la protection du paysage est spécifiée dans le Plan directeur cantonal [87] et les Plans et Règlement d'aménagement communaux [88].

17.2. Etat actuel

Description Le projet concerne différents secteurs de la partie est de la ville, qui possèdent chacun une identité paysagère distincte :

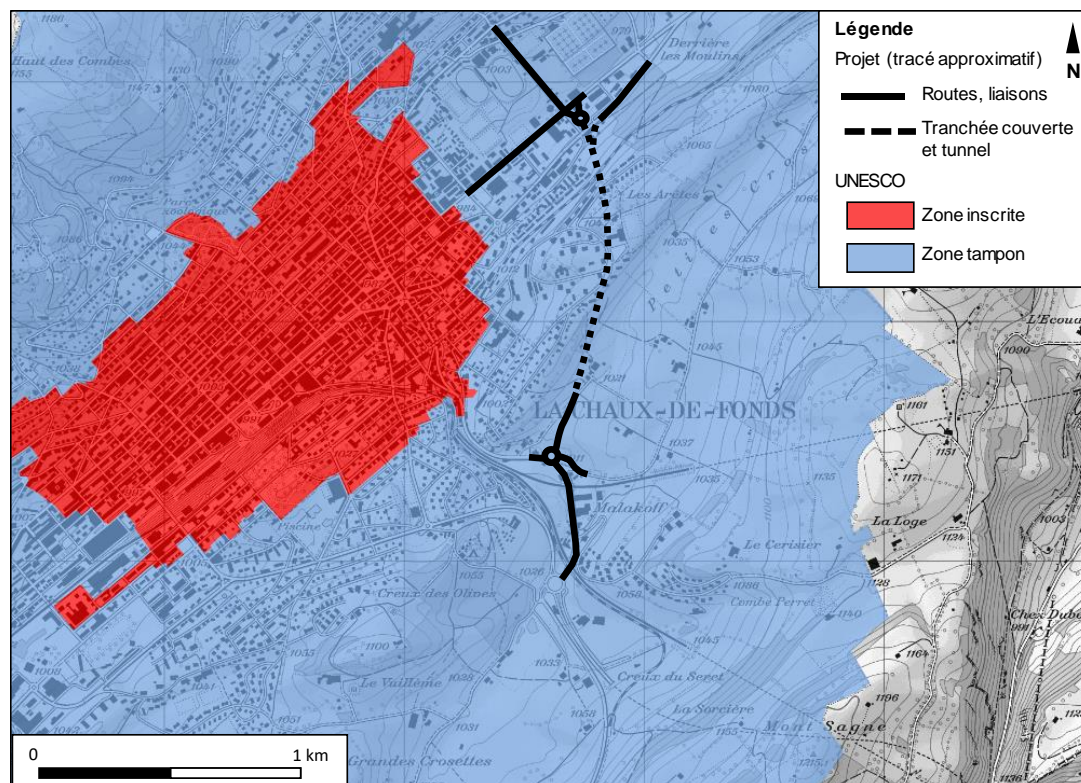
- **La zone du portail nord** est située dans un quartier industriel, où de petits immeubles résidentiels alternent avec de gros bâtiments et des dépôts d'entreprises. Ce quartier allongé en direction du nord-est est bordé de part et d'autre par la rue Fritz-Courvoisier et la rue du Collège, par lesquelles passe le trafic de liaison avec les Franches-Montagnes. Au nord du futur giratoire des Prés de la Ronde, la rue de la Pâquerette sépare le complexe sportif du stade de la Charrière à l'ouest et le cimetière de la ville à l'est.
- **La zone du portail sud** et le futur giratoire des Petites Crosettes se trouvent à la sortie du vallon du même nom. Le haut du vallon présente un paysage agricole typique de la région, constitué de pâturages verdoyants ponctués de grosses fermes. Le bas du vallon se termine sur la rue de l'Hôtel-de-Ville, bordée de quelques maisons et entreprises.
- **Le quartier de Malakoff**, situé entre deux voies ferrées, est constitué de quelques entreprises dans sa partie basse. Des quartiers résidentiels sont en train de se développer sur la partie haute, en direction de l'est.
- **La zone du Bas-du-Reymond** se trouve au carrefour entre la ville de La Chaux-de-Fonds à l'ouest, le vallon des Petites Crosettes au nord, la liaison pour le Val-de-Ruz et Neuchâtel à l'est (tunnel et route du col de la Vue-des-Alpes) et le vallon des Grandes Crosettes au sud. La limite entre l'agglomération et les zones rurales y est nettement marquée.

Inventaires Aucun site inscrit à l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale (IFP) n'est présent dans le périmètre du projet. Le site n'est pas concerné par les zones de "crêtes et forêts" du décret de 1966.

La ville de La Chaux-de-Fonds est inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO, qui correspond à un périmètre de protection des sites bâtis au niveau communal. La totalité du

périmètre du projet se trouve dans la zone tampon du site UNESCO (figure 17-1). Le but de cette inscription est de conserver le caractère typique de l'urbanisme horloger de cette ville.

Figure 17-1 :
Périmètres
UNESCO



17.3. Etat de référence

L'état de référence est similaire à l'état actuel.

