



Auteur	E. Marclay	08.03.2021
Contrôlé	E. Champod	08.03.2021
Visa	E. Marclay	08.03.2021
Document	11127c-R1003	
Echelle	--	

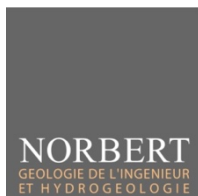
Désignation : Commune de Val-de-Travers / Noiraigue

Objet :

Dangers de chutes de pierres et blocs – Mesures de protection

Rapport géologie et technique
(projet d'ouvrage optimisé)

Mise à l'enquête



NORBERT SA
Géologues-Conseils
Rue Enning 6
1003 Lausanne

Tél : +41 21 323 05 35
Fax : +41 21 320 38 37
geol-Isne@norbert-sa.ch
www.norbert-sa.ch



BG Ingénieurs Conseils SA
Av. de Cour 61
Case postale 241
1001 Lausanne

Tél : +41 58 424 11 11
Fax : +41 58 424 11 22
lausanne@bg-21.com
www.bg-21.com



Carline Sàrl
Crêt-Vaillant 14
2400 Le Locle

Tél : +41 77 448 51 39
info@carlinebiodiversite.ch
www.carlinebiodiversite.ch

	Ind	Objet	Date	Auteur	Contr.
Modifications	a				
	b				
	c				
	d				
	e				
	f				
	g				

Table des Matières

	Page
1. INTRODUCTION.....	1
1.1. Prestations effectuées.....	2
1.2. Références.....	3
2. RECAPITULATIF DES ETAPES PRÉCÉDENTES.....	4
2.1. Etudes antérieures – Jalons principaux.....	4
2.2. Préavis et exigences des autorités.....	6
2.3. Rôle de la commune de Val de Travers.....	6
2.4. Interactions avec le projet d’assainissement du tunnel de la Clusette.....	6
3. SITUATION DE DANGER	7
3.1. Synthèse des secteurs déjà évalués.....	7
3.1.1. Conditions locales et géologiques.....	7
3.1.2. Activité du versant et cadastre des événements.....	8
3.1.3. Aléas, scénarios et danger de chute de pierres.....	10
3.1.4. Protections existantes.....	11
3.2. Complément Champ de la Pierre.....	12
3.3. Interactions entre processus.....	12
3.3.1. Eboulement.....	12
3.3.2. Glissement de terrain.....	12
3.3.3. Affaissement.....	12
3.3.4. Crue.....	13
3.3.5. Autres dangers.....	13
4. CONSEQUENCES ET RISQUES AVANT MESURES.....	13
4.1. Rappel des standards de la Confédération.....	13
4.2. Mise à jour du calcul de risque.....	14
4.2.1. Nouvelle version du calculateur EconoMe.....	14
4.2.2. Objets pris en considération.....	14
4.2.3. Modification de la prA.....	14
4.2.4. Adaptation des paramètres de modélisation.....	15
4.3. Risque individuel de décès.....	15
4.4. Risque collectif.....	17

4.5. Autres conséquences	18
4.6. Besoin d’agir	18
4.7. Objectif de protection.....	18
5. PROJET D’OUVRAGE OPTIMISE	19
5.1. Mesures pour la SiSto	19
5.2. Descriptions des mesures proposées	20
5.2.1. Secteur RC171 (annexe 0.8/2).....	22
5.2.2. Secteur H10 (annexe 0.8/1)	23
5.2.3. Secteur Village (annexe 0.8/1)	25
5.2.4. Secteur Champ de la Pierre (annexe 0.8/3).....	26
5.2.5. Secteur Furcil (annexe 0.8/3).....	26
5.2.6. Surveillance des aléas ponctuels (> 30 m ³) - Eboulement.....	27
5.3. Homologation des ouvrages pare-pierres.....	28
6. SITUATION APRÈS MESURES.....	28
6.1. Réduction des risques.....	28
6.1.1. Risque collectif.....	28
6.1.2. Risque individuel de décès	29
6.2. Efficacité des mesures.....	29
6.2.1. Effet des mesures sur le scenario Tr 300 ans.....	30
6.2.2. Effet des mesures sur les éboulements	30
6.3. Risque restant.....	30
7. ORGANISATION DES TRAVAUX.....	30
7.1. Contraintes environnementales	30
7.1.1. Impact des mesures.....	30
7.1.2. Suivi environnemental de réalisation (SER).....	31
7.2. Contraintes techniques	31
7.2.1. Adéquations et conflits avec le chantier de la galerie SiSto	31
7.2.2. Travaux préparatoires	32
7.2.3. Installation de chantier.....	33
7.2.4. Emprises	33
7.2.5. Trafic de chantier.....	34
7.2.6. Risque en phase chantier	35
7.2.7. Création d'une desserte forestière (en "remplacement" de l'ancienne RC).....	35

7.3. Phasage proposé	36
7.3.1. Lot 1 "Village" (secteurs Village + Fencil).....	36
7.3.2. Lot 2 "H10" (secteurs H10 + Champ de la Pierre)	36
7.3.3. Lot 3 "RC171" (secteur RC171).....	36
7.4. Planning intentionnel	36
8. COÛTS DES TRAVAUX.....	37
8.1. Devis détaillé.....	37
8.2. Preuve de la rentabilité (rapport utilité-coût).....	38
8.3. Clé de répartition des coûts	38
9. PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES SELON CONVENTION-PROGRAMME.....	39
9.1. Gestion intégrée des risques.....	39
9.1.1. Mesures d'aménagement du territoire	40
9.2. Aspect technique	40
9.2.1. Evaluation de la qualité technique	41
9.3. Planification participative	41
9.3.1. Evaluation du processus de planification participative.....	41
9.4. Conditions de propriété.....	43
9.5. Contrôle et entretien des ouvrages	44
10. CONCLUSIONS	45

Liste des annexes

Annexe n°	Contenu	N° de plan (interne)
0.1	Carte des aléas géologiques* 1:4'000	1127c-G48
0.2	Tableau des scénarios	
0.3	Carte des intensités Tr 5 ans avant mesures* 1:4'000	1127c-G49
0.4	Carte des intensités Tr 30 ans avant mesures* 1:4'000	1127c-G50
0.5	Carte des intensités Tr 100 ans avant mesures* 1:4'000	1127c-G51
0.6	Carte des intensités Tr 300 ans avant mesures* 1:4'000	1127c-G52
0.7	Carte de dangers avant mesures* 1:4'000	1127c-G53
0.8	Situation des mesures proposées (3 plans)* 1:1'500	1127c-S54
0.9	Estimations de coût ($\pm 10\%$)	
0.10	Résultats des calculs de risque (selon EconoMe 5.0)	
0.11	Carte des intensités Tr 5 ans après mesures* 1:4'000	1127c-G55
0.12	Carte des intensités Tr 30 ans après mesures* 1:4'000	1127c-G56
0.13	Carte des intensités Tr 100 ans après mesures* 1:4'000	1127c-G57
0.14	Carte des intensités Tr 300 ans après mesures* 1:4'000	1127c-G58
0.15	Planning intentionnel général des travaux	
0.16	Compte-rendu de la séance publique du 1 ^{er} octobre 2020	
0.17	Déclaration d'engagement de la Commune de Val-de-Travers	
0.18	Principes et phasages de la réutilisation des mat. d'excav. de la SiSto	
0.19	Calcul du risque pour les ouvriers lors des interventions sur l'ancienne RC	

*Source des géodonnées: SITN et Swisstopo

Liste des figures

Fig. 1.	Situation de la zone d'étude (2013-2014), y compris extension ouest (projet optimisé).....	1
Fig. 2.	Illustration du calcul de la prA selon la méthode "OFROU".....	15
Fig. 3.	Objets touchés par les chutes de pierres.	16
Fig. 4.	Mesures de protection pour le portail Ouest de la SiSto en phase de chantier. En rouge filets pare-pierre (mesure définitive), en bleu treillis plaquée (mesure provisoire).	20
Fig. 5.	Exemple de filet pare-pierres 5'000 kJ, hauteur 6 m (photo Geobrug AG).	24
Fig. 5.	Ouvrages annexes provisoires (en jaune). Hachures : bleu foncé = zone d'installation, bleu clair = aire de chantier. En rouge future desserte forestière, à réaliser ultérieurement aux travaux (cf chapitre 6.2.6).	26
Fig. 7.	Aléas ponctuels à surveiller (mise en place de témoins sur fissures). Violet = dangerosité élevée, rose = dangerosité moyenne.....	27
Fig. 8.	Situation présumée de la nouvelle desserte forestière (en rouge). En vert remblayage de l'ancienne RC. En brun digue "Village" et piste d'accès.	35

Liste des tableaux

Tabl. 1.	Scénarios admis pour l'aléa diffus, soit les volumes pour chaque formation et chaque temps de retour (les dimensions d1, d2 et d3 sont les paramètres introduits dans le logiciel RockyFor3D®). ..	10
Tabl. 2.	Classification du risque selon l'OFEV.....	13
Tabl. 3.	Synthèse du calcul du risque individuel de décès (avant mesures).	17
Tabl. 4.	Analyse des conséquences avant mesures : ampleur des dégâts aux biens et personnes menacés ainsi que risque collectif annualisé (résultats des calculs EconoMe 5.0).	17
Tabl. 5.	Analyse des conséquences après mesures : ampleur des dégâts aux biens et personnes menacés ainsi que risque collectif annualisé (résultats des calculs EconoMe 5.0).	28
Tabl. 6.	Synthèse du risque individuel de décès (après mesures), sans le Tr 300 ans.	29
Tabl. 7.	Synthèse des coûts (en CHF TTC à $\pm 10\%$).	37
Tabl. 8.	Liste des parcelles sur lesquelles les mesures se situeront (emprise définitive).	43

1. INTRODUCTION

Le Service de l'aménagement du territoire du canton de Neuchâtel a mandaté le bureau Norbert SA Géologues-conseils à Lausanne à l'automne 2012 et au printemps 2014. Le but était d'une part, d'analyser la situation de danger et de risque (en précisant la carte de dangers de 2007) ainsi que, d'autre part, de définir les mesures de protection à mettre en place contre les chutes de pierres et blocs (CPB) et les éboulements (EBO) dans le secteur Noiraigue – La Clusette.

A Noiraigue, nos études ont montré que l'exposition aux dangers n'est pas acceptable. Les principaux objets concernés sont une partie du village, la H10 Neuchâtel-Fleurier et la RC171 Travers-Ponts-de-Martel (fig. 1). Cela dit, bien que les deux routes soient de très grande importance pour l'accès au Val-de-Travers - en particulier la H10 - le problème principal découle de l'exposition du village de Noiraigue au danger de chutes de pierres.

La protection du village étant ainsi au cœur du projet, les autorités communales se sont saisies du dossier, conformément aux recommandations et avec l'appui du Géologue cantonal. La suite du projet a consisté en la mise à jour de l'avant-projet/projet d'ouvrage de 2014 avec une optimisation demandée par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).

Notons ici que selon l'OFEV (bafu.admin.ch), la protection absolue contre les dangers naturels n'existe pas et qu'il est nécessaire de trouver un équilibre entre les exigences concernant la sécurité et la viabilité financière. Cet objectif doit être atteint à l'aide d'une gestion intégrée des risques afin de parvenir à une sécurité durable et comparable au niveau national pour la population, les biens de haute valeur et les ressources naturelles, et de la maintenir à long terme, ce qui implique la participation de tous les protagonistes.

Signalons encore que les bureaux BG Ingénieurs-conseils SA, pour l'ingénierie-géotechnique, et Carline Sàrl, pour les aspects "nature et paysage" complètent l'équipe de mandataires.

Enfin, des synergies importantes ont pu être trouvées avec le projet d'assainissement du tunnel de la Clusette du Service des ponts et chaussées (SPCH), en particulier la réalisation de la galerie de sécurité appelé communément SiSto.

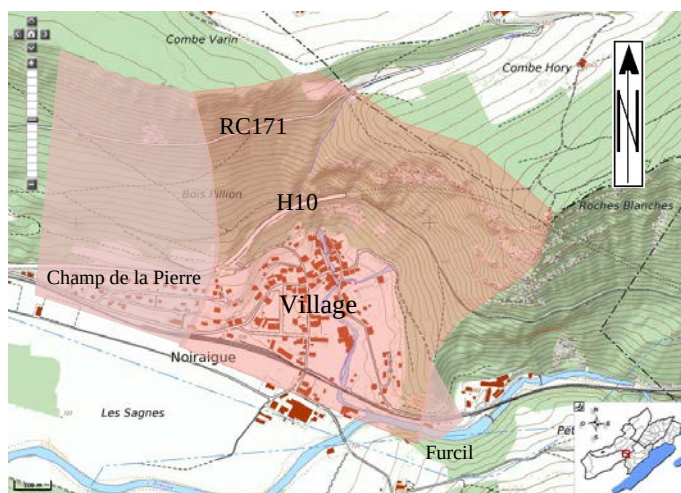


Fig. 1. Situation de la zone d'étude (2013-2014), y compris extension Ouest – Champ de la Pierre et Est - Furcil (projet optimisé).

Le présent document constitue la pièce n°3 du dossier de mise à l'enquête des travaux des mesures de protection contre les chutes de pierres à Noiraigue.

1.1. Prestations effectuées

- ❑ Reprise de l'étude de 2014 [7] et prise en compte des demandes spécifiques de l'OFEV pour l'optimisation du projet (voir chapitre 2.2).
- ❑ Extension de la zone d'étude (secteurs Champ de la Pierre et Furcil) avec trajectographies RockyFor3D automatique dans un premier temps.
- ❑ Relevés de terrain complémentaires les 9 avril, 10 juin (avec vol drone), 28 août et enfin le 8 septembre 2020 avec M. Mueller de Geobruigg AG.
- ❑ Divers contacts avec le voyer des routes et M. Maurice Grunig relatifs à des événements récents dans le secteur
- ❑ Définition technique des trois variantes, et analyse de leur effet par des trajectographies 3D (logiciel RockyFor3D® d'ecorisQ).
- ❑ Estimation de coût à $\pm 10\%$ de la variante optimisée.
- ❑ Examen des possibilités de synergie avec le projet du Service des Ponts et Chaussées (SPCH) du canton de Neuchâtel.
- ❑ Optimisation des mesures et dimensionnement (digues, filets pare-pierres, treillis plaqués, clouage,...).
- ❑ Définition d'un planning intentionnel des travaux.
- ❑ Etablissement des cartes d'intensité avant et après mesures et de la carte de danger.
- ❑ Calcul, au moyen de l'outil EconoMe 5.0 des risques individuel et collectif (état actuel et risque restant).
- ❑ Calcul du rapport utilité-coût (rentabilité).
- ❑ Séance de présentation des premiers résultats à la commune, en présence de l'OFEV, du géologue cantonal, de la commune des autres mandataires (BG Ingénieurs-conseils et Carline Sàrl), le 10 juin 2020.
- ❑ Etablissement d'un descriptif du projet pour le rapport du Conseil communal au Conseil général, sous la forme d'une note technique.
- ❑ Séance de présentation publique du projet à la population, le 1^{er} octobre 2020.
- ❑ Coordination avec les ingénieurs du projet d'assainissement du tunnel de la Clusette et avec le SPCH du canton de Neuchâtel.
- ❑ Coordination avec le SFFN pour les aspects relatifs à l'entretien forestier, en particulier la création d'une nouvelle desserte en remplacement de l'ancienne RC.
- ❑ Recherche de documentation concernant l'ancienne mine du Furcil, notamment auprès de l'ISSKA, afin d'évaluer l'impact potentiel sur la stabilité du secteur (chemin du Mont en particulier).
- ❑ Coordination avec la commune de Noiraigue, le géologue cantonal, l'OFEV et les mandataires, sous la forme de séances et/ou de contacts.
- ❑ Etablissement des différentes pièces pour le dossier de mise à l'enquête, en particulier les plans d'emprise et la liste des parcelles et surfaces touchées à chaque étape des travaux.
- ❑ Etablissement du présent rapport technique et de ses annexes.

1.2. Références

Les principaux documents consultés et utilisés sont les suivants :

Etudes précédentes

- [1] Carte des dangers des communes de Motiers, Couvet, Boveresse, Travers, Noiraigue, Brot-Dessous et Rochefort. Rapport et annexes. Association SDI-BEG (janvier 2007)
- [2] Analyse du danger Chute de pierres et blocs sur la parcelle N° 792 à Noiraigue. Rapport géologique NORBERT SA (14 juillet 2010)
- [3] Route principale H10 - Passage de La Clusette - Investigations mur N°62/63. Avis géologique NORBERT SA (31 août 2011)
- [4] Tunnel de la Clusette (KUBA N° OA 10 3400). Rapport de vérification OPAN concept SA (20 décembre 2011)
- [5] Maintenance des ouvrages d'art : mur ancré N°62/63. Rapport de vérification 2012. Groupement GUMA – DCG SA/NORBERT SA/OPAN concept SA (22 août 2012)
- [6] Analyse du danger de chutes de pierres et d'éboulement / Commune de Val-de-Travers, Noiraigue. Rapport géologique NORBERT SA (16 décembre 2013)
- [7] Danger de chutes de pierres et blocs / Commune de Val-de-Travers, Noiraigue. Rapport d'avant-projet & projet d'ouvrage. NORBERT SA (19 décembre 2014)
- [8] Noiraigue – La Clusette – Chute de Blocs : Modélisation trajectographique 3D. Rapport ELR. CSD ingénieurs SA (13 mars 2019)
- [9] Chutes de pierres et blocs - Analyse préliminaire du danger à l'Ouest du village de Noiraigue (Champ-de-la-Pierre). Note géologique NORBERT SA provisoire (5 juillet 2019)
- [10] Galerie de sécurité (SiSto) – Portails Est et Ouest – Dangers de chutes de pierres – mesures de protection - Rapport géologique pour la mise à l'enquête - NORBERT SA (16 octobre 2020)
- [11] Assainissement et sécurisation du tunnel de la Clusette. Dossier de mise à l'enquête – OPAN concept SA, BG Ingénieurs conseils SA et BiolConseils SA (16 octobre 2020)
- [12] Projet de protection contre les chutes de pierres à Noiraigue (NE). Analyse de l'impact sur la nature et le paysage. Rapport préliminaire CARLINE Sàrl (11 novembre 2019)
- [13] Service de l'aménagement du territoire – Etat de Neuchâtel – Noiraigue . La Clusette – Chutes de blocs. ELR Modélisation trajectographiques 3D. CSD (13 mars 2019)
- [14] Archives de Maurice Grünig et communications orales

Documentation générale

- [15] Géoportail du système d'information du territoire Neuchâtelois. SITN.
- [16] Atlas géologique de la Suisse 1: 25'000. Feuille N°1163 - Travers. Carte et notice explicative.
- [17] Protection contre les dangers dus aux mouvements de terrain. Aide à l'exécution OFEV (2016).
- [18] Aménagement du territoire et dangers naturels. Recommandation ARE-OFEG-OFEPF (2005)
- [19] Danger naturel « Chutes de pierres » pour les routes nationales : Vérification des galeries existantes. Documentation OFROU (2004)

- [20] EconoMe 5.0 - Outil de calcul en ligne du caractère économique des mesures de protection contre les dangers naturels. Manuel / documentation. Office fédéral de l'environnement OFEV.
- [21] Analysis of Existing Rockfall Embankments of Switzerland (AERES) IRSTEA-HES Lucerne (2017).
- [22] Liste et répertoire de filet pare-pierres homologués - OFEV (2020)
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/dangers-naturels/info-specialistes/gestion-des-dangers-naturels/dangers-naturels--mesures/dangers-naturels--mesures-techniques/dangers-naturels--homologation.html>
- [23] Dangers naturels sur les routes nationales : Concept de risque- Méthodologie basée sur les risques pour l'évaluation, la prévention et la maîtrise des dangers naturels gravitationnels sur les routes nationales. Documentation ASTRA 89001. Edition 2012 V2.20.
- [24] Manuel sur les conventions-programme 2020-2024 dans le domaine de l'environnement OFEV (2018)
- [25] Manuel de Contrôle des Ouvrages de Protection - COP) v. 4.0 fév. 2018 (Grisons AWN, en collaboration avec Berne-DDN et Valais SFCEP)

2. RECAPITULATIF DES ETAPES PRÉCÉDENTES

2.1. Etudes antérieures – Jalons principaux

14 juillet 2010	Rapport géologique Norbert SA – Analyse du danger de chutes de pierres pour un projet de construction sur une parcelle privée dans le village de Noiraigue. Mandat séparé.
22 août 2012	Rapport GUMA (avec participation Norbert SA). - Vérification et maintenance des ouvrages d'art de la H10 : mur en béton avec bac en porte porte-à-faux pour contenir les chutes de pierres. Mandat séparé
Oct. 2012 à oct. 2013	Travail de terrain et d'analyse trajectographique 3D (logiciel RockyFor3D®). Etude de variantes de mesures de protections.
29 octobre 2013	Séance de coordination avec M. C. Dénervaud (Géologue cantonal).
16 novembre 2013	Séance de coordination avec M. C. Dénervaud et M. B. Loup (OFEV).
16 décembre 2013	Rapport géologique Norbert SA - Analyse du danger de chutes de pierres et d'éboulement.
Été-automne 2014	Relevé de terrain complémentaire, analyse du risque (calculateur EconoMe 2.3).
20 novembre 2014	Séance de coordination avec M. C. Dénervaud (Géologue cantonal) et M. F. Del Rio (SPCH).
19 décembre 2014	Rapport géologique Norbert SA – Avant-projet et projet d'ouvrage (= étude préliminaire). Choix de la variante pour le projet d'ouvrage (protection du village et des deux routes cantonales).

28 octobre 2015	Préavis favorable de l'OFEV (en vue d'un subventionnement) sous réserve de l'optimisation du projet.
1 ^{er} décembre 2015	Visite locale et séance avec MM C. Dénervaud et B. Loup.
13 avril 2018	Note géologique Norbert SA – Détermination de mesures de protection pour un projet de construction au Ch. du Bochat (village de Noiraigue). Mandat séparé.
2 octobre 2018	Séance de coordination avec MM C. Mermet et R. Chieppa (commune de Val-de-Travers) et M. C. Dénervaud (remise d'un cahier des charges par ce dernier pour l'optimisation du projet).
4 juillet 2019	Note géologique Norbert SA Analyse préliminaire du danger à l'Ouest du village de Noiraigue (Champ de la Pierre).
8 juillet 2019	Séance de coordination avec MM. C. Mermet, R. Chieppa et C. Dénervaud.
Automne 2019- été 2020	Investigations de terrain complémentaires, analyses, mise à jour du projet d'ouvrage (extension Champ de la Pierre et Furcil, approche intégrale des dangers, ...).
10 juin 2020	Séance de présentation du projet optimisé à l'OFEV et au géologue cantonal, avec Mme A. Perez-Graber (Carline Sàrl), MM C. Mermet, R. Chieppa, C. Dénervaud, B. Loup et G. Babaz (BG Ingénieurs conseils SA). Premières discussions sur l'idée d'une synergie avec les travaux de la SiSto, en particulier pour la réutilisation des matériaux (digues et remblayage de l'ancienne RC).
20 juillet 2020	Séance de coordination avec le conservateur cantonal de la nature (SFFN) M. Jacot-Descombes.
1 ^{er} septembre 2020	Séance de discussion avec la commune (M. Mermet), le SPCH (M. Meister) et le géologue cantonal (M. Dénervaud), concernant la répartition financière commune-SPCH.
2 septembre 2020	Séance de présentation du projet aux ONG (WWF et Pro Natura), y compris présentation du projet d'assainissement du tunnel de la Clusette par le SPCH (MM Meister et Chappuis).
18 septembre 2020	Note technique Norbert SA décrivant le projet, pour le rapport du Conseil communal au Conseil général.
1 ^{er} octobre 2020	Séance de présentation du projet à la population.
30 septembre 2020	Séance à Noiraigue avec Mmes F. Hippenmeyer et N. Froidevaux (Office du patrimoine et de l'archéologie) et Mme C. Perez-Graber (Carline Sàrl).
16 octobre 2020	Rapport géologique Norbert SA - Galerie de sécurité (SiSto) - Danger de chutes de pierres aux portails Est et Ouest - Mesures de protection. Mandat séparé dans le cadre de la mise à l'enquête des travaux d'assainissement et sécurisation du Tunnel de la Clusette.
18 décembre 2020	Séance de discussion avec la commune (MM Mermet et Mairy), le service forestier communal (M. Montandon), l'inspecteur forestier d'arrondissement (M. Mercier) et Mme Perez-Graber (Carline Sàrl).

29 janvier 2020

Téléséance de coordination avec la commune (MM Sivignon et Chieppa), le géologue cantonal (M. Dénervaud), Mme Perez-Graber (Carline Sàrl) et G. Babaz (BG Ingénieurs conseils SA).

2.2. Préavis et exigences des autorités

A l'issue de l'étude de 2014, l'OFEV s'est prononcé favorablement vis-à-vis du projet en demandant toutefois des modifications visant à l'optimiser.

