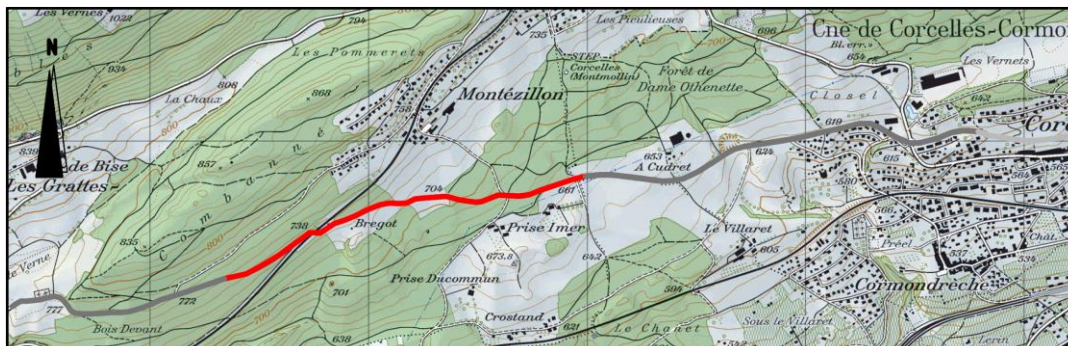


## Routes principales suisses

# H10



## H10 Bregot – Prise-Imer Amélioration de la géométrie routière

Objet / Lot : --

Communes de Rochefort, Milvignes et  
Corcelles-Cormondrèche

Km : PR 32+500 à 34+350

Longueur de l'aménagement : 1'850 m

## Etude de variantes

## Rapport technique

Auteur du document :



**OPAN concept SA**

Ruelle Vaucher 22 - CP 888  
2002 Neuchâtel  
Tél. / Fax: 032/723 77 77 / 78  
neuchatel@open.ch www.open.ch



Dossier N° (interne) :

**BP/01.01/I-RC.020.0010.02.00**

Document / plan N° (interne) :

**09.0000/8001**

	Indice -	Indice A	Indice B	Indice C	Indice D	Dossier N° (auteur) :	00597.000
Date	03.10.19	09.10.19				Documents / plan N° (auteur) :	00597.000-21
Des. / Réd.	AF	AF				Format :	A4
Contrôlé	-	-				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 / libérée par :

**H10 / Bregot – Prise-Imer / Amélioration de la géométrie routière / Etude de variantes**  
**Rapport technique**

---

Version	Date	Modifications	Etabli par
--	03.10.19	Version de base	AF
A	09.10.19	Mise à jour des surfaces Forêt et SDA + MaJ du devis	AF

**Abréviations et symboles utilisés**

CFF	Chemins de fers fédéraux suisses
DP	Domaine public
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
MO	Maitre d'ouvrage
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OPAN	OPAN concept SA
PN	Passage à niveau
RC	Route cantonale
SDA	Surface d'assollement
SITN	Système d'information du territoire neuchâtelois
SPCH	Service des ponts et chaussées du canton de Neuchâtel
TJM	Trafic journalier moyen

## Table des matières

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION - MANDAT</b>	<b>1</b>
1.1	Mandat	1
1.2	Objectifs de l'étude	1
1.3	Limites de prestations	1
<b>2</b>	<b>BASES DE L'ÉTUDE</b>	<b>2</b>
2.1	Description et repérage du tronçon	2
2.2	12 <sup>ème</sup> étape de restauration et d'aménagement des routes cantonales	3
2.3	Bases et références de l'étude	3
2.4	Limites du projet	4
2.5	Remarques relatives à la géométrie routière existante	4
<b>3</b>	<b>PRINCIPAUX ÉLÉMENTS EXISTANTS ET IMPACTS SUR LE PROJET</b>	<b>5</b>
3.1	Installations existantes	5
3.1.1	Passage à niveau avec la ligne CFF	5
3.1.2	Carrefours existants	5
3.1.3	Accès forestier et plate-forme de stockage	6
3.1.4	Bassin de rétention	6
3.1.5	Réservoir enterré	7
3.1.6	Cadastre souterrain et aérien	7
3.1.7	Cours d'eau et ruisseaux	9
3.1.8	Habitations	9
3.2	Environnement	10
3.2.1	Zone de protection des eaux	10
3.2.2	Dangers naturels	11
3.2.3	Zones de protection et objets protégés environnementaux	12
3.3	Gestion du trafic	13
3.4	Mobilité douce	13
3.5	Récapitulatif des principaux éléments et des impacts	13
<b>4</b>	<b>ANALYSE DE L'ÉTAT EXISTANT</b>	<b>14</b>
4.1	Remarques préliminaires	14
4.2	Limitation de vitesse	14
4.3	Charges de trafic	14
4.4	Accidents	14
4.5	Géométrie routière de l'axe principal H10	15
4.6	Géométrie routière des routes secondaires	17
4.7	Visibilité	18
4.8	Signalisation	18
4.9	Superstructure et revêtement	19
4.10	Evacuation des eaux	20
4.11	Dispositifs de retenue de véhicules	22
4.12	Synthèse de l'analyse de l'état existant	22
<b>5</b>	<b>ETUDE DE VARIANTES</b>	<b>23</b>
5.1	Points techniques généraux	23
5.1.1	Gestion du trafic en phase chantier	23
5.1.2	Conservation du PN existant	23
5.1.3	Vitesse de projet	23
5.1.4	Profil type	24
5.1.5	Dimensionnement de chaussée	25
5.1.6	Evacuation des eaux	25
5.1.7	Raccordement des routes secondaires	26
5.1.8	Falaise	26
5.1.9	Défrichage	27
5.1.10	Surface d'assolement (SDA)	28
5.1.11	Intention d'acquisition de terrain	28

5.2	Définition des variantes d'étude .....	28
5.2.1	1 <sup>ère</sup> étape : Définition des variantes à étudier.....	28
5.2.2	2 <sup>ème</sup> étape : Définition des variantes à développer.....	30
5.3	Description et comparaisons des variantes retenues .....	32
<b>6</b>	<b>PLANIFICATION .....</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>POINTS IMPORTANTS À TRAITER LORS DE LA PHASE D'ÉTUDE SUIVANTE.....</b>	<b>34</b>
<b>8</b>	<b>REMARQUES FINALES ET RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>35</b>

## **Annexe :**

**Annexe 1 :** Estimation des coûts

**Annexe 2 :** 12<sup>ème</sup> étape de restauration des routes cantonales – Extrait du rapport de 2015

**Annexe 3 :** Préanalyse des variantes 2 et 3 – Tracé grossier

**Annexe 4 :** Extrait annoté de l'instruction « Protection des eaux lors de l'évacuation des eaux de chaussée des voies de communication » de l'OFEV, 2002



## **1 Introduction - Mandat**

### **1.1 Mandat**

En date du 19.12.2018, le SPCH a mandaté OPAN concept SA afin de définir et d'analyser les variantes d'amélioration de la géométrie routière du tronçon « H10 Bregot – Prise-Imer » situé entre les communes de Rochefort et de Corcelles-Cormondèche.

### **1.2 Objectifs de l'étude**

Les objectifs de ce mandat sont principalement :

- De définir l'état existant.
- De définir et de développer des variantes d'amélioration de la géométrie.
- D'étudier les principaux éléments permettant la comparaison des variantes (impacts environnementaux par exemple).

En outre, le mandat avait également pour objectif d'analyser les possibilités de suppression du passage à niveau existant avec la ligne CFF (voir chapitre 5.1.2).

### **1.3 Limites de prestations**

Les prestations suivantes ne font pas parti du présent mandat :

- Relevé topographique de la zone.
- Récolte du cadastre souterrain. Uniquement retranscription des conduites principales (informations fournies par le SPCH).
- Analyse de l'état physique de la superstructure existante.
- Prestations géotechniques pour la définition des caractéristiques des sols et les conseils techniques.

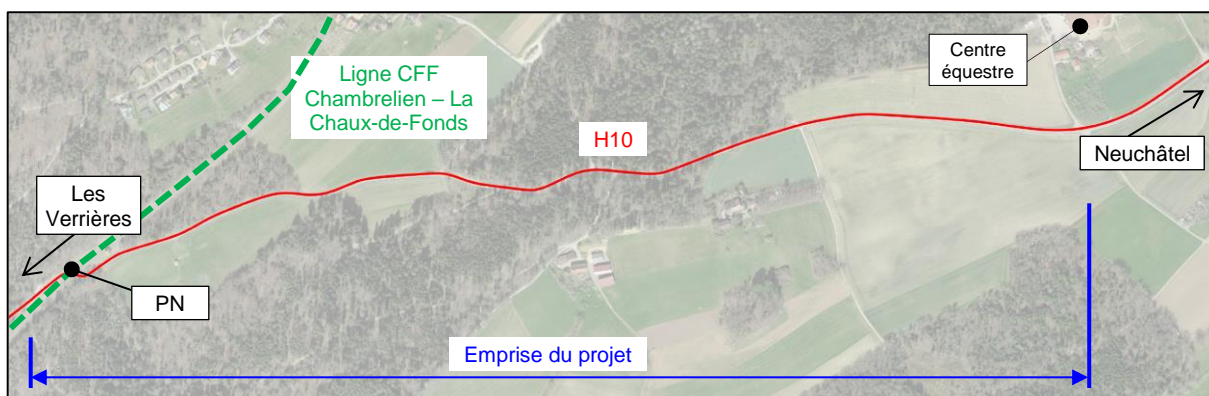
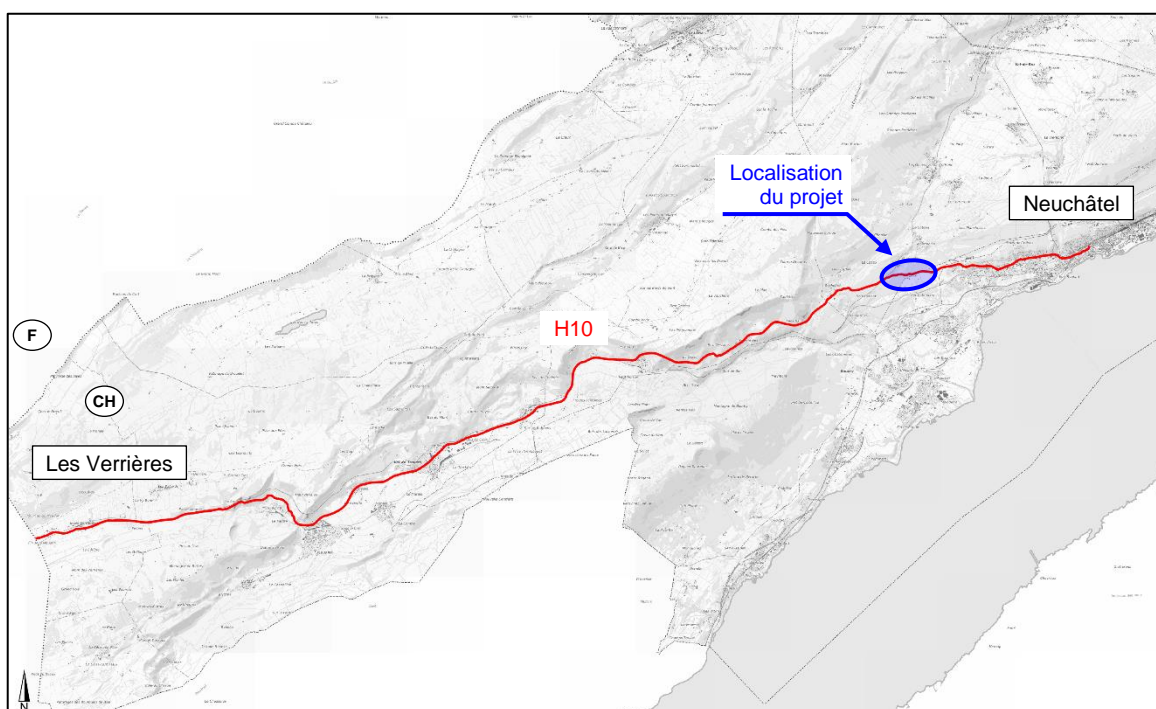
## 2 Bases de l'étude

### 2.1 Description et repérage du tronçon

La H10 est cataloguée comme route principale suisse. Elle s'étend sur environ 40km et relie Neuchâtel aux Verrières (frontière nationale Suisse-France).

Le tronçon d'étude se situe entre les lieux dits « Bregot » et « Prise-Imer », soit sur la section qui relie les communes de Corcelles-Cormondrèche à Rochefort.

Les limites du projet (voir aussi chapitre 2.4) se situent environ entre les PR 32+500 à 34+350, soit un tronçon d'environ 1'850m



## **2.2 12<sup>ème</sup> étape de restauration et d'aménagement des routes cantonales**

Pour mémoire, le projet de mise en conformité de la route principale H10 entre les lieux-dits « Bregot » et « Prise Imer » fait partie de la 12<sup>ème</sup> étape de restauration et d'aménagement des routes cantonales (rapport de février 2015, voir extrait en annexe 2).

Il était établi que le projet devrait comprendre :

- La correction de l'axe routier en vue d'obtenir un tronçon sensiblement plus rectiligne et des pentes longitudinales plus constantes et moins prononcées.
- L'ouverture des virages comportant aujourd'hui des rayons de courbures insuffisants.
- La mise au gabarit de la chaussée.

Il était également pointé que l'opportunité de suppression du PN existant devait être analysée.

Il était cependant exclu d'inclure la mobilité douce dans le projet. En effet :

- Le coût des travaux supplémentaires pour l'ajout d'ouvrages spécifiques à la MD deviendrait prohibitif.
- Aucun itinéraire cyclable ou pédestre n'est indiqué sur le tronçon.
- La modification du tracé et l'élargissement du gabarit de la route apporteront déjà une amélioration sécuritaire pour la MD.

Le coût des travaux avait été estimé à CHF 5.4mio avec une réalisation entre 2019 et 2021.

## **2.3 Bases et références de l'étude**

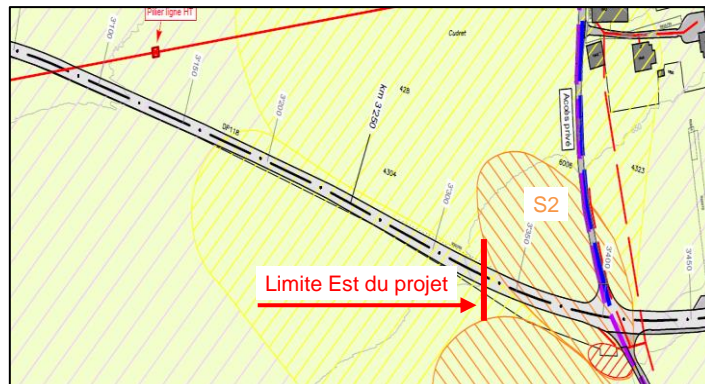
Les données disponibles utilisées pour la présente étude sont :

- Extraction sur le Géoshop du SITN le 18.01.2019 :
  - Fond cadastral.
  - Axe STRADA.
  - Courbes de niveau 1m.
  - Zones environnementales (en particuliers les zones de protection des eaux).
- Modèle numérique de terrain recréé sur la base du relevé Lidar 2016 purgé par le SITN, reçu le 05.02.2019.
- Cadastre souterrain et services :
  - Uniquement les conduites principales.
  - Extraits PDF du 04.09.2018 reçus du SPCH le 05.12.2018 pour :
    - Eau potable.
    - Evacuation des eaux.
    - Réseaux d'électricité.
    - Réseaux Swisscom
- Accidents : Données SITN du 04.09.18 reçues du SPCH le 12.12.2018.
- Accès forestiers + Points de traversées de la faune : Plan SPCH « Plan général des contraintes – Situation environnement / Forêt – Agriculture – Etat existant » du 20.02.2014.
- Indices d'état chaussée + Couche de roulement : Reçus du SPC le 12.12.18 et le 12.03.19.
- TJM : Information SITN (TJM 2016).

## **2.4 Limites du projet**

En coordination avec le SPCH (discuté et validé en séance du 12.03.19), les limites du projet sont définies comme suit :

A l'Est → PR~34+350 : Au plus près du carrefour du Cudret, mais en dehors de la zone de protection des eaux S2 (chaussée déjà réaménagée sur cette zone).



A l'ouest → PR32+500 : Raccordement au plus tôt après le PN en direction de Rochefort. La géométrie au droit du passage de la ligne CFF doit être retravaillée, mais l'objectif est d'impacter au minimum la route existante au-delà de ce dernier.

## **2.5 Remarques relatives à la géométrie routière existante**

Le SPCH ne dispose pas de plan de la géométrie routière dans le secteur d'étude. De ce fait, nous avons reconstruit cette géométrie en fonction des documents à disposition (voir plan en pièce N°2).

Pour ce faire, nous avons utilisé :

- Géométrie en situation : Axe reconstruit sur la base des bords de chaussée indiqué sur le fond cadastral.
- Géométrie en profil en long : Reconstituée sur la base du modèle numérique de terrain créé sur la base du Lidar.

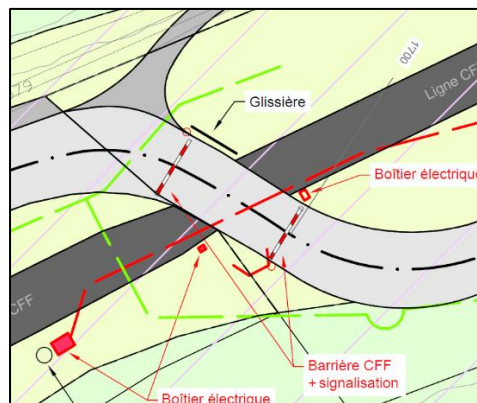
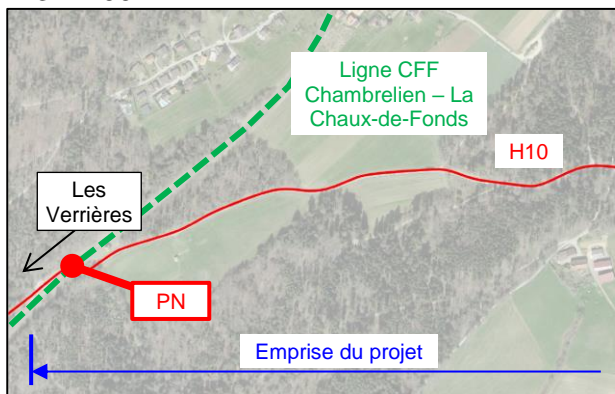
Le kilométrage géométrique de l'axe existant a également été défini de manière arbitraire pour le projet. Le point de référence a été défini comme suit : km 1'000 = PR 32 (sens du kilométrage = sens des PR, soit d'Ouest en Est).