17.4. Effets du projet en phase d'exploitation

Les effets du projet en phase d'exploitation seront limités du fait même qu'une grande partie du projet sera souterraine. Certaines routes existantes (rue de la Pâquerette, rue du Collège, rue de l'Hôtel-de-Ville) seront requalifiées permettant d'améliorer légèrement la qualité esthétique des chaussées et trottoirs. Les portails du tunnel, ainsi que la trémie et les modelages topographiques nécessaires pour la rétention des eaux de ruissellement au sud sur la rue Fritz-Courvoisier auront un impact significatif.

17.5. Effets du projet en phase de réalisation

Les travaux de percement du tunnel et de construction des ouvrages auront un impact temporaire sur le paysage. Les voies utilisées par la mobilité douce devront être assurées pendant les travaux.

17.6. Mesures intégrées au projet

L'intégration paysagère des portails, ainsi que celles des autres nouveaux ouvrages, comme le passage inférieur des Petites Crosettes, a fait l'objet d'un mandat d'architecte en coordination étroite avec la planification des aménagements paysagers. Le dossier architectural figure en pièce 18 du dossier de mise à l'enquête. Les plans des aménagements paysagers quant à eux sont présentés dans les annexes PAY-1 à annexe PAY-3 ; les aménagements au portail sud ont été planifiés en synergie avec les mesures de remplacements nature.

PAY-01 Des aménagements paysagers sont planifiés au portail nord (cf. annexe PAY-1) : il s'agit de planter quelques haies afin d'intégrer le nouveau giratoire. Les espaces résiduels autour du giratoire seront ensemencés avec un mélangeur de prairie maigre directement sur la grave : aucune terre végétale ne sera mise en place.

NAT-04 Un alignement d'arbres sera reconstitué de manière plus régulière qu'actuellement au nord, le long de la rue Fritz-Courvoisier (cf. annexe PAY-1). De nouveaux alignements d'arbres sont planifiés aux Petites Crosettes en lien avec la mesure NAT-05 (annexe PAY-2).

NAT-05 La mesure de remplacement nature NAT-05 a été planifiée de façon à intégrer passagèrement la nouvelle route avec une haie bocagère typique de la région qui permettra de camoufler quelques peu pour le quartier du cerisier la butte de rétention des eaux de ruissellement ainsi que la nouvelle route à ciel ouvert.

Tableau 17-1 : Liste des mesures du domaine paysages et sites pour l'environnement intégrées au projet

| N° | Nom | Phase de mise en œuvre | | |
|--------|---|------------------------|-----|-----|
| | | SEP | SER | SEE |
| PAY-01 | Aménagements paysagers au portail nord (annexe PAY-1) | X | X | X |
| NAT-04 | Reconstitution de certains alignements d'arbres (cf. plans en annexe PAY-1 et en annexe PAY-2). | X | X | X |
| NAT-05 | Aménagement d'une haie bocagères (cf. plan et coupe en annexe PAY-2 et en annexe PAY-3) et entretien durant toute la durée d'exploitation de la nouvelle route. | X | X | X |

17.7. Impacts résiduels et conclusions

L'impact du projet sera minimisé par les mesures d'intégration architecturale et paysagère prévues.

18. MONUMENTS HISTORIQUES, SITES ARCHÉOLOGIQUES

18.1. Introduction et bases réglementaires

Ce chapitre évalue l'impact du projet dans le domaine des monuments historiques et sites archéologique. L'inventaire des voies de communication historiques de Suisse (IVS), des

sites construits d'importance nationale à protéger en Suisse (ISOS), des périmètres archéologiques et le recensement architectural des bâtiments (RACN) du canton ont été consultés.

Bases légales Les principales bases légales relatives à la protection des monuments historiques et des sites archéologiques sont les suivantes :

- la *Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage* (LPN, du 1^{er} juillet 1966, état au 1^{er} janvier 2017) assure la protection des monuments historiques ;
- l'*Ordonnance concernant l'Inventaire fédéral des sites construits à protéger en Suisse* (OISOS, du 9 septembre 1981, état au 1^{er} octobre 2016) liste les sites construits d'importance nationale à protéger ;
- l'*Ordonnance concernant l'inventaire fédéral des voies de communication historiques de la Suisse* (OIVS, du 14 avril 2010, état au 1^{er} juin 2017) stipule que seuls les tracés historiques d'importance nationale "avec beaucoup de substance" ou "avec substance" sont protégés.
- la *Loi cantonale sur la protection des biens culturels* (LCPBC, du 27 mars 1995, état au 1^{er} février 2013) protège les sites archéologiques et le *Règlement d'application de la loi cantonale sur la protection des biens culturels* (du 30 août 1995, état au 1^{er} décembre 2014) définit objets considérés comme des biens culturels à protéger (sites archéologiques, sites construits, immeubles, etc.).

18.2. Etat actuel

Le vallon des Petites Crosettes se trouve dans un périmètre archéologique (source : www.sitn.ne.ch, consulté le 08.05.2019).

Plusieurs tronçons de voies historiques recensées par l'IVS traversent le périmètre du projet (figure 18-2). Certains segments sont d'importance nationale, mais ne présentent plus de substance et ne sont par conséquent pas protégés. Ils suivent les voies de communication actuelles (rue de l'Hôtel-de-Ville, rue Fritz-Courvoisier).