Ces demandes, énumérées dans le préavis de l'OFEV du 28 octobre 201, sont résumées ci-dessous :

- Optimiser les mesures proposées :
 - Etendre le secteur d'étude et la protection à l'ensemble du village (secteurs Champ de la Pierre et Furcil).
 - Revoir la position (et la nécessité) d'un tronçon de digue en amont du village, en conflit avec les objets à l'Inventaire fédéral des voies historiques de la Suisse (IVS).
 - Evaluer la nécessité de mesures dans les parois dominant la source de la Noiraigue.
 - Prendre en compte des mesures non constructives.
- Analyser les possibilités de remobilisation de bloc dans la pente à l'aval des ouvrages.
- Améliorer le rapport coût – efficacité de mesure (selon le calculateur EconMe de la Confédération).
- Réduire les coûts si possible.
- Reconsidérer le calcul du risque en adaptant le paramètre de la probabilité d'occurrence spatiale (prA).
- Réviser éventuellement les objectifs de protection (d'entente avec la commune et le SPCH).
- Mener une approche intégrale des dangers et risques (interactions avec d'autres processus dangereux).
- Prendre en compte les contraintes environnementales.
- Répartir les coûts entre les bénéficiaires des mesures.

2.3. Rôle de la commune de Val de Travers

Les autorités communales ont repris l'étude à leur compte fin 2018, en confiant à leurs mandataires la tâche d'établir le projet d'ouvrage optimisé, sur la base de l'étude de 2014.

La commune agit aujourd'hui comme Maître d'ouvrage et coordonne l'ensemble du projet de protection du village (qui inclut les deux routes cantonales).

2.4. Interactions avec le projet d'assainissement du tunnel de la Clusette

Le SPCH a entamé depuis plus de 10 ans des études liées à la surveillance et l'entretien du tunnel de la Clusette avec notamment l'inspection principale de l'ouvrage en 2008 qui a révélé un état jugé "défectueux" (note 3 sur 5).

En 2015, le concept d'intervention - assainissement et sécurisation du tunnel (excavation d'une galerie de sécurité) a été défini et a permis l'octroi d'un crédit de 39.1 millions par le Grand Conseil Neuchâtelois en 2019.

Aujourd'hui, les mandataires du SPCH, le groupement d'ingénieur OPAN Concept SA et BG Ingénieurs conseils ont poursuivi les études de l'avant-projet et du projet d'ouvrage.

La mise à l'enquête a été lancée en automne 2020 et le démarrage des travaux se fera fin 2021. La mise en service de la galerie de sécurité (SiSto) est attendue en principe pour 2024 et la fin des travaux d'assainissements du tunnel en 2026.

Dans le cadre de ce projet, le SPCH a mandaté le bureau Norbert SA Géologues-conseils pour analyser la problématique des dangers de chutes de pierres et les risques aux portails Est et Ouest de la future SiSto.

Cela a permis de trouver des synergies intéressantes entre le projet cantonal et celui de la Commune.

Tout d'abord, une partie des mesures de protection nécessaire au portail Ouest pour la phase de chantier, sera conservée. Il s'agit de deux filets pare-pierres. Ils offrent également une protection pour le secteur du village et permettent ainsi une réduction de la longueur de la digue en contrebas.

Ensuite, une partie des matériaux d'excavation de la future SiSto sera réutilisée sur place, destinée en grande partie à deux usages :

- ❑ La constitution des digues (en terre armée et gabions) prévues dans le projet de protection de Noiraigue, avec notamment l'acheminement des matériaux directement du portail Ouest de la SiSto vers l'ancienne RC puis le lieu d'implantation des digues.
- ❑ Le remblayage de l'ancienne RC.

Ces synergies présentent de nombreux avantages, tant financiers qu'environnementaux, qui s'inscrivent dans une démarche de développement durable : diminution importante du nombre de camions transitant dans le village, pas d'importation de matériaux nécessaire pour les digues, réduction de la mise en décharge des matériaux d'excavation.

3. SITUATION DE DANGER

3.1. Synthèse des secteurs déjà évalués

L'essentiel des informations contenues dans ce chapitre résumant les données acquises dans nos études antérieures. Pour plus de détail, le lecteur se référera à aux rapports Norbert SA du 16 décembre 2013 [6] et du 19 décembre 2014 [7].

3.1.1. Conditions locales et géologiques

Le village de Noiraigue est bâti sur une plaine constituée d'alluvions, de limons lacustres, et de tourbe, témoignant de la présence d'un ancien lac. Celui-ci serait apparu à la suite d'embâcles au niveau du Furcil, créée par de grands éboulements tardiglaciaires depuis le Creux-du-Van sur le versant sud de la vallée.

Le village est dominé au Nord par un versant couvert de matériaux meubles jusqu'à environ 900 m d'altitude. Cette couverture est constituée de dépôts morainiques et glaciolacustre (en terrasses), de quelques cônes de déjection, ainsi que d'éboulis plus ou moins actifs. Elle est largement couverte de forêt.

A l'Est le relief du versant est marqué par quelques dépressions (annexe 0.1).

Le versant est entrecoupé horizontalement de plusieurs cordons de falaises, s'étagant entre 750 et 1'100 m d'altitude et formant un grand cirque. Les roches sont essentiellement des calcaires, en gros bancs voire massifs, entrecoupés de quelques niveaux marneux. Il en résulte une morphologie formée de vires et de falaises, atteignant parfois plusieurs dizaines de mètres de hauteur.

D'un point de vue structural, le versant rocheux se situe dans l'anticlinal de Solmont – La Tourne, dont l'axe E-W passe par le sommet de La Clusette. Les pendages de couches sont néanmoins subhorizontaux, parfois faiblement inclinés vers l'aval. Un ensemble de grands accidents tectoniques de type décrochant recoupe le versant avec des orientations NE-SW. En plus du plan stratigraphique, au moins quatre familles de fractures sont présentes (généralement subverticale). Ces discontinuités découpent les falaises calcaires, ce qui génère des instabilités rocheuses en parallélipèdes de taille variable. Les mécanismes d'instabilité sont majoritairement de type glissement superficiel et basculement. Le facteur déclenchant est principalement lié à la mise en charge de l'eau dans les fractures ou aux effets des cycles de gel-dégel.

Notons que la zone de Rosières (annexe 0.1), en amont de la route cantonale H10 à l'Ouest de Champ de la Pierre, est affectée par des glissements de terrain lents (2-10 cm/an) semi-profonds à profonds (2-10 m), mais qui peuvent se mobiliser rapidement selon [1].

Selon la carte des phénomènes de l'étude de danger SDI-BEG [1], aucune zone d'effondrements karstiques (doline) ne se trouve dans le secteur investigué. Nous n'en avons pas relevé non plus.

Toujours selon cette étude, un important secteur d'affaissement est présent dans la zone de la Clusette – Furcil, en bordure Est de notre secteur d'étude. Il est dû à l'effondrement d'anciennes galeries minières (mines du Furcil) qui se manifestent en surface par des fontis et fissures. L'affaissement de plusieurs niveaux de galeries a pour conséquence indirecte le tassement rocheux d'une importante partie de l'éperon de la Clusette et de fréquents éboulements et chutes de pierres. Notons qu'après analyse de la géométrie 3D des galeries de mines (données ISSKA), les quelques dépressions dans le versant à l'Est du Village ne sont vraisemblablement pas des fontis. Il n'est pas impossible qu'il s'agisse en réalité d'anciennes zones d'emprunt de matériaux ayant servis jadis à la réalisation de la première route dans le versant en amont du Furcil (aujourd'hui le chemin du Mont).

Signalons encore la présence de deux résurgences karstiques en pied de versant, aux alentours du village de Noiraigue. Il s'agit de la source (non pérenne) de la Libarde et de celle de la Noiraigue, au débit continu important. Les deux ruisseaux que forment ces sources se rejoignent au centre du village, puis les eaux vont se jeter dans l'Areuse.

3.1.2. Activité du versant et cadastre des événements

Signalons d'emblée qu'un cadastre des événements a été établi en 2007 dans le cadre de l'étude multi-phénomène de cartographie des dangers naturels (SDI-BEG) [1]. Depuis lors, nous savons que les voyers recensent les principaux événements avec quelques photographies.

Le secteur est connu depuis longtemps pour son activité d'éboulement et de chutes de pierres et blocs, particulièrement les falaises surplombant le Furcil au Sud du massif de la Clusette. Elle a nécessité à plusieurs reprises le détournement de la circulation. La route passait jusqu'en 1816 sur la colline du Furcil et en amont des mines (sous la fameuse "Roche taillée"). Depuis son aménagement entre 1817 et 1819, la route de La Clusette, dite ci-après "ancienne RC", a aussi été menacée par des chutes de pierres et des éboulements à plusieurs reprises, jusqu'à l'ouverture du tunnel de la Clusette et de la H10 en 1975. Une partie des anciens tronçons sont aujourd'hui classé à l'IVS.

Quelques événements liés aux chutes de pierres (liste non exhaustive) concernent plus directement le secteur étudié, mais leur position géographique est souvent approximative (voir annexe 0.1) :

1968	Un événement décide de la mise sous tunnel de la route cantonale H10, régulièrement sujette aux chutes de pierres et éboulements. Le tunnel de La Clusette sera ouvert en 1975.
1979	RC171 (carrefour du bas ? au lieu-dit Les Charrières). Un bloc de 2 m ³ atterri sur la route.
1995-1996	Sortie Ouest du Tunnel de La Clusette (bas de la Combe Hory). Un bloc de 1 m ³ s'arrête juste avant la route cantonale (H10).
2004	RC171 (?). Voiture endommagée par un bloc de 40 centimètres de diamètre.
2019	Chute d'un bloc de l'ordre de 100 litres sur le portail Ouest du tunnel de la Clusette, endommageant un regard en béton (date inconnue, constat lors de la visite annuelle des voyers).
Récurrent	Sortie Ouest du Tunnel de La Clusette. La présence de petits blocs sur la route cantonale H10 n'est pas rare, même en aval des murs en porte-à-faux.
Récurrent	RC171. Chute de pierre intense sur le haut de la route (souvent déclenché par le gibier selon le voyer), taille de blocs jusqu'à 20 cm.
Récurrent	Versant au-dessus de Noiraigue. Chute de pierres liées à l'entretien de la Via ferrata.

Dans la zone de Rosières un événement de type glissement de terrain est connu, en 1956 [1], à la hauteur de la bifurcation de la H10 vers le village de Noiraigue. Il a affecté la chaussée ainsi que la voie de chemin de fer.

Au cours des 200 dernières années de nombreux événements liés au phénomène d'affaissement sont recensés dans le secteur du Furcil selon [1]. Comme dit précédemment, ils sont parfois associés aux événements de chutes de pierres. Signalons que l'ancienne RC, a subi, jusqu'à son abandon en 1975, des déformations importantes par affaissement en 1896, 1901 et 1917. Depuis la construction du tunnel de la Clusette, d'autres manifestations du phénomène se sont marquées sur cet ancien tronçon, provoquant sa fermeture aux randonneurs en 1998.

En termes de crue, aucun événement lié à la Noiraigue ou la Libarde ne nous est connu.

3.1.3. Aléas, scénarios et danger de chute de pierres

Dans l'analyse de dangers effectuée, nous avons séparés le phénomène chute de pierres et blocs (aléas diffus d'un volume maximum de 10m³ après fragmentation), et le phénomène éboulement (aléas ponctuels de volume supérieur à 30 m³). Ce dernier n'est pas intégré ici, puisqu'il ne peut pas être maîtrisé par des mesures de protection actives. Des mesures passives (aménagement du territoire, système de surveillance, plan d'alarme, ...) doivent être envisagées pour se prémunir de ce danger.

Pour l'aléa diffus, nous n'avons retenu que les falaises et autres affleurements comme zone source. Les quelques éboulis "actifs" n'ont ainsi pas été considéré comme telle. En effet, ils correspondent par définition à des zones d'arrêt des blocs, où les processus de remobilisation sont plutôt rares (processus par conséquent non considéré). Les scénarios ont été définis pour chacune des cinq formations géologiques formant des falaises (voir annexe 0.1), en définissant une taille de bloc caractéristique par temps de retour. Les formations du Kimméridgien et du Portlandien, très similaires (calcaires massifs en gros bancs), génèrent les volumes les plus importants, entre 0.5 et 10 m³ (voir tableau Tabl. 1 et annexe 0.2).

Pour cette phase d'étude, un scénario additionnel de temps de retour 5 ans a été définis en complément des trois scénarios classiques à 30, 100 et 300 ans. Celui-ci permettra une meilleure évaluation du risque à court terme, et par conséquent de la rentabilité des mesures projetées.

	Tr 5 ans				Tr 30 ans				Tr 100 ans				Tr 300 ans			
Formations	d1 (m)	d2 (m)	d3 (m)	Volume (m ³)	d1 (m)	d2 (m)	d3 (m)	Volume (m ³)	d1 (m)	d2 (m)	d3 (m)	Volume (m ³)	d1 (m)	d2 (m)	d3 (m)	Volume (m ³)
Crétacé (Valanginien inf.)	0.2	0.2	0.4	0.02	0.5	0.6	0.6	0.2	0.8	0.8	0.8	0.5	1	1	1	1
Portlandien	0.5	0.5	0.6	0.15	1	1	0.5	0.5	2	2	0.5	2	3	3	1.1	10
Kimméridgien	0.5	0.5	0.6	0.15	1	1	0.5	0.5	2	2	0.5	2	3	3	1.1	10
Séquanien	0.5	0.5	0.4	0.10	0.5	0.6	1	0.3	0.8	0.8	1.5	1	1	2	2	4
Dogger (Callovien)	0.3	0.3	0.4	0.04	0.5	0.5	0.8	0.2	0.8	0.8	1.5	1	1	1	2	2

Tabl. 1. Scénarios admis pour l'aléa diffus, soit les volumes pour chaque formation et chaque temps de retour (les dimensions d1, d2 et d3 sont les paramètres introduits dans le logiciel RockyFor3D®).

En ce qui concerne le danger de chute de pierres, par rapport à la carte de danger établie en 2007 [2], l'étude Norbert SA a fait apparaître un découpage plus détaillé des zones de danger, et de manière générale, un degré de danger plus important. La carte correspondante, mise à jour par nos soins durant cette étude est donnée à l'annexe 0.7. Celle figurant actuellement sur le Géoportail cantonal [15] est celle de notre étude 2014. Il conviendra dès lors de la remplacer (extension dans le secteur Champ de la Pierre et découpage ajusté au niveau du Village).

Ainsi, le phénomène de chutes de pierres génère un danger élevé pour une partie du village de Noiraigue ainsi que pour les routes H10 et RC171 et la route du Fucil.

3.1.4. Protections existantes

La quasi-totalité du secteur est recouvert d'une forêt à fonction protectrice "particulière", placée à l'inventaire fédéral. Notons qu'elle est prise en compte dans les modélisations trajectographique avant et après mesures.

Plusieurs autres mesures de protection ont été aménagées dans le secteur depuis une cinquantaine d'années. Un inventaire sommaire a été effectué par le groupement SDI-BEG en 2007 [1]. Au gré de nos investigations sur le terrain, nous avons pu le compléter (voir annexe 0.1).

Il se présente aujourd'hui comme suit (du Nord au Sud) :

- ❑ Le long de la RC 171, dans le secteur Bois du Châble :
 - Treillis métalliques double torsion suspendus relativement récents, couvrant une portion très fracturée de la falaise de Séquanien en bord de route (545'480/201'270).
- ❑ Sur la route cantonale H10, plusieurs aménagements protègent le portail Ouest du tunnel de La Clusette :
 - Bacs en béton armés (construit en 1974), avec deux porte-à-faux sous les grands éperons rocheux (545'690/ 201'070 et 545'750/201'080). Lors de la vérification de 2012 3, son état a été jugé bon, mais sa capacité de résistance nettement insuffisante au vu des énergies en jeu.
 - Ecran formé de profilés métalliques (traverses de chemin de fer), placé entre les deux éperons rocheux ci-dessus (545'700/201'100).
 - Nombreuses barres d'ancrages (clous) dans les parois surplombant le portail (y compris mesures d'urgence 2011), et quelques rails métalliques fichés perpendiculairement dans le rocher.
 - Galerie en béton couvrant la route au portail Ouest du tunnel de la Clusette (545'780/201'080).
 - Treillis métallique simple torsion suspendu, au-dessus de la galerie en béton ci-dessus (mauvais état).
- ❑ Le long de l'ancienne route cantonale abandonnée en 1975 :
 - Un écran, formé de profilés métalliques (traverses de chemin de fer), situé juste à l'amont du croisement avec un chemin forestier (546'030/200'900). Bien qu'apparemment en bon état, son efficacité est jugée nulle à l'échelle du versant.
- ❑ En bordure du village :
 - Digue dans le quartier "Les Vergers" (545'880/200'850). Elle figure dans l'inventaire SDI-BEG [2]. Elle a été érigée comme protection contre les crues de la Libarde, en amont d'une remise construite au début des années 2000.
 - Digue en terre, en amont de la rue du Furcil (546'000/200'460). Elle est jugée en bon état, mais sa hauteur utile est insuffisante selon les résultats la modélisation (des blocs passent par-dessus pour chaque temps de retour).

Ayant peu d'information sur leurs caractéristiques ni sur leur efficacité, les mesures de protection existantes n'ont en général pas été prise en compte (barres d'ancrages, anciens ouvrages pare-pierres,...). Seule la digue au Furcil a été intégrée dans les modèles avant mesures.

3.2. Complément Champ de la Pierre

Cette partie du village ne faisant pas partie du périmètre investigué lors de notre étude de 2013-2014, une analyse préliminaire de la situation de danger dans le secteur Champ de la Pierre a tout d'abord été effectuée [6].

Le but était de définir la nécessité d'inclure ou non ce secteur dans notre étude pour la mise à jour et l'optimisation du projet d'ouvrage de protection.

Cette analyse a montré que quelques bâtiments et routes sont touchés par les chutes de pierres, ceci dès le temps de retour 100 ans. Pour ces objets, les objectifs de protection ne sont pas atteints. Ainsi, avec l'accord du Maître d'ouvrage et du géologue cantonal, nous avons inclus le secteur Champ de la Pierre à la présente l'étude.

3.3. Interactions entre processus

3.3.1. Eboulement

Le phénomène d'éboulement a été traité dans [2] en considérant tous les aléas ponctuels $> 30 \text{ m}^3$ comme de source du phénomène. 52 aléas de ce type, d'un volume allant de 30 à 1'000 m^3 sont dénombrés dans le périmètre d'étude à l'amont du village (17 aléas correspondant au Tr 100 ans et 35 au Tr 300 ans).

De tels volumes génèrent des énergies trop importantes pour pouvoir être maîtrisées par des mesures de protection actives. Toutefois nos simulations ont montré que les mesures proposées contre les chutes de pierres ont aussi un effet sur la propagation des éboulements (réduction du nombre de passage de blocs). Ce point est développé au chapitre 7.2.1.

Ainsi des recommandations sont données pour la surveillance de ce phénomène et des aléas associés (cf. chap. 5.2.6).

Signalons encore sur l'éperon de la Clusette, la présence d'une zone comprenant plusieurs gros aléas (en partie surveillé par des témoins sur fissures). Cependant, elle domine le secteur du Furcil, en dehors de notre périmètre d'étude.

3.3.2. Glissement de terrain

Ce phénomène est recensé en bordure Ouest de notre périmètre d'étude, hors zone d'implantation des mesures proposées. Toutefois, la carte de danger du canton [3] signale une zone de danger faible de glissement qui couvre le secteur Champ de la Pierre. Le choix de la mesure pour traiter de la problématique de chute de pierre à cet endroit s'est tourné vers le filet pare-pierres. Notons qu'un tel ouvrage présente l'avantage de ne pas péjorer la situation de stabilité des terrains, comme aurait pu le faire une digue (surcharge).

3.3.3. Affaissement

Les traces d'un tel phénomène sont nombreuses sur et aux alentours de l'éperon de la Clusette. Cependant les secteurs d'implantation des mesures de protection contre les chutes de pierres proposées se situent tous en dehors des zones d'influence de ce phénomène. Cela est confirmé par la carte indicative de danger [1] et les plans des anciennes galeries de mines [13].

Par conséquent, il n'y a pas d'interactions possibles avec ce processus pouvant être déterminantes pour le choix de l'emplacement ni du type de variante de protection. Cela dit, au moment de l'exécution des ouvrages, les conditions de fondation seront observées attentivement (suivi des forages et des fonds de fouille).

3.3.4. Crue

Dans le périmètre de la zone d'étude, les dangers de crue les plus marqués figurant sur la carte de danger du canton [15] sont principalement situés dans le lit et aux abords immédiats des cours d'eau de la Noiraigue et de la Libarde, soit en dehors des secteurs d'implantation des mesures de protection contre les chutes de pierres. Aucune interaction n'est possible avec ces dernières, quand bien même l'aménagement d'une piste d'accès se situera en zone de danger rouge, proche de la source de la Libarde (cela apparaît comme gérable à l'échelle du chantier par un plan d'alarme et d'évacuation).

3.3.5. Autres dangers

Les cartes indicatives du canton [15] recensent encore les phénomènes suivants :

- ❑ Lave torrentielle : aucun cours d'eau concerné dans le périmètre d'étude.
- ❑ Ruissellement : nombreux chenaux identifiés dans les versants et zones d'accumulation aux points bas.

Les mesures de protection de type filets pare-pierres, n'auront pas d'influence notable sur les cheminements de coulement en surface, tant qu'il ne s'agit que d'eau. En revanche, si les ruissellements devaient se charger en matière solide jusqu'à former des coulées de boue, alors il est raisonnable de considérer les ouvrages comme pouvant freiner (par essorage) voire stopper le phénomène.

Les digues de protection prévues auront quant à elle, pour effet de stopper à la fois les ruissellements et les coulées de boue, le cas échéant. Pour l'ouvrage le plus important, un système d'évacuation des eaux sera conçu pour gérer les eaux de ruissellement.

4. CONSEQUENCES ET RISQUES AVANT MESURES

4.1. Rappel des standards de la Confédération

Le risque doit être calculé en tenant compte de tous les scénarios. Il s'exprime de deux manières :

- ❑ Le risque individuel de décès, qui correspond à la probabilité de décès - dans un objet ou un lieu spécifique - d'une personne sur 100'000 par année. Le seuil d'acceptabilité du risque individuel de décès est fixé à 1×10^{-5} . Le risque est classifié selon le Tabl. 2.

Classification du risque selon l'OFEV..

Risque non acceptable	$R_{ind} > 10^{-5}$
Risque tolérable	$10^{-5} > R_{ind} > 10^{-6}$
Risque acceptable	$R_{ind} < 10^{-6}$

Tabl. 2. Classification du risque selon l'OFEV.

- ❑ Le risque collectif (ou intégré), qui transforme en valeur monétaire les dommages aux personnes et aux biens.

4.2. Mise à jour du calcul de risque

4.2.1. Nouvelle version du calculateur EconoMe

Depuis notre étude de 2013-2014 [6][7], le calculateur du risque EconoMe de la Confédération a subi plusieurs mises à jour. De la version 2.3 utilisée en 2014, nous sommes aujourd'hui passé à la version 5.0.

Les dernières évolutions de la plate-forme se caractérisent avant tout par une nouvelle méthodologie uniforme de calcul des dommages, tant pour le trafic routier que pour le trafic ferroviaire. Par ailleurs, les tronçons composés peuvent désormais être mieux pris en compte [20]. Enfin, la probabilité d'occurrence spatiale (prA) peut désormais être déterminée à l'objet.

4.2.2. Objets pris en considération

Par rapport aux paramètres utilisés dans les calculs du risque effectués en 2014, les secteurs Champs de la Pierre et Furcil ont été ajoutés, et les objets considérés ont été priorisés. Ainsi, les objets dorénavant considérés dans le calcul sont les suivants :

- ❑ Habitations
- ❑ Routes communales
- ❑ Routes cantonales
- ❑ Voie ferroviaire (au Furcil, non-considéré en 2014)

En revanche, les objets suivants n'entrent plus dans l'évaluation du risque en raison de leur faible valeur :

- ❑ Hangar, remise, chapelle
- ❑ Forêt de protection

4.2.3. Modification de la prA

La probabilité d'occurrence spatiale a été adaptée et déterminée par objet. Un mode de calcul développé par l'OFROU [19] a été mis en œuvre à l'aide de la formule suivante :

$$prA = \frac{TE \times \emptyset}{La}$$

où	TE	=	Type d'événement (selon échelle de l'OFROU)
	$\emptyset$	=	Diamètre moyen du bloc en m (avant fragmentation)
	La	=	Largeur potentiellement atteinte au droit de l'objet considéré

Ainsi la prA est fonction de longueur de la portion de l'objet potentiellement touché par le phénomène (selon les cartes d'intensité, annexes 0.3 à 0.6) et du diamètre moyen du bloc au départ de la zone source.

Le paramètre La est lui-même fonction de la distance moyenne entre la zone source et l'objet considéré (Fig. 2), en admettant une dispersion de 15° des trajectoires de part et d'autre de la ligne de plus grande pente (cas 1 de la Fig. 2). Dans le cas où la largeur du cône ainsi formé est supérieure à celle de la zone touchée par la carte d'intensité (concentration), le paramètre La est réduit d'autant (cas 2 de la Fig. 2).

Quant au diamètre moyen du bloc, il définit le type d'évènement (TE) selon l'échelle de la Fig. 2.