### 3 Principaux éléments existants et impacts sur le projet

#### 3.1 Installations existantes

##### 3.1.1 Passage à niveau avec la ligne CFF

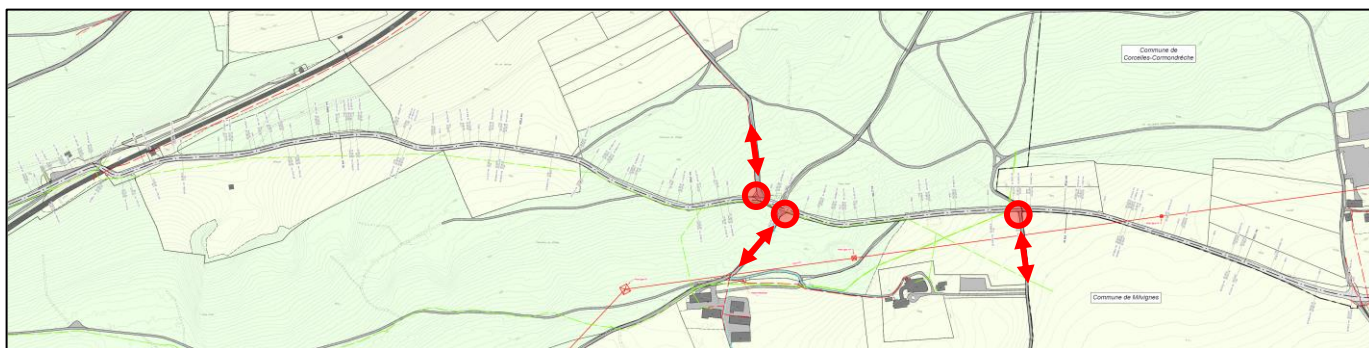
Il existe actuellement un passage à niveau avec la ligne CFF « Chambrelieu – La Chaux-de-Fonds » au ~PR 32+700.



Comme évoqué au chapitre 5.1.2, il est considéré pour la présente étude que ce passage à niveau ne serait pas supprimé. Afin d'éviter les procédures administratives inhérentes à la modification ou au déplacement d'un PN, il est également considéré pour la présente étude que ce PN serait conservé en l'état (pas de modification des équipements et conservation de l'axe de traversé).

##### 3.1.2 Carrefours existants

Le tronçon d'étude comporte 3 raccordements de routes secondaires adjacentes aux PR ~33+550, ~33+570 et ~33+940.

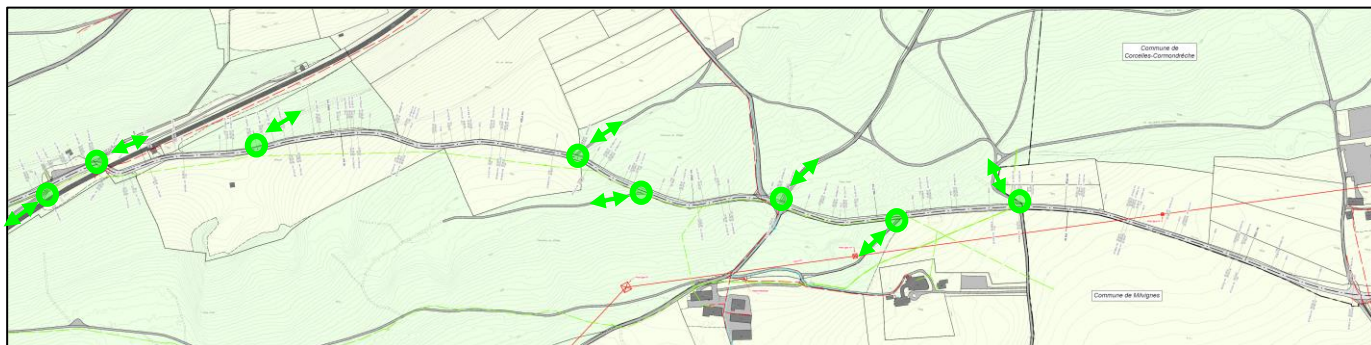


Ces routes adjacentes seront à raccorder au futur tracé.



### 3.1.3 Accès forestier et plate-forme de stockage

Le tronçon d'étude comporte plusieurs accès (x8) utilisés pour l'exploitation forestière (information issue du plan SPCH « Plan général des contraintes – Situation environnement / Forêt – Agriculture – Etat existant » du 20.02.2014).

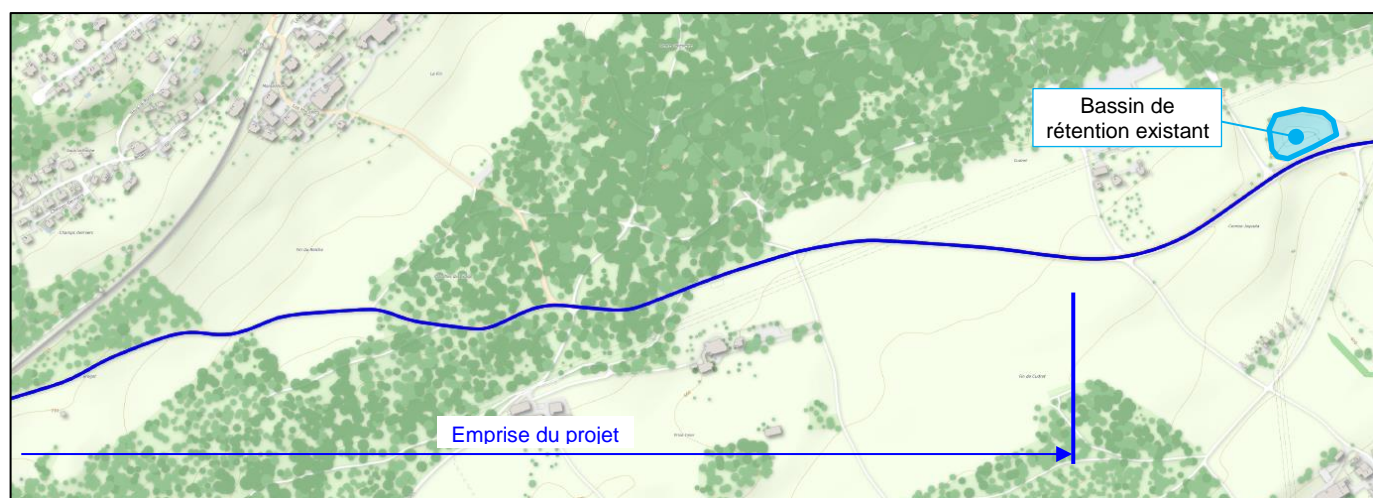


Ces accès seront à raccorder au futur tracé.

A noter également la présence de places de chargement également utilisées pour l'exploitation forestière. Toutefois, à notre connaissance un projet est en cours concernant ces places de chargement. En l'absence d'informations précises concernant ces projets, le remplacement des places n'est pas traité dans le cadre du présent projet (uniquement un coût admis pour la construction de nouvelles places).

### 3.1.4 Bassin de rétention

Un bassin de rétention est existant à proximité du tronçon d'étude.



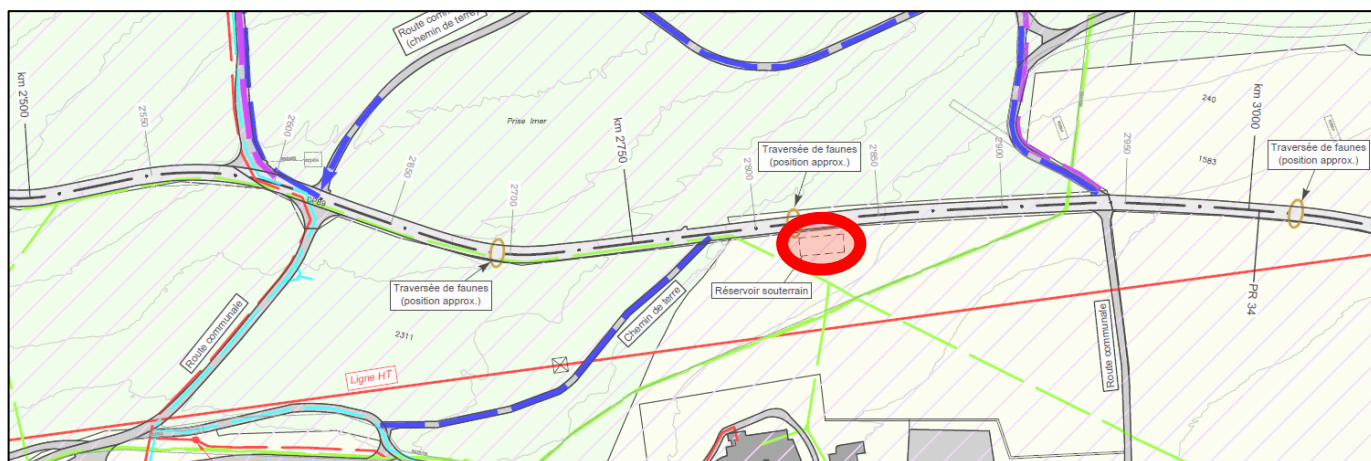
Les détails concernant ce bassin de rétention ne sont pas précisés dans le cadre de la présente étude.

Toutefois, selon les coordinations avec le service d'entretien et le SPCH, il semble que ce bassin soit suffisamment dimensionné pour reprendre les eaux de ruissellement de chaussée de la H10.

Ce point sera à détailler, selon les besoins de la variantes choisies, lors de la prochaine phase d'étude.

### 3.1.5 Réservoir enterré

Un réservoir enterré est situé à proximité de la route existante.



Ce réservoir est privé et fait l'objet d'une servitude. Son utilisation n'a pas été définie dans la cadre de la présente étude.

Il est décidé en séance du 23.04.19 de ne pas prendre contact avec le propriétaire à ce stade de l'étude.

### 3.1.6 Cadastre souterrain et aérien

#### 3.1.6.1 Remarque préliminaire

Conformément au cahier des charges du mandat, les cadastres souterrain et aérien n'ont pas été récoltés. Seules les conduites principales ont été reportées sur les plans afin de visualiser les éventuels impacts sur les variantes. Les tracés de conduites principales utilisés dans le cadre du présent mandat sont issus d'information fournies par le SPCH (extrait SITN intranet du 04.09.18).

Les chapitres ci-après décrivent succinctement les principaux réseaux existants dans le secteur d'étude.

#### 3.1.6.2 Installations électriques

Plusieurs lignes électriques sont présentes dans le secteur d'étude :

Une ligne aérienne : Traverse la route au ~PR 34+080.





La hauteur entre la chaussée et le câble inférieur n'est pas connue.

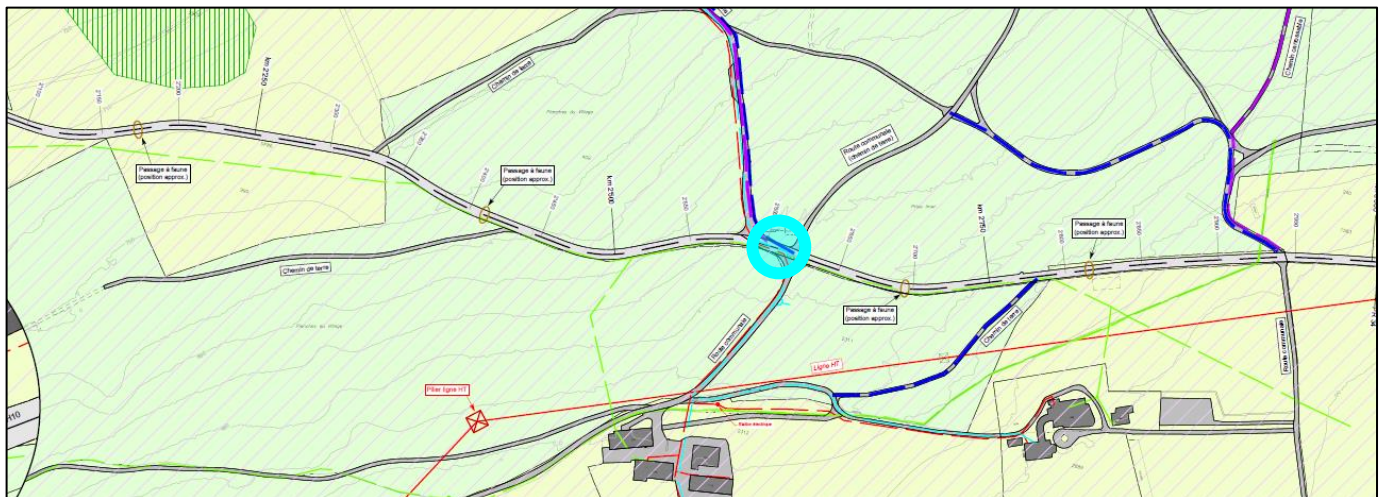
Lignes enterrées : 2 lignes traversent la chaussée existante aux PR ~32+700 (au droit du PN) et ~33+550 (au droit des carrefours).



Les niveaux de batteries de tubes enterrés ne sont pas connus.

### 3.1.6.3 Eau potable

Une conduite d'eau principale traverse la route existante dans le secteur d'étude au droit des carrefours.

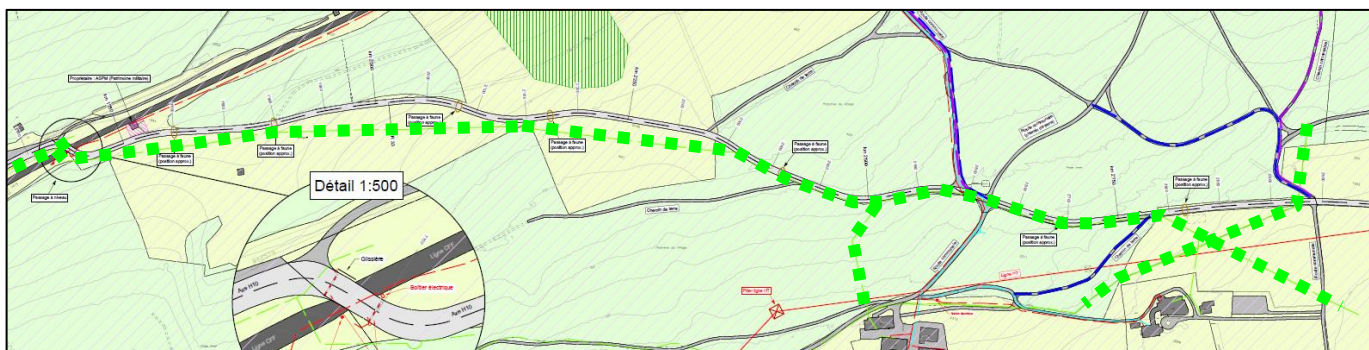


Le niveau de la conduite n'est pas connu.



### 3.1.6.4 Télécommunication

Des tubes Swisscom souterrains longent et / ou traversent la route existante sur la majeure partie du tronçon d'étude.



A noter :

- Les niveaux de batteries de tubes enterrés ne sont pas connus.
- Il a été constaté visuellement que des travaux de tirage (probablement fibre optique) ont été réalisés à l'été 2019 dans les tubes existants (pas d'information supplémentaire disponible lors de l'établissement du présent rapport).

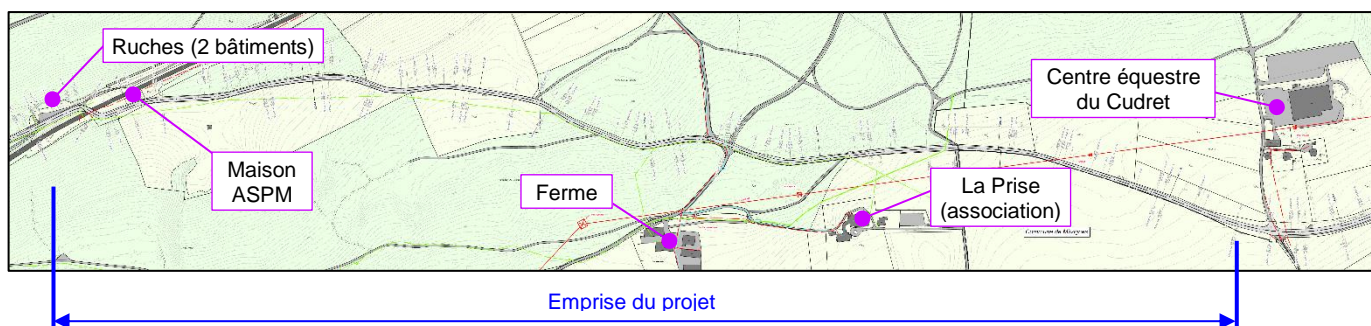
### 3.1.7 Cours d'eau et ruisseaux

Il n'y a aucun cours d'eau sur le secteur d'étude.

### 3.1.8 Habitations

Il n'y a pas d'habitation au bord de la route existante (pas d'accès privé directement sur la H10) dans le secteur d'étude.