La Chaux-de-Fonds est inscrite comme ville à l'inventaire ISOS. La partie centrale de la ville est incluse dans le périmètre ISOS, alors que la zone du projet fait partie du "périmètre environnant". Cet inventaire n'est pas contraignant en tant que tel, mais sert d'outil à l'aménagement du territoire et à la sauvegarde du patrimoine.

Aucun bâtiment inscrit au recensement architectural des bâtiments (RACN) du canton n'est situé dans les emprises du projet. Le bâtiment de La Joux-Perret 3, abritant Bikini Test est inventorié dans le recensement architectural mais ne sera pas touché par le projet.

Figure 18-1 :
Périmètre
archéologique

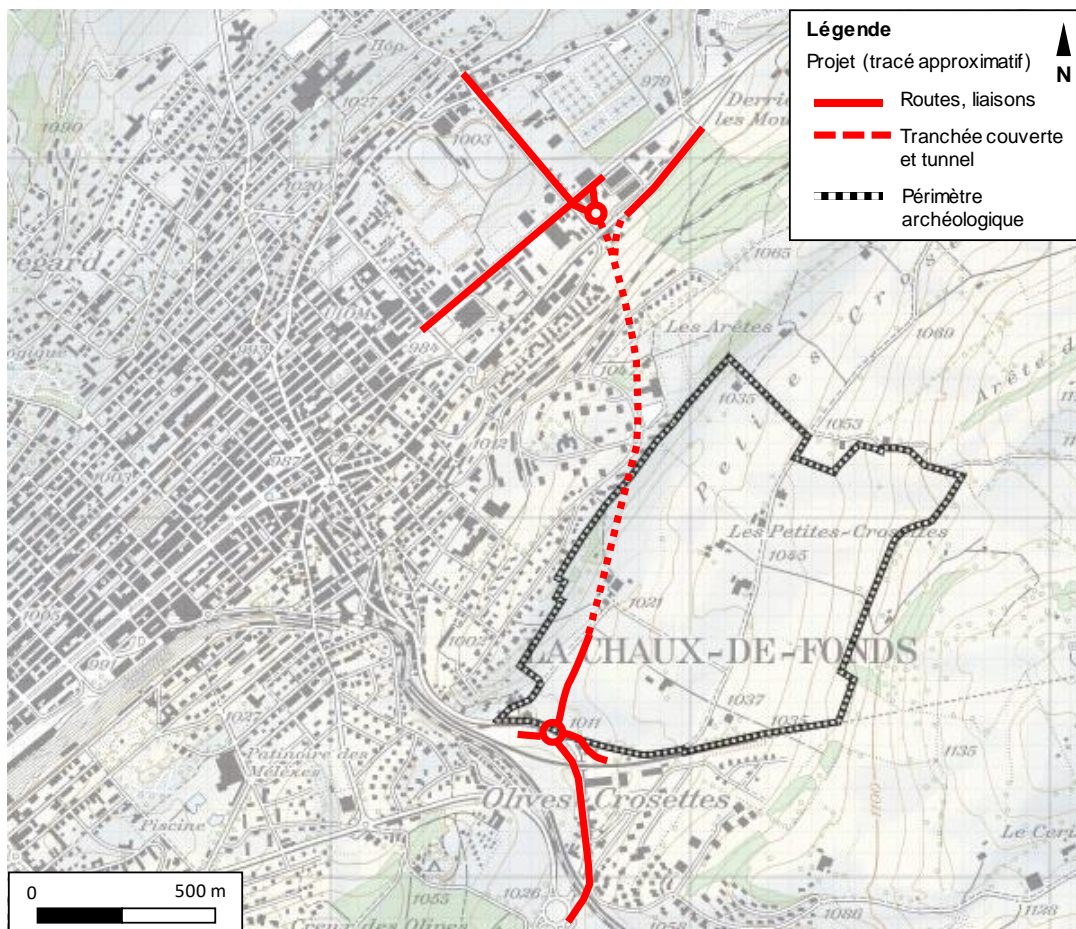
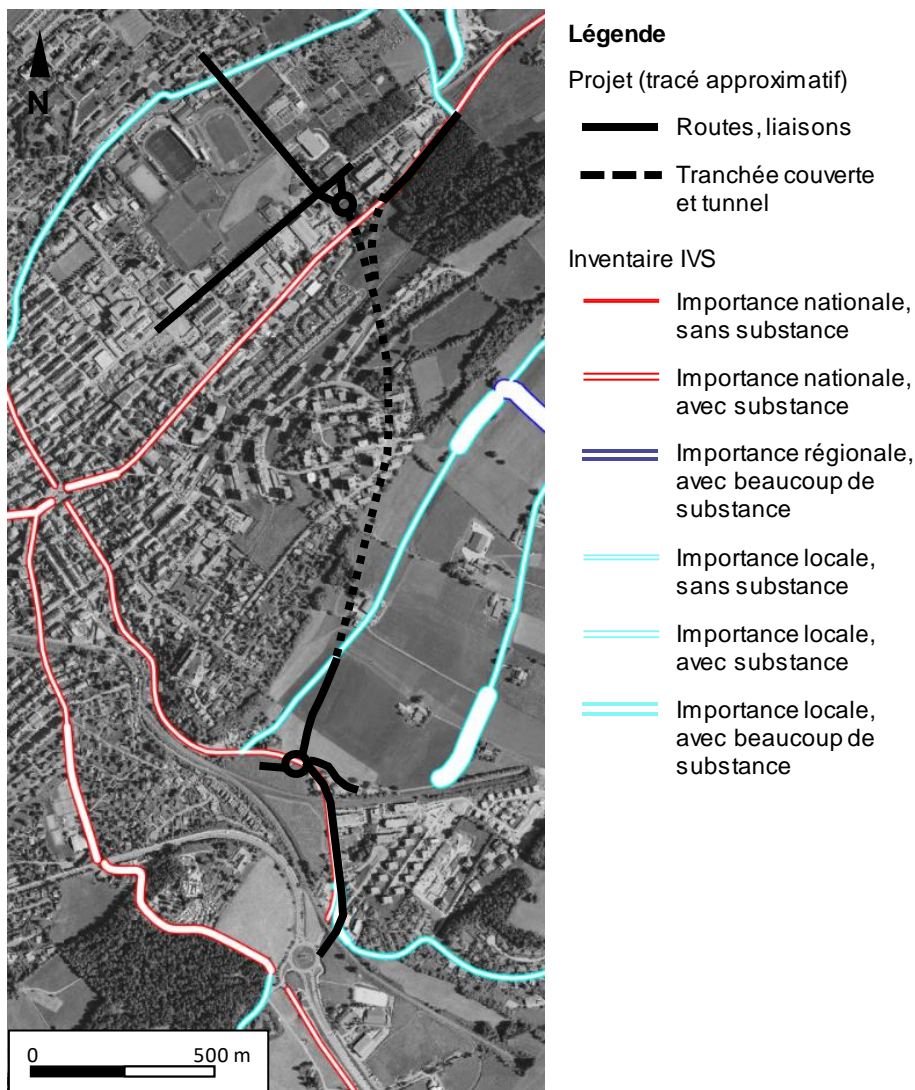