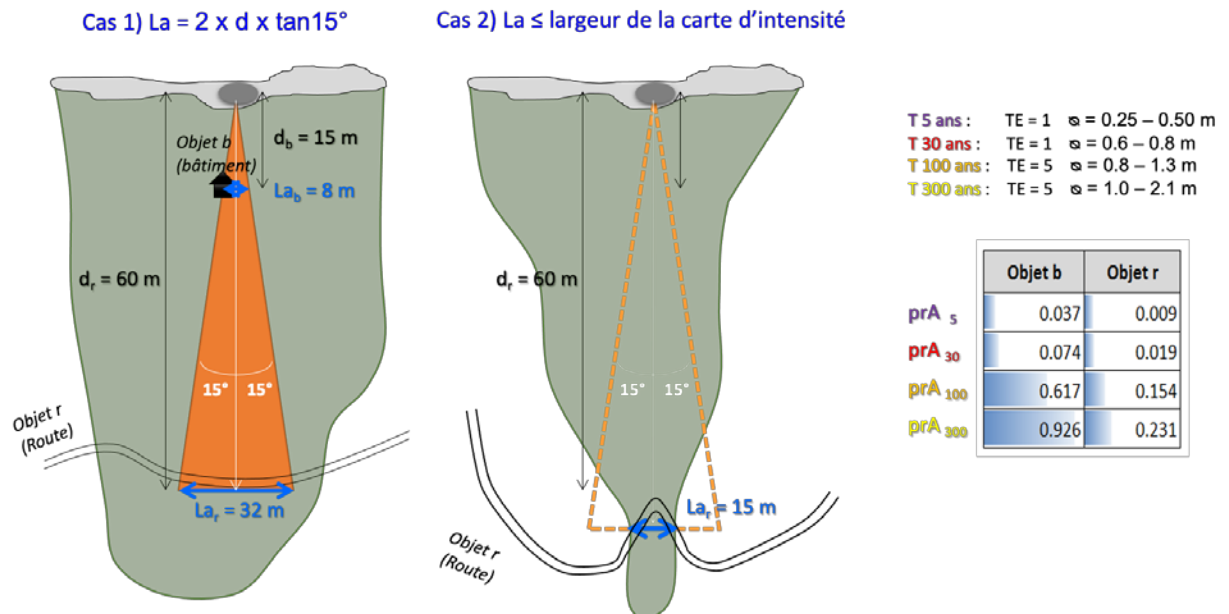


Fig. 2. Illustration du calcul de la prA selon la méthode "OFROU"

4.2.4. Adaptation des paramètres de modélisation

Certains paramètres de modélisation 3D ont été ajustés dans le logiciel RockyFord3D. Il s'agit notamment des paramètres de sol (type et rugosité). Cela dit, les nouveaux modèles n'ont pas modifié de manière significative les résultats de 2013-2014 [6][7].

4.3. Risque individuel de décès

L'annexe 0.10 et le Tabl. 3 présente le risque individuel de décès pour chaque bâtiment ou infrastructure menacés et la Fig. 3 les situe. En résumé, la situation est la suivante :

- ❑ Dix bâtiments en logement individuel (n°10, 30, 40, 50, 71, 80, 90, 160, 170 et 180 sur la fig. 3) sont fortement menacés.
- ❑ Trois bâtiments en logements collectifs (n°21, 101 et 120 sur la Fig. 3) sont fortement menacés.
- ❑ La RC 171 (tronçons n° 221 à 223) est moyennement menacée.
- ❑ La route H10 (tronçons n°201, 211, 212 et 213) est faiblement à moyennement menacée.
- ❑ La rue Leuba (n°230) est faiblement menacée.

- ❑ La route du Furcil (n°260) est moyennement menacée.
- ❑ La ligne de chemin de fer Neuchâtel-Buttes 221 des transN (n°300) est faiblement menacée.

Les objets n°140 (remise/hangar) et 150 (chapelle) n'ont pas été pris en compte étant donné le faible enjeu.

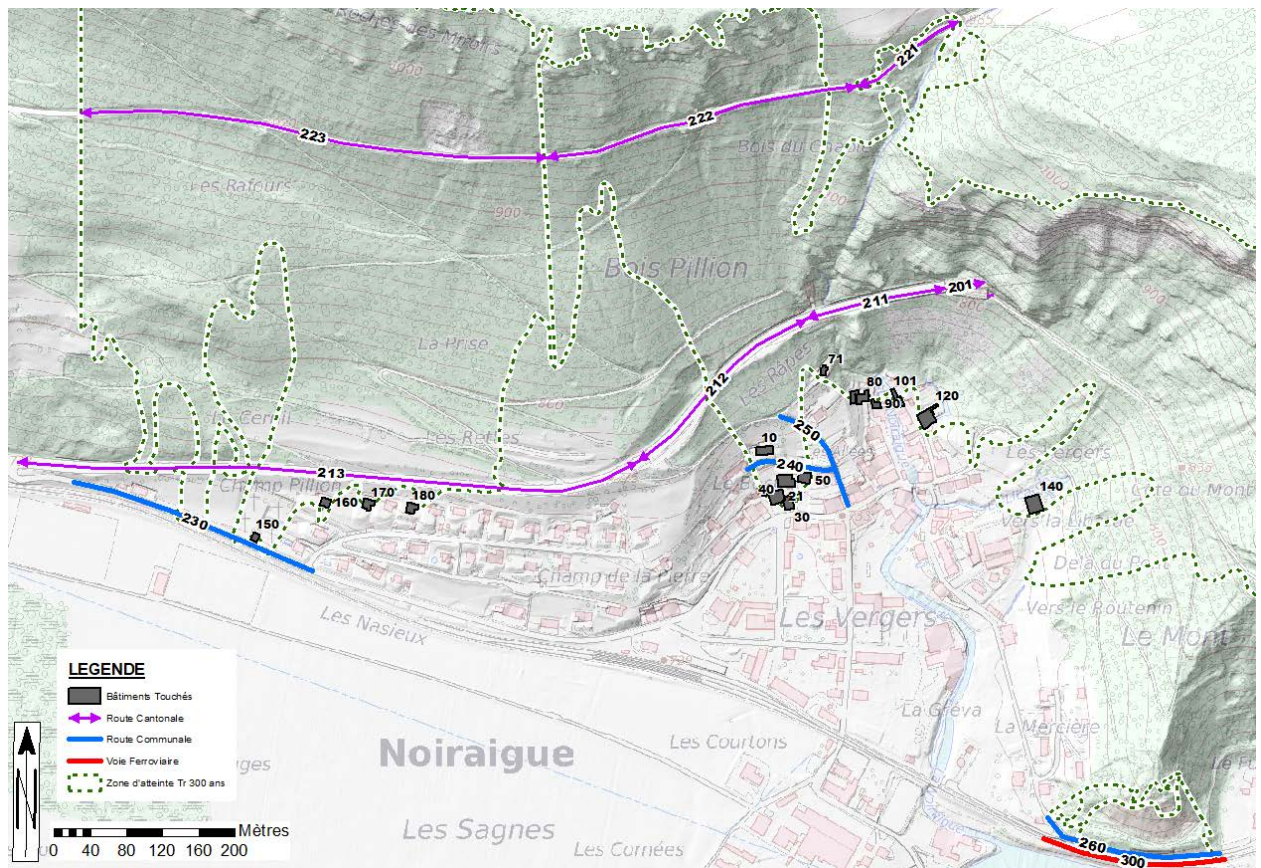


Fig. 3. Objets touchés par les chutes de pierres.

Type d'objets	Secteur	Nombre	Risque individuel de décès
Bâtiments d'habitation	Village Ouest	5 hab.	Non acceptable
	Village Est	5 hab.	Non acceptable
	Champ de la Pierre	3 hab.	Non acceptable
Routes cantonales	RC171	980 m'	Tolérable
	H10 / Portail	160 m'	Tolérable
	H10	540 m'	Acceptable
Routes communales	Rue Leuba	160 m'	Acceptable
	Rue du Furcil	150 m'	Tolérable
Ligne de chemin de fer	Ligne CFF - transN	150 m'	Acceptable

Tabl. 3. Synthèse du calcul du risque individuel de décès (avant mesures).

En termes de risque individuel de décès, les calculs aboutissent à la conclusion que ce dernier n'est pas acceptable pour les bâtiments menacés à Noiraigue. En revanche, pour la H10, la RC171 et les autres axes de communication touchés, le risque est considéré comme acceptable à tolérable selon les standards de la Confédération.

4.4. Risque collectif

L'annexe 0.10 et le Tabl. 4 présentent le potentiel de dommage total, qui est de l'ordre de 12.3 Mio de CHF (10 Mio pour les personnes et 2.3 Mio pour les biens matériels).

On constate que l'ampleur des dégâts aux personnes est nettement plus élevée que celle aux biens matériels.

Le risque collectif (intégré) total annualisé se monte à plus de CHF 168'000.-/ an.

Catégorie	Ampleur des dommages selon le scénario				Risque complémentaire-cumulatif/année
	Scénario 5 Personnes / Biens matériels Totalité des dégâts	Scénario 30 Personnes / Biens matériels Totalité des dégâts	Scénario 100 Personnes / Biens matériels Totalité des dégâts	Scénario 300 Personnes / Biens matériels Totalité des dégâts	
Bâtiments	95 CHF / 2 300 CHF 2 395 CHF	71 010 CHF / 19 968 CHF 90 979 CHF	1 107 026 CHF / 287 510 CHF 1 394 536 CHF	1 554 094 CHF / 409 381 CHF 1 963 476 CHF	14 233 CHF / 4 131 CHF 18 364 CHF
Objets spéciaux	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Trafic routier	297 607 CHF / 32 559 CHF 330 165 CHF	590 857 CHF / 107 391 CHF 698 247 CHF	5 080 765 CHF / 1 053 935 CHF 6 134 700 CHF	8 388 366 CHF / 1 720 693 CHF 10 109 059 CHF	125 221 CHF / 20 694 CHF 145 915 CHF
Lignes et conduites	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Remontées mécaniques	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Agriculture, forêt et espaces verts	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Trafic ferroviaire	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	17 827 CHF / 82 305 CHF 100 131 CHF	21 030 CHF / 123 317 CHF 144 347 CHF	32 528 CHF / 207 890 CHF 240 418 CHF	665 CHF / 3 436 CHF 4 100 CHF
Objets spéciaux Rail	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Personnes	0.04511 Tt	0.10298 Tt	0.94073 Tt	1.51136 Tt	0.02123 Tt
Personnes (monétarisé)	297 701 CHF	679 694 CHF	6 208 821 CHF	9 974 988 CHF	140 119 CHF
Biens matériels	34 859 CHF	209 664 CHF	1 464 762 CHF	2 337 964 CHF	28 260 CHF
Somme	332 560 CHF	889 357 CHF	7 673 583 CHF	12 312 952 CHF	168 379 CHF

Tabl. 4. Analyse des conséquences avant mesures : ampleur des dégâts aux biens et personnes menacés ainsi que risque collectif annualisé (résultats des calculs EconoMe 5.0).

4.5. Autres conséquences

Le calculateur EconoMe ne tient pas compte des conséquences que peut avoir un événement de chute de pierres sur l'exploitation d'une infrastructure, notamment les coûts induits par la fermeture d'un axe routier important.

La H10 est un axe principal suisse (liaison internationale entre le canton de Neuchâtel et la France par le Val-de-Travers) et la RC171 un accès important à la vallée des Ponts et de la Sagne, mais également un itinéraire de délestage de la H10. La fermeture de l'un ou de l'autre de ces axes routiers (voire des deux) serait très préjudiciable pour la région.

Pour la route du Furcil, les enjeux sont les suivants :

- ❑ La grande fréquentation de la route par les promeneurs (de l'ordre de 70'000 personnes par an passent par Noiraigue, pour se rendre soit au Creux-du-Van, soit dans les Gorges de l'Areuse).
- ❑ Les coûts induits d'une fermeture de la route (accès à la centrale hydroélectrique notamment).

Quant au chemin de fer, les coûts d'une fermeture temporaire d'une ligne est toujours particulièrement onéreux, sans parler des frais de remise en état de la voie.

4.6. Besoin d'agir

En raison de la situation de risque individuel de décès des 13 bâtiments d'habitation, une intervention se justifie. Elle doit passer par la mise en place de mesures de protection du village de Noiraigue.

Pour la H10, la RC171 et le secteur du Furcil (route et chemin de fer), au vu de ce qui est décrit au chapitre précédent, il est également nécessaire d'agir.

De plus, le projet de protection du village apparaît comme une opportunité de protéger les deux axes routiers H10 et RC171, essentiels au Val-de-Travers. Ce principe est admis par le Service des ponts et chaussée du Canton qui participera aux coûts de mise en place des mesures. Rappelons aussi ici que notre analyse, réalisée en 2014 [7], avait montré que cette variante offrait le meilleur niveau de protection et présentait un rapport utilité/coût plus intéressant.

4.7. Objectif de protection

L'objectif de protection pour le village n'a pas été modifié par rapport à notre étude de 2013-2014. Pour rappel, d'entente avec le mandant et l'OFEV, il avait été décidé de le fixer à un temps de retour 100 ans pour des raisons de coût et de limitations techniques.

Notons que cet objectif est également communément admis par le SPCH dans les projets qu'il mène en lien avec les dangers naturels.

A l'issue de la séance du 10 juin, l'OFEV nous a toutefois suggéré de revoir l'objectif de protection sur la RC171. En effet, le risque y étant tolérable, la protection y a été réduite de moitié en termes de longueur. Seul subsiste la partie Nord-Est, qui apporte une double protection tant pour le village que pour la RC171.

5. PROJET D'OUVRAGE OPTIMISE

5.1. Mesures pour la SiSto

Dans le cadre de l'analyse des dangers et du risque pour le portail Ouest de la SiSto, soit côté Noiraigue (mandat pour le SPCH), il est apparu que le risque n'était pas acceptable en phase de chantier, mais l'était en revanche en phase d'exploitation. Ainsi, d'entente avec les ingénieurs et le Géologue cantonal, il a été décidé de protéger le chantier contre le temps de retour 30 ans.

Notons qu'à la demande des ingénieurs du projet nous avons évalué les énergies d'impact des blocs sur le portail de la SiSto, pour tous les temps de retour. Afin de pérenniser cet ouvrage, les ingénieurs ont dimensionné sa couverture en béton pouvant résister aux impacts correspondant au volume de bloc au Tr 30 ans [11].

La sécurisation de la zone du portail Ouest durant les travaux de la SiSto se fera à l'aide des mesures suivantes (Fig. 4) :

N°H-T SiSto **Treillis plaqués** provisoires sur la falaise verticale dominant la zone d'installation de chantier. Surface couverte env. 1'600 m². Le treillis sera maintenu contre le rocher à l'aide de barres d'ancrages scellées, de 2 m de longueur espacés selon un maillage de 2.5 x 2.5 m. Localement quelques barres plus longues (4 à 6 m) pourraient être mises en place pour maintenir des masses rocheuses instables.

La terminaison sommitale du treillis se composera d'une petite clôture, en prolongation du treillis.

Les treillis et leur terminaison sommitale seront démontés à l'issue des travaux (hormis les ancrages).

N°16 **Filet pare-pierres 1'000 kJ** de 16 m' de longueur et 6 m de hauteur, avec 3 piliers.

N°17 **Filet pare-pierres 500 kJ** de 30 m' de longueur et 3 m de hauteur, avec 4 piliers. Mise en place dans la prolongation du précédent (côté SE).

Les deux filets seront mis en place sur la vire dominant la paroi verticale. Ils seront maintenus à l'issue des travaux et intégré au concept de mesures de protection de Noiraigue. Ils font donc partie de la présente mise à l'enquête pour les travaux du village et seront repris par la commune qui sera responsable de leur contrôle et entretien.

Notons que ces ouvrages ont été considérés comme provisoires pour la mise à l'enquête des travaux d'assainissement du tunnel de la Clusette, car admis comme non nécessaires à la protection des usagers de la SiSto en phase d'exploitation.

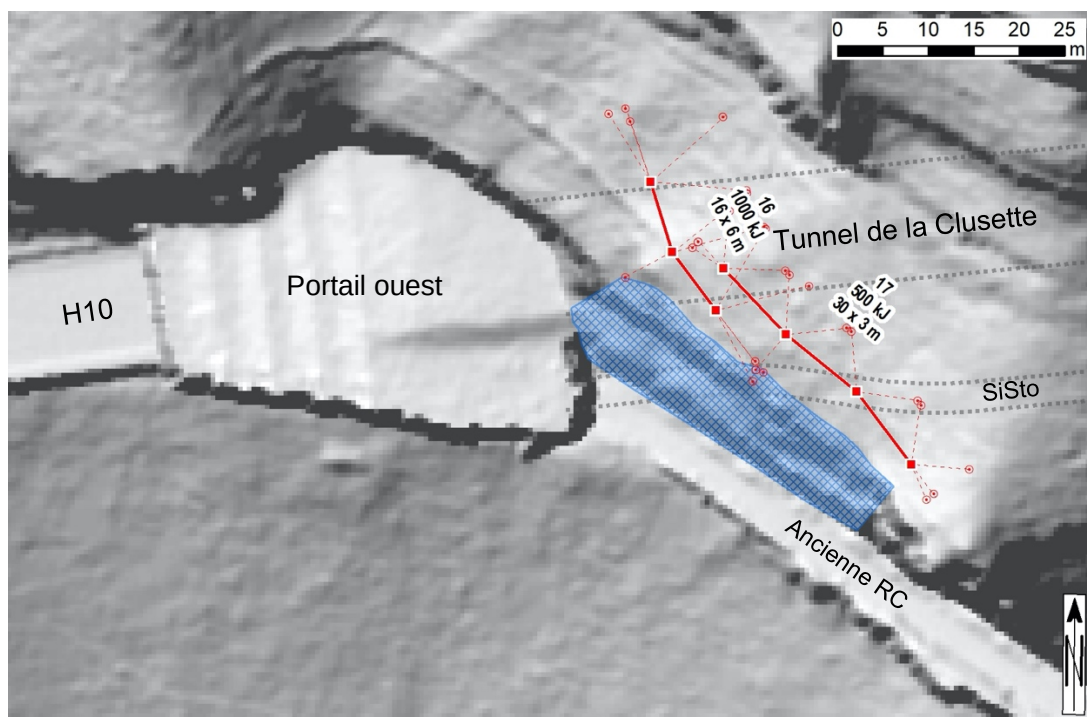


Fig. 4. Mesures de protection pour le portail Ouest de la SiSto en phase de chantier. En rouge filets pare-pierre (mesure définitive), en bleu treillis plaquée (mesure provisoire).

5.2. Descriptions des mesures proposées

Par rapport au projet d'ouvrage de 2014 [7], une optimisation des mesures a été faite selon des demandes de l'OFEV (cf. chap. 2.2). Il a aussi été tenu compte des discussions menées en cours d'établissement de projet (séance du 10 juin 2020 en particulier). Ainsi, les changements principaux sont les suivants :

- ❑ Abandon de la digue "Libarde" en raison des faibles enjeux.
- ❑ Suppression des mesures sur les parois à l'amont de la source de la Noiraigue en raison des faibles enjeux.
- ❑ Pas d'extension systématique vers l'Ouest du principe de protection le long de la RC171 pour protéger le secteur Champ de la Pierre, mais mise en place d'une mesure à l'amont de la H10 pour protéger l'objet menacé (maison d'habitation).
- ❑ Mise en place d'une protection dans le secteur du Furcil.
- ❑ Surveillance visuelle régulière de certains aléas $> 30 \text{ m}^3$, pour le phénomène d'éboulement (la mise en place d'appareil de détection automatique de mouvement nous semble disproportionnée en termes d'investissement).

- ❑ Synergies avec le projet de la SiSto :
 - Diminution de la longueur de la digue "Village" grâce à l'effet des filets pare-pierres de la SiSto.
 - Réutilisation des matériaux d'excavation de la SiSto :
 - Pour la constitution des digues.
 - Pour le remblayage de l'ancienne RC (mesure d'atténuation des rebonds dans le versant à l'Est du village). Cela permet une diminution de la longueur de la digue "Village".

Une détermination plus fine des fournitures nécessaires et des prix unitaires a été faite, notamment pour les postes suivants :

- ❑ Un passage sur place avec un fournisseur de filets pare-pierres (Geobrug AG) nous a permis de préciser l'implantation théorique des ouvrages ainsi que les besoins en éléments techniques particuliers (bavettes sous certains filets, arrêts sur rocher à leurs extrémités,...).
- ❑ Le dimensionnement des digues a été réalisé par l'ingénieur, sur la base des principes émis dans [21]. Il comprend l'aménagement des accès nécessaires (digue "Village" principalement) et tient bien sûr compte de la réutilisation des matériaux d'excavation de la SiSto.
- ❑ Du débardage par hélicoptère a été inclus, en raison des difficultés d'accès à certaines zones d'intervention.
- ❑ Pour le traitement des parois par treillis plaqués, il est systématiquement admis que 1/8^e des clous de fixation sera rallongé pour fixer ponctuellement des masses instables.

De plus, les treillis plaqués se termineront à l'amont par une petite barrière afin de contenir les petites pierres pouvant être remobilisée à l'amont.

- ❑ Pour le traitement des parois par clouage, nous avons admis un nombre de 8 à 10 clous par 100 m² de paroi à traiter, ce qui correspondant à un maillage théorique d'environ respectivement 3.5x3.5 à 3.2x3.2 m.
- ❑ Toutes les barres scellées seront des ancrages de type permanent, de degré 2a de protection contre la corrosion selon SIA 267.
- ❑ Tous les ancrages à câbles seront des ancrages de type permanent, de degré 1 de protection contre la corrosion selon SIA 267.

Il est clair que les quantités seront encore ajustées lors de la mise en soumission (implantation précise sur le terrain des ouvrages pare-pierres notamment). Durant les travaux elles seront adaptées aux conditions rencontrées (emplacement des clous par exemple).

Signalons encore que les quelques potentiels d'économie envisagés dans notre étude 2013-2014 (réf) ont été pris en compte ici :

- ❑ Tous les filets pare-pierres proposés sont de type RXE (Geobrugg AG) étant donné que tous leurs modèles 2'000, 3'000 et 5'000 kJ sont aujourd'hui homologués
- ❑ Le long de la H10, les treillis double torsions ont finalement été préférés au TECCO®. Leur résistance et durabilité bien que moindre ont fait leur preuve et ils permettent plus facilement la mise en place des petites barrières en sommet de treillis.
- ❑ Dans la zone amont de la H10, entre les deux éperons rocheux, nous sommes revenus à l'alternative à un seul filet avec fermeture sur le rocher aux deux extrémités (point admis par le Service de la Faune, des Forêts et de la Nature - SFFN).

Ainsi, par secteur et dans le détail, les mesures se décrivent comme suit (classement par numéro d'identification) :

5.2.1. Secteur RC171 (annexe 0.8/2)

Filets pare-pierres de classe d'énergie 7 (2'000 kJ) Type Geobrugg® RXE-2000

- | | |
|------|--|
| N°21 | Filet de 48 m' de longueur et 5 m de hauteur, avec 4 piliers. |
| N°22 | Filet de 90 m' de longueur et 5 m de hauteur, avec 7 piliers. |
| N°23 | Filet de 72 m' de longueur et 5 m de hauteur, avec 8 piliers. Prolongation côté Est par élément de filet triangulaire. Deux bavettes pour fermer des espaces sous l'ouvrage (dépression du terrain). |
| N°24 | Filet de 24 m' de longueur et 5 m de hauteur, avec 2 piliers et fermeture d'une extrémité sur le rocher. Une bavette pour fermer un espace sous l'ouvrage (dépression du terrain). |
| N°25 | Filet de 62 m' de longueur et 5 m de hauteur, avec 6 piliers. Deux bavettes pour fermer des espaces sous l'ouvrage (dépression du terrain). |
| N°26 | Filet de 80 m' de longueur et 5 m de hauteur, avec 8 piliers. Une bavette pour fermer un espace sous l'ouvrage (dépression du terrain). |

Clouage par barres scellées de 4 et 6 m (50/50%) Ø ≥ 28 mm Type GEWI® 550/500

- | | |
|--------|--|
| N°R-C1 | Ouest du secteur. Surface à traiter 150 m ² . |
| N°R-C2 | Ouest du secteur. Surface à traiter 100 m ² . |
| N°R-C3 | Ouest du secteur. Surface à traiter 450 m ² . |
| N°R-C4 | Centre aval du secteur. Surface à traiter 550 m ² . |
| N°R-C5 | Est du secteur. Surface à traiter 450 m ² . |
| N°R-C6 | Est du secteur. Surface à traiter 150 m ² (mesure non subventionnable). |
| N°R-C7 | Côté Col du secteur. Surface à traiter 100 m ² . |

***Treillis plaqués double torsion maille 80x100 mm, barres de fixation
Ø ≥ 25 mm, maillage 2.5x2.5 m – Type GEWI® 550/500***

N°R-T1	Ouest du secteur. Surface à couvrir 500 m ² (mesure non subventionnable).
N°R-T2	Ouest du secteur. Surface à couvrir 300 m ² .
N°R-T3	Centre amont du secteur. Surface à couvrir 1200 m ² (mesure non subventionnable).
N°R-T4	Ouest du secteur. Surface à couvrir 150 m ² (mesure non subventionnable).
N°R-T5	Ouest du secteur. Surface à couvrir 200 m ² .
N°R-T6	Côté Col du secteur. Surface à couvrir 850 m ² (mesure non subventionnable).