A noter toutefois la présence de plusieurs bâtiments et installation à proximité :



Le tableau ci-dessous récapitule ces installations et leurs éventuels impacts sur le projet :

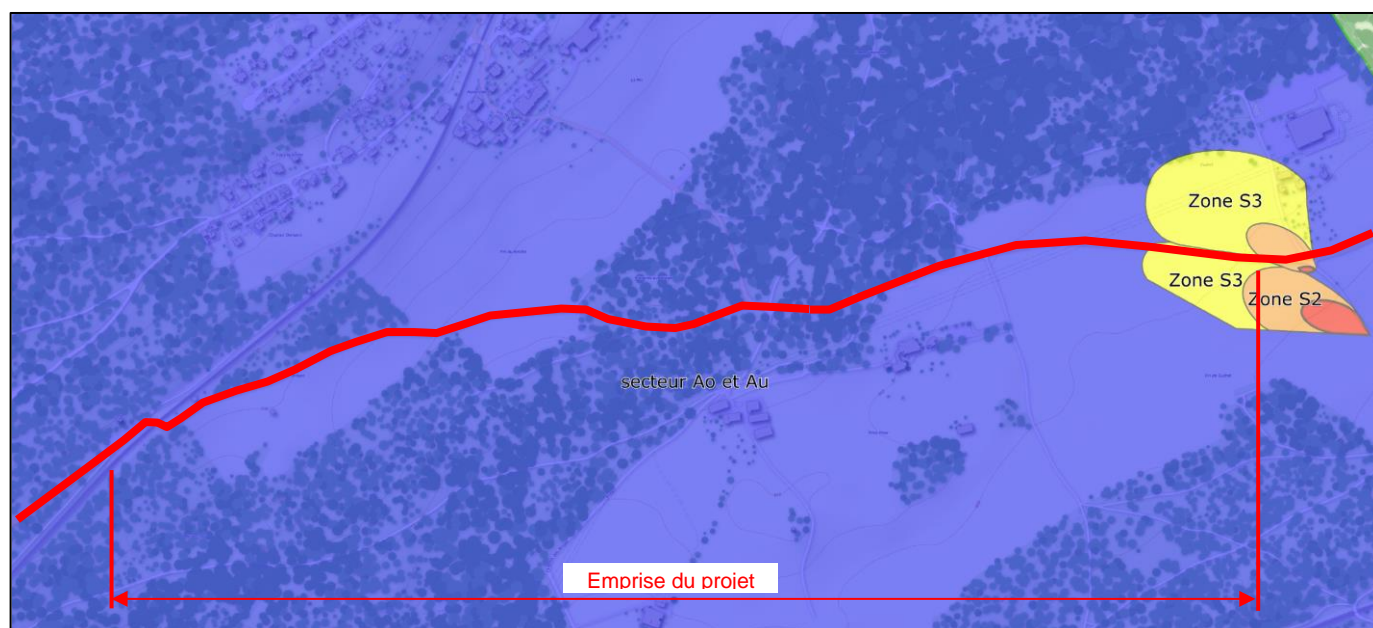
Installation	Description	Impact sur le projet	Remarque
Ruches	Rucher composé de 2 bâtiments bas d'environ 50m <sup>2</sup> au sol.	Oui	Le rucher se trouve dans l'emprise des terrassements prévus pour l'adaptation du tracé au droit du PN (voir chap. 5.1.8)
Maison ASPM	Maison appartenant à l'ASPM (Association pour la Sauvegarde du Patrimoine Militaire)	Non	L'adaptation de la géométrie imposée par le PN place le nouveau tracé relativement éloigné du bâtiment.
Ferme	Domaine en exploitation fermière	Oui et Non	Les bâtiments ne rentrent pas en conflit avec le projet. Toutefois, cette ferme dispose d'un accès quasi exclusif à la H10 via une route communale. L'adaptation de ce raccordement sera donc à discuter avec le propriétaire de la ferme.
La Prise	Bâtiments appartenant à l'association « La Prise »	Non	Les bâtiments ne rentrent pas en conflit avec le projet.
Centre équestre	Centre équestre du Cudret	Non	Hors périmètre du projet.

## 3.2 Environnement

### 3.2.1 Zone de protection des eaux

Sur le secteur d'étude, la route existante traverse plusieurs zones de protection des eaux :

- Zone Ao / Au du PR ~32+250 au PR ~34+175 (soit sur la grande majorité du tracé existant).
- Zone S3 du PR ~34+175 au PR ~34+350.
- Zone S2 du PR ~34+350 au PR ~34+475.



Comme déjà évoqué au chapitre 2.4, la limite Est du projet a été définie de sorte que la zone S2 ne soit pas impactée. Le tronçon d'une cinquantaine de mètre sis sur la zone S2 a en effet déjà été réaménagé en tenant compte d'un profil type correct (~7.50m) et de la récupération des eaux de ruissellement de chaussée.

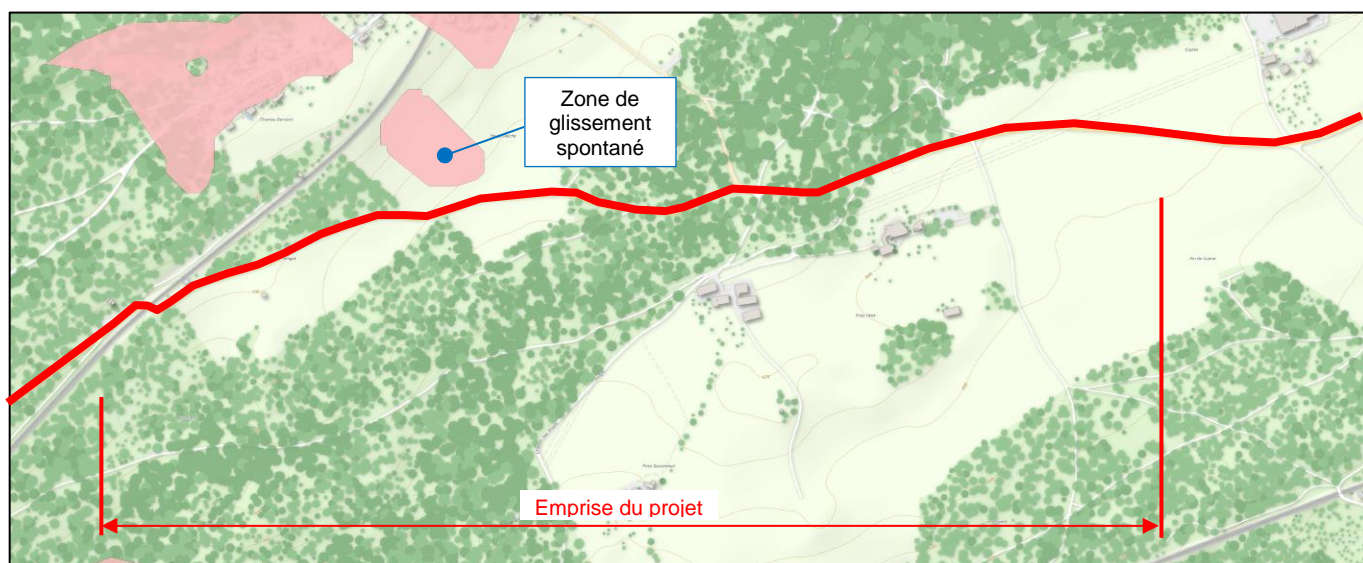
Le tronçon d'étude est donc entièrement situé sur des zones de protection Au-Ao et S3. Les possibilités d'évacuation des eaux de ruissellement de chaussée pour chacune de ces zones sont données dans le tableau ci-dessous :

Zone de protection	Longueur impactée du projet	Possibilité d'évacuation	Remarque
Ao-Au	~1'150 m	Infiltration admissible sous certaines conditions	Voir chapitre 5.1.6.
S3	~200 m	Infiltration non admissible.	Les eaux de ruissellement doivent être récoltées.

### 3.2.2 Dangers naturels

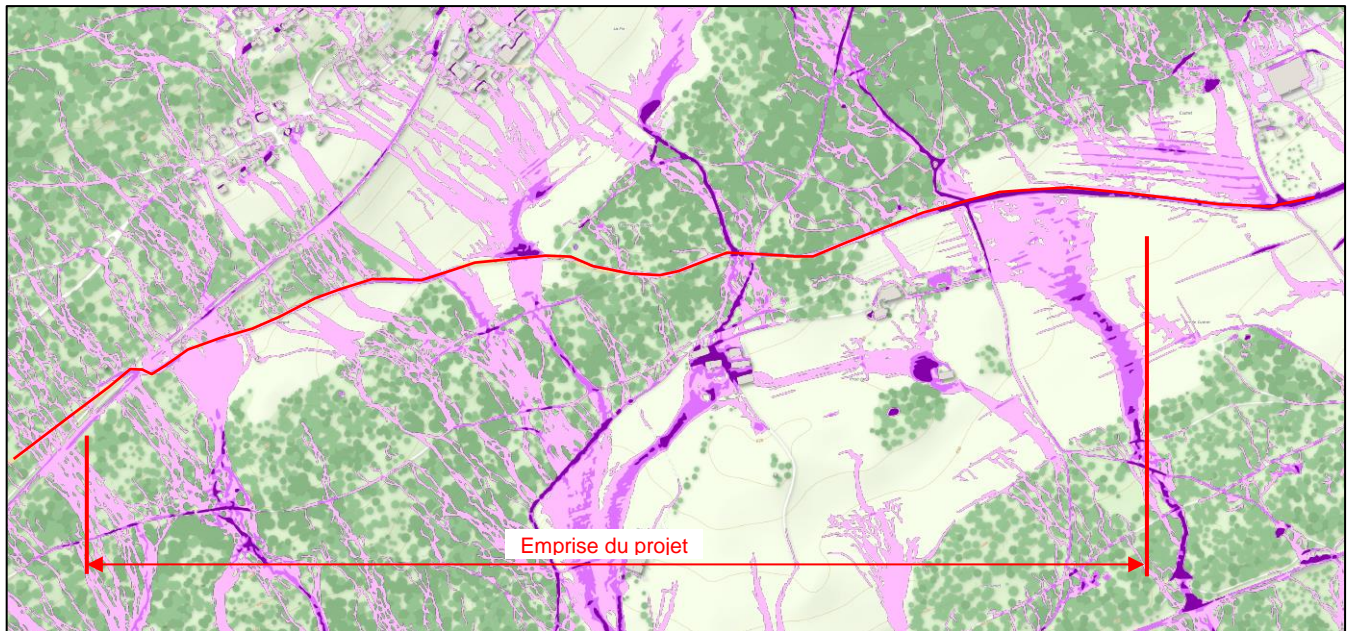
Selon information du SITN, le secteur d'étude ne comporte pas de dangers naturels inventoriés.

A noter toutefois la présence proche d'une zone de « Glissements spontanés » en amont de la route existante :





A noter également les aléas de ruissellement relativement important induits par les routes et chemins connexes amonts à la route existante :



La zone de glissement n'a pas d'impact sur le projet. Les différents tracés projetés en variantes ne passent pas sur cette zone.

Par contre, il faudra porter une attention particulière aux aléas de ruissellement. Il faudra prendre les mesures nécessaires pour que les éventuelles eaux provenant des chemins et routes amonts ne ruissèlent pas sur la H10.

### 3.2.3 Zones de protection et objets protégés environnementaux

Selon les informations du SITN, les objets et zones protégés dans le secteur d'étude sont (en plus des zones de protection des eaux) :

- Voies de communication historiques. Concerne la H10 et certains routes et chemins qui s'y raccordent.
- Les forêts dans le secteur d'étude sont :
  - Des unités d'aménagements publics à fonctions protectrice, sociale, économique et biodiversité.
  - Dans la zone de crêtes et forêts (décret 1966).
- La quasi-totalité des champs dans le secteur d'étude se trouvent en zone SDA (surfaces d'assolements).
- Protection de sites archéologiques à proximité de la route existante.

Les surfaces impactées par le projet sur les zones forêts et SDA seront à compenser. Les autres thèmes seront à coordonner avec les services concernés lors des phases suivantes d'étude.

### 3.3 Gestion du trafic

Suite aux coordinations avec les services d'entretien et le MO, il apparaît qu'une fermeture à long terme de la H10 dans ce secteur est impossible. En effet, une fermeture de la route dans le secteur d'étude reporterait le trafic sur la RC170 via le village de Montmollin. Or, cet axe est déjà bien chargé et pas forcément dimensionné pour absorber du trafic supplémentaire à long terme.

Cela implique pour le projet que :

- Les travaux du nouveau tracé devront s'effectuer de tel sorte que la **circulation sur l'axe existant soit toujours possible, au moins sur une demi-chaussée**.
- Des fermetures seront toutefois possibles, mais il faudra ménager des fermetures relativement courtes (1 à 2 mois maximum) et pendant les périodes de vacances scolaires.

### 3.4 Mobilité douce

Selon informations fournies par le SPCH (mail interne du 09.11.18) :

Cycles :

Le PDCMC (Plan Directeur Cantonal de Mobilité Cyclable) ne prévoit pas d'itinéraire cyclable sur ce tronçon de la H10. Il n'est pas utile de prendre en compte les vélos de manière spécifique.

Piétons :

La seule traversée sur le secteur d'étude concerne un chemin pédestre au PR 33+390. Cette traversée ne demande toutefois pas d'aménagement particulier.

### 3.5 Récapitulatif des principaux éléments et des impacts

Les principaux éléments existants et leurs impacts sur le projet sont résumés ci-dessous :

Elément	Impact(s) sur le projet
PN CFF existant conservé	Conservation de l'angle de traversée existant et du niveau de la chaussée au droit du PN.
Carrefours existants conservés	Création de carrefours sur le nouveau tracé et raccordement des routes connexes.
Accès forestier existants conservés	Création de nouveau accès et raccordement des chemins existants.
Bassin de rétention	Pas d'impact sur le projet.
Réservoir enterré	Eventuels impacts selon le tracé retenu.
Cadastre souterrain et aérien	Eventuellement. Pourrait nécessiter des dévoiements selon le tracé choisi.
Habitations	Le projet aura nécessairement un impact sur les ruchers (adaptation du PN) et éventuellement sur l'accès à une ferme.
Zone de protection des eaux	<ul style="list-style-type: none"><li>• Infiltration à étudier sur la zone Au-Ao.</li><li>• Infiltration impossible sur la zone S3 (eaux de chaussée à récupérer et canaliser).</li></ul>
Dangers naturels – Aléas de ruissellement	Récupération des eaux de chaussée des routes et chemins amonts.
Dangers naturels – Autres	Pas d'impact sur le projet.
Objets environnementaux protégés	Pas d'impact sur le projet.
Gestion de trafic	Projet hors route existante (fermeture de la route existante à limiter).
Mobilité douce	Pas d'impact sur le projet.

## 4 Analyse de l'état existant

### 4.1 Remarques préliminaires

La présente étude n'est pas un projet d'assainissement de la route existante. L'état existant a donc été analysé de manière concentrée sur les points essentiels.

L'analyse de l'état existant est représentée graphiquement sur le plan de l'état existant et évaluation normative (pièce N°2 du dossier).

### 4.2 Limitation de vitesse

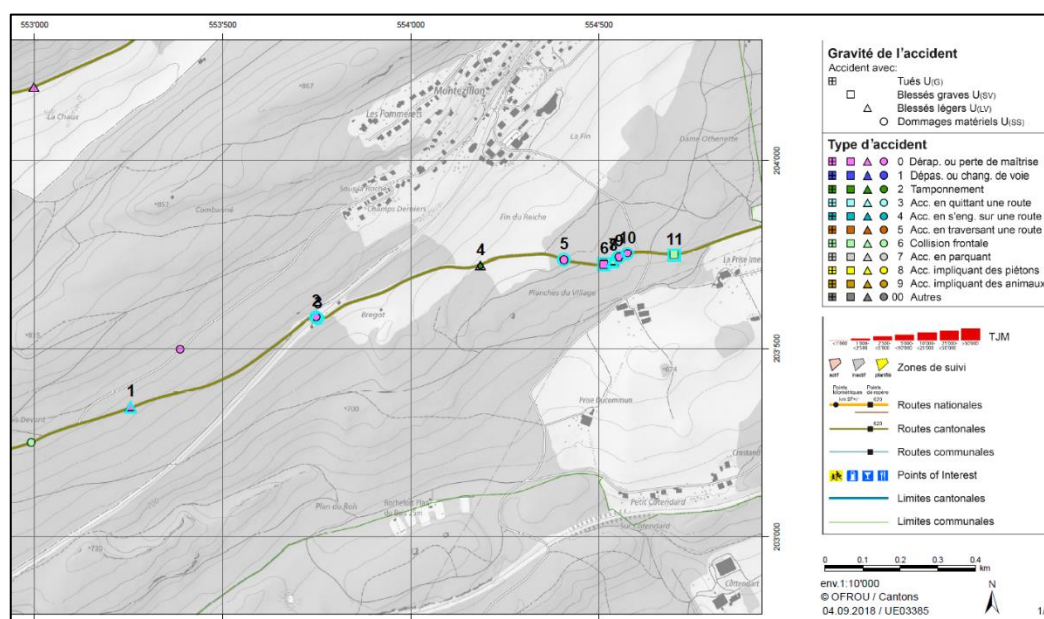
La totalité du tronçon d'étude est **limitée à 80 km/h** selon la signalisation en place (pas de réduction de la vitesse signalée au droit du PN).

### 4.3 Charges de trafic

Selon informations du SITN, les charges de trafic sur le tronçon d'étude sont de 3'900 vhc/j (TJM 2016). La part de poids lourds n'est pas connue.

### 4.4 Accidents

Selon les informations fournies par le SPCH, on dénombre 61 accidents sur le secteur d'étude entre 2004 et 2017. A noter que le nombre d'accidents a particulièrement diminué après 2009, soit après la réfection du revêtement (19 accidents entre 2010 et 2017).



Extrait VUGIS des accidents entre 2013 et 2017



L'analyse succincte de ces accidents montre :

- Aucun mort n'est à déplorer sur le tronçon analysé.
- La plupart des accidents concerne des pertes de maîtrise ou des tamponnements / collisions.
- 1 seul accident implique un motard.
- Il y a une concentration d'accidents aux abords d'un virage particulièrement serré ( $R = 70\text{m}$ ) au PR ~33+500.
- La plupart des accidents font suite à une conduite inadaptée au tracé ou aux conditions de la route.
- Il n'y a que 2 accidents recensés au droit des carrefours décalés.
- Il n'y a pas d'accident impliquant des animaux.

En conclusion, on peut noter que la géométrie de la route existante a une influence relativement négative sur la sécurité routière dans le secteur d'étude.

#### **4.5 Géométrie routière de l'axe principal H10**

Le tronçon d'étude se situe dans une zone avec une topographie relativement accidentée ce qui implique une géométrie routière très sinueuse, à la fois en situation et en profil en long.