Figure 18-2 :
Voies historiques
inscrites à l'IVS



© SITN, swisstopo DV 571.4, les contributeurs d'OpenStreetMap, Maps Icons Collection

18.3. Etat de référence

L'état de référence est similaire à l'état actuel.

18.4. Effets du projet

Le vallon des Petites Crosettes abrite potentiellement des vestiges archéologiques dans les emprises du projet : la réalisation du projet risquera de la détruire. Des sondages et au besoin des fouilles préventives seront réalisés et permettront de sauvegarder les données et objets archéologiques du site.

Les tronçons de voies historiques inscrits à l'IVS traversant le projet ne sont pas protégés. En effet, aucun tracé d'importance avec substance n'est touché par le projet.

Le périmètre ISOS de la ville de La Chaux-de-Fonds, comprenant le centre-ville, ne sera pas directement touché. Le projet, situé dans le "périmètre environnant", ne subira pas d'impact majeur car aucun élément présentant une signification prépondérante ou évidente n'est

touché. Le projet aura toutefois un effet positif sur le site ISOS en permettant le délestage du centre-ville d'une partie du trafic, ce qui permettra à la Ville de requalifier et revaloriser certaines rues dans le cadre du PDPM.

Les bâtiments à détruire dans le secteur du portail nord du tunnel ne sont pas inscrits au recensement architectural des bâtiments (RACN) du canton.

18.5. Mesures intégrées au projet

Les mesures préventives sont présentées au tableau 18-1.

Tableau 18-1 : Liste des mesures du domaine monuments historiques, sites archéologiques pour l'environnement intégrées au projet

| N° | Nom | Phase de mise en œuvre | | |
|--------|---|------------------------|-----|-----|
| | | SEP | SER | SEE |
| ARC-01 | Des sondages de diagnostic archéologique seront réalisés avant le début des travaux dans les emprises du projet aux Petites Crosettes en coordination avec la section archéologie de l'office du patrimoine et de l'archéologie (OPAN) du canton de Neuchâtel | X | | |
| ARC-02 | En cas de découvertes de vestiges archéologique lors des travaux, la section archéologie sera avertie. | | X | |

18.6. Impacts résiduels et conclusions

L'impact résiduel du projet sera nul si aucune découverte archéologique n'est faite ; dans le cas contraire, les mesures intégrées au projet permettront de réaliser des fouilles archéologiques afin de documenter et sauvegarder les vestiges archéologiques.

19. LISTE DES MESURES

Le tableau 19-1 récapitule l'ensemble des mesures environnementales intégrées au projet.