5.2.2. Secteur H10 (annexe 0.8/1)

***Filets pare-pierres de classe d'énergie 8 (3'000 kJ)
Type Geobrugg® RXE-3000***

N°11	Filet de 27 m' de longueur et 7 m de hauteur, avec 3 piliers et fermeture de l'extrémité Est sur le rocher. Une bavette pour fermer un espace sous l'ouvrage (dépression du terrain).
N°12	Filet de 43 m' de longueur et 7 m de hauteur, avec 4 piliers et fermeture de l'extrémité Ouest sur le rocher. Prolongation côté Est par élément de filet triangulaire et deux bavettes pour fermer un espace sous l'ouvrage (dépression du terrain). Le piliers côté Est nécessitera peut-être une adaptation (contrefiche) en raison de la proximité du mur amont de la H10
N°13	Filet de 32 m' de longueur et 7 m de hauteur, avec 2 piliers et fermeture des deux extrémités sur le rocher. Deux bavettes pour fermer un espace sous l'ouvrage (dépression du terrain).
N°14	Filet de 42 m' de longueur et 6 m de hauteur, avec 5 piliers. Deux bavettes pour fermer un espace sous l'ouvrage (dépression du terrain).

***Filets pare-pierres de classe d'énergie 9 (5'000 kJ)
Type Geobrugg® RXE-5000***

N°10	Filet de 64 m' de longueur et 6 m de hauteur, avec 9 piliers. La position de cet ouvrage est susceptible de varier de quelques mètres suivant les options prises avec le propriétaire de la parcelle (discussions en cours).
N°15	Filet de 60 m' de longueur et 9 m de hauteur, avec 7 piliers. Précisons que la transition entre les filets N°14 (3000 kJ de 6 m) et N°15 (5000 kJ de 9 m) est susceptible de changer en fonction des possibilités du fournisseur, ce qui peut entraîner des surcoûts (pilier spécial en particulier).

La Fig. 1 montre un exemple de filet pare-pierres mis en place dans le sud de la France.



Fig. 5. Exemple de filet pare-pierres 5'000 kJ, hauteur 6 m (photo Geobrugg AG).

***Clouage par barres scellées de 4 et 6 m (50/50%) $\varnothing \geq 28$ mm
Type GEWI® 550/500***

N°H-C1	Combe Hory. Surface à traiter 100 m ² .
N°H-C2	Mur aval. Surface à traiter 150 m ² .
N°H-C3	Source. Surface à traiter 1'100 m ² .
N°H-C4	Portail. Surface à traiter 1'500 m ² .

***Treillis plaqués double torsion maille 80x100 mm, barres de fixation
 $\varnothing \geq 25$ mm, maillage 2.5x2.5 m – Type GEWI® 550/500***

N°H-T1	Combe Hory. Surface à couvrir 350 m ² .
N°H-T2	Mur Est. Surface à couvrir 1'700 m ² .
N°H-T3	Mur Ouest. Surface à couvrir 1'200 m ² .

5.2.3. Secteur Village (annexe 0.8/1)

Digue pare-pierres en terre armée (type Terramur®) Capacité d'absorption $\geq 5'000$ kJ (pièces A2 et A3)

- N°2 Digue "Village" d'env. 120 m' de longueur et 6 m de hauteur utile. Largeur de la base et de la crête de respectivement 7.2 et 2.8 m. Parements amont et aval à 70°. Matériaux constitutifs issus de l'excavation de la SiSto (4'240 m³) et des déblais (1'360 m³), soit un volume en place total de 5'600 m³. Fossé de 4 m de largeur à l'amont (= piège à bloc et accès derrière l'ouvrage), avec système de drainage.
Création d'une piste d'accès à l'Est de l'ouvrage, d'env. 90 m' de longueur et env. 3 m de largeur, avec raccordement sur le chemin du Mont qui pourra servir de voie de desserte forestière.

Ouvrage amortisseur dans le versant (suppression de l'effet "tremplin")

- N°3 Remblayage de l'ancienne RC (après dégrappage du vieil enrobé sur env. 280 m' de longueur et 6 à 8 m de largeur) à l'aide des matériaux d'excavation de la SiSto (volume en place env. 8'000 m³, surface en situation env. 5'300 m²). Concassage d'une partie des matériaux afin de constituer une assise compactable de l'ordre d'un mètre d'épaisseur. Pente finie du remblai env. 25, soit une surface effective de l'ordre de 5'800 m².

Ouvrages annexes provisoires (pièce A2)

Goulotte métallique (demi-tuyau) d'env. 120 m' de longueur et 1.5 m diamètre pour l'acheminement des matériaux d'excavation de la SiSto depuis l'ancienne RC (à l'emplacement d'un concasseur) jusqu'au pied de versant (Fig. 5), proche de la piste d'accès à la digue.

Construction d'une digue provisoire au pied de la goulotte pour réceptionner les matériaux (Fig. 5). Longueur env. 11 m', largeur de base et de la crête de respectivement 5 et 1 m. Matériaux constitutifs issus de l'excavation de la SiSto et des déblais.

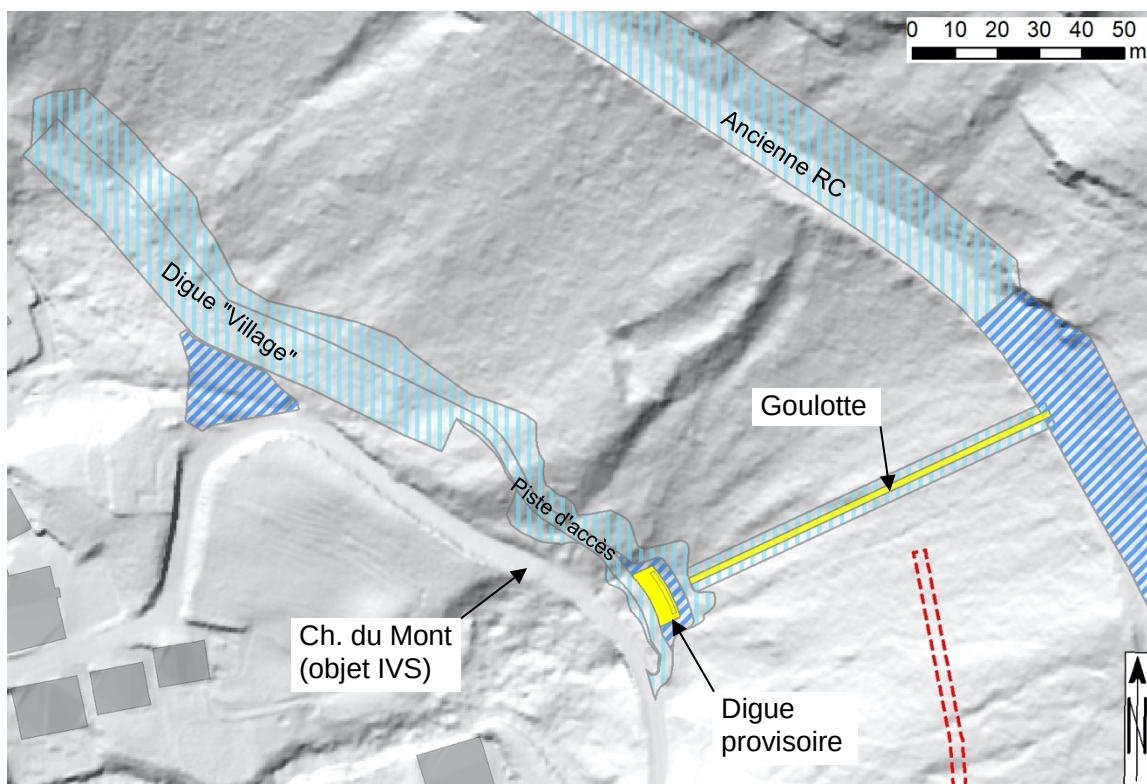


Fig. 6. Ouvrages annexes provisoires (en jaune). Hachures : bleu foncé = zone d'installation, bleu clair = aire de chantier. En rouge future desserte forestière, à réaliser ultérieurement aux travaux (cf chapitre 6.2.6).

5.2.4. Secteur Champ de la Pierre (annexe 0.8/3)

Filets pare-pierres de classe d'énergie 9 (5'000 kJ)

Type Geobrugg® RXE-5000

N°10 Filet de 64 m' de longueur et 6 m de hauteur, avec 9 piliers.

5.2.5. Secteur Furcil (annexe 0.8/3)

Digue pare-pierres en gabion - Capacité d'absorption ≥ 200 kJ (pièce A4)

N°1 Digue "Furcil" d'env. 150 m' de longueur et 3 m de hauteur utile finale. Terrassement de la digue existante pour création d'une planie. Mise en place de deux rangées de gabions de respectivement 3 m (base) et 2 m (crête) pour un volume total en place de 1'000 m³. Réhabilitation du fossé existant à l'amont de la digue (largeur env. 3), servant de piste d'accès.

5.2.6. Surveillance des aléas ponctuels (> 30 m³) - Eboulement

Le nombre d'aléas ponctuel > 30 m³ dans le versant est important (annexe 0.1). 35 aléas de dangerosité moyenne (probabilité de mobilisation correspondant au temps de retour 300 ans) ont été recensés et 17 de dangerosité élevée (temps de retour 100 ans). Toutefois, tous ces aléas ne génèrent pas a priori de risque élevé pour les biens ou les personnes. De plus, comme déjà évoqué, les mesures proposées contre les chutes de pierres ont aussi un effet sur la propagation des éboulements.

Ainsi, seul un certain nombre d'aléas ponctuels devra faire l'objet d'une surveillance (Fig. 7). Il s'agit des aléas suivants, dont la dangerosité est élevée, qui se trouvent à proximité de biens à protéger et/ou dont le volume total est conséquent :

- ❑ A9, A10, B1 et e Dominent le portail du tunnel de la H10
- ❑ A11 et A12 Dans la paroi verticale dominant l'ancienne RC et le Village
- ❑ j A l'amont de la H10, dans la Combe Hory
- ❑ 2020 c, d, e et f Dans le versant à l'amont de la RC171

Notons qu'il n'apparaît pas nécessaire de surveiller les aléas A8 et w, étant donné qu'ils se trouvent dans des zones sécurisées à l'aide de treillis plaqués.

En termes d'action, la mise en place d'appareil de détection automatique de mouvement semble disproportionnée financièrement parlant et compte tenu des risques. Ainsi, nous proposons une mesure simple et peu coûteuse : la mise en place de témoins sur fissures. Il pourra s'agir de cachets de ciment prompt par exemple, à disposer judicieusement, sur les conseils du géologue lors de la tenue des travaux.

Du point de vue du coût, en première approximation, un montant de CH 1'000.- HT peut être avancé pour l'équipement d'un aléa par quelques témoins. Ainsi l'ensemble de l'intervention s'élèverait à quelques CHF 11'000.- HT. Ce montant est intégré au devis détaillé présenté au chapitre 8.1.

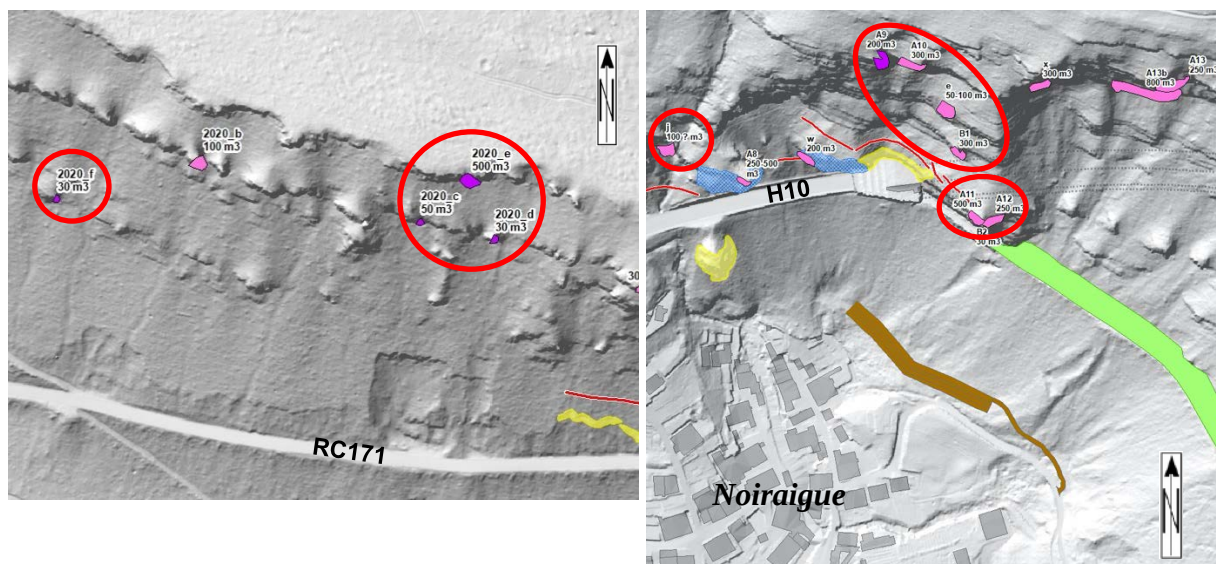


Fig. 7. Aléas ponctuels à surveiller (mise en place de témoins sur fissures). Violet = dangerosité élevée, rose = dangerosité moyenne.

5.3. Homologation des ouvrages pare-pierres

Selon les recommandations de l'OFEV, pour que la réalisation de filets pare-pierres puisse bénéficier de subventions fédérales, il est nécessaire que les produits intervenant dans leur construction figurent sur les listes/répertoires de [22].

Dans le cas des filets pare-pierres proposés (fournisseur Geobruigg AG), les classes d'ouvrage 7, 8 et 9 et les filets correspondant (RXE-2000, RXE-3000 et RXE-5000) figurent bien dans le répertoire en question. Au moment de la soumission, les soumissionnaires auront bien entendu la possibilité de proposer des ouvrages d'un autre fournisseur. Il sera toutefois exigé que ces derniers figurent également dans la liste de l'OFEV.

En ce qui concerne les digues, la vérification de leur sécurité structurale a été faite par BG Ingénieurs-conseils qui a dimensionné ces ouvrages.

6. SITUATION APRÈS MESURES

6.1. Réduction des risques

6.1.1. Risque collectif

L'ampleur des dégâts aux personnes et aux biens matériels (monétarisée) diminue totalement après mesures, jusqu'au Tr 100 ans (pour rappel les mesures ne sont dimensionnées pour le Tr 300 ans)

Ainsi, le risque collectif (intégré) total annualisé se monte à un peu plus de CHF 48'000.-/ an pour l'ensemble des secteurs (Tabl. 5). Cela correspond à une diminution de plus de 70% par rapport à la situation avant mesures.

Catégorie	Ampleur des dommages selon le scénario				Risque complémentaire-cumulatif/année
	Scénario 5 Personnes / Biens matériels Totalité des dégâts	Scénario 30 Personnes / Biens matériels Totalité des dégâts	Scénario 100 Personnes / Biens matériels Totalité des dégâts	Scénario 300 Personnes / Biens matériels Totalité des dégâts	
Bâtiments	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	1 554 094 CHF / 409 381 CHF 1 963 476 CHF	5 180 CHF / 1 385 CHF 6 545 CHF
Objets spéciaux	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Trafic routier	45 872 CHF / 7 462 CHF 53 334 CHF	77 709 CHF / 21 320 CHF 99 029 CHF	656 569 CHF / 191 880 CHF 848 449 CHF	6 134 049 CHF / 1 266 630 CHF 7 400 679 CHF	34 282 CHF / 7 242 CHF 41 525 CHF
Lignes et conduites	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Remontées mécaniques	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Agriculture, forêt et espaces verts	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Trafic ferroviaire	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Objets spéciaux Rail	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF	0 CHF / 0 CHF 0 CHF
Personnes	0.00695 Tf	0.01177 Tf	0.09948 Tf	1.16487 Tf	0.00598 Tf
Personnes (monétarisiert)	45 872 CHF	77 709 CHF	656 569 CHF	7 688 144 CHF	39 463 CHF
Biens matériels	7 462 CHF	21 320 CHF	191 880 CHF	1 676 011 CHF	8 607 CHF
Somme	53 334 CHF	99 029 CHF	848 449 CHF	9 364 155 CHF	48 070 CHF

Tabl. 5. Analyse des conséquences après mesures : ampleur des dégâts aux biens et personnes menacés ainsi que risque collectif annualisé (résultats des calculs EconoMe 5.0).

6.1.2. Risque individuel de décès

Le temps de retour 300 ans ne faisant pas strictement l'objet de mesures, le risque individuel de décès reste supérieur à 10^{-5} après mesure pour les objets recensés au chapitre 4.3 (treize bâtiments en logement individuel ou collectif).

Cependant, pour les temps de retour 5, 30 et 100 ans, le risque individuel de décès est acceptable compte tenu des objectifs de protection admis (annexe 0.10).

Ainsi, la situation globale en termes de risque individuel de décès après mesures, peut être qualifiée d'acceptable, comme le synthétise le Tabl. 6.

Type d'objets	Secteur	Nombre	Risque individuel de décès
Bâtiments d'habitation	Village Ouest	5 hab.	Acceptable
	Village Est	5 hab.	Acceptable
	Champ de la Pierre	3 hab.	Acceptable
Routes cantonales	RC171	980 m'	Tolérable
	H10 / Portail	160 m'	Tolérable
	H10	540 m'	Acceptable
Routes communales	Rue Leuba	160 m'	Acceptable
	Rue du Furcil	150 m'	Tolérable
Ligne de chemin de fer	Ligne CFF - transN	150 m'	Acceptable

Tabl. 6. Synthèse du risque individuel de décès (après mesures), sans le Tr 300 ans.

6.2. Efficacité des mesures

Les cartes d'intensité après mesures sont présentées aux annexes 0.11 à 0.14. Elles sont issues des résultats des simulations du logiciel Rockyfor3D.

Comme déjà évoqué, les mesures planifiées ne sont efficaces que jusqu'au scénario Tr 100 ans et ne permettent pas de se prémunir contre les éboulements.

Signalons toutefois que le long de la RC171, quelques ouvrages proposés sont ponctuellement et légèrement dépassés en termes d'énergie (10 à 15%). Compte tenu également de la faible proportion des blocs simulés concernée (< 10%), nous avons opté pour ne pas proposer d'ouvrage d'une classe d'énergie supérieure. Cela aurait induit un surcoût disproportionné. Nous considérons ces situations comme des cas de surcharge (cf chap. 9.1).

Ainsi, les cartes d'intensité jusqu'au Tr 100 ans, sont systématiquement "coupées" à la hauteur des ouvrages.

6.2.1. Effet des mesures sur le scenario Tr 300 ans

L'évaluation de l'effet des mesures sur le scénario Tr 300 ans, montre qu'elles provoquent une diminution de 60 à 80% du nombre de passage des blocs au droit des zones de treillis plaqués et/ou clouées (H10 et RC171).

Les effets des filets pare-pierres et de la digue "Village" sont également non négligeables, puisque dans le village et le long de la H10, la réduction du nombre de passage des blocs est encore de 20 à 40%.

6.2.2. Effet des mesures sur les éboulements

Pour les éboulements, il est vraisemblable que les mesures proposées aient aussi un effet, comme pour le Tr 300 ans, mais il n'est pas quantifié dans cette étude.

Rappelons que seules des mesures passives sont envisageables pour lutter contre ce phénomène.

6.3. Risque restant

Le risque restant est lié aux scénarios Tr 300 ans de chutes de pierres et au phénomène d'éboulement (non pris en compte dans les calculs du risque), contre lesquels les mesures proposées ne permettent pas de lutter, mais qui ont tout de même un effet (voir chap. 6.2.1 et 6.2.2).

Les cas de surcharges contribuent également au risque restant. Ils sont énumérés et traités au chapitre 9.2.

7. ORGANISATION DES TRAVAUX

7.1. Contraintes environnementales

Le projet n'est pas à considérer, selon le Service de l'énergie et de l'environnement (SENE) de l'Etat de Neuchâtel, comme une installation soumise à une étude d'impact au sens de l'ordonnance relative à l'étude d'impact sur l'environnement de 1988 (OEIE).

Cela dit, les mesures proposées doivent bien sûr tenir compte des prescriptions en matière d'environnement. Pour ce faire, le bureau Carline Sàrl a évalué les impacts du projet sur la nature (zones de protection, milieux naturels, espèces), la forêt, le paysage et le patrimoine historique, et déterminé si des mesures de précaution sont suffisantes, ou si des mesures de reconstitution ou de remplacement doivent être préconisées. Les contacts avec les Services cantonaux (SFFN, OPAN, ...) et les ONG concernés ont également d'ores et déjà été pris. Il est fait état de l'ensemble de ces éléments dans la Notice d'impact sur la nature, la forêt, le paysage et le patrimoine historique de Carline Sàrl (voir pièce n°4).

7.1.1. Impact des mesures

Les futurs ouvrages de protection contre les chutes de pierres à Noiraigue auront des impacts tant sur les espèces et les milieux naturels que sur l'aspect paysager du site. En outre, certains ouvrages sont projetés dans des sites protégés.

Notons que le développement du projet s'est fait en tenant compte dans la mesure du possible des contraintes environnementales, en particulier les suivantes :

Hibou Grand Duc : Pas de filets ou autres ouvrages à moins de 20 m de l'aire principale de nidification (H10, amont portail tunnel Clusette).

Pas de travaux dans un périmètre d'environ 100 m autour de l'aire entre le 1^{er} février et le 1^{er} octobre.

Périodes d'intervention : entre octobre et fin janvier

Reptiles : Pas d'intervention sur le sol pendant la période d'hibernation (Rettes¹ et Furcil)

Période d'intervention : début juin à fin septembre (permet de déplacer les animaux avant les travaux et de les remettre en place avant l'hibernation).

Chiroptères : Vérifier les arbres à cavités (Village et Furcil)

Périodes d'abattage : septembre et octobre ou faire intervenir un spécialiste pour déterminer si la cavité est occupée.

Pour les aspects autres que ceux décrits précédemment, soit la protection contre le bruit ou celle des sols notamment, il été considéré que le projet n'avait pas d'impact notable. Toutefois, il est bien entendu que la réalisation des mesures devra respecter les normes en la matière.

7.1.2. Suivi environnemental de réalisation (SER)

Un suivi environnemental de réalisation (SER) sera fait pour permettre la meilleure préservation possible de l'environnement (sites, paysages et biodiversité).

Un cahier des charges pour le SER sera défini dans la notice d'impact (notamment participation à la rédaction des conditions particulières des soumissions et suivi des travaux).

7.2. Contraintes techniques

7.2.1. Adéquations et conflits avec le chantier de la galerie SiSto

Les deux chantiers pourront être menés en parallèle sans conflit notable. Au contraire, des synergies importantes sont possibles entre le présent projet et celui du SPCH. Leur description est synthétisée au chapitre 2.4.

De plus, précisons que l'excavation de la SiSto générera quelques 15'000 m³ de matériaux (volume en place). Pour la constitution des digues et le remblayage de l'ancienne RC, ce sont plus de 13'000 m³ de ces matériaux ($\pm$ compactés) qui seront nécessaires. L'intérêt de la réutilisation de ces matériaux est double :

- Gain en fourniture : ces matériaux n'auront pas besoin d'être acheté, puisqu'ils sont fournis directement par le SPCH. L'intérêt est économique.
- Réduction des transports de matériaux : en s'approvisionnant en matériaux sur en place, les déplacements de camion sont fortement réduits. L'intérêt est environnemental.

¹ Correspond au secteur appelé Champ de la Pierre dans le reste du rapport

L'excavation de la SiSto se fera montante, soit depuis le portail Ouest qui se situe à l'extrémité de l'ancienne RC. Depuis ce point, les engins de marinage auront deux options :

- Emprunter l'ancien tronçon (direction Est) pour aller :
 - Stocker le marin temporairement sur l'ancienne RC. Il est en effet nécessaire de procéder de la sorte les 4 premiers mois d'excavation de la SiSto, de façon à disposer d'une réserve de matériaux suffisantes avant de commencer le concassage pour l'érection des digues.
 - Alimenter en pierres et blocs le concasseur sur l'ancienne RC, au sommet de la goulotte (en continu durant trois mois supplémentaires, à l'issue des 4 mois décrits ci-avant).
- Emprunter la H10 (direction Ouest), jusqu'à la place d'installation du Cimetière pour stocker le marin. Dans ce cas de figure, les matériaux ne seront pas destinés à la constitution des digues, mais seront évacués.

Les principes et phasages de la réutilisation des matériaux d'excavation de la SiSto (digue et remblai de l'ancienne RC) sont décrits en annexe 0.18.

Mentionnons ici deux contraintes dont il faudra tenir compte lors des travaux :

- Une fermeture totale du tunnel de la Clusette est prévue durant une courte période (environ un mois) correspondant au démontage de la dalle de ventilation de l'ouvrage. Un itinéraire de délestage sera a priori mis en place par la RC171. Il conviendra d'éviter les travaux de mise en place de treillis et clouage en bordure de cette route durant cette période.
- En cas d'utilisation (peu probable) de la zone d'installation du Cimetière, une coordination devra être faite avec l'utilisation concomitante de cette place pour le chantier de la SiSto.

7.2.2. Travaux préparatoires

Préliminairement aux travaux de sécurisation proprement dits, dans tous les secteurs, des travaux d'abattage sélectifs, de coupes d'arbre et de débroussaillage seront réalisés à l'emplacement des futures ouvrages (voir pièces A1, B1 et C1), de même que les aménagements des accès aux zones de travaux.

Concernant les interventions forestières, notons qu'il n'y aura pas de défrichage au sens de la LFo puisque les ouvrages sont assimilés à des ouvrages forestiers selon la législation forestière. Ils renforcent en effet le rôle protecteur de la forêt.