~PR 33+000



~PR 33+540

L'analyse de la géométrie a été réalisée en tenant compte d'une vitesse de 80 km/h (limitation actuellement en place).

Les principales remarques sont :

Elément géométrique	Etat existant	Evaluation normative / Remarques sur la géométrie
Sinuosité	Sans tenir compte de la géométrie au droit du PN : <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>R_{\min} = 70\text{m}</math></li><li>• <math>R_{\max} = 1'150\text{m}</math></li></ul>	Globalement hors normes. Notamment en tenant compte de la longueur des éléments. En effet, même si certains rayons sont acceptables du point de vue de la norme, les longueurs des rayons et des clothoïdes sont toutes trop courtes.
Profil en long	<ul style="list-style-type: none"><li>• Déclivité min = 0.27%</li><li>• Déclivité max = <b>12.62%</b></li></ul>	Le profil en long est aux normes sur une bonne partie du tronçon. Toutefois, <b>la pente max de 12.62% est déterminante</b> . En effet, selon les informations du service d'entretien, en plus d'être hors normes, cette pente pose des problèmes d'exploitation réguliers (il arrive que les PL n'arrivent pas à monter en période hivernale et bloquent la route).
Dévers	Inconnu	Les bases de l'étude ne permettent pas de définir la valeur du dévers.
Profil type (largeur de chaussée)	Largeur de chaussée variable de 6.00m à 7.50m.	La majorité du secteur analysé ne respecte pas le gabarit B=7.30 (avec V=80 km/h et croisement poids lourd).

A noter que la déclivité secondaire et la ligne de plus grande pente n'ont pas été contrôlées car les dévers ne sont pas connus.

Au vu de cette analyse, nous pouvons en conclure que la quasi-totalité des éléments géométriques existants ne respectent pas les normes actuelles.

Afin d'avoir une approche comparative, nous avons défini la vitesse théorique qui pourrait être appliquée à ce tronçon en fonction de la géométrie en place en tenant compte des éléments suivants (comparés aux valeurs limites de la norme) :

- Sinuosité (uniquement valeurs R et A, pas de prise en compte de la longueur des éléments).
- Pas de prise en compte des éléments inférieurs à 15m.
- Pas de prise en compte du PL.

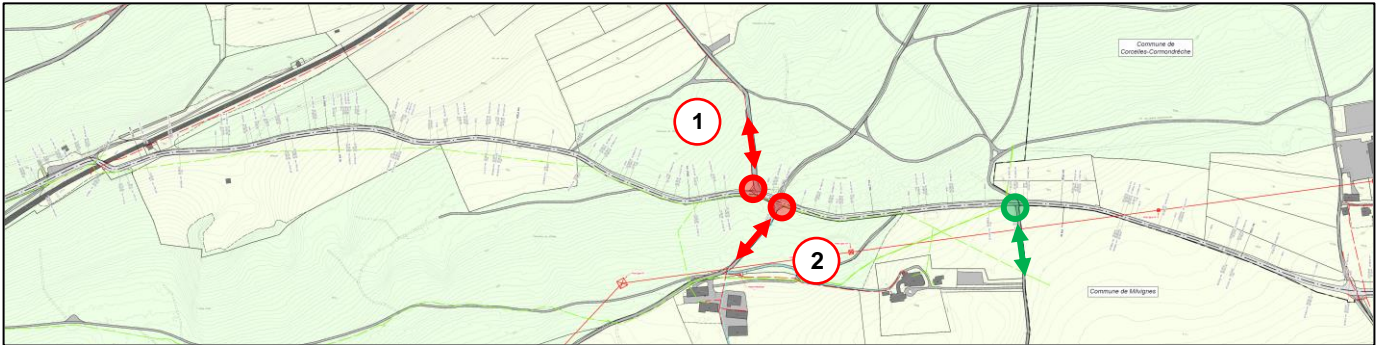
L'objectif de cette analyse est d'obtenir une vision plus proche de celle de l'utilisateur.

Le résultat montre que 50% du tronçon n'est pas circulaire à 80km/h avec une valeur la plus faible à 40 km/h (sans tenir compte du PN).



#### 4.6 Géométrie routière des routes secondaires

La géométrie de 2 des 3 routes secondaires se raccordant sur la H10 dans le secteur d'étude a été reconstruite afin de pouvoir analyser les raccordements aux variantes de tracé. La 3<sup>ème</sup> route secondaire se raccorde à la H10 quasiment à plat et de manière perpendiculaire. Sa géométrie n'a donc pas été détaillée.



La géométrie de ces 2 routes secondaires est présentée sur le plan d'état existant (pièce N° 2).

##### Routes secondaire N°1 (Nord) :

Il s'agit d'une route communale qui fait la liaison avec le village de Montmollin. Depuis le raccordement à la H10, la déclivité de la route existante est très forte avec 11 à 13% de pente sur une centaine de mètres.

##### Routes secondaire N°2 (Sud) :

Il s'agit d'une route communale qui permet de rejoindre la commune de Milvignes. Toutefois, une restriction de trafic y est imposée (accès Bôle interdit et limité à 3.5 t sauf trafic agricole) :



Cette route sert donc à desservir les fermes sises sur les lieux dits de Crostand et Des Prises.

La déclivité de cette route secondaire présente une déclivité relativement importante avec des pentes de 6.5 à 9.1%.

#### 4.7 Visibilité

La visibilité n'a pas été vérifiée, y compris visibilité aux carrefours.

#### 4.8 Signalisation

La signalisation en place sur le tronçon concerne :

Signalisation d'un virage dangereux au ~ PR 33+500 (dans les 2 sens de circulation) :



Dans le sens « montant » dir. Rochefort



Dans le sens « descendant » dir. Corcelles

Signalisation du passage à niveau (dans les 2 sens de circulation) :



Dans le sens « montant » dir. Rochefort

A noter également la présence de plusieurs panneaux d'information touristique.



#### **4.9 Superstructure et revêtement**

Pour mémoire, l'analyse de la superstructure existante ne fait pas partie du cahier des charges du présent mandat. Les informations récoltées ont toutefois été ajoutées sur le plan de l'état existant à titre d'information.

Les informations reportées sur le plan sont issues de données reçues du SPCH en décembre 2018 et mars 2019. Les informations disponibles sont :

- La couche de roulement.
- Les indices d'état i1, i2 et i3 (relevé 2016) + i5 (relevé 2005).
- La fondation de chaussée entre les ~PR 34+300 et 34+500.

Aucune investigation complémentaire n'a été menée dans le cadre de la présente étude.

Les informations disponibles montrent de manière générale :

- Du PR 32+500 au PR 34+300 :
  - Une réfection uniquement de la surface réalisée en 2009 avec une couche mince (MF6 – Microrevêtement à froid) de 1.2cm posée sur un revêtement bitumineux réalisé en 1983.
  - Un état de surface bon à satisfaisant.
  - Une planéité longitudinale moyenne à critique voir mauvaise sur certains secteurs.
  - Une portance globalement bonne.
  - A noter également l'impact positif de la réfection de 2009 sur l'accidentologie (voir chapitre 4.4).
- Du PR 33+300 au PR 33+350 :
  - 10.5cm de revêtement bitumineux (AC 11S + ACT 22S) posés sur 60 cm de grave et réalisés entre 1989 et 1991.
  - Un état de surface, une planéité et une portance globalement bons.

Le projet prévoit une modification de la géométrie de la route existante et une réalisation planifiée à moyen termes. L'état du revêtement existant n'est donc pas déterminant. Le seul point qui pourrait avoir un impact serait la présence de HAP (impact financier important pour la démolition). Une part de HAP a été admise pour le chiffrage des variantes de la présente étude (présence de HAP dans 60% des bitumes en place), mais ce point sera à vérifier impérativement lors des phases d'études suivantes.

Toutefois, si le présent projet devait être reporté dans le temps, il serait intéressant d'analyser de manière plus détaillée l'état de la chaussée existante afin de déterminer sa capacité à assurer son rôle jusqu'à sa démolition et si des réfections intermédiaires devraient être réalisées pour atteindre cet objectif.



#### 4.10 Evacuation des eaux

De manière générale, les eaux de chaussée sont actuellement évacuées par les bas-côtés de la route et sont infiltrées directement dans le terrain avec, sur certains secteurs, des fossés :



Secteur avec fossé



Secteur sans fossé

Quelques secteurs particuliers sont à relever :

Secteur avec grilles et évacuation directe :

On trouve sur le tronçon, à quelques endroits, des grilles avec une évacuation directe au milieu naturel en contre-bas de la route.



Grille



Traversée de route et évacuation

.....



Secteur avec grilles et bassin de rétention :

Les eaux de chaussée d'un secteur d'une centaine de mètre (~PR 33+750) sont collectés et évacués par un bassin de rétention (+ infiltration ?).



Grille

Bassin de rétention  
(+ infiltration)



Bassin de rétention

Secteur avec grilles et bordures :

Une zone d'une cinquantaine de mètres (~ PR 34+350 à 34+400) est équipée de bordures et de grilles. Cette zone correspond au tronçon de la route existante située sur la zone de protection des eaux S2. Afin de ne pas remettre en cause cet aménagement, le projet a été limité au PR34+350 (voir chapitre 2.4). L'évacuation des eaux récoltées par ces grilles n'a pas été repérée lors de notre visite des lieux.





### Secteur du PN.:

Au droit du PN, les eaux de chaussée sont récoltées par des grilles. L'évacuation n'a pas été repérée lors de notre visite des lieux.



#### 4.11 Dispositifs de retenue de véhicules

Les seuls dispositifs de retenue présent sur le tronçon sont situés au bord du petit bassin de rétention (~PR 33+750, voir chapitre 4.10) et au droit du PN.

#### 4.12 Synthèse de l'analyse de l'état existant

Notre analyse de l'état existant du tronçon met en évidence les points suivants :

- La géométrie routière, même si elle ne péjore à priori pas la sécurité des usagers, est globalement hors normes.
- **Le profil en long présente des non-conformités qui posent des problèmes d'exploitation pouvant mener à un blocage de la route.**
- La superstructure et le revêtement de chaussée sont globalement dans un état moyen.
- Charges de trafic : 3'900 vhc/j (TJM).
- Accidents : 19 accidents entre 2010 et 2017.

## 5 Etude de variantes

### 5.1 Points techniques généraux

Les chapitres ci-dessous décrivent les généralités qui seront valables quel que soit la variante choisie.

#### 5.1.1 Gestion du trafic en phase chantier

Comme explicité au chapitre 3.3, des fermetures de route sur une longue durée ne sont pas possibles. Les variantes étudiées devront donc présenter un tracé hors de la route la route existante.

Il sera toutefois admis que « mordre » sur maximum une moitié de la chaussée existante est possible avec la condition que le niveau de la chaussée projeté soit le même que la chaussée existante. Cette configuration permettrait en effet de conserver une circulation alternée sur une demi-chaussée.

#### 5.1.2 Conservation du PN existant

En coordination avec le SPCH, il a été décidé de ne pas étudier en détail la possibilité de suppression du PN existant avec la ligne CFF (décision SPCH du 12.03.19) pour 2 raisons particulières :

##### Financement de la ligne direct :

L'avenir de ce PN serait remis en cause dans l'éventualité où la ligne direct Neuchâtel – La Chaux-de-Fonds – Le Locle verrait le jour. En effet, avec la réalisation de ce projet, la ligne Chambrelieu – La Chaux-de-Fonds serait supprimée et le PN également.

Or le projet de ligne direct (financement), au moment de l'établissement de la présente étude, est en cours de discussion au parlement. Il a donc été décidé de mettre l'analyse de la suppression du PN en stand-by jusqu'à fin 2019, date à laquelle le résultat des débats devrait être connu.

##### Construction d'un passage dénivelé :

La suppression du PN induirait la construction d'un passage dénivelé sous ou sur la ligne CFF.

Une rapide analyse de la situation a montré que la mise en œuvre d'un PI ou d'un PS n'est pas possible compte tenu de la topographie du site. En effet, la ligne CFF et la H10 sont pratiquement parallèles dans ce secteur et sont construites à flanc de coteaux. Un passage dénivelé entre ces 2 tracés induirait donc la construction d'un pont ou d'un tunnel d'environ 400 à 500m de longueur. De tels ouvrages sont jugés disproportionnés compte tenu du fait que la ligne CFF pourrait être amené à disparaître.

A noter que l'opportunité de suppression du PN existant devrait toutefois être étudiée en détails s'il est décidé que la ligne existante soit conservée à long terme.

#### 5.1.3 Vitesse de projet

Les vitesses de projet suivantes sont retenues pour l'analyse géométrique de l'axe principal :

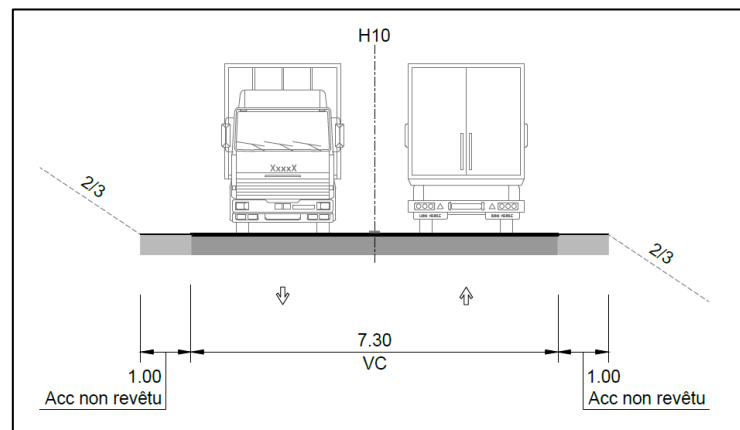
- 80 km/h sur l'entier du tronçon sauf PN.
- 40 km/h au droit du PN.

#### 5.1.4 Profil type

Les profils types utilisés dans le cadre de la présente étude de variantes sont présentés sur le plan en pièce N°4.

Le profil type a été défini par le SPCH avec prises en compte des éléments suivants :

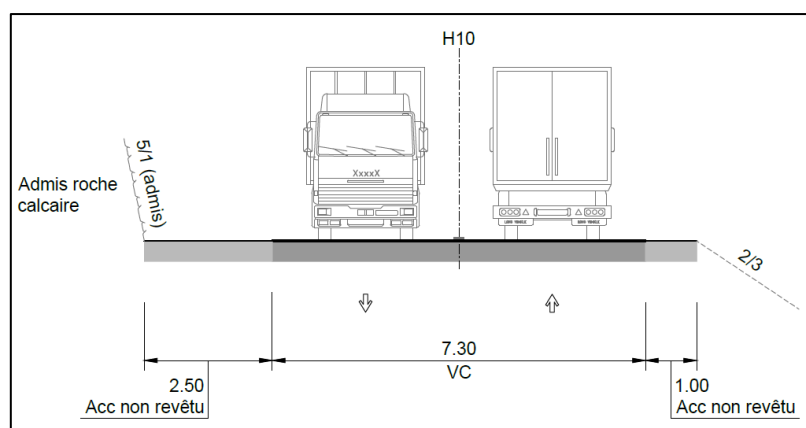
- Vitesse : 80 km/h.
- Cas de croisement : 2 PL.
- Pas d'aménagements pour les cycles.
- Pas d'aménagements pour les piétons.
- Application de « l'ancienne » norme 40'100a adopté en 1996.
- Des accotements élargis par rapport aux préconisations de la norme (Acc = 1.0m).



Pour l'application de ce profil type, le raccordement au terrain existant a été admis avec des talus réglé 2/3.

Sur une partie du tronçon juste avant le PN, la future route traverse une zone de parois rocheuses. Dans le cadre de la présente étude, nous avons admis que ces parois seraient talutées à 5/1 (voir chapitre 5.1.8). Cela nous a également amené à adapter le profil type pour cette zone avec un agrandissement de l'accotement à 2.50m. Cela permet :

- De laisser une marge supplémentaire en cas de chute de pierres.
- De laisser de la place pour l'entretien.
- D'envisager des aménagements supplémentaires à futur si cela s'avérait nécessaire (muret de protection).





### 5.1.5 Dimensionnement de chaussée

La superstructure projetée a été dimensionnée selon le catalogue de structures de chaussée du SPCH de mai 2019 et les hypothèses suivantes :

- Ensoleillement de la zone : Le projet est considéré en zone ombragée (traversée de forêts).
- Type de couche de roulement :
  - Altitudes du projet comprises entre 600 et 800m.
  - Pas de problème de bruit.
  - Pente longitudinale > 5%.
  - ➔ AC 11 S
- S'agissant d'une nouvelle construction, le cas avec portance supérieure à 95 MN/m<sup>2</sup> sur la fondation de chaussée est considéré.
- Classe de trafic :
  - TJM = 3'900 vhc/j
  - Part de PL : Admis 5% (valeur conservatrice)
  - Augmentation du trafic : Admis 2.5% / an.
  - Le calcul donne une classe de trafic moyenne T3 (trafic pondéral équivalent = 162).
  - ➔ Pour être conservateur, il est **admis une structure lourde T4**.
- Situation de la route (selon carte proposée dans le catalogue) : Littoral.
- Afin d'être conservateur, la gélivité du sol est admise à G3-G4.
- Portance du sol : Admis S2.

La structure de chaussée selon catalogue SPCH est donnée ci-dessous. La structure induite par la prise en compte d'une classe de trafic T3 est également indiquée à titre de comparaison.

Couche	T4 – ép (cm)			T3 – ép (cm)		
AC 11 S	3.5	17.5	67.5	3.5	15.5	60.5
ACB 16 S	6.0			5.0		
ACT 22 S	8.0			7.0		
GNT 0/45	50.0 (arrondi, 49.5 dans le catalogue)			45.0 (arrondi, 43.5 dans le catalogue)		

Pour la suite de l'étude, seule la structure T4 est considérée.

### 5.1.6 Evacuation des eaux

Comme explicité au chapitre 3.2.1, le projet se situe sur des zones de protection des eaux Ao-Au et S3. L'évacuation des eaux de chaussée se fera de manière différenciée selon la zone où se trouve la route.