Tableau 19-1 : Liste des mesures environnementales intégrées au projet

| N° | Nom | Phase de mise en œuvre | | |
|--------|--|------------------------|-----|-----|
| | | SEP | SER | SEE |
| DN-01 | Rétention et gestion des eaux de surfaces | | X | X |
| AIR-01 | Mise en œuvre des mesures de réduction des émissions pour le trafic routier de chantier de la Recommandation de l'OFEV. | | X | |
| AIR-02 | Mise en œuvre des mesures de niveau A, si nécessaire de niveau B, de réduction des émissions sur le chantier de la Direction Air Chantier de l'OFEV. | | X | |
| BRU-01 | Butte anti-bruit des Petites Crosettes | | X | |

| N° | Nom | Phase de mise en œuvre | | |
|--------|--|------------------------|-----|-----|
| | | SER | SER | SEE |
| BRU-02 | Revêtement de chaussée de type SDA8-12, rues de l'Hôtel-de-Ville et du Collège | | X | |
| BRU-03 | Eléments absorbants le bruit sur les murs de soutènement et les portails du tunnel | | X | |
| BRU-04 | Pose des fenêtres antibruit prévues le plus tôt possible dès le début des chantiers | | X | |
| BRU-05 | Concept de mesures de protection contre le bruit de chantier: catalogue contraignant de mesures, à appliquer durant la planification et la réalisation | X | X | |
| VIB-01 | Relevés de fissures sur 15 bâtiments | | X | |
| VIB-02 | Relevé des conduites à protéger contre les vibrations dues au chantier | | X | |
| VIB-03 | Sismographes pendant l'excavation à l'explosif sur les bâtiments les plus proches | | X | |
| VIB-04 | Concept de mesures contre les vibrations dues au chantier | X | X | |
| ESO-01 | Application des directives cantonales "Chantier" pour la protection des eaux souterraines | | X | |
| ESO-02 | Réinfiltration des eaux de drainage et des veines karstiques productives | | X | X |
| ESO-03 | Récolte des eaux de chaussées et rétention/traitement avant rejet à la STEP | | X | X |
| ESU-01 | Récolte et traitement des eaux de chaussées garantissant la préservation des milieux récepteurs (eaux souterraines et de surfaces) | | | X |
| ESU-02 | Gestion des eaux issues de situations particulières au tunnel (OPAM- BREL- Incendies) | | | X |
| ESU-03 | Respect des directives du PGEE communal | | X | |
| SOL-01 | Etablissement d'un concept de gestion des sols. | X | | |
| SOL-02 | Suivi des travaux concernant les sols par un spécialiste de la protection des sols sur les chantier (SPSC), y compris stockage et entretien des dépôts : SER SOLS. | | X | |
| SOL-03 | Recherche de solutions de valorisation des sols non ou peu pollués. | X | X | |
| SOL-04 | Gestion des sols pollués. | | X | |
| SOL-05 | Suivi de la remise en état des sols après les travaux. | | X | X |
| SPO-01 | Analyses OLED du sous-sol dans les secteurs où l'on suspecte des remblais pollués | X | | |
| SPO-02 | Suivi des travaux d'excavation par le SER à proximité des sites pollués | | X | |
| DEC-01 | Réalisation d'un diagnostic polluants (amiante, PCB, plomb, HAP) des bâtiments démolis dont l'année de construction est antérieure à 1994. | X | X | |
| DEC-02 | Etablissement d'un plan de gestion des déchets et matériaux avant le début du chantier. | X | X | |
| DEC-03 | Analyses des matériaux d'excavation | | X | |
| FOR-01 | Durant la phase de chantier, la lisière forestière devra être protégée : une clôture (rubalise ou même paroi de chantier) sera posée en coordination avec le SER au début du chantier. | | X | |
| NAT-01 | Délimitation claire des emprises de chantier et des arbres à conserver au moyen de rubalise ou de clôture selon les besoins. | | X | |
| NAT-02 | Respect des mesures de protection des arbres en phase de chantier : ne rien stocker/ne pas rouler avec des engins sous la couronne des arbres, protection des troncs, des branches, etc. | | X | |
| NAT-03 | Reconstitution des emprises temporaires non restituées à l'agriculture avec des milieux maigres (prairies fleuries). | X | X | X |

| N° | Nom | Phase de mise en œuvre | | |
|--------|---|------------------------|-----|-----|
| | | SEP | SEK | SEE |
| NAT-04 | Reconstitution ou remplacement d'alignements d'arbres (cf. plans en annexe PAY-1 et en annexe PAY-2). | X | X | X |
| NAT-05 | Aménagement d'une haie bocagères (cf. plan et coupe en annexe PAY-2 et en annexe PAY-3) et entretien durant toute la durée d'exploitation de la nouvelle route. | X | X | X |
| PAY-01 | Aménagements paysagers au portail nord (annexe PAY-1) | X | X | X |
| ARC-01 | Des sondages de diagnostic archéologique seront réalisés avant le début des travaux dans les emprises du projet aux Petites Crosettes en coordination avec la section archéologie de l'office du patrimoine et de l'archéologie (OPAN) du canton de Neuchâtel | X | | |
| ARC-02 | En cas de découvertes de vestiges archéologique lors des travaux, la section archéologie sera avertie. | | X | |