De plus, les travaux préparatoires ci-dessous, spécifiques aux secteurs concernés seront réalisés :

a. Secteur RC171

Purges de parois rocheuses

Démantèlement d'anciens ouvrages (treillis suspendus)

b. Secteur H10

Purges de parois rocheuses

Démantèlement d'anciens ouvrages (treillis plaqués)

c. Secteur Village

Dégrappage de l'ancienne RC (enrobé bitumineux)

Mise en place de la goulotte métallique

Erection de la digue provisoire au pied de la goulotte

Aménagement de la piste d'accès (plateforme et talus en remblais/déblais)

7.2.3. Installation de chantier

L'emplacement des zones d'installation de chantier figurent sur les pièces n° A1, B1 et C1 du dossier de mise à l'enquête. Leurs attributions sont les suivantes :

- ❑ Ancienne RC : stockage intermédiaire (et définitif) des matériaux d'excavation de la SiSto + engins de chantier (concasseur principalement) – Lot 1.
- ❑ Les Courtons (parcelle 1290) : stockage principal du matériel pour les digues (armatures métalliques + géotextiles pour terre armée et cages métallique pour gabions) + engins de chantier.
- ❑ Chemin du Mont (place de pic-nic) : stockage de petite quantité du matériel susmentionné au fur et à mesure de la constitution de la digue + engins de chantier + éventuellement container pour ouvriers.
- ❑ Chemin du Mont (pied goulotte) et Furcil : stockage de petite quantité du matériel susmentionné au fur et à mesure de la constitution de la digue + engins de chantier.
- ❑ Bordure H10 : stockage de petit matériel (rouleaux de treillis, barres d'ancrages notamment) pour mise en place des treillis et le clouage.
- ❑ Cimetière : en principe pas utilisée.
- ❑ Chemin de la Prise : stockage de petit matériel (rouleaux de treillis, barres d'ancrages notamment) pour mise en place des treillis et le clouage + éventuellement container pour ouvriers.
- ❑ Parcelle privée bordure RC171 : stockage de petit matériel (rouleaux de treillis, barres d'ancrages notamment) pour mise en place des treillis et le clouage + stockage piliers/ filets métalliques pour filets pare-pierres (place d'hélicoptage) + éventuellement container pour ouvriers.

7.2.4. Emprises

Les emprises des travaux par parcelles sont présentées aux pièces n°A1, B1 et C1.

Elles sont provisoires dans le cas où les ouvrages ou les aménagements ne modifient pas durablement le terrain et l'espace préexistant. Dans le cas contraire, les emprises sont définitives.

Ainsi les zones d'installation de chantier, de la goulotte et de la digue provisoire en pied principalement constituent des emprises provisoires.

Les emprises définitives concernent tous les ouvrages (digues, filets, treillis, clous) ainsi que les secteurs nécessitant des remaniements de terrain (zone de déblai/remblai pour l'aménagement de la piste d'accès à la digue "Village" par exemple).

En ce qui concerne les aspects fonciers, en cas d'emprise définitive, parmi les solutions qui s'offrent à la Commune, deux nous semblent adéquates :

- L'utilisation du terrain et l'entretien futur des ouvrages font l'objet d'une convention avec inscription d'une servitude au registre foncier.
- Le propriétaire est exproprié de la surface correspondant à l'emprise définitive (dans ce cas, des servitudes de passage devront probablement être établies en sus pour permettre l'entretien des ouvrages).

Selon les discussions avec les propriétaires, l'un ou l'autre option sera choisie selon les cas. Cela dit, afin de définir une enveloppe financière globale, nous avons privilégié à ce stade la seconde solution, en admettant un prix d'achat moyen du terrain (aire forestière et zone agricole) de CHF 3.-/m². Les montants correspondants sont intégrés au devis détaillé présenté au chapitre 8.1.

7.2.5. Trafic de chantier

Les synergies trouvées avec le chantier de la SiSto ont pour avantage de fortement diminuer le trafic des engins de chantier et camions, à la fois au centre du village (pour amener les matériaux vers le lieu d'implantation des digues) et au départ du chantier (vers les décharges appropriées).

Les principaux mouvements d'engins de chantier seront les suivants :

- Depuis la place d'installation des Courtons : livraison par quelques camions sur l'ensemble la durée de constructions des digues (Village et Furcil), pour amener l'ensemble de la fourniture sur la place. Puis, trafic d'un ou deux petits camions plateau par jour, pour amener la fourniture aux emplacements des travaux (en pied de versant à l'ouest du village et du côté du Furcil). Durée environ 3 mois.
- Sur l'ancienne RC : une dizaine d'aller-retour par jour d'engins de chantier (type petit Dumper) (durée environ 4½ mois).
- Depuis l'ancienne RC : acheminement par le chemin du Mont des matériaux pour ériger la digue provisoire (< 100 aller-retours de petit Dumper. Durée environ 1 semaine.

Signalons ici que la question de la stabilité du chemin du Mont au niveau du virage en épingle (Fig. 8) a été évoquée durant notre étude, notamment avec les forestiers. En effet, ces derniers n'empruntent plus ce passage avec leurs engins, de crainte d'affaissement dû à la présence des anciennes Mines du Furcil. Cependant, un contact récent avec l'Institut Suisse de Spéléologie et de Karstologie (ISSKA), nous a appris, sur la base de vues 3D du réseau des mines, que la couverture rocheuse est a priori de l'ordre de 70 m sous l'épingle de chemin. Nous pensons donc que le risque d'affaissement dû aux galeries minières (fontis) est suffisamment faible pour permettre le passage des engins de chantier (compte tenu également de la durée d'utilisation). La stabilité générale du chemin sera tout de même évaluée d'ici à la réalisation des travaux.

- Depuis le pied de la goulotte : acheminement par le chemin du Mont, puis la route du Furcil, des matériaux pour ériger la digue Furcil (environ 300 aller-retours de petit Dumper). Durée environ 1½ mois.
- Depuis la place d'installation sur parcelle privée en bordure de la RC171 : livraison par camions du matériel nécessaire aux filets pare-pierres et héliportage sur les lieux d'aménagement des ouvrages (une rotation par piliers, soit 2 à 8 par ouvrages). Durée cumulée environ 12 jours.

7.2.6. Risque en phase chantier

Pour les interventions dans le secteur Village et en particulier les passages fréquents des ouvriers et des engins de chantier sur l'ancienne RC, il est apparu intéressant de procéder à une évaluation du risque pour les personnes (annexe 0.19). Notre analyse à l'aide du calculateur EconoMe-Light 1.0 montre que le risque individuel de décès est globalement tolérable. Quelques situations, selon les hypothèses et les secteurs, présentent toutefois un risque non acceptable (de l'ordre de 1×10^{-5}).

7.2.7. Création d'une desserte forestière (en "remplacement" de l'ancienne RC)

Comme convenu entre les forestiers et la Commune (séance du 18 décembre 2020), une nouvelle voie de desserte sera créée dans le versant (longueur env. 200 et largeur env. 3 m), depuis le chemin du Mont, pour permettre l'entretien forestier dans le secteur (Fig. 8). Son coût sera à charge de la commune, mais sa réalisation et sa gestion seront du ressort du Service forestier communal. Ce dernier se chargera de faire exécuter les travaux le moment venu (vraisemblablement après les travaux de sécurisation de Noiraigue). Le coût de réalisation est estimé en première approximation à CHF 50-70.-/m', soit un total admis de CHF 12'000.- Ce montant est intégré au devis détaillé présenté au chapitre 8.1.

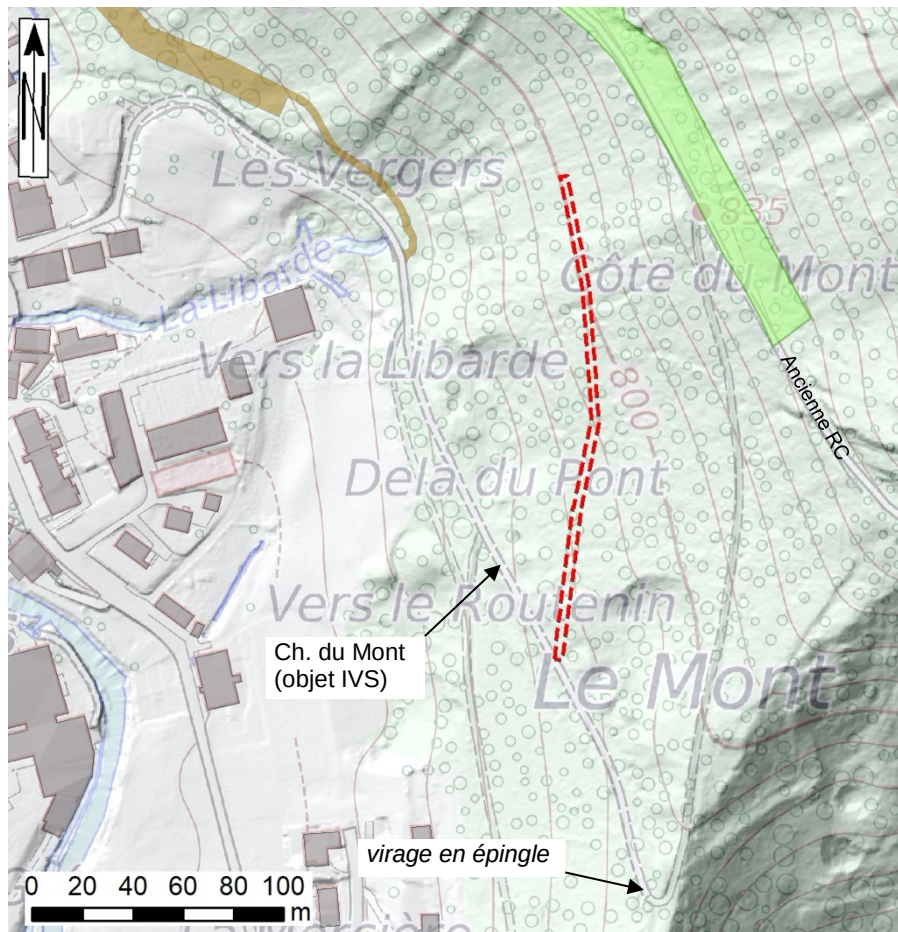


Fig. 8. Situation présumée de la nouvelle desserte forestière (en rouge). En vert remblayage de l'ancienne RC. En brun digue "Village" et piste d'accès.

7.3. Phasage proposé

Compte tenu des nombreux ouvrages à réaliser et des contraintes environnementales pour le secteur H10 (en particulier la période de nidification et d'élevage des jeunes du hibou Grand-Duc), les interventions sont envisagées en trois phases (ou lots) réparties grosso modo sur 3 ans.

7.3.1. Lot 1 "Village" (secteurs Village + Fencil)

Cette phase verra la mise en place du dispositif de traitement des matériaux, les défrichements et terrassement nécessaires et enfin le montage des digues dans le secteur village puis au Fencil. L'ensemble de ces opérations est estimé à environ 4 mois (sans les 4 mois initiaux de stockage des matériaux d'excavation de la SiSto).

A l'issue de cette phase, l'ancienne RC pourra être remblayée (durée environ 6 mois).

7.3.2. Lot 2 "H10" (secteurs H10 + Champ de la Pierre)

Les travaux se tiendront aux abords et à l'amont de la H10. Les purges nécessaires aux travaux (pour la sécurité et la mise en place des mesures) seront effectuées avant la mise en place des treillis plaqués et du clouage.

Ensuite viendront les défrichements et terrassements nécessaires à la mise en place des filets pare-pierres, puis la mise en place de ces derniers.

L'ensemble de ces opérations est estimé à environ 5 mois.

7.3.3. Lot 3 "RC171" (secteur RC171)

De manière similaire au secteur H10, les interventions aux abords et à l'amont de la RC171 débuteront par les purges nécessaires aux travaux avant la mise en place des mesures sur le rocher (treillis plaqués et clouage).

Les défrichements et terrassements nécessaires à la mise en place des filets pare-pierres, suivront et enfin la mise en place de ces derniers.

L'ensemble de ces opérations est estimé à environ 5 mois.

7.4. Planning intentionnel

En termes de planning, le Lot 1 étant dépendant du démarrage des travaux de sécurisation du tunnel de la Clusette¹ (en particulier l'excavation de la SiSto), il est raisonnable d'envisager son démarrage en juin 2022 (avec une fin des travaux début 2023). Ainsi, les phases 2 et 3 interviendront en 2023 (juin à octobre) et 2024 (juin à octobre).

L'annexe 0.15 détaille le planning intentionnel des travaux par lot.

¹ Démarrage dès avril du stockage des matériaux d'excavation de la SiSto sur l'ancienne RC, afin d'être en phase avec le démarrage des travaux de la SiSto.

8. COÛTS DES TRAVAUX

8.1. Devis détaillé

Des devis séparés ont été établis pour chaque lot, sous la forme d'une série de prix (résumé sous la forme d'un tableau à l'annexe 0.9) et d'un tableau de synthèse (Tabl. 7). Dans chacun, une distinction a été faite entre les mesures subventionnables (selon la loi sur les forêts - LFo), et celles qui ne le sont pas. Pour imputer de façon équitable les coûts des installations générales de chantier, un ratio a été calculé entre mesures subventionnables et non-subventionnables (fourniture et pose).

Ainsi les coûts détaillés à $\pm 10\%$ du projet synthétisé dans le Tabl. 3 comprennent une estimation des honoraires du géologue, de l'ingénieur et du spécialiste environnement, au pourcentage des travaux. Pour la mise en appel d'offre, le projet d'exécution, le suivi des travaux et la mise en service (phases SIA 41 et 51 à 53), ces montants indicatifs devront, le moment venu, être validés par des offres d'honoraires.

Notons encore qu'en ce qui concerne le devis du lot "Village", certaines hypothèses ont été faites afin d'optimiser le devis à ce stade :

- ❑ Sur les 8'000 m³ nécessaires au remblayage de l'ancienne RC, seuls 2'000 m³ sont prévus d'être concassés et compactés (soit 1 m de hauteur – niveau basal).
- ❑ La digue de réception au pied de la goulotte sera réalisée avec des matériaux directement sortis de la SiSto, soit non concassés.
- ❑ Pour l'érection de la digue "Village", il est prévu de récupérer 40% des matériaux issus des déblais pour la création de la piste d'accès (plateforme et talus), soit quelques 1'300 m³.
- ❑ La "production" des matériaux de la SiSto est trop faible (admis 30 m³ par jour - soit 50 m³ foisonnés) pour permettre de travailler en suivant cette cadence. En effet, l'érection de la digue "Village" notamment nécessitera un volume journalier supérieur. Afin de limiter la durée de (sous) utilisation du concasseur et donc de diminuer sa présence sur place, il est prévu de stocker temporairement les matériaux sortis de la SiSto, à l'emplacement du concasseur à venir, et ce durant une période de 4 mois. Cela correspond à quelques 4'000 m³ (80 jrs x 50 m³ foisonnés).

	Part subventionnable		Part non subventionnable	
Coûts des travaux	5'624'200	81%	634'400	9%
Coûts des honoraires	686'000	10%		
Coûts totaux	6'310'200	91%	634'400	9%
	6'944'600			
Subvention fédérale admise à ce jour 35%	2'208'570	32%		
Subvention cantonale 35%	2'208'570	32%		
Solde à charge de la commune	1'310'560	19%	634'400	9%
	1'944'960			28%
Solde à charge du SPCH (montant plafond selon proposition du SPCH selon courriel du 27.11.20)	582'500			8%

Remarque: les pourcentages sont calculés par rapport aux coûts totaux (subv. + non. subv.)

Tabl. 7. Synthèse des coûts en CHF TTC (à $\pm 10\%$).

Ainsi, par rapport aux estimations de coût de l'avant-projet/projet d'ouvrage de 2014 (à $\pm 10\%$), les remarques suivantes peuvent être faites sur les coûts actuels du projet d'ouvrage :

- Les honoraires tous les spécialistes sont désormais inclus dans l'estimatif.
- La création de la nouvelle desserte forestière est intégrée aux coûts.
- Le coût des digues est plus élevé qu'en 2014, notamment en raison de l'emploi d'ouvrage en terre armée (limitation de l'emprise pour des raisons d'espace et des questions environnementales).
- La réalisation des matériaux de la SiSto permet une économie de fourniture, mais implique la réalisation des ouvrages provisoires que sont la goulotte et la digue provisoire à son pied.
- Le remblayage de l'ancienne RC n'était pas prévu en 2014, ni la protection des secteurs Champ de la Pierre et Furcil.
- Le phasage en trois lots plutôt que deux, fait augmenter les coûts d'installation.
- L'utilisation de l'hélicoptère pour les travaux forestiers (abattage sélectifs, coupes d'arbre, ...) est désormais préconisée dans les zones difficilement accessibles.
- Les frais d'expropriation sont désormais inclus (compté 3.-/m² quelle que soit la zone d'affectation), ainsi qu'une estimation grossière des frais de notaire et de géomètre.
- L'instrumentation de quelques aléas ponctuels (phénomène d'éboulement).

Pour rappel, le coût des travaux (sans honoraires) pour la variante retenue était estimé en 2014 à CHF 6'180'000.- HT (soit env. 6'656'000.- TTC).

Ainsi au total, le coût global des travaux (sans les honoraires) est aujourd'hui inférieur de l'ordre de 6%. Bien que le projet d'ouvrage ait passablement évolué, son optimisation a permis une économie.

8.2. Preuve de la rentabilité (rapport utilité-coût)

La rentabilité d'une mesure de protection (ou d'un ensemble de mesures) est donnée par le rapport entre la diminution du risque monétarisé et le coût de la mesure. Ce ratio est appelé rapport utilité/coûts. Pour que la mesure soit jugée rentable, il doit être supérieur à 1.

Dans le cas présent, ce ratio est égal à 0.3 (annexe 0.10). Ainsi le seuil de rentabilité n'est pas atteint, mais pas rapport à l'étude de 2014, le ratio a été multiplié d'un facteur 3. Cela dit, il est important de rappeler que le calculateur EconoMe ne tient pas compte des conséquences indirectes que peut avoir un événement de chute de pierres (fermeture de voies de communication en particulier - voir chapitre 4.5).

8.3. Clé de répartition des coûts

Le projet de protection du village de Noiraigue et des routes H10 et RC171 entre dans la catégorie des projets individuels (selon la convention-programme 2020-2024 [24]), soit celle des projets de grande ampleur dans le domaine des ouvrages de protection. A ce titre, il peut bénéficier d'une aide financière de la Confédération (OFEV).

L'OFEV a retenu à ce jour une participation de 35% sur le montant des ouvrages subventionnables, soit à l'exclusion des mesures prises sur des parois rocheuses non naturelles (résultant par exemple de travaux de terrassement de la roche pour l'aménagement d'une route). La décision finale de l'OFEV ne pourra être rendue qu'à l'analyse du présent du projet d'ouvrage optimisé. Une majoration de la contribution fédérales de quelques pourcents est alors possible (voir chapitre 9).

A cela s'ajoute la part cantonale de subvention de 35%.

Signalons que mi-2020 l'estimation de coût pour la discussion de la convention-programme avec l'OFEV s'était basée sur le projet de 2014, le projet optimisé n'étant pas encore chiffré avec précision. En considérant les adaptations et le potentiel d'optimisation décrits au chapitre 2.2, le montant a été estimé alors à CHF 6'500'000.- TTC.

Sur cette base, le projet de décret portant octroi du crédit d'engagement correspondant au 70% du coût des travaux a d'ores et déjà été adopté par le Grand conseil neuchâtelois, le 24 juin 2020.

Le solde, soit le 30% de la part subventionnable et le 100% de la part non-subventionnable, sera à la charge des principaux bénéficiaires des mesures ; la commune de Val-de-Travers et le Service des Ponts et Chaussées du Canton de Neuchâtel (Tabl. 3).

Des propositions de clé de répartition ont été faites à ces deux entités, suivant deux approches. (selon l'ampleur des dommages et selon la valeur des objets). Après discussion, il a été admis entre les parties que la participation du SPCH s'élèverait à la moitié des coûts TTC suivants :

- 30% de la plus-value entre la variante retenue et celle ne protégeant que le village, sans la protection des routes (~510'000.-).
- Mesures non-subventionnables le long de la RC171 (~495'000.-).
- Dégrappage de l'ancienne RC (~160'000.- dans les discussions entre Commune et SPCH, mais ~120'000.- aujourd'hui).

En résumé, la répartition proposée (y compris les montants non subventionnables) impute environ 28% des coûts à la Commune et 8% au SPCH, le solde étant couvert par les subventions fédérale et cantonale.

Notons qu'il n'est pas demandé de participations aux propriétaires privés qui bénéficieront des mesures.

9. PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES SELON CONVENTION-PROGRAMME

9.1. Gestion intégrée des risques

La Commune de Val-de-Travers est affectée par le phénomène de chutes de pierres et blocs dans plusieurs parties de son territoire, notamment à Fleurier où des mesures ont été mises en place il y a une dizaine d'année. De plus, le secteur de la Clusette est connu pour son activité de chute de pierres. La mise en tunnel de la H10 dans les années 1970 en est une conséquence. Ainsi, les autorités communales sont ainsi conscientes depuis de nombreuses années de cette problématique.

9.1.1. Mesures d'aménagement du territoire

Cadastre des évènements tenu à jour

En ce qui concerne le cadastre des événements, un cadastre cantonal existe. Il est accessible sur l'intranet du SITN (accès communes et Etat), mais également disponible sur demande pour les privés.

Carte de danger ou analyses des risques pour tous les processus pertinents

Les cartes de dangers établies dans le cadre de la cartographie cantonale des dangers naturels ont été établies pour tous les processus pertinents. Elles sont disponibles dans leur version la plus récente sur le guichet cartographique cantonal www.sitn.ch. Elles montrent que les dangers naturels dans le versant dominant Noiraigue sont principalement liés au phénomène de chutes de pierres et blocs. Les autres phénomènes pertinents sont toutefois discutés au chapitre 3.3.

Plan d'affectation des zones tenant compte des CDN

Le plan d'aménagement local (PAL) est en cours de révision. Il tiendra compte des cartes de dangers naturels. Ces derniers seront donc transcrits dans l'aménagement du territoire. En attendant l'entrée en vigueur du plan, les procédures de permis de construire en zone de danger font l'objet d'un préavis du géologue cantonal.

Plan d'intervention opérationnel pour tous les processus concernés

En cas de chute de pierre, la commune intervient en premier lieu, puis actionne l'Organisation de gestion de crise et de catastrophe du canton du Neuchâtel (ORCCAN). L'Organe de conduite régional (OCGr) du Val-de-Travers active ainsi les cellules concernées (dangers naturels). Les différents domaines de spécialistes sont mis sur pied en fonction de l'évènement.

Mise en œuvre des plans d'intervention

L'OCGr assiste les autorités communales dans la préparation et la mise en œuvre des mesures de protection, de secours et d'assistance. Il est placé sous l'autorité de l'EMCC, pour permettre la conduite et la coordination de tous les moyens engagés.

Plan de gestion des ouvrages de protection opérationnel

La Commune de Val-de-Travers s'est engagée à effectuer (ou faire effectuer) un contrôle régulier des ouvrages réalisés et à en assurer l'entretien (Déclaration d'engagement donnée en annexe 0.17).

Le chapitre 9.5 donne des informations supplémentaires sur la nature des contrôles et l'entretien.

9.2. Aspect technique

Durant les travaux, l'ensemble des parois et pointements rocheux feront l'objet d'une évaluation de leur état par le géologue en vue d'adapter le nombre et la longueur des clous nécessaires en particulier, ce qui permettra d'éviter tout déficit de protection.

De manière générale, la redondance des systèmes de sécurisation est assurée par les mesures de contrôle régulières qui permettent de mettre en évidence une défaillance des mesures de sécurisation prises, mais aussi une dégradation de la stabilité des paroi rocheuses.

9.2.1. Evaluation de la qualité technique

Conséquences et traitement des cas de surcharge

En ce qui concerne les cas de surcharge spécifiques, ils peuvent être listés comme suit :

- **Accumulation de neige** dans le versant et sa mise en mouvement éventuelle. Nous ne parlons pas ici d'un danger d'avalanche (volumes en jeu et propagations vraisemblablement réduits), qui semble a priori peu pertinent, mais de petites coulées tout au plus.

Cela dit, l'analyse de cette problématique (considérée comme une action variable selon SIA 267), a montré dans d'autre dossier similaire, que ce cas de charge n'était pas déterminant pour le dimensionnement de la structure principale des filets pare-pierres. Par extension, on peut considérer qu'il est encore moins pour les digues.

La fonte des accumulations de neige, le cas échéant, devrait se faire de manière progressive. Dans le cas de la digue "Village", le système de drainage permettra l'évacuation sans risque, dans le réseau EC.

- **Accumulation de pierres et blocs dans les ouvrages pare-pierres ou leur endommagement suite à un événement**, leur contrôle régulier (cf. chap. 9.5), à un rythme a priori annuel, permettrait d'engager les travaux de purge/nettoyage, voire de réparation, et ainsi de limiter le risque dû à l'accumulation d'éléments rocheux à l'arrière des ouvrages.
- **Déstabilisation massive d'une portion de paroi** par ouverture de fractures profondes situées au-delà de la frange traitée par les ancrages et treillis plaqués. Un tel phénomène résulterait d'une dégradation lente et progressive de la stabilité du massif rocheux et pourrait ainsi être mis en évidence de manière anticipée lors des contrôles à plus long terme (5 ans). Des mesures de sécurisation complémentaires pourraient ainsi être prises à temps.
- **Energie nominale des filets dépassée (cas de la RC171)**. Il est raisonnable d'admettre un facteur de sécurité de l'ordre de 1.5 par le concepteur, sur le dimensionnement de la structure des matériaux constitutifs des ouvrages (câbles, ancrages, ...). Ainsi, nous admettons qu'un dépassement de l'ordre de 10 à 20% de la capacité d'un ouvrage pare-pierres fait partie de la marge de sécurité de sa conception. Si un tel cas survenait, nous considérons qu'il conduirait à la ruine, mais sans occasionner de rupture complète. Le changement de l'ouvrage serait en revanche indispensable.