#### En zone S3 :

Le tronçon de route projeté situé en zone S3 mesure ~175m (PR ~34+175 au PR ~34+350). Sur ce secteur, l'infiltration n'est pas admise. Il faudra donc un système de récolte des eaux de chaussée (grilles + collecteurs + évacuation à définir).

#### En zone Ao-Au :

Le tronçon de route projeté situé en zone Ao-Au mesure ~ 1'675m, soit la majorité du tronçon. L'infiltration sur ce secteur est possible à certaines conditions. La possibilité d'infiltration directe des eaux de chaussée a été évaluée selon les recommandations de l'instruction de l'OFEV « Protection des eaux lors de l'évacuation des eaux de chaussée des voies de communication » de 2002.

La procédure recommandée par l'OFEV a été suivie en tenant compte des hypothèses suivantes (un extrait de l'instruction annoté est également donné en annexe 4) :

- Classe de pollution des eaux (fonction du trafic) : Evaluée à faible – moyen (note de 5).
- Structure du sol (épaisseur de l'horizon A + différents paramètres chimiques) : Admise moyenne.
- Structure du sous-sol non saturé en eau : Admise moyenne.

Ces paramètres donnent :

- Une vulnérabilité des eaux moyenne.
- **Une infiltration admissible.**

Ce résultat dépend beaucoup de la nature et de la sensibilité du sol (non connues à ce stade de l'étude). Il conviendra donc de s'assurer de ces dernières lors des phases d'études suivantes pour confirmer la faisabilité de l'infiltration.

Pour la présente étude de variante, cette faisabilité est prise en compte.

Pour l'estimation des coûts, les éléments suivants sont également admis :

- Récupération des eaux de chaussée des routes et chemins amonts (x4). Cela permet d'éviter que les eaux de chaussée issues de ces routes et chemins ruissellent sur la H10.
- Conduite des eaux de chaussée en aval de la route quand le point bas se situe du côté amont. Il faudra en effet dans ce cas récupérer les eaux au point bas de la chaussée et les faire traverser la route pour les infiltrer en aval de la route.

#### 5.1.7 Raccordement des routes secondaires

Compte tenu de leur importante déclivité, la géométrie des raccordements aux routes secondaires sises au PR ~33+600 a été analysée en détails.

Les principes suivants ont été admis :

- Vitesse de projet : 30 km/h.
- Déclivité : Si une mise aux normes n'est pas possible, inférieur ou égal à l'existant.
- Profil type :
  - Voies de circulation : 3.50m (soit ~ existant).
  - Voies de circulation sur les 15 premiers mètres : 5.50m (permet le croisement de véhicules).
  - Accotements : 2x 3.50m.

#### 5.1.8 Falaise

Le terrain situé au Nord du PN existant est constitué de parois rocheuses.

Pour la présente étude, il a été admis que :

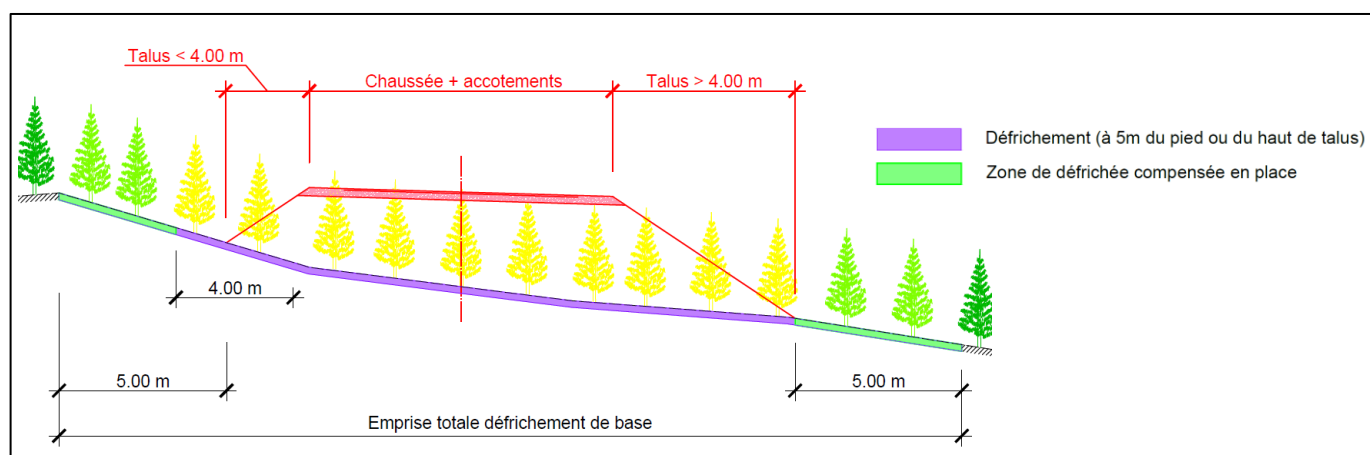
- Ces parois sont constituées de roches calcaires.
- Une attaque de la roche avec un fruit de 1/5 est possible.



### 5.1.9 Défrichement

Compte tenu de la situation actuelle de la route dans le secteur d'étude (traversées de zones forêt), des défrichements seront nécessaires. Les principes retenus pour la présente étude sont les suivants :

- Défrichement de l'emprise du projet (pied ou haut de talus) décalée de 5m vers l'extérieur afin de ménager la surface nécessaire à la réalisation des travaux.
- Compensations :
  - Les zones défrichées serviront de surfaces de compensations avec le principe suivant : Plantations jusqu'au pied / haut de talus projeté à minimum 4m du bord de chaussée.
  - La route existante au droit des zones forêt sera utilisée comme surface de compensation.



Les défrichements induits par les variantes approfondies, sont présentés sur le plan en pièce N°10.

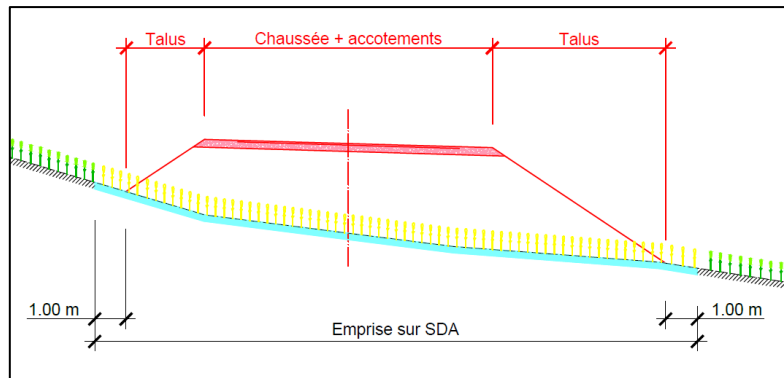
#### Remarque.:

- Compte tenu de l'importance des surfaces défrichées, la mise à l'enquête d'une étude d'impact sera nécessaire avant la réalisation des travaux.
- Les surfaces de compensation définies selon les principes évoqués ci-avant ne suffisent pas compenser la totalité des surfaces défrichées. Ce point devra faire l'objet d'une attention particulière lors de la phase d'étude suivante.

#### 5.1.10 Surface d'assollement (SDA)

En plus des zones forêts, la route existante traverse des zones de champ qui font partie des surfaces d'assollement du canton (SDA). Au même titre que pour la forêt, les surfaces de SDA impactées par le projet devront être compensées.

Pour la présente étude, les surfaces impactées sont considérées comme étant la surface de l'aménagement (haut / pied de talus) décalée de 1m vers l'extérieur.



Comme pour les zones forêt, la route existante au droit des zones SDA sera utilisée comme surface de compensation.

#### 5.1.11 Intention d'acquisition de terrain

Une estimation des acquisitions définitives nécessaires a été réalisée dans le cadre de la présente étude. Cette estimation ne comprend pas :

- Les acquisitions provisoires utiles à la réalisation des travaux.
- L'analyse des possibilités de remaniement parcellaires en tenant compte des surfaces de l'ancienne route (DP cantonal) qui pourront être cédées aux propriétaires privés impactés par le projet.

Les limites d'acquisitions de terrains ont été définies de la manière suivante :

- En zone forêt : Pied ou haut de talus et min. 4.00m du bord de l'accotement.
- En zone champ (SDA) : 1.00m du pied ou haut de talus.

## 5.2 Définition des variantes d'étude

### 5.2.1 1<sup>ère</sup> étape : Définition des variantes à étudier

Dans un premier temps, 4 familles de variantes ont été définies en fonction des objectifs du projet et des contraintes existantes, notamment en termes de gestion du trafic en phase chantier :

- Var. 0 – Remplacement du revêtement : Pas de modification du gabarit et de la géométrie.
- Var. 1 – Mise au gabarit : Pas de modification de la géométrie.
- Var. 2 – Lissage de la géométrie : Mise au gabarit et amélioration légère du tracé en restant le plus proche possible de la route existante. Cette variante implique une géométrie pas 100% aux normes et un maintien des niveaux existants (pas de modification du PL).
- Var. 3 – Mise aux normes de la géométrie : Nouveau tracé y compris nouveau PL.

Pour tenir compte de la problématique de la gestion du trafic, chaque variante (sauf la variante 0) devrait être déclinée en 2 versions (tracé Nord et tracé Sud). L'objectif ici est de pouvoir assurer, pendant la réalisation des travaux, la disponibilité d'au moins une demi-chaussée sur la route existante.

Un tracé grossier des variantes 2 et 3 (2a et 3a : tracés Nord, 2b et 3b : tracés Sud) est donnée en annexe 3.

Une première analyse de ces familles de variantes et leur impact a été réalisée et est présentée ci-dessous :

Variantes	Impacts sur :					
	Profil en long	Profil en travers	Sécurité des usagers	Emprises	Les usagers lors des travaux	Les coûts
0 – Remplacement du revêtement	0 Pas de modif du PL	0 Pas de modif	0	0	+ Uniquement interv ponctuelles	+
1 – Mise au gabarit (élargissement)	0 Pas de modif du PL	++ Gabarit mis aux normes	+	+	+ Travail en demi-chaussée	+++
2 – Lissage de la géométrie	0 Pas de modif du PL	++ Gabarit mis aux normes	++	++	+ Travail en demi-chaussée	+++
3 – Mise aux normes de la géométrie	+++ Mise aux normes du PL	++ Gabarit mis aux normes	+++	++++	0 Travaux hors chaussée existante	+++++

Suite à la présentation de ces premières analyses en séance le 12.03.19 et en coordination avec le MO, il est décidé pour la suite de l'étude :

#### Variante 0 :

**A conserver.** Elle n'améliore pas la géométrie, mais donne un point de comparaison intéressant en termes de coûts. Aucune pièce (plan) ne sera produite pour cette variante (uniquement estimation des coûts).

#### Variantes 1 :

**Ne pas analyser.** Elles ont peu d'intérêt pour le projet car elles n'améliorent pas la géométrie et vont demander un investissement tout de même conséquent.

#### Variantes 2 et 3 :

**A analyser.** Ces variantes améliorent la géométrie.

Les variantes à finaliser dans le cadre de la présente étude seront décidées suite aux premières analyses géométriques.

## 5.2.2 2<sup>ème</sup> étape : Définition des variantes à développer

Suite aux premières analyses géométriques, plusieurs constats ont pu être établis. Ils sont décrits dans les chapitres suivants pour chaque famille de variantes.

### 5.2.2.1 Variantes 2a et 2b – Lissage de la géométrie

Les premières analyses amènent les remarques et conclusions suivantes :

- Ces variantes respectent la morphologie du tracé existant (lacets).
- Afin de respecter l'objectif de conserver au maximum le tracé existant, les valeurs minimales et / ou recommandées de la norme (pour une vitesse de 80 km/h) concernant les paramètres de clothoïdes et la longueur des éléments n'ont pas pu être respectées.
- Cela implique une « évaluation normative » du tracé projeté globalement mauvaise.
- Comme prévue, le profil en long (= PL existant) présente également des non-conformités (pentes localement > 12%).
- Au droit du PN, compte tenu des non-respects de la norme évoqués ci-dessus, il a également été admis des valeurs de clothoïdes plus basses que les recommandations de la norme afin de limiter les impacts sur les falaises.
- En conclusion, ces variantes ne présentent pas vraiment d'intérêts. Il n'est en effet pas souhaitable de développer des variantes pour un tracé qui serait presque complètement hors normes.

Il est donc décidé :

- De ne pas développer ou préciser plus avant ces 2 variantes (2a et 2b).
- De ne pas les chiffrer.
- De les conserver en l'état pour être présentées dans le dossier final (plans en pièces N° 5 et 6).

### 5.2.2.2 Variantes 3a et 3b – Mise aux normes de la géométrie

Les premières analyses amènent les remarques et conclusions suivantes :

- Ces variantes respectent les normes pour une vitesse de projet de 80 km/h sauf pour quelques longueurs d'éléments (droits ou courbes) qui sont légèrement plus court que les valeurs recommandées (y compris au droit du PN pour une vitesse de 40km/h).
- « L'évaluation normative » de ces 2 tracés est donc globalement bonne.
- Ces 2 tracés ont toutefois des impacts non négligeables sur les zones forêts.
- Les 2 variantes présentent également des zones de remblais / déblais relativement importantes.
- Les impacts sur les carrefours sont encore à analyser et la faisabilité du raccordement des routes adjacentes est à valider.
- Les 2 tracés dessinés semblent intéressants. Ils ont toutefois des impacts importants dont certains sont encore à évaluer (défrichement, raccord des routes secondaires).

Il est donc décidé :

- D'approfondir l'étude de ces 2 variantes.
- De dessiner et de valider la faisabilité des carrefours.
- D'indiquer les impacts en termes de défrichement et d'emprise sur les zones agricoles.

#### **5.2.2.3 Variante 4**

En plus de la famille de variantes 3, il est également possible d'esquisser une variante 4 qui serait un mixte entre la variante 3a et la variante 3b. L'objectif serait d'obtenir une variante avec le moins d'impacts possibles sur les zones forêt.

On peut en effet dégager une « tendance » de présence de forêt par zone et par côté (Nord et Sud) le long de la route existante. L'idée est donc de profiter des synergies entre les variantes a et b pour éviter autant que possible les zones de forêt.

~~Il est donc décidé~~ de tracer une variante 4 et de l'approfondir (impacts carrefours et défrichements) dans le cadre de l'étude.

#### **5.2.2.4 Variantes retenues pour la finalisation de l'étude**

En conclusion de cette 2<sup>ème</sup> étape de définition des variantes à développer, il est décidé de retenir, d'approfondir et de finaliser les variantes suivantes :

- Variante 3a – Mise aux normes de la géométrie – Tracé Nord
- Variante 3b – Mise aux normes de la géométrie – Tracé Sud
- Variante 4 – Mise aux normes de la géométrie – Tracé intermédiaire Nord et Sud

Ces 3 variantes sont présentées en situation et profil en long (y compris détails au droit du carrefour) sur les plans en pièces N°7, 8 et 9.

### 5.3 Description et comparaisons des variantes retenues

Les 3 variantes retenues ont été développées et finalisées. Une description succincte, les éventuels impacts et la comparaison des variantes sont donnés dans le tableau ci-après.

La comparaison des variantes entre elles pour chaque thème est indiquée comme suit :

Variante(s) la plus <b>positive</b> / Avec le <b>moins</b> d'impact
Variante(s) neutre
Variante(s) la plus <b>négative</b> / Avec le <b>plus</b> d'impact
Toutes les variantes sont équivalentes

Thème	Variante 3a Tracé Nord	Variante 3b Tracé Sud	Variante 4 Tracé intermédiaire
Géométrie routière	Conforme aux normes pour les vitesses de projet définies		
Raccordement du PN	Le passage du PN avec une géométrie aux normes implique un fort élargissement de l'emprise de la route et un impact important sur les falaises au Nord et les ruchers existants.		
Talus	Les nouveaux tracés impliquent des talus importants pouvant aller jusqu'à ~9.0m de remblais et ~7.50 de déblais (talus admis à 2/3). La faisabilité de ces importants terrassements sera impérativement à valider en phase d'étude suivante avec des analyses géologiques et géotechniques.		
Glissières	Compte tenu du TJM (3'900 vhc/l) aucun système de retenu n'est en principe requis. Il conviendra tout de même de vérifier lors des phases d'étude suivantes s'il ne serait opportun du point de vue de la sécurité de mettre en œuvre des systèmes de retenue aux endroits qui cumulent forte déclivité, virage serré et talus de remblais important (au Sud du PN par exemple)		
Raccordements des routes secondaires	Route Nord : • Raccordement au plus tôt. • Déclivité ~13%.  Route Sud : • Raccordement au plus tôt. • Déclivité 12% max.	Route Nord : • Raccordement au plus tôt. • Déclivité ~13% max.  Route Sud : • Raccordement déplacé pour limiter la déclivité. • Déclivité 8% max avec déplacement du raccord (~15% sans déplacement du raccord).	Route Nord : • Raccordement au plus tôt. • Déclivité ~13%.  Route Sud : • Raccordement au plus tôt • Déclivité 12% max.
Raccordements des chemins existants	Raccordement au plus tôt. RAS.		
Croisement avec la route existante (hors PN et raccords) / Impacts sur la gestion du trafic	1x au km 1'825 ~2.30m au-dessus de la route existante / Des mesures particulières seront à prendre pour le trafic sur la route existante pendant la construction de la nouvelle route (rampes)	Pas de croisement de la route existante / Pas d'impact sur la gestion de trafic	1x au km 2'100 pratiquement au même niveau que la route existante / Pas d'impact particuliers sur la gestion du trafic
Défrichements Surface défrichée / Surface restant à compenser	28'150 m <sup>2</sup> / 15'950 m <sup>2</sup>	18'600 m <sup>2</sup> / 10'900 m <sup>2</sup>	21'650 m <sup>2</sup> / 12'550 m <sup>2</sup>
SDA Surface impactée / Surface restant à compenser	10'200 m <sup>2</sup> / 6'200 m <sup>2</sup>	15'000 m <sup>2</sup> / 8'700 m <sup>2</sup>	12'500 m <sup>2</sup> / 6'950 m <sup>2</sup>
Acquisition de terrain	29'815 m <sup>2</sup>	27'740 m <sup>2</sup>	28'670 m <sup>2</sup>
Coûts – CHF HT	<b>6.88 mio</b>	<b>6.48 mio</b>	<b>6.56 mio</b>



Remarque concernant les coûts :

- Le détail du chiffrage de chaque variante est donné en annexe 1.
- Pour mémoire, une variante 0 avec uniquement remplacement du revêtement a également été chiffrée. Cette estimation de CHF **0.89 mio** HT est donnée uniquement à titre indicatif et n'est pas reprise pour la comparaison des variantes ci-dessus.