20. BIBLIOGRAPHIE

- Conformité avec l'aménagement du territoire**
- [1] *Ordonnance fédérale concernant les routes de grand transit* (du 18 décembre 1991, état au 1^{er} janvier 2016).
 - [2] Plan sectoriel des transports, partie infrastructure route, est actuellement en cours de révision par l'Office fédéral des route (OFROU, 2006).
 - [3] *Plan directeur cantonal, République et Canton de Neuchâtel, édition mai 2018.*
 - [4] Stratégie de mobilité du canton, intitulée "Neuchâtel Mobilité 2030", <http://www.nemobilite2030.ch/>
 - [5] Plan et règlement d'aménagement de la Ville de La Chaux-de-Fonds (PRAC, 1998).
- Air**
- [6] *Loi sur la protection de l'environnement (LPE, du 7 octobre 1983, RS 814.01, état au 1er janvier 2018).*
 - [7] *Ordonnance sur la protection de l'air (OPair, du 16 décembre 1985, RS 814.318.142.1 état au 11 décembre 2018),*
 - [8] *OFEV, Directive Air Chantiers, Protection de l'air sur les chantiers (2002, édition complétée en février 2016),*
 - [9] *OFEV (OFEFP), Recommandation : Lutte contre la pollution de l'air dans le trafic routier de chantier (2001).*
 - [10] *SENE, Cadastre des émissions de polluants atmosphériques du canton de Neuchâtel (2018, développé par SEDE SA).*
 - [11] *OFEV, Manuel des coefficients d'émission du trafic routier (version 3.3, 2017).*
 - [12] *OFEV, Emissions polluantes du trafic routier de 1990 à 2035 (UW 1021, 2010).*
 - [13] *OFEV, Système d'information sur les émissions en Suisse EMIS (2018).*
 - [14] *OFS, Statistique de la population et des ménages StatPop (2016).*
 - [15] *OFS, Statistique structurelle des entreprises StatEnt (2015).*
 - [16] *Statistique Vaud, Perspectives régionalisées de population 2011, canton de Neuchâtel. (2012).*
 - [17] *SEDE, PolyNE, modélisation des immissions à l'échelle régionale (2018).*
 - [18] *SEDE, ImPorTun - Immissions aux portails des tunnels routiers (2018).*
- Bruit**
- [19] *Loi fédérale sur la protection de l'environnement (RS 814.01), LPE, du 7 octobre 1983 (Etat le 1er janvier 2017),*
 - [20] *Ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit (RS 814.41), OPB, du 15 décembre 1986 (Etat le 1er janvier 2016),*
 - [21] *OFEV, OFROU, Manuel du bruit routier, aide à l'exécution pour l'assainissement, Etat décembre 2006,*
 - [22] *OFEV, Directive sur le bruit des chantiers, 2016 (Etat 2011).*
- Vibrations**
- [23] *Loi sur la protection de l'environnement (RS 814.01), LPE, du 07.10.1983 (Etat le 1er janvier 2017). A ce jour, les articles 13 et 15 de la LPE n'ont pas encore été concrétisés dans une ordonnance. L'évaluation des vibrations se base donc encore directement sur*

la LPE. Les aides à l'exécution suivantes peuvent néanmoins être mentionnées. Il existe également une ordonnance sur les vibrations en version provisoire non en force.

- [24] *Norme allemande DIN 4150, partie 2: Erschütterungen im Bauwesen Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, juin 1999.*
- [25] *Norme VSS 40 312 Ebranlements, effets des ébranlements sur les constructions, à paraître au premier trimestre 2019.*
- Rayonnement non ionisant** [26] *Ordonnance fédérale sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI, du 23 décembre 1999, état au 1^{er} juillet 2016).*
- Eaux souterraines** [27] *Biol conseil (2010) : H20. Le Col des Roches – Bas-du-Reymond. Etude d'impact sur l'environnement. Rapport d'impact.*
- [28] *BMICSA (1990) : Centre d'identification, de traitement et de recyclage des déchets spéciaux – CITRED. Etude d'impact sur l'environnement. Hydrologie et hydrogéologie. Rapport.*
- [29] *Boem J.M (1990) : Etude d'impact sur l'environnement hydrogéologique. Travail de diplôme 3ème cycle en hydrogéologie. Rapport.*
- [30] *Bourquin Ph. et al (1968) : Carte géologique au 1:25'000 Val-de-Ruz et notice explicative (par H. Suter et al.).*
- [31] *Bourquin Ph. et al. (1946) : Carte géologique au 1:25'000 Les Bois et notice explicative.*
- [32] *Burger A. (1991) : Rapport sur l'essai de coloration multiple dans l'Oehningien du synclinal du Locle et La Chaux-de-Fonds, rapport inédit, SIL.*
- [33] *Burger et al. (1996) : La vallée du Locle – Oasis jurassienne, Cahiers de l'Institut neuchâtelois, nouvelle série.*
- [34] *CHYN (1972) : Etude de la fissuration dans la région du Valanvron.*
- [35] *Favre (1911) : Description géologique des environs du Locle et de La Chaux-de-Fonds, in Eclogae geologicae Helvetiae XI, avril 1911.*
- [36] *Gogniat S. et al. (1996) : Jaugeage de la source karstique de la Rasse. Bulletin d'hydrogéologie n°15, p.79-88.*
- [37] *Grétillet P.A (1986) : Etude pour l'établissement d'une décharge cantonale de classe III dans la région des Convers (NE). Essai de coloration été-automne 1985. CHYN.*
- [38] *HydroGEOS (2017a) : Décharges des Bulles (6421-D-0009) et de la Sombaille (6421-D-0002) à La Chaux-de-Fonds (NE). Investigation technique préalable selon OSites orientée sur les eaux souterraines*
- [39] *HydroGEOS (2017b) : Décharges des Bulles (6421-D-0009) et de la Sombaille (6421-D-0002) à La Chaux-de-Fonds (NE). Suivi hydrogéologique 2017.*
- [40] *HydroGEOS (2018) : Décharges des Bulles (6421-D-0009) et de la Sombaille (6421-D-0002) à La Chaux-de-Fonds (NE). Suivi hydrogéologique 2018*
- [41] *ISSKA-HydroGEOS (2014) : Capacité d'infiltration et traçage des eaux de l'emposieu des Grandes Crosettes. H20 Evitements du Locle et de La Chaux-de-Fonds.*