9.3. Planification participative

9.3.1. Evaluation du processus de planification participative

Analyse des acteurs et des intérêts représentés

Les personnes et organismes intéressés sont listés ci-dessous, classés par ordre de leur implication et de leur influence potentielle : (synergie conflit d'objectif)

- ❑ Commune de Val-de-Travers : Maître d'ouvrage, commune territoriale et à ce titre responsable de la protection de la population et des biens contre les dangers naturels liés à la géologie.
- ❑ Service des Ponts et Chaussées – Office des routes cantonales ORCA : bénéficiaire des mesures (participe aux frais de mise en place des mesures).

- ❑ SAT – géologue cantonal : autorité de subventionnement
- ❑ OFEV / Division Prévention des dangers : autorité de subventionnement
- ❑ Propriétaires fonciers concernés par l'implantation des mesures ou des installations de chantier :
 - Propriétaires privés
 - Etat de Neuchâtel – Service de l'Economie
 - Commune de Val-de-Travers
- ❑ Habitants situés dans le périmètre du projet. Certains sont également bénéficiaires des mesures, mais ne participent pas aux frais de mise en place des mesures.
- ❑ CFF SA : bénéficiaire des mesures sans participation aux frais de mise en place des mesures (également propriétaire foncier concerné par l'implantation des mesures).
- ❑ Services cantonaux (consultés durant l'établissement du projet) :
 - Service de la faune, des forêts et de la nature SFFN (en particulier le Conservateur cantonal de la nature, la Chargée de la protection des espaces naturels et l'Inspecteur forestier)
- ❑ ONG - Associations de protection de l'environnement (Pro Natura et WWF).

Les listes des parcelles concernées par les mesures sont données au chapitre 9.4 et en légende des pièces A1, B1 et C1. Elles précisent quelles sont les parcelles où seront réalisées les mesures (avec les emprises provisoire et définitive).

Population informée avant le dépôt du projet

Une séance d'information publique a eu lieu le 1^{er} octobre 2020 à 20h à la Salle du Collège de Noiraigue. Elle a été l'occasion de présenter à la fois le projet d'assainissement du Tunnel de la Clusette et celui de protection de Noiraigue contre les chutes de pierres. Ce dernier a été présenté par le Conseiller communal en charge du dicastère du territoire, des sports et de la culture ainsi que les représentants des bureaux Norbert SA, BG Ingénieurs-conseils et Carline Sàrl ainsi que le Géologue cantonal. Une discussion ouverte et constructive a eu lieu avec la population sur les projets, en particulier à propos des impacts sur le trafic du projet du tunnel. Le compte-rendu de la séance est donné en annexe 0.16.

Objectifs définis en impliquant les acteurs

Les objectifs de protection définis pour ce projet ont été présentés à la population lors de la séance du 1^{er} octobre 2020. Ils n'ont pas été remis en question lors de cette assemblée.

Variantes éventuelles et marge de manœuvre discutées

Les variantes de mesures de sécurisation étudiées ont été décrites au SPCH lors de multiples séances de discussion et échanges (voir chap. 2.1), pour aboutir finalement au présent projet d'ouvrage optimisé.

Une séance de présentation du projet d'ouvrage optimisé a eu lieu en présence de l'OFEV le 10 juin 2020 à Noiraigue.

Les ONG (WWF et Pro Natura) ont été conviées à Noiraigue, à une présentation des projets du Tunnel de la Clusette et de protection de Noiraigue, le 2 septembre 2020.

Enfin, la variante retenue a été expliquée en détail à la population lors de la séance du 1^{er} octobre 2020.

9.4. Conditions de propriété

Selon le plan d'affectation en vigueur, les secteurs des travaux se situent en aire forestière et zone agricole, soit hors zones à bâtir.

Le Tabl. 8 présente la liste de parcelles sur lesquelles sera situé l'ensemble des mesures (voir aussi pièces n°A1, B1 et C1).

LOT	Parcelle n°	Type	Commune	Propriétaire
1	1000	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL Service de la faune, des forêts et de la nature
1	1021	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers
1	1173	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	CFF
1	1188	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers
1	1190	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers
1	1245	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers
1	DP44	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL
1	DP45	DP COMM	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers
1	DP48	DP COMM	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers
1	DP58	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL
2	994	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	JOLY Philippe Hervé
2	1190	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers
2	1245	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers
2	1246	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers
2	DP33	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL
2	DP44	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL
3	704	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	FORETS ET IMMEUBLES FORIM SA
3	768	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	MAIRE Jean-Paul
3	769	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	CONF. SUISSE - DDPS, EMG, Div. des biens immobiliers militaires
3	874	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers
3	875	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	FORETS ET IMMEUBLES FORIM SA
3	876	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	HOIRIE RUBI Pierre
3	877	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers
3	949	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	SEILER Werner
3	1103	BIEN-FONDS	Brot-Plamboz	SEILER Werner
3	1245	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers
3	DP35	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL
3	DP74	DP CANT	Brot-Plamboz	ETAT DE NEUCHATEL

Tabl. 8. Liste des parcelles sur lesquelles les mesures se situeront (emprise définitive).

Selon l'usage, la commune de Val-de-Travers restera propriétaire des ouvrages de protection mise en place pour lutter contre les chutes de pierres et blocs.

9.5. Contrôle et entretien des ouvrages

A l'issue des travaux, un plan de contrôle et d'entretien des ouvrages de protection contre les chutes de pierres sera établi par le spécialiste en charge de l'exécution (géologue et/ou ingénieur). Il se basera sur le manuel COP [25]).

Les coûts y relatifs seront à charges de la Commune de Val-de-Travers. Cette dernière s'est engagée à effectuer (ou faire effectuer) le contrôle régulier des ouvrages réalisés et à en assurer l'entretien (Déclaration d'engagement donnée en annexe 0.17).

Les conventions passées avec les propriétaires des biens-fonds devront permettre à la Commune et ses ayants-droits un accès en tout point des ouvrages et en tout temps, à des fins de contrôle et d'entretien.

Il s'agira de prévoir un contrôle visuel des ouvrages 1 fois par an par le service communal compétant ainsi que les contrôles du géologue et/ou de l'ingénieur tous les 5 ans (= inspection détaillée selon le manuel COP) après débroussaillage des ouvrages par une entreprise forestière. Dans les grandes lignes, le cahier des charges sera le suivant :

- Contrôle visuel : Rythme annuel
Prestation par la Commune (en principe le Service forestier)
Observations des dommages (avec photos et position approx.)
 - Présence de pierres dans les ouvrages
 - Croissance de végétation
 - Dégâts dus à des impacts de pierre (filets déchirés, anneaux de freinage déformés, piliers tordus,...).**Evaluation des dégâts selon grille d'évaluation (=état)**
 - Proposition de mesures selon état.**Evolution de témoins sur fissures**
 - Information au géologue/ingénieur en cas de dégradation
- Inspection détaillée : Rythme tous les 5 ans (ou suite à un événement)
Prestation par le géologue et/ou l'ingénieur
Observations des dommages
 - Présence de pierres dans les ouvrages
 - Dégâts dus à des impacts de pierre (treillis de couverture déchirés, câbles déformés, ancrages abimés,...).
 - Corrosion des composants de l'ouvrage**Evaluation des dégâts selon grille d'évaluation**
 - Proposition de mesures (évacuation des pierres, débroussaillage,...)**Evaluation de la fiabilité des mesures de protection**
Evaluation de l'état de stabilité général des aléas ponctuels
 - Information à la Commune : proposition d'étude détaillée ou de mesures de confortation.**Etablissement d'un rapport succinct**, avec plan de situation.

10. CONCLUSIONS

L'optimisation du projet d'ouvrage de mesures de protection contre les chutes de pierres menée à Noiraigue a été faite selon les demandes formulées par l'OFEV, à la suite de notre étude 2013-2014 [6][7].

Cette optimisation a porté essentiellement sur l'extension des mesures vers l'Ouest et le Sud-ouest du Village (secteurs respectivement de Champ de la Pierre et du Furcil) ainsi qu'en la suppression d'une des deux digues proposées à l'Est de la localité.

Des synergies importantes ont été trouvées avec le projet d'assainissement et sécurisation du tunnel de la Clusette, et en particulier la création d'une galerie de sécurité (SiSto), parallèle à l'ouvrage existant. Deux filets pare-pierres prévus au portail Ouest ont été intégrés au dispositif de mesures protégeant les habitations, ce qui a permis de réduire la longueur de la digue "Village". De plus, la réutilisation des matériaux d'excavation de la SiSto permettra non seulement la constitution des digues, mais aussi le remblayage de l'ancienne RC. Le reprofilage du terrain évitera l'effet tremplin que constitue cette route (la cassure de pente sera adoucie et les matériaux auront un effet amortisseur).

Ainsi, les mesures actives proposées sont de type filets pare-pierres, digues, treillis plaqués et clouage principalement. Le montant total des travaux se monte à CHF 6'232'000.- TTC (soit 6 à 7% de moins que l'estimation 2013-2014), alors que l'investissement total (y compris honoraires) atteint CHF 6'887'000.- TTC.

En termes de risque individuel de décès, la situation n'a pas changé malgré l'ajustement de la probabilité d'occurrence spatiales (prA) dans les calculs. Le risque est non acceptable pour une partie des bâtiments menacés à Noiraigue, mais reste tolérable à acceptable pour les axes de communications (H10 et RC171). Le rapport utilité/coût des mesures a augmenté de manière significative, mais reste en dessous de 1. Cela dit, cette approche du risque ne tient pas compte des effets induits par la fermeture d'une voie de communication importante. Ainsi la fermeture de l'un ou de l'autre de ces axes routiers (voire des deux) serait très préjudiciable pour la région.

Les mesures proposées permettent de se prémunir efficacement contre les chutes de pierres au temps de retour 5, 30 et 100 ans, aussi bien pour les bâtiments fortement menacés dans le village de Noiraigue que les infrastructures routières touchées.

Pour les chutes de pierres à Tr 300, aucune intervention spécifique n'est préconisée, mais l'analyse a montré que les mesures proposées ont un effet non négligeable, en réduisant le nombre de passage de blocs.

Pour le phénomène d'éboulement, une surveillance des principaux aléas ponctuels est préconisée à l'aide de témoins sur fissures.

Parallèlement à la mise à l'enquête, la demande de subvention sera faite auprès du Canton. Les travaux seront ensuite mis en appel d'offre (soumission) puis l'établissement du projet d'exécution et enfin la réalisation des travaux, divisés en lots, sur trois ans (en 2022-23 Lot1 Village – en 2023 Lot 2 H10 – en 2024 Lot 3 RC171).

E. Marclay
Géologue dipl.

E. Champod
Géologue dipl.



carline sàrl
nature et biodiversité

Commune de Val-de-Travers

Projet de protection contre les chutes de pierres à Noiraigue (NE)

**Notice d'impact sur la nature, la forêt, le paysage et le patrimoine
historique**

22 février 2021



Noiraigue, vue sur les Roches Blanches depuis la rue du collège, 10.09.2019

TABLE DES MATIERES

1. CADRE DU MANDAT	3
2. BASES LEGALES	3
2.1 Droit fédéral	3
2.2 Droit cantonal.....	4
2.3 Droit communal.....	4
3. PROCÉDURE.....	4
3.1 Notice d'impact	4
3.2 Autorisations spéciales nécessaires	5
3.3 Mise en oeuvre des mesures de protection	5
4. DESCRIPTION DU PROJET	5
5. IMPACTS DU PROJET	8
5.1 Domaines traités	8
5.2 Nature	8
5.2.1 Méthodologie.....	8
5.2.2 Etat actuel	9
5.2.3 Impacts sur la nature et les zones protégées en phase de réalisation	19
5.2.4 Impacts du projet sur la nature en phase d'exploitation	22
5.2.5 Mesures	24
5.3 Forêt.....	25
5.3.1 Méthodologie.....	25
5.3.2 Etat actuel	26
5.3.3 Impact du projet en phase de réalisation	26
5.3.4 Impact du projet en phase d'exploitation.....	28
5.3.5 Mesures	28
5.4 Paysage	29
5.4.1 Méthodologie.....	29
5.4.2 Etat actuel	29
5.4.3 Impact du projet en phase de réalisation	34
5.4.4 Impact du projet en phase d'exploitation.....	34
5.4.5 Mesures	36
5.5 Patrimoine historique	36
5.5.1 Méthodologie.....	37
5.5.2 Etat actuel	37
5.5.3 Impact du projet en phase de réalisation	37
5.5.4 Impact du projet en phase d'exploitation.....	39
5.5.5 Mesures	39
6. SYNTHÈSE ET POURSUITE DE LA DEMARCHE	40
7. BIBLIOGRAPHIE	42

1. CADRE DU MANDAT

Le Service de l'aménagement du territoire du canton de Neuchâtel a mandaté Norbert SA pour préciser la carte des dangers de chutes de pierres et pour définir des mesures de protection liées aux chutes de pierres à Noiraigue. Le bureau Norbert SA a établi une analyse du danger de chutes de pierres et d'éboulement (Rapport géologique Norbert SA, 2013 et un avant-projet et projet d'ouvrage (Rapport géologique Norbert SA, 2014). L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) les a préavisés favorablement le 28 octobre 2015 sous réserve de l'optimisation du projet, notamment l'agrandissement de la zone de protection aux secteurs du Champ-de-la-Pierre et du Furcil.

La Commune de Val-de-Travers, qui a repris le projet en octobre 2018, souhaite présenter un rapport définitif au printemps 2021 au Conseil général et mettre le projet à l'enquête publique.

Dans le cadre de la mise à jour et de l'optimisation du projet de protection contre les chutes de pierres à Noiraigue, Carline sàrl a été mandaté pour effectuer une expertise biologique du projet. Il s'agissait d'évaluer les impacts sur la nature et le paysage et de proposer des mesures de précaution, de reconstitution ou de remplacement.

Un rapport préliminaire *"Analyse de l'impact sur la nature et le paysage - Rapport préliminaire - 11 novembre 2019"* décrit l'état actuel des secteurs touchés par les ouvrages projetés, évalue sommairement l'impact des ouvrages et formule des recommandations pour la poursuite de la planification du projet.

En 2020, le projet de protection contre les chutes de pierres a été consolidé et des synergies avec le projet SISTO (Projet cantonal d'assainissement et de sécurisation du tunnel de la Clusette établi par le Service cantonal des ponts et chaussées - SPCH) ont été proposées. Il s'agit de valoriser une partie des matériaux excavés lors du creusement de la galerie de sécurité pour aménager les digues et de reprendre les filets de protection provisoires du portail Ouest qui deviendraient définitifs pour le projet communal.

La notice d'impact sur la nature, la forêt, le paysage et le patrimoine historique évalue l'impact du projet de protection contre les chutes de pierres et propose des mesures de précaution, de reconstitution et de remplacement. Elle constitue la pièce n° 4 du dossier de mise à l'enquête.

Cette notice d'impact se base sur le rapport géologique et technique (projet d'ouvrage optimisé) de NORBERT SA, pièce n°3 du dossier et des plans des ouvrages.

2. BASES LEGALES

L'analyse de l'impact sur les espèces, les milieux naturels, les forêts, le paysage et le patrimoine historique se base sur les dispositions légales fédérales, cantonales et communales suivantes :

2.1 Droit fédéral

- La loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN) du 1 juillet 1966 (état au 1^{er} avril 2020), et son ordonnance (OPN) du 16 janvier 1991 (état au 1^{er} juin 2017) ;

- La loi fédérale sur la chasse et la protection des mammifères et oiseaux sauvages (LChP), du 20 juin 1986 (état au 1^{er} mai 2017) ;
- La loi fédérale sur les forêts (LFo) du 4 octobre 1991 (état au 1^{er} janvier 2017) et son ordonnance (OFo) du 30 novembre 1992 (état au 1^{er} janvier 2020) ;
- L'ordonnance concernant les districts francs fédéraux (ODF) du 30 septembre 1991 (état au 15 juillet 2015) ;
- L'ordonnance concernant l'inventaire fédéral des voies de communication historiques de la Suisse (OIVS), du 14 avril 2010 (état au 1^{er} juin 2017).

2.2 Droit cantonal

- L'arrêté concernant la protection de la flore, du 13 juillet 1965 (état au 1^{er} août 2013) ;
- La loi sur la protection de la nature (LCPN) du 22 juin 1994 (état au 1^{er} janvier 2011) ;
- L'arrêté concernant la protection des haies, des bosquets, des murs de pierres sèches et des dolines, du 19 avril 2006 (état au 1^{er} août 2013) ;
- Le décret concernant la protection des sites naturels du canton, du 14 février 1966 (état au 1^{er} mai 2019) ;
- La loi cantonale sur les forêts du 6 février 1996 (état au 1^{er} janvier 2011) ;
- La loi cantonale sur l'aménagement du territoire (LCAT), du 2 octobre 1991, et son règlement d'exécution, du 16 octobre 1996 (état au 1^{er} janvier 2020) ;
- La loi cantonale sur la faune sauvage (LFS), du 7 février 1995 (état au 1 janvier 2015) ;
- Le Plan directeur cantonal et sa fiche S37 : Protéger et gérer les biotopes, objets géologiques et sites naturels d'importance régionale (ICOP) ;
- Le Plan directeur cantonal et sa fiche U18 : Assurer la sécurité des biens et des personnes contre les dangers naturels.

2.3 Droit communal

- Le règlement d'aménagement de la commune de Noiraigue (sanctionné le 15 décembre 2004).

3. PROCÉDURE

3.1 Notice d'impact

Le projet de protection contre les chutes de pierre à Noiraigue n'est pas soumis à une étude d'impact sur l'environnement (EIE) selon l'annexe 1 de l'Ordonnance fédérale relative à l'étude de l'impact sur l'environnement (OEIE). Le projet étant situé dans un environnement riche en espèces et dans des zones protégées, la notice d'impact décrit les impacts et propose des mesures de protection, de reconstitution et de remplacement.

Le processus de planification du projet a fait l'objet de notes intermédiaires et de séances de travail pour améliorer son insertion dans les domaines de l'environnement traités dans la présente notice.

3.2 Autorisations spéciales nécessaires

Les autorisations spéciales suivantes devront être obtenues :

- Demande d'autorisation en sens de l'art. 24 LAT pour construction hors de la zone à bâtir ;
- Demandes d'autorisation relatives à la protection de la nature (LPN et OPN), cf chapitres 5.2.3 et 5.2.4 :
 - La destruction temporaire de 820 m² et définitive de 1895 m² de milieux naturels dignes de protection (*Fraxinion*, *Tilion platyphylli*, *Cephalanthero-Fagenion*,) (art.18 de LPN, annexe 1 OPN) ;
 - Le déplacement d'espèces protégées (orchidées et reptiles) (art.18 de LPN, annexe 2 et 3 OPN).
- Demandes d'autorisation relatives à la législation forestière (LFO et LCFo), cf chapitre 5.3.3 :
 - Autorisation pour non-respect de la distance minimale par rapport à la forêt (art. 16 LCFo) ;
 - Autorisation pour exploitation préjudiciable (art. 17 et 18 LCFo).

Les différentes installations de protection contre les chutes de pierres et de blocs en forêt, soit : les digues, les filets, les treillis plaquées, les clouages et les purges de rochers sont conformes à la zone forestière dans la mesure où elles renforcent la fonction protectrice de la forêt par rapport à une construction existante. Selon le SFFN, aucune demande de défrichement n'est nécessaire.

- Demande de dérogation au règlement d'aménagement communal pour modification de la nature du sol dans une ZP2 (art.14.02. Règlement d'aménagement de Noiraigue), cf chapitre 5.2.4.

3.3 Mise en oeuvre des mesures de protection

La planification de détail et la mise en œuvre des mesures de protection de la nature seront effectuées et contrôlées dans le cadre d'un suivi environnemental de réalisation (SER). La mise en œuvre de ces mesures est la charge de la Commune de Val-de-Travers.

4. DESCRIPTION DU PROJET

Selon la pièce n°3 du dossier, le projet d'ouvrages de protection pour le village de Noiraigue comprend :

- 14 filets de protection placés en amont de la RC 171, au-dessus du portail de la H10 et dans un pâturage aux Rettes (protection du quartier Champ-de-la-Pierre). Ces filets

sont de dimensions variables : entre 16 m et 90 m de long pour une hauteur de 3 à 9 m ;

- 1 digue en terre armée de 115 m de long sur 6 à 8 m de haut (côté aval) au chemin du Mont au Nord-Est du village ;
- 1 digue en gabions de 150 m de long, 3 mètres de large et 2 m de haut au Furcil ;
- 11 interventions sur des rochers pour des purges et clouages sur une surface 4780 m² ;
- 10 treillis plaqués sur des rochers pour une surface de 8980 m² ;
- Le remblayage de l'ancienne route de la Clusette sur 300 m, correspondant à 8000 m³.

Ces ouvrages de protection sont situés dans différents secteurs (cf. figure 1) pour protéger tant le village que les routes d'accès au Val-de-Travers RC171 et H10. L'ouvrage du Furcil, protège avant tout la route du Furcil qui est un axe important et très fréquenté pour le tourisme pédestre accédant au Creux du Van et aux Gorges de l'Areuse. Une carte détaillée des ouvrages de protection dans les différents secteurs se trouve en Annexe 1.

Les emplacements des places d'installation de chantier sont présentés sur la figure 2. Elles ont été regroupées en fonction de leur utilisation pour les 3 phases du chantier.

Lot 1 : Dignes Village et Furcil, remblai ancienne RC

1. Ancienne RC, route abandonnée, dont le revêtement est partiellement recouvert de végétation. Une place d'installation et une zone de chantier de 5800 m² qui correspond à la surface remblayée à l'issue de la phase 1.
2. Les Courtons, place d'installation de 300 m² sur une prairie grasse.
3. Chemin du Mont, place d'installation en forêt de 450 m² en partie sur une aire de pique-nique et un chemin forestier.
4. Furcil, place d'installation de 360 m² en forêt.

Lot 2 : H10 et Champ-de-la Pierre

5. H10, place d'installation enherbée de 550 m² au bord de la route.
6. Cimetière, place d'installation de 3300 m² réservée pour le chantier SISTO, en principe non utilisée pour le projet communal.
7. Chemin de la Prise, une place d'installation de 590 m² sur un chemin forestier partiellement végétalisé.