L'analyse ci-avant montre que la variante 3b est la plus avantageuse :

- C'est la variante qui a le moins d'impacts et / ou est la plus positive en terme de raccordement des routes secondaires et de gestion du trafic en phase de réalisation.
- C'est celle qui impacte le plus les SDA, mais cela est largement compensé du fait que c'est la variante qui impacte le moins la forêt.
- C'est celle qui nécessite le moins d'acquisition de terrain.

## **6 Planification**

Aucune planification pour la suite des études et la réalisation des travaux n'a été discutée lors du présent mandat.

Ce point sera à traiter lors des phases d'études suivantes.

## **7 Points importants à traiter lors de la phase d'étude suivante**

Les points importants à traiter avant ou lors des phases suivantes d'études sont listés dans le tableau ci-après (liste non-exhaustive) avec une estimation de l'impact que ces points pourraient avoir sur le projet :

<b>Point à traiter</b>	<b>Impact</b>	<b>Remarque</b>
Géotechnique – Définition / validation des principes de terrassement, de remblayage, de fondation de chaussée, de pente de talus, d'excavation de la falaise, etc.	Très important	La découverte, lors d'investigation, de terrain en place très mauvais pourrait remettre en cause le tracé choisi et / ou avoir de grande conséquence sur l'estimation des coûts.
Géologie – Validation de la possibilité d'infiltration des eaux de chaussée sur les accotements dans les zones Ao-Au.	Très important	L'obligation de récupérer les eaux de chaussée (bordures + grilles + collecteurs) aurait un impact financier très important.
Déterminer de la présence de HAP dans la superstructure existante)	Important	Pourrait avoir un impact important sur les coûts du projet.
Définition précise des surfaces forêts et des surfaces d'assolement impactées, définition des possibilités de compensation hors secteur d'étude et coordination avec les services concernés.	Important	Pour être valable, le projet doit compenser les surfaces de forêts et SDA impactées. Or, les surfaces disponibles dans le secteur d'étude (ancienne route) ne suffisent pas pour compenser les surfaces impactées.
Non prise en compte de la suppression du PN existant à confirmer.	Important	Remettrait en cause une bonne partie de la géométrie au droit du PN.
Coordination avec les exploitants des champs et des forêts et coordination avec les propriétaires.	Moyen	Impact essentiellement en matière de coûts et délai (négociations et compensations si nécessaire).
Coordination avec les tiers (CFF, propriétaires du bassin enterré et des ruchers, etc.)	Moyen	Impact essentiellement en matière de coûts et délai (négociations et compensations si nécessaire).
Enquête approfondie pour le positionnement du cadastre souterrain et aérien	Moyen	Impact sur les coûts. Pourrait nécessiter des investissements importants pour les dévoiements.
Vérification de la visibilité y compris aux carrefours.	Faible	La visibilité devrait être assurée par la géométrie aux normes et les principes de défrichements pris en compte (ménagement de zones dérasées). Les carrefours se situent sur une section relativement rectiligne et sont perpendiculaires.
Compléments de la géométrie routière (surlargeurs en courbes, dévers, etc.)	Faible	Impact uniquement sur les coûts de terrassements si l'assiette de la route devait être élargie.
Coordination avec le projet de stockage de bois.	Faible	Eventuellement à intégrer au projet.
Utilisation du bassin de rétention existant.	Faible	Pourrait simplifier la recherche d'un point d'évacuation des eaux de chaussée du secteur situé en zone S3.
Relevés topographiques complémentaires aux points de raccordements.	Faible	Relevés à faire aux points de raccordements Est et Ouest et aussi au droit du PN. Pourrait induire de légères adaptations de la géométrie (essentiellement PL).
Opportunité de mise en œuvre de systèmes de retenue de véhicules sur certains secteurs.	Faible	Impact sur les coûts faible si des glissières sont à mettre en œuvre.
Définition des alignements	Très faible	Uniquement administratif.
Planification (études et travaux).	Très faible	--

## 8 Remarques finales et recommandations

La variante **recommandée** à ce stade de l'étude est la **variante 3b**. C'est celle qui a les impacts les moins importants et elle offre une géométrie, y compris des axes secondaires, correcte et sécuritaire.

Compte tenu du nombre important de points à traiter avant de pouvoir entrer dans les détails d'un projet de soumission et d'exécution, nous recommandons l'établissement d'un avant-projet. Cet avant-projet devrait se baser sur une variante unique et permettrait de traiter et de compléter les bases nécessaires à la validation définitive de la faisabilité de la variante choisie, essentiellement en matière de géotechnique.

Enfin, si le projet ne devait pas être réalisé à moyen terme (horizon 2023-2024), il est également recommandé d'analyser plus en détails l'état de la couche de roulement et d'envisager la possibilité de l'assainir (variante N°0). En effet, il est constaté sur ce tronçon un impact important d'un mauvais état de la couche de roulement sur la sécurité des usagers.

Neuchâtel, le 09 octobre 2019

OPAN concept SA

# **ANNEXES**

# **ANNEXE 1**

## **Estimation des coûts**



**Variante 0 - Remplacement du revêtement**

Désignation	Unité	Qte	PU	Prix
<b>Quantités principales</b>				
Surface totale ancienne route	m <sup>2</sup>	12'700		
<b>Démolition et défrichage</b>				<b>508'000.00</b>
Démolition de revêtement chaussée yc découpe et évacuation	m <sup>2</sup>	12'700	26.00	330'200.00
Plus value pour mise en décharge de matériaux bitumineux avec HAP > 250mg/kg de liant (admis 60% des matériaux existants)	m <sup>2</sup>	12'700	14.00	177'800.00
<b>Terrassement et remblayage</b>				<b>0.00</b>
<b>Revêtement</b>				<b>228'600.00</b>
Mise en palce de nouveau revêtement (AC 11 S - 35 mm)	m <sup>2</sup>	12'700	18.00	228'600.00
<b>Evacuation des eaux - Cadastre souterrains</b>				<b>30'000.00</b>
Travaux de reprise des grilles existantes (admis)	gl	1	30'000.00	30'000.00
<b>Travaux divers</b>				<b>10'000.00</b>
Travaux de marquage (admis)	gl	1	10'000.00	10'000.00
<b>Total travaux HT <u>sans</u> installation, gestion du trafic, divers et imprévus :</b>				<b>776'600.00</b>
<b>Installation de chantier, gestion du trafic, divers et imprévus</b>				<b>116'200.00</b>
Gestion du trafic (admis)	gl	1.00	20'000.00	20'000.00
Installation de chantier (admis)	gl	1.00	15'000.00	15'000.00
Divers et imprévu (% des travaux + install + gest trafic)	%	811'600.00	10.00	81'200.00
<b>Total travaux HT <u>avec</u> installation, gestion du trafic, divers et imprévus :</b>				<b>892'800.00</b>
<b>Honoraires et frais</b>				<b>0.00</b>
Acquisition de terrain	m <sup>2</sup>	0.00	5.00	0.00
Honoraires géomètre (admis)	gl	0.00	40'000.00	0.00
Honoraires géotechnicien / géologue (admis)	gl	0.00	40'000.00	0.00
Honoraires ingénieur GC (admis 10% du montant des travaux yc install et gestion trafic)	%	0.00	10.00	0.00
<b>Total HT arrondi :</b>				<b>890'000.00</b>
<b>TVA 7.7%</b>	%	890'000.00	7.70	68'500.00
<b>Total TTC arrondi (±30%):</b>				<b>958'500.00</b>

Ratio (pour information) :	U	Qte	Ratio (CHF, HT)
Longueur de l'aménagement (uniquement H10) :	ml	1'850	480.-
Surface de l'aménagement (uniquement chaussée H10) :	m <sup>2</sup>	13'500	65.-

Base de prix : Juillet 2019

**Variante 3a - Mise aux normes de la géométrie – Tracé Nord**

Désignation	Unité	Qte	PU	Prix
<b>Quantités principales</b>				
Surface totale ancienne route	m <sup>2</sup>	12'700		
Surface totale défrichement	m <sup>2</sup>	28'150		
Surface de compensation forêts (possible sur place)	m <sup>2</sup>	7'350		
Surface de compensation forêts (ancienne route)	m <sup>2</sup>	4'850		
Surface nouvelle chaussée (yc raccordements)	m <sup>2</sup>	15'900		
Surface accotement	m <sup>2</sup>	4'300		
Décapage de terre végétale (admis 40cm + Entièrement réutilisée sur place)	m <sup>3</sup>	13'600		
Déblais - Total :	m <sup>3</sup>	31'200		
Déblai - Rocher (admis 10%)	m <sup>3</sup>	3'120		
Déblai - Réutilisé	m <sup>3</sup>	9'360		
Déblai - Evacué	m <sup>3</sup>	21'840		
Remblais - Total :	m <sup>3</sup>	14'500		
Remblai - Issu de déblai (admis 30% des déblais)	m <sup>3</sup>	9'360		
Remblai - Matériaux d'apport	m <sup>3</sup>	5'140		
Acquisition de terrain nécessaire	m <sup>2</sup>			
<b>Démolition et défrichement</b>				<b>679'125.00</b>
Démolition de revêtement chaussée yc découpe et évacuation +excavation du coffre existant (ép. admise 30cm), yc chargement et évacuation	m <sup>2</sup>	12'700	26.00	330'200.00
Plus value pour mise en décharge de matériaux bitumineux avec HAP > 250mg/kg de liant (admis 60% des matériaux existants)	m <sup>2</sup>	12'700	14.00	177'800.00
Défrichement	m <sup>2</sup>	28'150	5.50	154'825.00
Démolitions ou montage d'éléments divers (signalisation, panneaux d'information, petit bassin de rétention béton, etc.)	gl	1	16'300.00	16'300.00
<b>Terrassement et remblayage</b>				<b>2'209'600.00</b>
Décapage de la terre végétale	m <sup>3</sup>	13'600	30.00	408'000.00
Mise en place de terre végétale	m <sup>3</sup>	13'600	10.00	136'000.00
Déblais stockés sur place	m <sup>3</sup>	9'360	25.00	234'000.00
Déblais évacués	m <sup>3</sup>	21'840	40.00	873'600.00
Déblais - Plus value pour déblais rocheux	m <sup>3</sup>	3'120	50.00	156'000.00
Remblais avec matériaux issu de déblais	m <sup>3</sup>	9'360	10.00	93'600.00
Remblais avec matériaux d'apport	m <sup>3</sup>	5'140	60.00	308'400.00
<b>Revêtement</b>				<b>1'582'800.00</b>
Mise en palce de nouveau revêtement + coffre (géotextile + grave GNT 0/45 - 500 mm+ ACT 22 S - 80 mm+ 'ACB 16 S - 60mm + AC 11 S - 35 mm)	m <sup>2</sup>	15'900	89.00	1'415'100.00
Acotement (géotextile + grave GNT 0/45 - 625 mm + Groise 50 mm)	m <sup>2</sup>	4'300	39.00	167'700.00
<b>Evacuation des eaux - Cadastre souterrains</b>				<b>271'050.00</b>
Récupération des eaux des chemins et routes amont (caniveau fonte + puits d'infiltration)	gl	4	8'700.00	34'800.00
Travaux d'aménagement pour la conduite des eaux en aval de la route (récupération, traversée de la chaussée et infiltration des eaux en pied de talus par ex. - Prix admis)	gl	1	50'000.00	50'000.00
Récupération et évacuation des eaux de chaussée en zone S3	gl	1	36'250.00	36'250.00
Dévolement des réseaux existants (admis)	gl	1	150'000.00	150'000.00
<b>Travaux divers</b>				<b>402'800.00</b>
Reboisement	m <sup>2</sup>	12'200	12.00	146'400.00
Compensation des surfaces forêt non reboisées sur place (admis)	m <sup>2</sup>	15'950	12.00	191'400.00
Réfection zones de stockage long bois (admis)	gl	1	50'000.00	50'000.00
Travaux de marquage et de signalisation (admis)	gl	1.00	15'000.00	15'000.00
<b>Total travaux HT sans installation, gestion du trafic, divers et imprévus :</b>				<b>5'145'375.00</b>
<b>Installation de chantier, gestion du trafic, divers et imprévus</b>				<b>899'500.00</b>
Gestion du trafic (admis)	gl	1.00	200'000.00	200'000.00
Installation de chantier (admis)	gl	1.00	150'000.00	150'000.00
Divers et imprévu (% des travaux + install + gest trafic)	%	5'495'375.00	10.00	549'500.00
<b>Total travaux HT avec installation, gestion du trafic, divers et imprévus :</b>				<b>6'044'875.00</b>
<b>Honoraires et frais</b>				<b>833'575.00</b>
Acquisition de terrain	m <sup>2</sup>	29'815.00	5.00	149'075.00
Honoraires géomètre (admis)	gl	1.00	40'000.00	40'000.00
Honoraires géotechnicien / géologue (admis)	gl	1.00	40'000.00	40'000.00
Honoraires ingénieur GC (admis 10% du montant des travaux yc install et gestion trafic)	%	6'044'875.00	10.00	604'500.00
<b>Total HT arrondi :</b>				<b>6'880'000.00</b>
<b>TVA 7.7%</b>	%	6'880'000.00	7.70	529'800.00
<b>Total TTC arrondi (±30%):</b>				<b>7'409'800.00</b>

Ratio (pour information) :	U	Qte	Ratio (CHF, HT)
Longueur de l'aménagement (uniquement H10) :	ml	1'850	3'720.-
Surface de l'aménagement (uniquement chaussée H10) :	m <sup>2</sup>	13'500	510.-

Base de prix : Juillet 2019

**Variante 3b - Mise aux normes de la géométrie – Tracé Sud**

Désignation	Unité	Qte	PU	Prix
<b>Quantités principales</b>				
Surface totale ancienne route	m <sup>2</sup>	12'700		
Surface totale défrichement	m <sup>2</sup>	18'600		
Surface de compensation forêts (possible sur place)	m <sup>2</sup>	4'800		
Surface de compensation forêts (ancienne route)	m <sup>2</sup>	2'900		
Surface nouvelle chaussée (yc raccordements)	m <sup>2</sup>	15'650		
Surface accotement	m <sup>2</sup>	4'200		
Décapage de terre végétale (admis 40cm + Entièrement réutilisée sur place)	m <sup>3</sup>	12'800		
Déblais - Total :	m <sup>3</sup>	16'200		
Déblai - Rocher (admis 10%)	m <sup>3</sup>	1'620		
Déblai - Réutilisé	m <sup>3</sup>	4'860		
Déblai - Evacué	m <sup>3</sup>	11'340		
Remblais - Total :	m <sup>3</sup>	19'300		
Remblai - Issu de déblai (admis 30% des déblais)	m <sup>3</sup>	4'860		
Remblai - Matériaux d'apport	m <sup>3</sup>	14'440		
Acquisition de terrain nécessaire	m <sup>2</sup>			
<b>Démolition et défrichement</b>				<b>626'600.00</b>
Démolition de revêtement chaussée yc découpe et évacuation +excavation du coffre existant (ép. admise 30cm), yc chargement et évacuation	m <sup>2</sup>	12'700	26.00	330'200.00
Plus value pour mise en décharge de matériaux bitumineux avec HAP > 250mg/kg de liant (admis 60% des matériaux existants)	m <sup>2</sup>	12'700	14.00	177'800.00
Défrichement	m <sup>2</sup>	18'600	5.50	102'300.00
Démolitions ou montage d'éléments divers (signalisation, panneaux d'information, petit bassin de rétention béton, etc.)	gl	1	16'300.00	16'300.00
<b>Terrassement et remblayage</b>				<b>2'083'100.00</b>
Décapage de la terre végétale	m <sup>3</sup>	12'800	30.00	384'000.00
Mise en place de terre végétale	m <sup>3</sup>	12'800	10.00	128'000.00
Déblais stockés sur place	m <sup>3</sup>	4'860	25.00	121'500.00
Déblais évacués	m <sup>3</sup>	11'340	40.00	453'600.00
Déblais - Plus value pour déblais rocheux	m <sup>3</sup>	1'620	50.00	81'000.00
Remblais avec matériaux issu de déblais	m <sup>3</sup>	4'860	10.00	48'600.00
Remblais avec matériaux d'apport	m <sup>3</sup>	14'440	60.00	866'400.00
<b>Revêtement</b>				<b>1'556'650.00</b>
Mise en palce de nouveau revêtement + coffre (géotextile + grave GNT 0/45 - 500 mm+ ACT 22 S - 80 mm+ 'ACB 16 S - 60mm + AC 11 S - 35 mm)	m <sup>2</sup>	15'650	89.00	1'392'850.00
Acotement (géotextile + grave GNT 0/45 - 625 mm + Groise 50 mm)	m <sup>2</sup>	4'200	39.00	163'800.00
<b>Evacuation des eaux - Cadastre souterrains</b>				<b>271'050.00</b>
Récupération des eaux des chemins et routes amont (caniveau fonte + puits d'infiltration)	gl	4	8'700.00	34'800.00
Travaux d'aménagement pour la conduite des eaux en aval de la route (récupération, traversée de la chaussée et infiltration des eaux en pied de talus par ex. - Prix admis)	gl	1	50'000.00	50'000.00
Récupération et évacuation des eaux de chaussée en zone S3	gl	1	36'250.00	36'250.00
Dévolement des réseaux existants (admis)	gl	1	150'000.00	150'000.00
<b>Travaux divers</b>				<b>288'200.00</b>
Reboisement	m <sup>2</sup>	7'700	12.00	92'400.00
Compensation des surfaces forêt non reboisées sur place (admis)	m <sup>2</sup>	10'900	12.00	130'800.00
Réfection zones de stockage long bois (admis)	gl	1	50'000.00	50'000.00
Travaux de marquage et de signalisation (admis)	gl	1.00	15'000.00	15'000.00
<b>Total travaux HT sans installation, gestion du trafic, divers et imprévus :</b>				<b>4'825'600.00</b>
<b>Installation de chantier, gestion du trafic, divers et imprévus</b>				<b>867'600.00</b>
Gestion du trafic (admis)	gl	1.00	200'000.00	200'000.00
Installation de chantier (admis)	gl	1.00	150'000.00	150'000.00
Divers et imprévu (% des travaux + install + gest trafic)	%	5'175'600.00	10.00	517'600.00
<b>Total travaux HT avec installation, gestion du trafic, divers et imprévus :</b>				<b>5'693'200.00</b>
<b>Honoraires et frais</b>				<b>788'000.00</b>
Acquisition de terrain	m <sup>2</sup>	27'740.00	5.00	138'700.00
Honoraires géomètre (admis)	gl	1.00	40'000.00	40'000.00
Honoraires géotechnicien / géologue (admis)	gl	1.00	40'000.00	40'000.00
Honoraires ingénieur GC (admis 10% du montant des travaux yc install et gestion trafic)	%	5'693'200.00	10.00	569'300.00
<b>Total HT arrondi :</b>				<b>6'480'000.00</b>
<b>TVA 7.7%</b>	%	6'480'000.00	7.70	499'000.00
<b>Total TTC arrondi (±30%):</b>				<b>6'979'000.00</b>