- [42] *Jäckli H. (1981) : Hydrogéologie du vallon de St-Imier. Données pour la protection et la gestion de l'eau souterraine du Canton de Berne. OEHE.*
- [43] *Kiraly (1973) : carte hydrogéologique du Canton de Neuchâtel.*
- [44] *Mathey (1973) : Etude hydrogéologique de la Combe du Valanvron. Essai de coloration n°6 dans la Combe du Valanvron entre la Combe des Moulins et le Moulin de la Roche.*
- [45] *MFR (2017) : Tunnel des Arêtes. Tracé routier. Rapport géologique. Evitement Est de La Chaux-de-Fonds.*
- [46] *OFEV, section EIE et organisation du territoire (2018) : H18 : Evitement Est de La Chaux-de-Fonds, avec EIE, enquête préliminaire et cahier des charges. Evaluation du 23.3.2018.*
- [47] *Schindler B. (1986) : Etude hydrogéologique de la zone S des captages sis à Cormoret et Villeret. 2ème partie. Rapport intermédiaire n°1.*
- [48] *Schindler B. (1988) : Etude hydrogéologique de la zone S des captages sis à Cormoret et Villeret. 2ème partie. Rapport final.*
- [49] *Schindler B. et Broget A. (1980) : Etude hydrogéologique de la zone S des captages sis à Cormoret et Villerte.*
- [50] *SENE (2018) : Evaluation du 19.01.2018 du rapport d'enquête préliminaire de l'étude d'impact sur l'environnement. Route principale H18. Evitement Est de La Chaux-de-Fonds.*
- [51] *Service de l'Hygiène et de l'environnement (1997) : Mesures de chlorures le long du Doubs entre "Chez Bonaparte" et Biaufond: une nouvelle approche dans la détermination des zones de résurgence de la Ronde. Par S. Gogniat.*
- [52] *Voisard S. (1994) : Géomorphologie d'une zone de transfert hydrogéologique en domaine karstique du Jura plissé : le Valanvron (NE).*
- Eaux de surface et écosystèmes aquatiques**
- [53] *Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux, du 24 janvier 1991, état au 1^{er} janvier 2017).*
- [54] *Ordonnance fédérale sur la protection des eaux (OEaux, du 28 octobre 1998, état au 1^{er} juin 2018).*
- [55] *Loi sur la protection et la gestion des eaux (LPGE, du 2 octobre 2012, état au 1^{er} juin 2015).*
- Sols**
- [56] *Ordonnance fédérale sur les atteintes portées aux sols (OSol, 1^{er} juillet 1998).*
- [57] *Ordonnance fédérale sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED, 4 décembre 2015).*
- [58] *Normes "Terrassement, sol" 640 581, VSS (2017).*
- [59] *Instructions sur l'évaluation et l'utilisation de matériaux terreux, OFEV (2001).*
- [60] *Sols et constructions, état de la technique et des pratiques, OFEV (2015).*
- [61] *Construire en préservant les sols, OFEV (2001).*

- [62] *Loi sur la protection de l'environnement (LPE, du 7 octobre 1983, RS 814.01, état au 1er janvier 2018).*
- Sites pollués** [63] *Ordonnance fédérale sur l'assainissement des sites pollués (OSites, du 26 août 1998, état au 1er mai 2017).*
- [64] *Ordonnance fédérale sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED, du 4 décembre 2015, état au 1er janvier 2019).*
- Déchets, substances dangereuses pour l'environnement** [65] *Ordonnance fédérale sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED, du 4 décembre 2015, état au 1er janvier 2019).*
- [66] *Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais (OFEV, 1999).*
- [67] *Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux (OFEV, 2006).*
- [68] *Ordonnance fédérale sur la sécurité et la protection de la santé des travailleurs dans les travaux de construction (OTConst, du 29 juin 2005, état au 1er novembre 2011).*
- [69] *Directive cantonale chantier (SENE, 2015).*
- Prévention des accidents majeurs** [70] *Ordonnance fédérale concernant les routes de grand transit (du 18 décembre 1991, état au 1er janvier 2016).*
- [71] *Ordonnance fédérale sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM, du 27 février 1991, état le 1er juin 2015).*
- Forêts** [72] *Loi fédérale sur les forêts (LFo du 4 octobre 1991, état le 1er janvier 2017).*
- [73] *Loi cantonale sur les forêts (LCFo du 6 février 1996, état au 1er janvier 2011).*
- Flore, faune, biotopes** [74] *Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN, du 1er juillet 1966, état au 1er janvier 2017).*
- [75] *Ordonnance fédérale sur la protection de la nature et du paysage (OPN, du 16 janvier 1991, état au 1er juin 2017).*
- [76] *Loi sur la protection de la nature (LCPN, du 22 juin 1994, état au 1er janvier 2011).*
- [77] *Arrêté concernant la protection de la flore (du 13 juillet 1965, état au 1er août 2013).*
- [78] *Arrêté concernant la protection des haies, des bosquets, des murs de pierres sèches et des dolines (du 19 avril 2006, état au 1er août 2013).*
- [79] *Règlement d'aménagement de la Ville de La Chaux-de-Fonds (PRAC, 1998).*
- [80] *Reconstitution et remplacement en protection de la nature et du paysage. Guide de l'environnement No 11, OFEFP, 2002.*
- [81] *Liste rouge des milieux, milieux menacés de Suisse, Info Flora, 2016.*
- [82] *Liste rouge Oiseaux nicheurs (OFEV, 2010).*
- [83] *Liste rouge Plantes vasculaires (OFEV, Info Flora, 2016).*
- [84] *Liste rouge des bryophytes menacées en Suisse (OFEV, 2004).*