Lot 3 : RC 171

8. Place d'installation de 400 m² sur une parcelle privée utilisée comme parking.

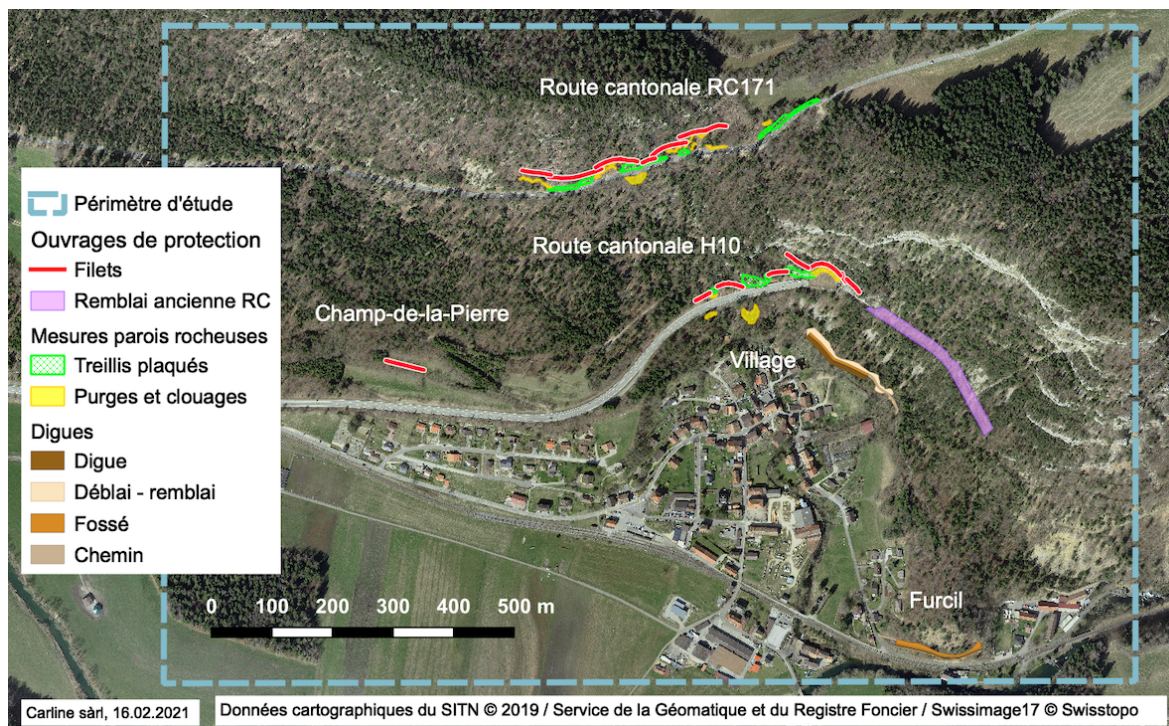


Fig. 1 : Périmètre d'étude et emplacement des ouvrages de protection

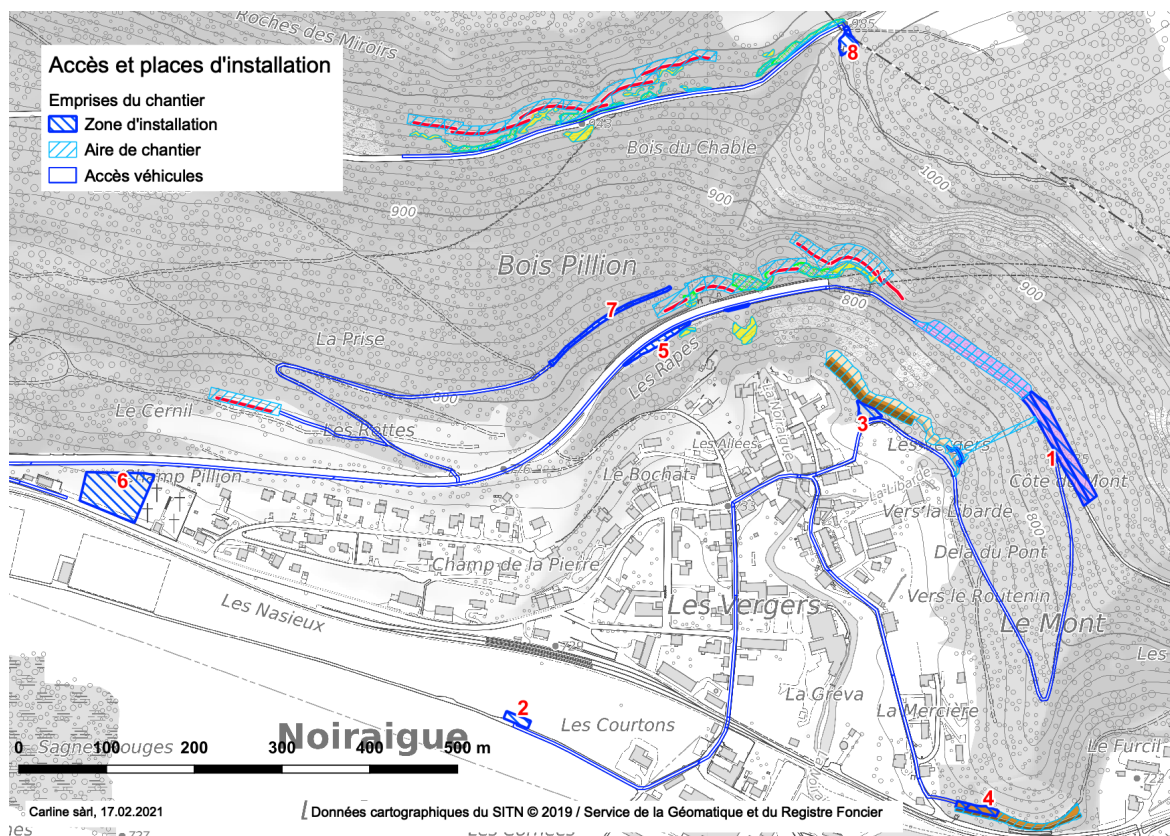


Fig. 2 : places d'installation de chantier, accès et emprises des travaux

Les matériaux pour ériger les digues Village et Furcil seront en partie acheminés gravitairement par une goulotte depuis l'ancienne route de la Clusette jusqu'à une petite

digue provisoire à la Libarde. A l'issue des travaux, le projet prévoit le remblaiement de l'ancienne route afin de diminuer les rebonds des blocs.

5. IMPACTS DU PROJET

5.1 Domaines traités

Les domaines de l'environnement traités dans cette notice sont :

- la nature au sens large : les zones protégées, les milieux naturels, la faune et la flore ;
- la forêt ;
- le paysage ;
- le patrimoine historique.

5.2 Nature

5.2.1 Méthodologie

Zones protégées : Les zones protégées ont été recensées à partir du géoportail du système d'information du territoire neuchâtelois (<https://sitn.ne.ch>).

Espèces : Une demande auprès de la base de données Info Species a été effectuée le 4 septembre 2019 pour tous les groupes d'organismes, à l'exception des poissons et écrevisses. Le périmètre choisi pour cette demande est légèrement supérieur à l'emprise des travaux. C'est un secteur de 2.16 km² à l'intérieur des coordonnées 2'544'500-2'546'300 / 1'200'300-1'201'500 soit 1,8 km sur 1,2 km.

Les données reçues du Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF, Karch et CCO-KOF) concernent un périmètre un peu plus grand (2'544'000-2'547'000 / 1'200'000-1'202'000), soit 6 km². Les groupes concernés sont : vertébrés (mammifères, reptiles, amphibiens) et invertébrés (gastéropodes et insectes). Ces espèces étant relativement mobiles, des données sur une plus grande surface peuvent être utiles.

Les données transmises par Info Species concernent les groupes suivants :

- Les mousses (Swissbryophytes)
- Les lichens (Swisslichens)
- Les champignons (Swissfungi)
- Les plantes vasculaires (Info Flora)
- Les reptiles et amphibiens (Karch)
- Les mammifères (CSCF)
- Les chauves-souris (CCO-KOF)
- Les invertébrés, dont les insectes et les gastéropodes (CSCF)
- Les oiseaux (Station ornithologique suisse)

Des contacts avec les experts des groupes d'espèces rares, menacées ou protégées ont été pris. Les groupes concernés sont : les oiseaux (Marc Kéry, Bernard Claude), les reptiles (Maxime Chèvre), les chiroptères (Valéry Uldry) et les invertébrés (François Claude).

Référentiel taxonomique : La nomenclature de la flore se base sur la Checklist 2017 de Flora Helvetica [1] et celle des milieux naturels sur la carte phytosociologique du canton de Neuchâtel (www.sitn.ne.ch) et du Guide des milieux naturels de Suisse (Delarze & al, 2015) [2]. La nomenclature de la faune, des mousses, des lichens et des champignons est celle d'Info Species [3].

Relevés de terrain flore et milieux naturels : La flore et les milieux naturels ont été relevés à l'emplacement des ouvrages de protection en automne 2019. La position précise des différents ouvrages, notamment des filets pare-pierres, n'étant pas encore définie en été 2019, l'analyse de la flore et des milieux naturels a été effectuée le long d'un transect à l'emplacement provisoire des filets. Certains secteurs n'étant pas accessibles, les relevés ont été effectués à l'aide de jumelles.

Les inventaires ayant eu lieu en automne (les 2, 3, 10, 13 septembre, 1 octobre 2019, 23 septembre et 24 novembre 2020), les relevés ne sont pas exhaustifs mais donnent une bonne appréciation des milieux naturels. La végétation en bordure de route était parfois récemment fauchée.

La visite des places d'installation de chantier a eu lieu les 28 octobre et 24 novembre 2020.

Des relevés complémentaires seront réalisés dans le cadre du SER pour les espèces rares ou protégées, sur les emplacements des digues et des places d'installation de chantier lorsque l'emplacement exact des ouvrages aura été déterminé et qu'ils auront été piquetés sur le terrain.

Relevés de terrain reptiles : Un inventaire des reptiles présents dans les emprises du projet a été effectué au printemps 2020 (6 sorties entre le 17 mars et le 24 mai) par Maxime Chèvre, biologiste et spécialiste des reptiles.

Les emprises définitives n'étant pas connues au printemps 2020, le secteur de l'ancienne route de la Clusette (Place d'installation de chantier et remblayage de la route par les matériaux d'excavation du tunnel SISTO) n'a pas été inventorié.

Expertise Faune : une expertise concernant le déplacement de la faune a été établie par Faune concept.

5.2.2 Etat actuel

Zones protégées

Le périmètre étudié est soumis à différentes zones de protection de niveau fédéral, cantonal et communal.

- *District franc fédéral du Creux-du-Van* : le district franc recoupe une petite zone du secteur d'étude, au Furcil.
- *Inventaire cantonal des objets à protéger (ICOP)* : N° 3 Creux du Van et Gorges de l'Areuse. L'ICOP inclut les ouvrages prévus au Furcil, à l'Est du Village et au Nord de la Route cantonale H10.

- *Décret 1966* : zone de crêtes et forêts. Tous les ouvrages projetés sont entièrement ou partiellement dans la zone de crêtes et forêts.
- *Objets protégés cantonal* : surface d'eau (source de la Noiraigue et cours d'eau : La Noiraigue et La Libarde) et diverses haies.
- *Zones de protection 2* : ZP2-1 La Clusette, ZP2-3 Prairie maigre du Furcil, ZP2-4 Prairie maigre des Rettes et ZP2-5 source de La Noiraigue.

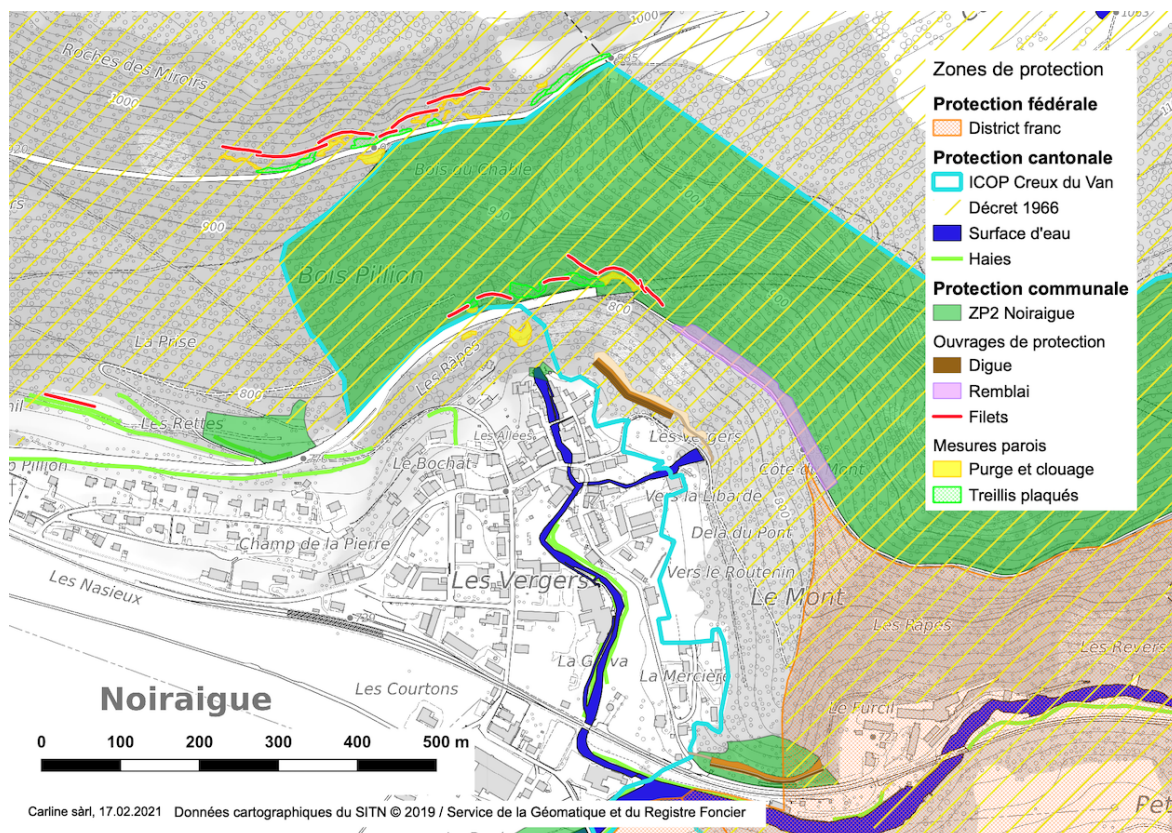


Fig. 3 : Zones de protection et ouvrages projetés

Espèces

Les données transmises par InfoSpecies mentionnent 3777 observations pour 757 espèces. Les observations fournies par Info fauna sont toutes postérieures à 1998. Les observations d'oiseaux sont postérieures à 2000 et les observations de mousses, lichens, champignons et plantes vasculaires ne sont pas limitées dans le temps, certaines observations datent d'avant 1900.

Les espèces sont présentées par groupe d'espèces, leur statut LR (degré de menace) est repris des listes rouges nationales [4-16] et le degré de priorité est issu de la liste des espèces prioritaires [17-18].

Mammifères (sans les chiroptères)

8 espèces de mammifères protégés, menacés et/ou prioritaires ont été observées dans le secteur d'étude.

Nom scientifique	Nom français	PRIO	LR	Prot	Année
<i>Castor fiber</i>	Castor d'Europe		LC*	LPN	2017
<i>Erinaceus europaeus</i>	Hérisson		EN*	LPN	2018
<i>Glis glis</i>	Loir		LC*	LPN	2010
<i>Lynx lynx</i>	Lynx boréal	1	EN*	LPN	2018
<i>Lepus europaeus</i>	Lièvre	4	VU*		2015
<i>Mustela herminea</i>	Hermine		LC*	LPN	2016
<i>Mustela nivalis</i>	Belette	4	VU*	LPN	2006
<i>Sciurus vulgaris</i>	Ecureuil		LC*	LPN	2019

Abréviations : PRIO : priorité selon la liste des espèces prioritaires. LR : degré de menace selon les listes rouges nationales. Prot : espèces protégées au niveau national (LPN ou LChP). Année : date de la plus récente des observations.

Une expertise sur le déplacement de la faune a été produite par Michel Blant de Faune concept. Le document "Protection contre les chutes de pierre à Noiraigue - Expertise faunistique - Octobre 2020" se trouve en Annexe 2.

Chiroptères

9 espèces de chauves-souris sont présentes dans le secteur. Toutes les chauve-souris sont protégées au niveau fédéral. Le grand rhinolophe est une espèce au bord de l'extinction.

Nom scientifique	Nom français	PRIO	LR	Prot	Année
<i>Eptesicus nilssonii</i>	Sérotine boréale	1	VU	LPN	2018
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	1	VU	LPN	2018
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton		NT	LPN	2018
<i>Myotis myotis</i>	Grand murin	1	VU	LPN	2013
<i>Myotis mystacinus</i>	Murin à moustache		LC	LPN	2014
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius		LC	LPN	2014
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune		LC	LPN	2017
<i>Plecotus auritus</i>	Oreillard brun	1	VU	LPN	2017
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grand rhinolophe	1	CR	LPN	2017

Oiseaux

25 espèces d'oiseaux prioritaires ou menacés se trouvent dans le secteur étudié dont le Grand-duc d'Europe qui niche dans les falaises au-dessus du portail de la H10.

Nom scientifique	Nom français	PRIO	LR	Prot	Année
<i>Bubo bubo</i>	Grand-duc d'Europe	1	EN	LChP	2019
<i>Picus canus</i>	Pic cendré	1	VU	LChP	2015
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Pouillot siffleur	1	VU	LChP	2015
<i>Phylloscopus trochilus</i>	Pouillot fitis	1	VU	LChP	2016
<i>Turdus pilaris</i>	Grive litorne	1	VU	LChP	2019
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Grèbe castagneux	3	VU		2014
<i>Apus apus</i>	Martinet noir	1	NT	LChP	2019
<i>Cuculus canorus</i>	Coucou gris	1	NT	LChP	2008

<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	1	NT	LChP	2019
<i>Delichon urbicum</i>	Hirondelle de fenêtre	1	NT	LChP	2019
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Rougequeue à front blanc	1	NT	LChP	2019
<i>Milvus milvus</i>	Milan royal	1	LC	LChP	2019
<i>Asio otus</i>	Hibou moyen-duc	2	NT	LChP	2017
<i>Pernis apivorus</i>	Bondrée apivore	2	NT	LChP	2017
<i>Falco peregrinus</i>	Faucon pèlerin	2	NT	LChP	2018
<i>Sylvia borin</i>	Fauvette des jardins	2	NT	LChP	2017
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Rossignol philomèle	2	NT	LChP	2017
<i>Linaria cannabina</i>	Linotte mélodieuse	2	NT	LChP	2018
<i>Accipiter nisus</i>	Épervier d'Europe	3	LC	LChP	2019
<i>Milvus migrans</i>	Milan noir	3	LC	LChP	2019
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	3	LC	LChP	2019
<i>Periparus ater</i>	Mésange noire	3	LC	LChP	2016
<i>Lophophanes cristatus</i>	Mésange huppée	3	LC	LChP	2016
<i>Poecile palustris</i>	Mésange nonnette	3	LC	LChP	2012
<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	Hirondelle de rochers	3	LC	LChP	2019
<i>Certhia familiaris</i>	Grimpereau des bois	3	LC	LChP	2016
<i>Tichodroma muraria</i>	Tichodrome échelette	3	LC	LChP	2015
<i>Cinclus cinclus</i>	Cinacle plongeur	3	LC	LChP	2019
<i>Grive draine</i>	Turdus viscivorus	3	LC	LChP	2016
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Rougequeue noir	3	LC	LChP	2018
<i>Regulus regulus</i>	Roitelet huppé	3	LC	LChP	2016
<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	3	LC	LChP	2016
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	Bouvreuil pivoine	3	LC	LChP	2019
<i>Loxia curvirostra</i>	Bec-croisé des sapins	3	LC	LChP	2015
<i>Carduelis citrinella</i>	Venturon montagnard	3	LC	LChP	2006

Reptiles

Les reptiles sont tous protégés par la loi sur la protection de la nature. Plusieurs reptiles menacés vivent dans le secteur d'étude. Pour des raisons de protection des populations, les données concernant la vipère aspic CR ne sont pas transmises par Info Species. Le rapport "*Inventaire et évaluation des enjeux reptiles*" se trouve en Annexe 3.

Nom scientifique	Nom français	PRIO	LR	Prot	Année
<i>Angis fragilis</i>	Orvet fragile		LC	LPN	2020
<i>Coronella austriaca</i>	Coronelle lisse	4	VU	LPN	2020
<i>Natrix helvetica</i>	Couleuvre à collier	3	VU	LPN	2018
<i>Lacerta agilis</i>	Lézard agile	4	VU	LPN	2020
<i>Podarcis muralis</i>	Lézard des murailles		LC	LPN	2020
<i>Vipera aspis</i>	Vipère aspic	2	CR	LPN	2020
<i>Zootoca vivipara</i>	Lézard vivipare		LC	LPN	1999

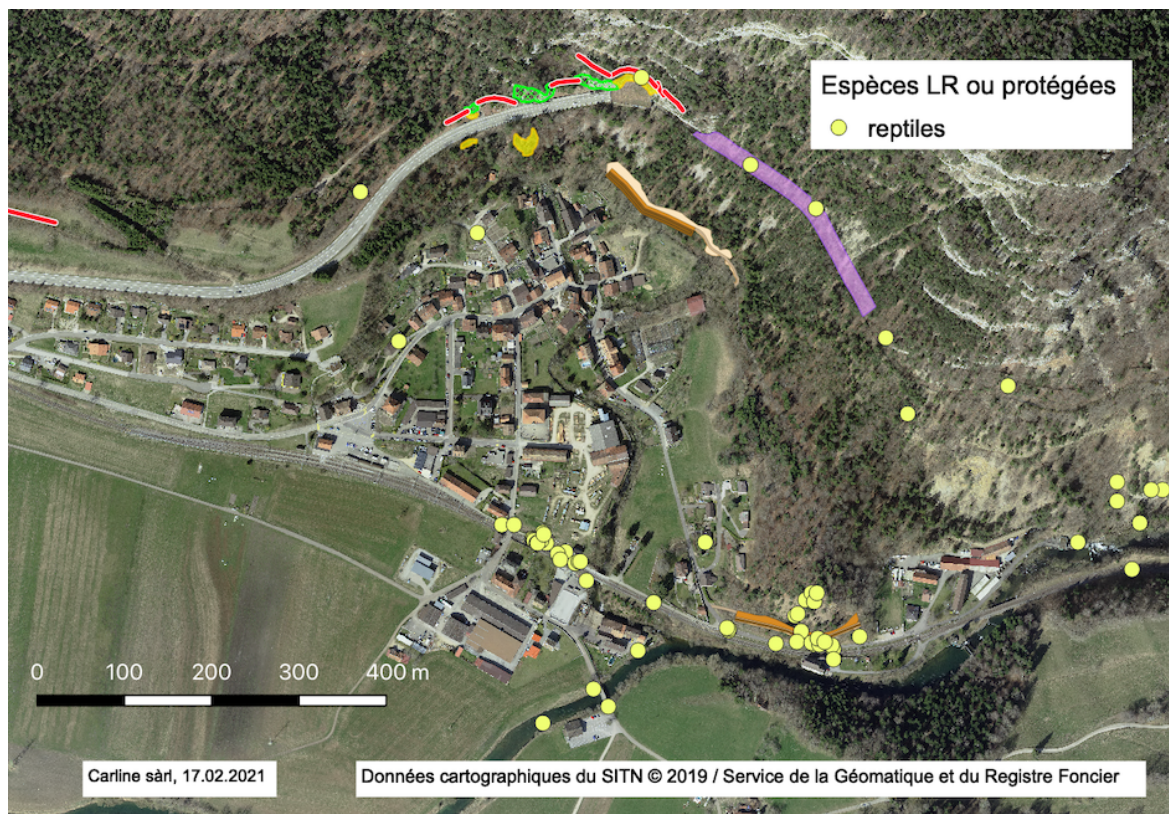


Fig 4 : Données sur les reptiles (sans l'inventaire de 2020)

Amphibiens

Les amphibiens sont tous protégés par la loi sur la protection de la nature. 4 espèces dont 2 menacées *Alytes obstetricans* (Crapaud accoucheur) et *Bufo bufo* (Crapaud commun) se trouvent dans le secteur d'étude. Ces espèces hibernent dans des cavités en zone forestière et rejoignent les lieux de ponte au printemps.

Nom scientifique	Nom français	PRIO	LR	Prot	Année
<i>Alytes obstetricans</i>	Crapaud accoucheur	3	EN	LPN	2015
<i>Bufo bufo</i>	Crapaud commun	4	VU	LPN	2015
<i>Ichtyosaura alpestris</i>	Triton alpestre		LC	LPN	2015
<i>Rana temporaria</i>	Grenouille rousse		LC	LPN	2017

Gastéropodes

11 espèces de gastéropodes menacés ou protégés se trouvent dans le secteur d'étude. Un mollusque aquatique, *Bythiospeum haeussleri* VU vit dans les sources karstiques jurassiennes, cette espèce très sensible à la qualité de l'eau vit dans la source de la Noiraigue.

Nom scientifique	Nom français	PRIO	LR	Prot	Année
<i>Bythiospeum haeussleri</i>	-	4	VU		2011
<i>Helicella italica</i>	Hélicelle trompette		NT		2019
<i>Helix pomatia</i>	Escargot de Bourgogne		LC	LPN	2017
<i>Islamia minuta</i>	Petite globhydrobie	3	NT		2017

<i>Isognomostoma isognomostomos</i>	Hélicelle grimace		NT		2014
<i>Morlina glabra</i>	Luisant étroit		NT		2014
<i>Orcula dolium</i>	Maillot baril		NT		2009
<i>Trochulus montanus</i>	Veloutée des Alpes	3	NT		2009
<i>Vertigo alpestris</i>	Vertigot des Alpes		NT		2010
<i>Vertigo pusilla</i>	Vertigot inverse		NT		2010
<i>Zonitoides nitidus</i>	Luisantine des marais		NT		2005

Insectes

33 espèces d'insectes protégées ou menacées dont 12 liés au milieu aquatique se trouvent dans le secteur d'étude.