Ratio (pour information) :	U	Qte	Ratio (CHF, HT)
Longueur de l'aménagement (uniquement H10) :	ml	1'850	3'500.-
Surface de l'aménagement (uniquement chaussée H10) :	m <sup>2</sup>	13'500	480.-

Base de prix : Juillet 2019

**Variante 4 - Mise aux normes de la géométrie – Tracé intermédiaire Nord et Sud**

Désignation	Unité	Qte	PU	Prix
<b>Quantités principales</b>				
Surface totale ancienne route	m <sup>2</sup>	12'700		
Surface totale défrichement	m <sup>2</sup>	21'650		
Surface de compensation forets (possible sur place)	m <sup>2</sup>	5'800		
Surface de compensation forets (ancienne route)	m <sup>2</sup>	3'300		
Surface nouvelle chaussée (yc raccords)	m <sup>2</sup>	15'800		
Surface accotement	m <sup>2</sup>	4'300		
Décapage de terre végétale (admis 40cm + Entièrement réutilisée sur place)	m <sup>3</sup>	13'200		
Déblais - Total :	m <sup>3</sup>	29'900		
Déblai - Rocher (admis 10%)	m <sup>3</sup>	2'990		
Déblai - Réutilisé	m <sup>3</sup>	8'970		
Déblai - Evacué	m <sup>3</sup>	20'930		
Remblais - Total :	m <sup>3</sup>	13'000		
Remblai - Issu de déblai (admis 30% des déblais)	m <sup>3</sup>	8'970		
Remblai - Matériaux d'apport	m <sup>3</sup>	4'030		
Acquisition de terrain nécessaire	m <sup>2</sup>			
<b>Démolition et défrichement</b>				<b>643'375.00</b>
Démolition de revêtement chaussée yc découpe et évacuation +excavation du coffre existant (ép. admise 30cm), yc chargement et évacuation	m <sup>2</sup>	12'700	26.00	330'200.00
Plus value pour mise en décharge de matériaux bitumineux avec HAP > 250mg/kg de liant (admis 60% des matériaux existants)	m <sup>2</sup>	12'700	14.00	177'800.00
Défrichement	m <sup>2</sup>	21'650	5.50	119'075.00
Démolitions ou montage d'éléments divers (signalisation, panneaux d'information, petit bassin de rétention béton, etc.)	gl	1	16'300.00	16'300.00
<b>Terrassement et remblayage</b>				<b>2'070'450.00</b>
Décapage de la terre végétale	m <sup>3</sup>	13'200	30.00	396'000.00
Mise en place de terre végétale	m <sup>3</sup>	13'200	10.00	132'000.00
Déblais stockés sur place	m <sup>3</sup>	8'970	25.00	224'250.00
Déblais évacués	m <sup>3</sup>	20'930	40.00	837'200.00
Déblais - Plus value pour déblais rocheux	m <sup>3</sup>	2'990	50.00	149'500.00
Remblais avec matériaux issu de déblais	m <sup>3</sup>	8'970	10.00	89'700.00
Remblais avec matériaux d'apport	m <sup>3</sup>	4'030	60.00	241'800.00
<b>Revêtement</b>				<b>1'573'900.00</b>
Mise en place de nouveau revêtement + coffre (géotextile + grave GNT 0/45 - 500 mm+ ACT 22 S - 80 mm+ 'ACB 16 S - 60mm + AC 11 S - 35 mm)	m <sup>2</sup>	15'800	89.00	1'406'200.00
Acotement (géotextile + grave GNT 0/45 - 625 mm + Groise 50 mm)	m <sup>2</sup>	4'300	39.00	167'700.00
<b>Evacuation des eaux - Cadastre souterrains</b>				<b>271'050.00</b>
Récupération des eaux des chemins et routes amont (caniveau fonte + puits d'infiltration)	gl	4	8'700.00	34'800.00
Travaux d'aménagement pour la conduite des eaux en aval de la route (récupération, traversée de la chaussée et infiltration des eaux en pied de talus par ex. - Prix admis)	gl	1	50'000.00	50'000.00
Récupération et évacuation des eaux de chaussée en zone S3	gl	1	36'250.00	36'250.00
Dévolement des réseaux existants (admis)	gl	1	150'000.00	150'000.00
<b>Travaux divers</b>				<b>324'800.00</b>
Reboisement	m <sup>2</sup>	9'100	12.00	109'200.00
Compensation des surfaces forêt non reboisées sur place (admis)	m <sup>2</sup>	12'550	12.00	150'600.00
Réfection zones de stockage long bois (admis)	gl	1	50'000.00	50'000.00
Travaux de marquage et de signalisation (admis)	gl	1.00	15'000.00	15'000.00
<b>Total travaux HT sans installation, gestion du trafic, divers et imprévus :</b>				<b>4'883'575.00</b>
<b>Installation de chantier, gestion du trafic, divers et imprévus</b>				<b>873'400.00</b>
Gestion du trafic (admis)	gl	1.00	200'000.00	200'000.00
Installation de chantier (admis)	gl	1.00	150'000.00	150'000.00
Divers et imprévu (% des travaux + install + gest trafic)	%	5'233'575.00	10.00	523'400.00
<b>Total travaux HT avec installation, gestion du trafic, divers et imprévus :</b>				<b>5'756'975.00</b>
<b>Honoraires et frais</b>				<b>799'050.00</b>
Acquisition de terrain	m <sup>2</sup>	28'670.00	5.00	143'350.00
Honoraires géomètre (admis)	gl	1.00	40'000.00	40'000.00
Honoraires géotechnicien / géologue (admis)	gl	1.00	40'000.00	40'000.00
Honoraires ingénieur GC (admis 10% du montant des travaux yc install et gestion trafic)	%	5'756'975.00	10.00	575'700.00
<b>Total HT arrondi :</b>				<b>6'560'000.00</b>
<b>TVA 7.7%</b>	%	6'560'000.00	7.70	505'100.00
<b>Total TTC arrondi (±30%):</b>				<b>7'065'100.00</b>

Ratio (pour information) :	U	Qte	Ratio (CHF, HT)
Longueur de l'aménagement (uniquement H10) :	ml	1'850	3'550.-
Surface de l'aménagement (uniquement chaussée H10) :	m <sup>2</sup>	13'500	485.-

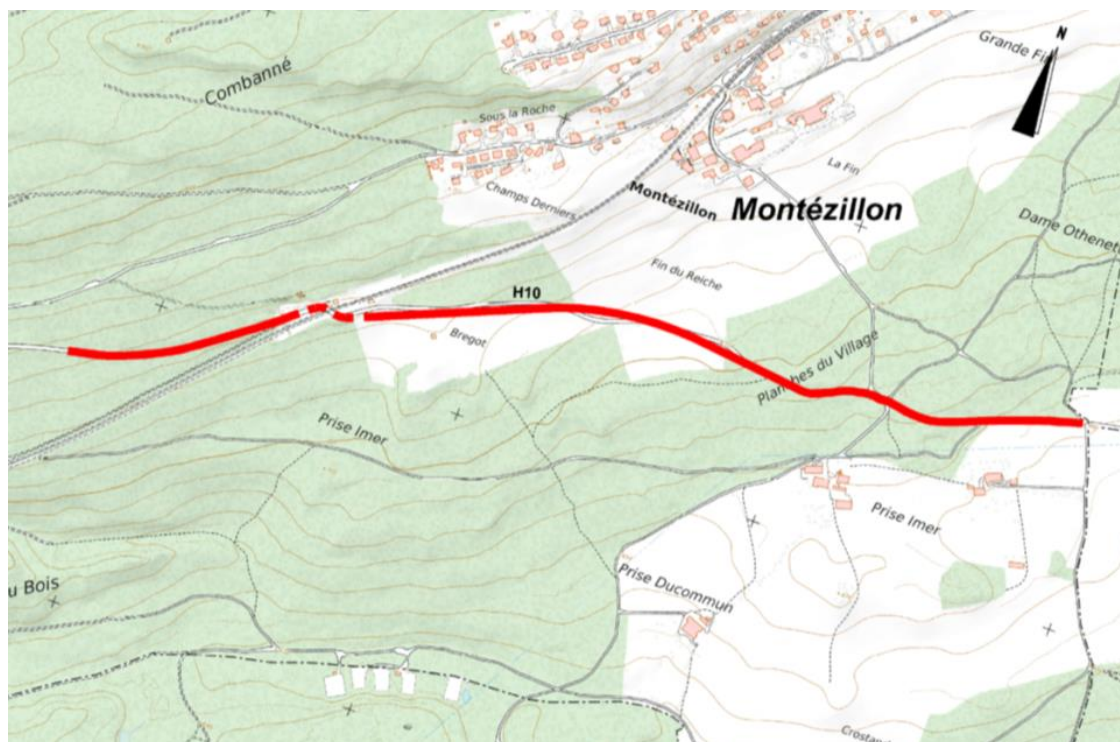
Base de prix : Juillet 2019



# **ANNEXE 2**

**12ème étape de restauration des routes cantonales**  
**Extrait du rapport de 2015**

## ⑥ H10 Bregot – Prise Imer



### Éléments déterminants

- Mise en conformité de la route entre les lieux-dits "Bregot" et "Prise Imer", ce tronçon ne répondant plus aux exigences des normes actuelles.
- Sécurisation du tronçon rendu particulièrement dangereux par ses pentes longitudinales irrégulières et localement élevées, et ses nombreux virages comportant des rayons de courbure insuffisants et engendrant un grand nombre d'accidents, ainsi que de fréquentes et importantes perturbations de trafic en hiver, particulièrement pour le trafic lourd.
- Sécurisation du croisement de véhicules, particulièrement en ce qui concerne les véhicules lourds, le long de ce tronçon dont la largeur actuelle de la chaussée n'atteint pas le gabarit exigé pour le type de trafic transitant sur cet axe d'approvisionnement circulé par près de 4'000 véh/j.
- Sécurisation de l'exploitation du tronçon, en particulier lors des opérations d'entretien hivernal.
- Élaboration d'une étude de faisabilité pour la suppression du passage à niveau actuel qui, suite au résultat négatif de la votation sur le TransRUN, induit pour l'instant le maintien de la ligne CFF existante entre Neuchâtel et La Chaux-de-Fonds.

### Projet

Le réaménagement de la route sur une longueur d'environ 1,7 km comprendra :

- la correction de l'axe routier en vue d'obtenir un tronçon sensiblement plus rectiligne et des pentes longitudinales plus constantes et moins prononcées,
- l'ouverture des virages comportant aujourd'hui des rayons de courbures suffisants,
- la mise au gabarit de la chaussée.

**Mobilité douce**

Compte-tenu de la topographie dans laquelle s'inscrit ce tronçon routier et de sa localisation essentiellement située en forêt, le coût des travaux supplémentaires et des ouvrages nécessaires à l'ajout d'aménagements spécifiquement dédiés à la mobilité douce deviendrait prohibitif. De plus, aucun itinéraire cyclable ou pédestre régional ou national n'est indiqué sur ce tronçon.

La modification de la géométrie routière et l'augmentation du gabarit de la chaussée apporteront néanmoins une très nette amélioration sécuritaire pour la mobilité douce en général.

**Planification des travaux**

La première étape de ces travaux est prévue dès 2019 pour une fin planifiée en 2021, soit une durée totale de travaux de trois ans.

**Coût du projet**

Le montant total des travaux est devisé à 5.400.000 francs. Ces travaux d'aménagement de la route cantonale H10, répertoriée en tant que route principale suisse, bénéficient des contributions forfaitaires annuelles versées à ce titre par la Confédération à hauteur de 60% du montant des travaux, soit 3.240.000 francs.

Le montant net des travaux est donc devisé à 2.160.000 francs.

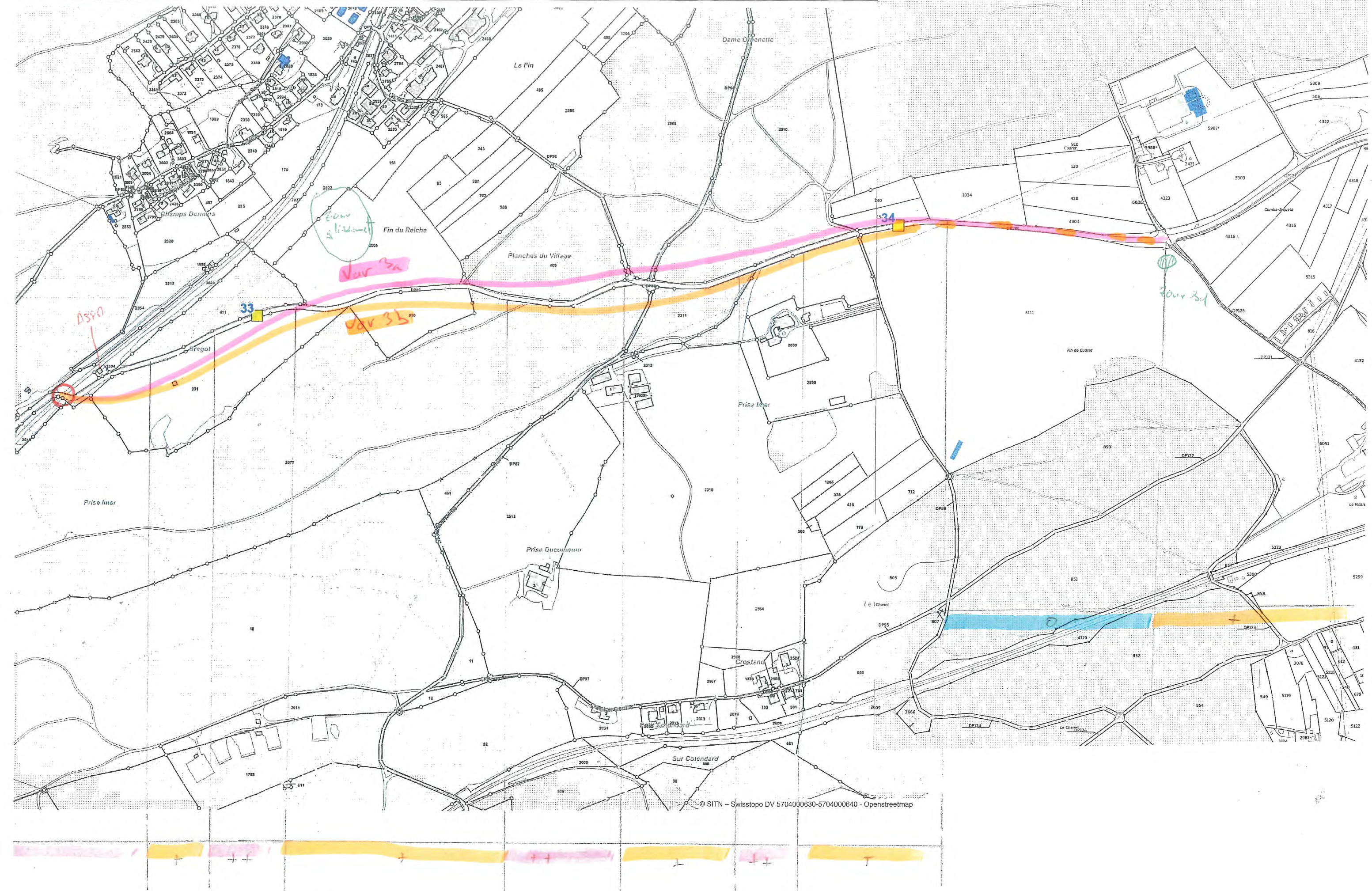
# **ANNEXE 3**

## **Préanalyse des variantes 2 et 3 – Tracé grossier**











## **ANNEXE 4**

**Extrait annoté de l'instruction « Protection des eaux lors de l'évacuation des eaux de chaussée des voies de communication » de l'OFEV, 2002**

Protection des eaux lors  
de l'évacuation des eaux  
des voies de communication  
OFFEV - 2002