[85] *Liste Noire des néophytes envahissantes en Suisse*, Info Flora, août 2014.

Paysages et sites

[86] *Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage* (LPN, du 1^{er} juillet 1966, état au 1^{er} janvier 2017).

[87] *Plan directeur cantonal, République et Canton de Neuchâtel, édition mai 2018*

[88] *Plan et règlement d'aménagement de la Ville de La Chaux-de-Fonds* (PRAC, 1998).

21. ANNEXES

| | | |
|---|--------------|--|
| <i>Description de la phase de réalisation</i> | annexe PRO-1 | Plan des installations de chantier |
| <i>Données de base concernant le trafic</i> | annexe TRA-1 | Synthèse mobilité |
| | annexe TRA-2 | Plan de principe mobilité douce – secteur sud |
| | annexe TRA-3 | Plan de principe mobilité douce – secteur nord |
| <i>Air</i> | annexe AIR-1 | Bilans d'émissions |
| | annexe AIR-2 | Calage du modèle régional d'immissions PolyNE |
| | annexe AIR-3 | Paramètres météorologiques pour la modélisation aux portails |
| | annexe AIR-4 | Paramètres géométriques pour la modélisation aux portails |
| <i>Bruit</i> | annexe BRU-1 | Périmètres d'étude bruit |
| | annexe BRU-2 | Mesures et calage du modèle de bruit |
| | annexe BRU-3 | Plan des degrés de sensibilité au bruit DS |
| | annexe BRU-4 | Emissions |
| | annexe BRU-5 | Immissions et cartes des dépassements |
| | annexe BRU-6 | Allègements et fenêtres anti-bruit |
| | annexe BRU-7 | Concept de mesures bruit de chantier |
| <i>Eaux souterraines</i> | annexe ESO-1 | Situation régionale sur fond tectonique (tiré de [30] et [31]). |
| | annexe ESO-2 | Situation sur fond de carte géologique ([31] et [30]), avec traces de coupes de l'annexe ESO-4. |
| | annexe ESO-3 | Profil stratigraphique régional (combinaison de [31] et [30]). |
| | annexe ESO-4 | Coupes géologiques régionales, avec indication des bassins versants hydrogéologiques théoriques. |
| | annexe ESO-5 | Fracturation du secteur étudié, avec report du tracé, des dolines et cavités. |
| | annexe ESO-6 | Fréquences et directions de fracturation du secteur du Valanvron (tiré de [34][52]). |
| | annexe ESO-7 | Coupe géologique prévisionnelle au droit de l'ouvrage (tirée de [45], extraite du plan 05.0804/8702), avec rajouts (mise en évidence du tunnel, des piézomètres, niveaux d'eau et site/niveau d'injection du traceur). |
| | annexe ESO-8 | Bassins versants hydrogéologiques régionaux théoriques du Malm, avec nappes principales, fracturation, résultats des essais de traçages positifs |

| | | |
|---|---------------|--|
| | | et négatifs et débordement du bassin versant du vallon de St-Imier selon [42]. |
| | annexe ESO-9 | Détail du choix du site d'injection retenu pour l'essai de traçage du 22.01.2019. |
| | annexe ESO-10 | Détail de l'essai de traçage du 22.1.2019 et de ses résultats. |
| | annexe ESO-11 | Qualité des eaux des sources de la Verrerie et de la Rasse (d'après [38][39][40]). |
| | annexe ESO-12 | Synthèse de l'évaluation des impacts possibles du projet selon les types d'ouvrages sur les eaux souterraines et de subsurface, des mesures intégrées dans le projet et des risques résiduels. |
| Sols | annexe SOL-1 | Résultats des analyses OSol et OLED |
| Déchets, substances dangereuses pour l'environnement | annexe DEC-1 | Flux des matériaux aux portails sud et nord |
| Prévention des accidents majeurs | annexe OPA-1 | Rapport succinct OPAM |
| Flore, faune, biotopes | annexe NAT-1 | Relevés floristiques |
| Paysage | annexe PAY-1 | Plan des aménagements paysagers : Portail nord et rue de la Pâquerette |
| | annexe PAY-2 | Plan des aménagements paysagers : Portail sud - Petites Crosettes |
| | annexe PAY-3 | Coupes des aménagements paysagers : Portail sud - Petites Crosettes |