**EXTRAIT**

### Procédure de choix de l'évacuation des eaux des voies de communication

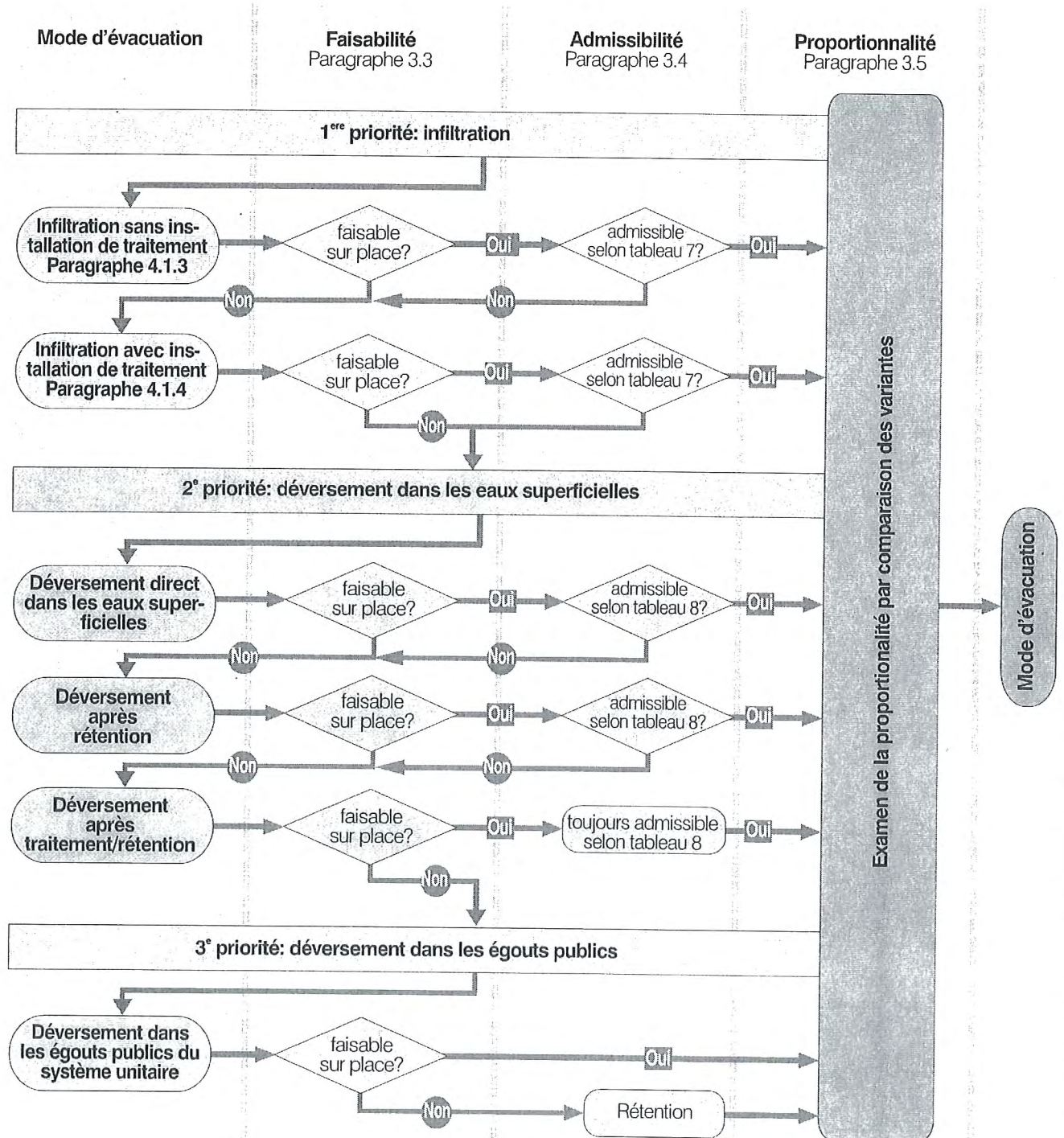


Figure 2



1-10 → 2 4'000 vhc/j  
(2'900 en 2016 selon Sitw)

### Classement de la pollution des eaux des voies de communication au moyen de points d'évaluation (PE) attribués à des facteurs locaux

Facteur d'appréciation	Critère d'évaluation	Points
<b>Charge du trafic</b>		
Trafic quotidien	Routes : PE = véhicules à moteur par jour / 1'000 Voies de chemin de fer : PE = tonnage brut par jour / 10'000 Pistes d'aviation : PE = mouvements d'avions par jour / 100	→ 4 + [PE]
<b>Conditions et composition du trafic</b>		
Part du trafic marchandises ou aérien > 2.5 t	Routes : PE = 2 si part > 8% ; PE = 1 si part > 4% Voies de chemin de fer : PE = 2 si part > 40% ; PE = 1 si part > 20% Avions : PE = 2 si part > 40% ; PE = 1 si part > 20%	→ 1 + [PE]
Part du trafic local ou aérien à essence-aviation	La part du trafic local ou aérien avec essence-aviation dépasse 20 % de la charge totale du trafic.	+ 1
Pente du tronçon	La pente dépasse 8 % (pour les routes) ou 20 ‰ (pour les voies de chemin de fer) sur une partie importante du tronçon.	+ 1
<b>Entretien des voies de communication</b>		
Utilisation de produits pour le traitement des plantes	Sur le tronçon de voie ferrée considéré, des produits pour le traitement des plantes sont utilisés au moins une fois par année	+ 1
Nettoyage régulier des routes et des pistes	Routes/pistes d'aviation : PE = nombre de nettoyages mécaniques par mois	- [PE]
<b>Somme =</b>		5 ↓
<b>Classement de la pollution</b>		
faible		< 5
moyenne		5 - 14
élevée		> 14

#### Exemple numérique (route) :

Pour examiner un tronçon de route, il s'agit d'estimer la charge moyenne de trafic quotidien et de calculer les points de pollution en la division par le diviseur prédéfini (p. ex. pour 13'000 véhicules, 13 points). A cette pollution de base, des points de pollution supplémentaires viennent s'ajouter au cas par cas (p. ex. pour une part de trafic marchandises supérieure à 4% et une pente importante un total de 2 points) ou au contraire se retrancher (p. ex. pour un nettoyage mensuel automatique de la surface de la route 1 point).

Sur la base du nombre total de points calculé (dans l'exemple : 14 points), la voie de communication examinée peut ensuite être attribuée à l'une des classes de pollution (dans l'exemple : pollution moyenne).

Tableau 3

## Appréciation de la structure des sols naturels pour l'infiltration en relation avec les principaux paramètres

Structure	Partie supérieure du sol (Horizon A)						Partie inférieure du sol (Horizon B)					
	Epaisseur [cm]	pH	Teneur en humus [%] $H_A$	Teneur $A_A$ en argile [%]	Epaisseur [cm]	Teneur en humus [%] $H_B$	Teneur $A_B$ en argile [%]	Epaisseur [cm]	Teneur en humus [%] $H_B$	Teneur $A_B$ en argile [%]	Epaisseur [cm]	Teneur en humus [%] $H_B$
Optimale	$\geq 30$	et $\geq 6.5$	et $\geq 4$	et $10 < A_A < 35$	et $\geq 70$	et $< 1$	et $10 < A_B < 35$ et $A_B \leq A_A$	et $\geq 30$	et $< 1$	et $10 < A_B < 35$ et $A_B \leq A_A$	et $\geq 20$	et $< 1$
Moyenne	$\geq 20$	et $\geq 5.5$	et $\geq 2$	et $10 < A_A < 35$	et $\geq 30$	et $< 1$	et $10 < A_B < 35$ et $A_B \leq A_A$	et $\geq 20$	et $< 1$	et $10 < A_B < 35$ et $A_B \leq A_A$	et $\geq 20$	et $< 1$
Minimale	$\geq 10$	et $\geq 5.5$	et $\geq 2$	et $10 < A_A < 45$	et $\geq 20$	et $< 1$	et $10 < A_B < 35$ et $A_B \leq A_A$	et $\geq 20$	et $< 1$	et $10 < A_B < 35$ et $A_B \leq A_A$	et $\geq 20$	et $< 1$
Insuffisante	En cas de non-respect de la valeur prévue pour l'un des paramètres « minimaux » de la structure du sol											

Tableau 4

Lors de conditions spéciales ou hétérogènes, il est recommandé de faire appel à un expert en pédologie. Lors d'une réalisation, il faut prendre en compte les documents de base concernés, par exemple le manuel OFEFP « Protection des sols lors de la construction » [19] et les normes suisses concernant « Terrassement et sol » [20].

La capacité de rétention du sol conduit obligatoirement à une accumulation de substances nocives, en particulier de métaux lourds. Cela donne naissance à moyen ou long terme à des sites contaminés. Une véritable disparition de la capacité de rétention n'a cependant pas pu être établie à ce jour pour les infiltrations dans le sol en fonction depuis plusieurs décennies.

Des substances mobiles, en particulier les sels facilement solubles (p. ex. NaCl), ne sont pas retenues lors d'une infiltration à travers une couche de terre. Si les eaux souterraines sont déjà polluées de façon importante ou s'il existe un danger concret de pollution, il faut choisir ou développer en conséquence le mode d'évacuation des eaux.

### Importance du sous-sol non saturé en eau en cas d'infiltration

La structure géologique du sous-sol non saturé en eau influence aussi la vulnérabilité des eaux souterraines. En relation avec différents paramètres, comme la perméabilité et la capacité d'absorption, on peut apprécier la capacité d'épuration et de rétention du sous-sol non saturé en eau. En simplifiant fortement, on peut distinguer trois classes :

- sous-sol à capacité d'infiltration et d'absorption élevée : p. ex. roches meubles à granulométrie fine comme les argiles, les limons argileux et les sables argilo-limoneux (sédiments lacustres, sédiments d'atterrissement, moraines de fond, alluvions) et les roches solides non fissurées à grain fin comme les marnes et les grès argilo-marneux ;
- sous-sol à capacité d'infiltration et d'absorption moyenne : p. ex. roches meubles à granulométrie grossière comme les graviers sableux (graviers alluviaux, moraines graveleuses) et les roches solides fissurées à grain fin comme les grès limoneux et les marnes ;



- sous-sol à capacité d'infiltration et d'absorption faible ou nulle : p. ex. roches cristallines et métamorphiques fissurées comme le granite et le gneiss et roches karstiques comme le calcaire et le gypse.

Cette appréciation sommaire peut s'effectuer à l'aide des documents de base disponibles (p. ex. cartes géologiques). Pour un examen détaillé, il faut faire appel à un géologue.

### Evaluation globale de la vulnérabilité des eaux souterraines en cas d'infiltration

L'évaluation globale de la vulnérabilité repose sur l'appréciation du sol (tableau 4) et prend toujours en considération les conditions prédominantes dans le sous-sol non saturé en eau. Le tableau 5 résume ces critères et l'évaluation sommaire de la vulnérabilité des eaux souterraines qui en découle.

### Evaluation sommaire de la vulnérabilité des eaux souterraines en relation avec la structure du sol et du sous-sol non saturé en eau

Vulnérabilité des eaux souterraines				
Structure du sous-sol non saturé en eau (épaisseur > 1m)	Structure du sol (selon tableau 4)			
	Optimale	Moyenne	Minimale	Insuffisante
Roches meubles à granulométrie fine comme les argiles, les limons argileux et les sables argilo-limoneux, et roches solides non fissurées à grain fin comme les marnes et les grès argilo-marneux	faible	faible	moyenne	élevée
Roches meubles à granulométrie grossière comme les graviers sableux, et roches solides fissurées à grain fin comme les grès limoneux et les marnes	faible	moyenne	élevée	élevée
Roches cristallines et métamorphiques fissurées comme le granite et le gneiss et roches karstiques comme le calcaire et le gypse	moyenne	élevée	élevée	très élevée

Tableau 5

Cette appréciation présuppose que la couche d'infiltration (épaisseur du sous-sol non saturé en eau) atteigne au moins un mètre. Si cette épaisseur est inférieure à 50 cm, il faut augmenter la vulnérabilité de un degré au moins, ou effectuer des examens supplémentaires. D'autre part, si le sous-sol non saturé en eau a plusieurs mètres d'épaisseur, des examens complémentaires sont aussi indiqués avant de réduire la vulnérabilité.

## Admissibilité d'une infiltration compte tenu de la pollution des eaux des voies de communication et de la vulnérabilité des eaux souterraines

		Infiltration		
Secteurs/zones de protection des eaux	Vulnérabilité des eaux souterraines (selon tableau 5)	Classe de pollution des eaux des voies de communication (selon tableau 3)		
		faible	moyenne	élevée
Autres secteurs	faible	admissible	admissible	admissible
	moyenne	admissible	admissible	admissible
	élevée	admissible	avec traitement	avec traitement
	très élevée	avec traitement	avec traitement	avec traitement
Secteur de protection des eaux A <sub>1</sub>	faible	admissible	admissible	admissible
	<b>moyenne</b>	<b>admissible</b>	<b>admissible</b>	avec traitement
	élevée	avec traitement	avec traitement	avec traitement
	très élevée	avec traitement	avec traitement	avec traitement
Zones et périmètres de protection		non admissible	non admissible	non admissible

### Définition des termes

Vulnérabilité des eaux souterraines en cas d'infiltration :

selon paragraphe 3.4.3

Secteur de protection des eaux :

selon annexe 4 OEaux ou la carte de protection des eaux

Pollution des eaux des voies de communication :

selon tableau 3

<b>admissible</b>
<b>avec traitement</b>
<b>non admissible</b>

infiltration admissible sans installation de traitement supplémentaire, sous réserve de mesures d'assainissement des eaux polluées (art. 47 OEaux).

infiltration admissible avec installation de traitement supplémentaire selon paragraphe 3.4.7 et 4.1.4

infiltration non admissible

Tableau 7



Les revêtements perméables ne conviennent que si une infiltration des eaux des voies de communication sur place est possible et admissible.

#### 4.1.2 Evacuation

L'évacuation des eaux des voies de communication et le cas échéant le déversement des eaux provenant des installations de rétention ou de traitement doivent être dimensionnés de sorte que les situations de débordement ne surviennent que rarement et sur de courtes durées. C'est important d'une part pour assurer la capacité de fonctionnement, d'épuration et de rétention des installations, et d'autre part pour limiter à des cas exceptionnels les dégâts d'inondation aux alentours.

En général, les systèmes d'évacuation des eaux des voies de communication doivent être conçus pour que les pics de concentration des substances polluantes et nocives qu'elles contiennent soient atténués et que les charges globales soient réduites autant que possible. Les fossés couverts de végétation qui jouent un certain effet d'épuration et de rétention en fonctionnement normal conviennent à cette fin. Après la libération accidentelle de substances nocives, les évacuations des eaux à ciel ouvert facilitent l'observation de la diffusion. Ils permettent en même temps un accès facile pour les interventions. En outre, dans les évacuations à ciel ouvert, le risque d'une destruction par explosion ou d'une accumulation de grands volumes de mélanges explosifs est faible.

#### 4.1.3 Infiltration sans installation de traitement

Du point de vue de la protection des eaux, l'infiltration a toujours la première priorité pour l'évacuation des eaux des voies de communication. Elle est admissible dans deux cas (cf. examen de l'admissibilité, tableau 7) :

- une infiltration est admissible sans traitement en raison des conditions locales
- une infiltration n'est admissible qu'après un traitement dans une installation.

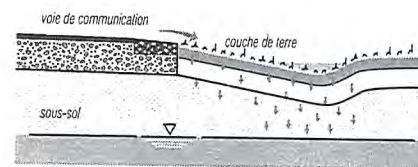
On entend par traitement dans ce contexte l'infiltration à travers une installation qui permet d'arrêter l'eau après son passage dans le sol ou le filtre et de contrôler sa qualité (cf. paragraphe 4.1.4).

Si l'eau d'infiltration n'est pas collectée après son infiltration, l'opération n'est pas considérée comme traitement. Ce mode naturel d'infiltration à travers une couche de terre recouverte de végétation doit être prévu si une infiltration sans traitement est admissible sur la base de l'examen d'admissibilité. La pluie déterminante doit pouvoir s'infiltrer dans les surfaces définies pour cela. Le cas échéant, il faut prévoir des restrictions constructives. La faisabilité (paragraphe 3.3) doit être examinée en ce sens. Des pollutions excessives peuvent surcharger l'effet filtrant des surfaces d'infiltration ou la supprimer avant terme. Elles peuvent également entraîner un engorgement et donc une atteinte à l'activité microbienne.

Les trois illustrations suivantes montrent schématiquement des conceptions possibles d'infiltration sans installation de traitement. Les flèches indiquent le cheminement prévu d'évacuation / infiltration. Un court-circuit entre la surface d'infiltration et la couche de terre recouverte de végétation peut entraîner une épuration insuffisante des eaux usées et des dommages à la voie de communication.

Une configuration appropriée permet de l'empêcher. En cas de revêtement perméable, une partie de l'eau des précipitations tombant sur les voies de communication s'infiltrerait directement dans le sous-sol.

#### Infiltration dans les bas-côtés et dans des fossés recouverts de végétation

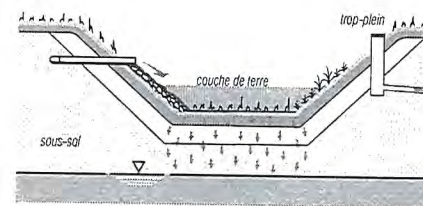


Il faut envisager chaque fois que c'est possible l'infiltration dans les bas-côtés ou dans des fossés et dépressions le long de la voie de communication. Elle satisfait habituellement de manière optimale aux exigences quantitatives et qualitatives de la protection des eaux.

Il faut s'assurer que l'infiltration de la pluie déterminante se fasse effectivement dans la bande réservée prévue à cet effet.

En général, la place nécessaire est plus faible pour l'infiltration dans des fossés ou des dépressions le long de la voie de communication. Pourtant, il faut veiller tout particulièrement au risque d'engorgement.

#### Dépression d'infiltration



Les dépressions d'infiltration permettent d'infiltrer les eaux captées des voies de communication en un lieu défini à travers une couche de terre aménagée artificiellement. L'aménagement adéquat de la couche filtrante permet d'obtenir un effet épurateur optimal. Il faut tenir compte du risque d'engorgement.

Si les eaux des voies de communication s'infiltreraient directement dans le sous-sol sans passage à travers un sol, il faut s'attendre à une large diffusion, difficile à contrôler, des polluants et des substances nocives des eaux des voies de communication. Les installations d'infiltration sans passage à travers un sol n'appartiennent donc pas aux types d'évacuation recommandés en priorité. Lors de nouvelles infiltrations ou de renouvellements importants, il faut renoncer à des installations sans passage à travers le sol ou placer en amont une installation de traitement avec une couche de terre (cf. paragraphe 4.1.4). Pour les installations existantes, en cas de soupçon de menace pour les eaux souterraines, il faut examiner au cas par cas les conditions et ordonner le cas échéant un assainissement.

Figure 4

Figure 5