Ordre	Nom scientifique	Nom français	PRIO	LR	Prot	Année
Coleoptera	<i>Lamia textor</i>	Lamie tisserand	3	EN	LPN	2013
Neuroptera	<i>Libelloides coccajus</i>	Ascalaphe soufré	4	3	LPN	2017
Lepidoptera	<i>Apatura iris</i>	Grand Mars changeant		NT		2003
Lepidoptera	<i>Bolaria dia</i>	Petite Violette		NT		2015
Lepidoptera	<i>Brenthis ino</i>	Nacré de la Sanguisorbe		NT		2013
Lepidoptera	<i>Brintesia circe</i>	Silène		NT		2010
Lepidoptera	<i>Coenonympha glycerion</i>	Fadet de la Mélisque	3	EN		2003
Lepidoptera	<i>Erebia medusa</i>	Moiré franconien		NT		1999
Lepidoptera	<i>Euplagia quadripunctata</i>	Ecaille chinée. Ecaille rouge	4	4		2001
Lepidoptera	<i>Hamearis lucina</i>	Lucine		NT		2006
Lepidoptera	<i>Parnassius apollon</i>	Apollon	4	NT	LPN	2018
Lepidoptera	<i>Plebejus argus</i>	Azuré de l'Ajonc		NT		2010
Lepidoptera	<i>Polyommatus doylas</i>	Azuré du Mélilot		NT		2013
Lepidoptera	<i>Saturnia pavonia</i>	Petit-paon de nuit	4	3		2009
Lepidoptera	<i>Satyrium spini</i>	Thècla des Nerpruns		NT		2016
Lepidoptera	<i>Spialia sertorius</i>	Hespérie des Sanguisorbes		NT		2015
Lepidoptera	<i>Zygaena fausta</i>	Zygène de la Bruyère	4	VU		2016
Odonata	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	Gomphe à forceps septentrional			LPN	2010
Orthoptera	<i>Chrysochraon dispar</i>	Criquet des clairières		NT		2016
Orthoptera	<i>Decticus verrucivorus</i>	Dectique verrucivore		NT		2011
Orthoptera	<i>Platycleis albopunctata</i>	Decticelle chagrinée		NT		2011
Orthoptera	<i>Polysarcus denticauda</i>	Barbiste ventru		NT	LPN	2010
Orthoptera	<i>Oedipoda caerulea</i>	Oedipode turquoise		NT	LPN	2011

Ephemeroptera	<i>Baetis nubecularis</i>		2	VU		2017
Ephemeroptera	<i>Siphonurus lacustris</i>			NT		1999
Plecoptera	<i>Nemoura avicularis</i>		3	EN		1999
Plecoptera	<i>Perlodes jurassicus</i>		3	NT		2017
Plecoptera	<i>Protonemura meyeri</i>		4	VU		2014
Trichoptera	<i>Drusus mixtus</i>		4	LC		2017
Trichoptera	<i>Ernodes vicinus</i>			NT		2006
Trichoptera	<i>Plectrocnemia geniculata</i>			NT		2017
Trichoptera	<i>Potamophylax nigricornis</i>			NT		2007
Trichoptera	<i>Ryacophila laevis</i>		4	VU		2007
Trichoptera	<i>Synagapetus dubitans</i>			NT		2007

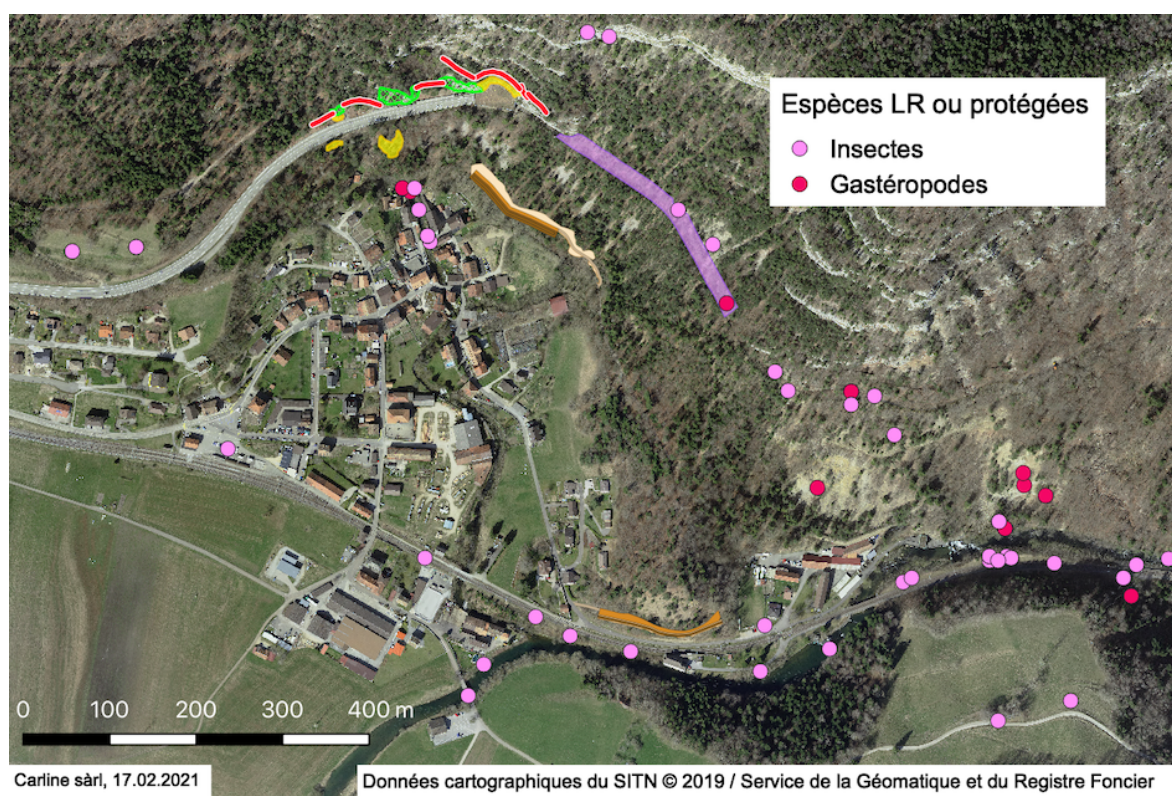


Fig 5 : Localisation des insectes et gastéropodes menacés ou protégés

Plantes vasculaires

6 espèces de plantes sont menacées dans les catégories CR, EN et VU. 23 espèces sont potentiellement menacées (catégorie NT). De plus de nombreuses espèces sont protégées au niveau Suisse (LPN) et au niveau cantonal. 18 espèces d'orchidées toutes protégées sont enregistrées dans la base de données Info Flora. Les espèces liées à la tourbière des Sagnes Rouges ne sont pas retenues.

Nom scientifique	Nom français	PRIO	LR	Prot	Année
<i>Veronica austriaca</i>	Véronique d'Autriche	1	CR		1946
<i>Iberis amara</i>	Ibérus amer	3	EN		2020
<i>Bromus racemosus</i>	Brome en grappe	3	EN		1997
<i>Teucrium botrys</i>	Germandrée en grappe	4	VU		2020
<i>Ophrys insectifera</i>	Ophrys mouche	4	VU	LPN	1994
<i>Anthyllis montana</i>	Anthyllide des montagnes	4	VU	NE	2011
<i>Stipa pennata</i>	Stipe pennée		NT		2003
<i>Arabis auriculata</i>	Arabette auriculée		NT		2003
<i>Coronilla coronata</i>	Coronille en couronne		NT		2003
<i>Linaria repens</i>	Linaire striée		NT		2007
<i>Hyssopus officinalis</i>	Hysope officinale		NT		2018
<i>Goodyera repens</i>	Goodyère rampante		NT	LPN	2003
<i>Himantoglossum hircinum</i>	Orchis à odeur de bouc		NT	LPN	1999
<i>Limodorum abortivum</i>	Limodore à feuilles avortées		NT	LPN	1974
<i>Orchis militaris</i>	Orchis à long casque		NT	LPN	1993
<i>Orobancha teucrii</i>	Orobanche de la germandrée		NT		2013
<i>Cephalanthera damasonium</i>	Céphalanthère blanche		LC	LPN	2019
<i>Cephalanthera longifolia</i>	Céphalanthère à longues feuilles		LC	LPN	1999
<i>Cephalanthera rubra</i>	Céphalanthère rouge		LC	LPN	2018
<i>Corallorrhiza trifida</i>	Racine de corail		LC	LPN	1988
<i>Epipactis atrorubens</i>	Epipactis pourpre noirâtre		LC	LPN	1987
<i>Epipactis helleborine</i>	Epipactis à larges feuilles		LC	LPN	2003
<i>Epipactis leptochila</i>	Epipactis à labelle étroit		LC	LPN	2003
<i>Gymnadenia conopsea</i>	Orchis moucheron		LC	LPN	1991
<i>Lilium martagon</i>	Lis martagon		LC	LPN	2016
<i>Listera ovata</i>	Listère ovale		LC	LPN	1997
<i>Neottia nidus-avis</i>	Néottie nid d'oiseau		LC	LPN	2003
<i>Platanthera chlorantha</i>	Platanthère à fleurs verdâtres		LC	LPN	1999
<i>Traunsteinera globosa</i>	Orchis globuleux		LC	LPN	1910

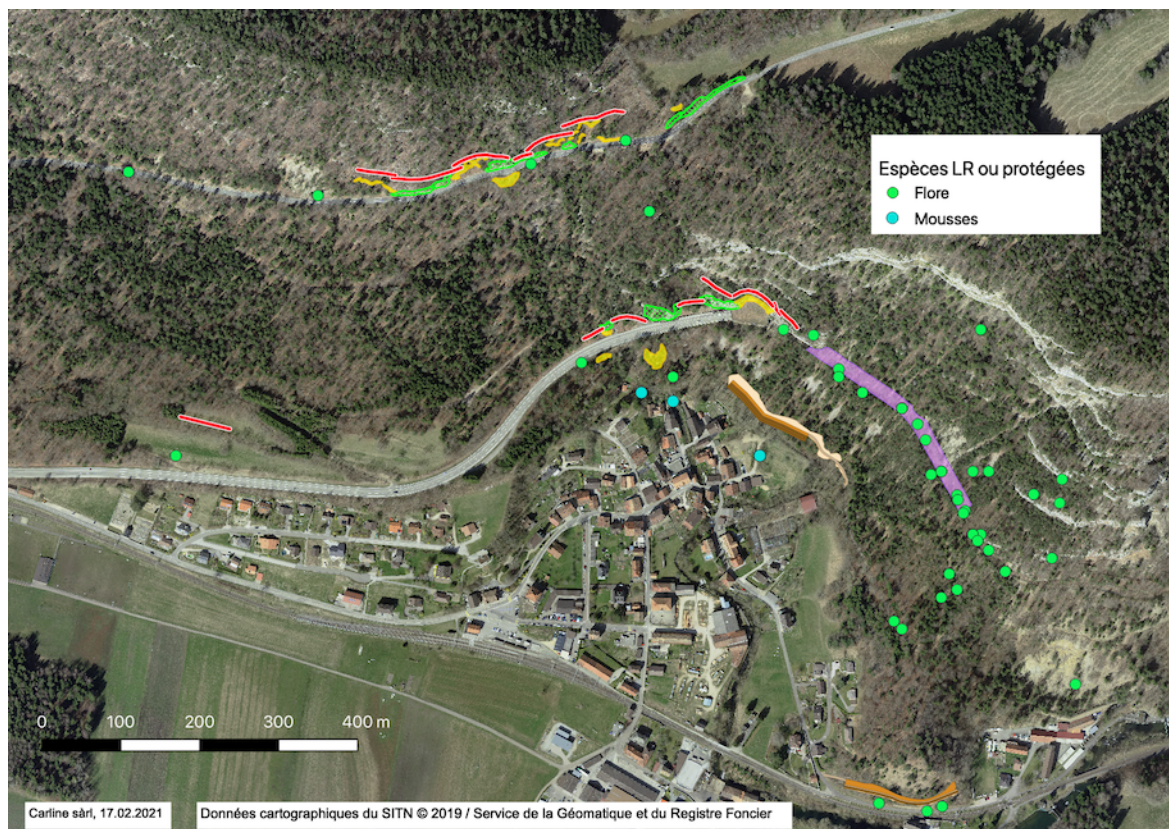


Fig 6 : Localisation des Plantes vasculaires et Bryophytes protégées ou menacées.

Bryophytes

Deux espèces de mousses menacées sont signalées. *Cinclidotus aquaticus* EN, une espèce vivant dans les cours d'eaux calcaires à débit rapide et aux eaux propres. Elle se trouve dans la source de la Noiraigue. *Scapania curta* EN, une hépatique rare, dont l'observation remonte à 1901 et de localisation imprécise n'a plus été observée dans le Jura suisse depuis 1988.

Nom scientifique	Nom français	PRIO	LR	Prot	Année
<i>Cinclidotus aquaticus</i>	Cinclidote aquatique	2	EN		2010
<i>Scapania curta</i>	Scapanie boréale	3	EN		1901

Lichens

La banque de donnée SwissLichens ne possède que trois mentions de lichens dans le secteur d'étude dont deux sont menacés, *Ramalina fastigiata* (VU) et *Parmelia acetabulum* (NT) présents sur un érable sycomore, non menacé par le projet, en rive droite de l'Areuse.

Nom scientifique	Nom français	PRIO	LR	Prot	Année
<i>Ramalina fastigiata</i>		4	VU		1996
<i>Parmelia acetabulum</i>			NT		1996

Champignons

Les 5 espèces de champignons menacées (VU) et 2 potentiellement menacées (NT) se trouvent en dehors des secteurs des ouvrages, dans la tourbière des Sagnes Rouges et dans la forêt au-dessus de la Clusette à La Combe Ory.

Nom scientifique	Nom français	PRIO	LR	Prot	Année
<i>Trechispora microspora</i>		4	VU		2013
<i>Phlebiella vaga</i>		4	VU		2013
<i>Tulasnella eichleriana</i>		4	VU		2013
<i>Russula claroflava</i>	Russule jaune citron	4	VU		2013
<i>Mucronella calva</i>		4	VU		2013
<i>Dendrothele acerina</i>			NT		2013
<i>Hyaloscypha leuconica</i>			NT		2013

Une carte avec les observations des espèces protégées, menacées et/ou prioritaires se trouve en Annexe 4.

Milieux naturels

Les ouvrages de protection se trouvent pour la plupart en forêt. Selon la carte phytosociologique du canton de Neuchâtel, le milieu naturel dominant correspond à la Hêtraie à séslerie (*Seslerio-Fagetum*). Cette association végétale est une sous-alliance de la Hêtraie xérothermophile ou *Cephalanthero-Fagenion* selon Delarze et al. [2]. Ce milieu est digne de protection selon l'Annexe 1 de l'OPN mais n'est pas menacé selon la liste rouge des milieux naturels [17].

L'ouvrage 10, un filet, se trouve dans un pâturage maigre constitué d'espèces caractéristiques du *Mesobromion* VU, un milieu digne de protection, et de l'*Arrhenatherion* VU.

Enfin, l'ouvrage prévu au Furcil sera placé au-dessus d'une ancienne digue dans un milieu de recolonisé par les arbres et arbustes, un milieu de transition entre les buissons mésophiles (*Pruno-Rubion*), un milieu potentiellement menacé NT et la tillaie thermophile sur éboulis ou lapiez (*Tilion platyphylli*) NT, un milieu digne de protection.

Les places d'installation de chantier 1, 7 et 8 se trouvent sur des places et chemins stabilisés (voir figure 2). La place 2 se trouve dans une prairie grasse, les places 3, 4 et 7 se trouvent en forêt et la place 5 se trouve sur un talus routier.

Relevés de terrain flore et milieux naturels

Une fiche a été établie pour chaque ouvrage ou groupe d'ouvrages et pour les 3 places d'installation de chantier inventoriées. Elle mentionne le type de milieu naturel [2], son statut de menace [17], une liste d'espèces, une description du site et une photographie. Les espèces en gras sont dominantes dans la strate qu'elles occupent. Les strates sont définies de la manière suivante :

- arbre : essence ligneuse de plus de 3 m

- arbuste : essence ligneuse de moins de 3 m (comprend les buissons et les jeunes arbres)
- herbacée : espèce herbacée ou ligneuse de moins de 1m (par exemple *Hippocrepis emerus* de 0,5 m)

Les espèces protégées au niveau fédéral ou cantonal sont mentionnées avec (CH) ou (NE). Les espèces exotiques envahissantes sont signalées par (I). Les fiches se trouvent en Annexe 5. Concernant la flore, 214 espèces ont été identifiées. Cinq espèces sont protégées au niveau cantonal : *Anthericum ramosum*, *Daphne mezereum*, *Dianthus sylvestris*, *Salix caprea*, *Salix purpurea* et deux au niveau fédéral : *Cephalanthera sp.*, *Orchidaceae*. Les autres espèces observées ne sont pas menacées. Par contre deux taxons de la liste des espèces exotiques envahissantes de suisse [19] ont été observées : *Bunias orientalis* et *Parthenocissus inserta*.

5.2.3 Impacts sur la nature et les zones protégées en phase de réalisation

Généralités

Le projet aura des impacts tant sur les zones protégées et les milieux naturels que sur les espèces pendant la durée des travaux de réalisation.

L'impact sera différent selon le type d'ouvrage de protection :

- La pose de filets nécessite l'abattage des arbres et arbustes sur une largeur de 15 à 20 mètres en fonction de la hauteur du filet. L'ancrage des montants des filets nécessite un terrassement de 1 m² pour couler un bloc de béton armé. Pour l'entretien des filets, il est nécessaire de laisser une zone libre de végétation, les rejets des arbres seront donc coupés.
- La construction des digues nécessite des remaniements de terrain importants qui impliquent l'abattage des arbres, l'élimination de la végétation et la destruction des sols sur une grande surface. La digue en terre armée sera partiellement végétalisée mais il n'est pas prévu que des arbres et arbustes la colonisent. La digue en gabion restera minérale.
- Les clouages sur falaise ou rocher nécessitent le nettoyage et la purge du rocher. Seules les espèces vivant sur le rocher seront touchées. Les arbres alentours devraient subsister s'ils n'empêchent pas l'accès au chantier.
- La pose de treillis plaqués sur falaise ou rocher nécessite le nettoyage et la purge du rocher. Seules les espèces vivant sur le rocher seront touchées. Les arbres et arbustes poussant dans le rocher seront enlevés.
- Le remblayage de l'ancienne route cantonale supprimera la végétation qui l'a colonisée mais créera de nouveaux milieux pour les espèces pionnières des éboulis et milieux secs. En outre le revêtement sera enlevé.
- Les milieux naturels sur les places d'installation de chantier (2, 3, 4, 5) seront momentanément détruits.

A l'issue des travaux, les espèces végétales et animales pourront recoloniser les emprises du chantier.

Impact sur les zones protégées

L'ICOP Creux-du Van et Gorges de l'Areuse et les zones de protection communale ZP2-1 La Clusette et ZP2-3 Prairie maigre du Furcil seront impactés par le projet dans sa phase de mise en œuvre (travaux de réalisation) en raison des dérangements dûs aux travaux eux-mêmes : présence humaine, bruit (concassage des matériaux), transports de matériaux et coupes d'arbres. La ZP2-3 sera impactée durablement par la construction d'une nouvelle digue.

Les ZP2-4 Prairie maigre des Rettes et ZP2-5 source de La Noiraigue ne seront pas impactées par les travaux.

Les objets protégés cantonaux, murs en pierres sèches, haies et cours d'eau ne seront pas impactés par les travaux. Une attention particulière sera apportée à la source de la Libarde qui sourd à proximité des emprises du chantier.

Le projet de protection contre les chutes de pierre est compatible avec la zone de crêtes et forêts (décret de 1966).

Impact sur les espèces

Un nombre important d'espèces menacées et prioritaires ont été recensées dans le périmètre d'étude. La carte de l'Annexe 4 montre la position des observations pour les espèces protégées, menacées (CR, EN, VU, et NT) et/ou prioritaires pour la Suisse. Toutefois, les données issues d'Info Species sont ponctuelles et ne reflètent pas forcément la répartition effective des espèces dans le périmètre d'étude. Les espèces liées aux milieux humides (source de La Noiraigue, Areuse) ne seront pas impactées par les travaux. Les espèces qui seront le plus impactées par les travaux sont les espèces forestières, rupicoles et des milieux secs.

Des mesures seront nécessaires pour protéger le Grand-Duc qui niche à proximité du portail Ouest du tunnel de la Clusette, les reptiles qui affectionnent les milieux secs et thermophiles, l'entomofaune thermophile et la flore protégée située dans les emprises du chantier.

- **Grand-Duc** : Les travaux de pose des filets pare-pierre et des treillis ainsi que les interventions sur les rochers (purgés et clouages) seront réalisées hors de la période de reproduction du Grand-Duc (travaux possibles entre le 1 octobre et le 31 janvier) dans un périmètre de 100m, selon Marc Kéry de Vogelwarte. Aucun ouvrage ne sera situé à moins de 20 mètres de l'aire.
- **Reptiles** : les travaux porteront atteinte aux habitats des reptiles, principalement au Furcil. Les travaux de débroussaillage ou d'abattage se feront pendant la période d'hibernation (entre le 1 novembre et le 1 mars). Les travaux de construction de la digue au Furcil se feront entre le 1 juin et le 30 septembre, lorsque les reptiles sont en activité. Cela permettra d'organiser la capture et le déplacement des reptiles avant la déconstruction de leur habitat. Une année avant le début des travaux, des tôles seront posées pour pouvoir récupérer les reptiles (entre début avril et fin mai) et les mettre en vivarium. A l'issue du chantier, les animaux seront relâchés sur le site.

- Des colonies de chauves-souris sont présentes dans les galeries et grottes proches de Noiraigue. Les entrées des grottes et galeries ne seront pas impactées par les travaux, mais selon le spécialiste, les chauves-souris peuvent nicher également dans les cavités des arbres. Avant l'abattage des arbres, ceux-ci devront être contrôlés pour détecter les cavités et la présence éventuelle de chauves-souris. En cas de présence avérée, l'abattage devra se faire entre septembre et octobre (en-dehors des périodes d'hibernation et d'élevage des jeunes).
- Apollon : ce papillon est présent au Furcil et dans les rochers de la Clusette. Ses chenilles se nourrissent de l'orpin blanc (*Sedum album*) une espèce des dalles calcaires. Des mesures de renforcement de ses populations dans le secteur de la Clusette sont préconisées dans une étude mandatée par le SFFN (voir Annexe 6, *Suivi de l'effet des mesures de gestion - Entomofaune : Mesures Apollon dans le secteur de Clusette à Noiraigue - novembre 2014*). Les mesures concernent l'ouverture de la forêt afin de favoriser les espèces herbacées qui servent de nourriture au papillon et à ses chenilles. Les abattages prévus pour l'installation des filets pare-pierre et le remblayage de l'ancienne route de la Clusette seront positifs pour l'Apollon et ne sont pas contradictoires avec les mesures préconisées.
- Les plantes protégées présentes dans les emprises du chantier seront déplacées avant les travaux pour qu'elles ne soient pas détruites.
- Les espèces végétales menacées au Furcil : *Teucrium botrys* et *Iberis amara* ne seront pas touchées par les travaux. Situées en pied de talus, une protection sera mise en place.

L'expertise faunistique (Annexe 2) conclut à un impact faible sur la faune :

- dans le secteur de la RC 171 *"les ouvrages prévus ne coupent à priori pas le corridor faunistique d'importance régionale."*
- *"dans le secteur de la Clusette, à l'entrée et derrière le village de Noiraigue, les ouvrages prévus n'ont pas d'impact sur les déplacements de la faune."*

Impact sur les milieux naturels

Les emprises nécessaires à la phase de réalisation entraîneront la destruction temporaire des milieux des places d'installation de chantier suivantes :

- Place 1 Ancienne RC : le remblayage de l'ancienne RC entraînera la destruction temporaire de 5800 m² de Hêtraie xérothermophile (*Cephalanthero-Fagenion*), un milieu digne de protection selon l'OPN. On admet que le milieu pourra se reconstituer après les travaux sur les remblais constitués du même substrat que les éboulis environnants.
- Place 2 Les Courtons : 300 m² de prairie de fauche de basse altitude (*Arrhenatherion*) pauvre en espèces.
- Place 3 Chemin du Mont : 360 m² de Frênaie humide (*Fraxinion*), milieu digne de protection selon l'OPN.
- Place 4 Furcil : 360 m² de Tillaie thermophile sur éboulis ou lapiez (*Tilion plathyphylli*), milieu digne de protection selon l'OPN.

- Place 5 Bordure H10 : 550 m² de talus routier, végétation mésophile fréquemment fauchée.
- Place 7 Chemin de la Prise : 490 m² de Hêtraie typique (*Lonicera-Fagenion*), et 100 m² de Hêtraie xérothermophile (*Cephalanthero-Fagenion*) un milieu digne de protection selon l'OPN.

Les milieux naturels compris dans les emprises de chantier et les places d'installation pourront se reconstituer après les travaux.

Les emprises provisoires nécessaires à l'installation des filets pare-pierre entraîneront l'abattage des arbres dans un périmètre permettant l'ancrage des câbles qui fixent les ouvrages et la destruction du sol à l'emplacement des socles des montants.

Le filet à Champ-de-la-Pierre dans un pâturage impliquera un impact temporaire sur la prairie (*Mesobromion*, *Arrhenatherion*). La haie en aval et la lisière en amont (avec potentiel écologique très élevé) ne seront pas touchées.

Autorisations spéciales

Des autorisations spéciales seront nécessaires en raison de :

- La destruction temporaire de 820 m² de milieux naturels digne de protection (*Fraxinion*, *Tilion plathyphylli*, *Cephalanthero-Fagenion*) pour la réalisation des ouvrages de protection de Noiraigue (places d'installation de chantier 3, 4 et 7).
- Le déplacement d'espèces protégées (plantes, reptiles) qui se trouveraient dans les emprises du chantier.

5.2.4 Impacts du projet sur la nature en phase d'exploitation

En phase d'exploitation, les impacts du projet se limiteront aux emprises des ouvrages de protection, filet pare-pierres, digues Village et Furcil et de la piste de chantier derrière la digue Village qui restera à l'issue des travaux selon la demande des services forestiers. Sur ces sites les arbres ne pourront plus repousser.

La digue Village en terre armée et avec des parois très raides, ne sera pas végétalisée par ensemencement pour ne pas créer un milieu artificiel. La végétation recolonisera d'elle-même la structure. Des essences typiques de la station seront plantées en aval pour masquer l'ouvrage.

A l'issue des travaux, la digue du Furcil en gabions, sera un milieu favorable aux reptiles. Les milieux alentours, buissons mésophiles et ourlets maigres mésophiles se reconstitueront après quelques années.

L'ancienne RC qui sera remblayée est actuellement toujours considérée comme une zone construite. Son remblayage et le dégrapage du bitume permettra à terme de disposer des milieux précieux pour les espèces thermophiles (insectes, reptiles, plantes).

Les impacts des places d'installation de chantier seront provisoires et les milieux naturels impactés pourront se reconstituer. Il faudra plusieurs années pour que les milieux herbacés retrouvent leur qualité initiale. Les milieux forestiers retrouveront leur état initial à moyen ou long terme soit le temps de croissance des arbres.

Les emprises forestières des filets pare-pierres pourront se reconstituer partiellement, l'entretien des filets pare-pierres nécessite la coupe des arbres en amont de l'ouvrage. Les buissons et les herbacées recoloniseront les emprises. Les ouvrages créeront des ouvertures profitables pour de nombreuses espèces en augmentant les structures et la diversité des milieux naturels. La reconstitution de lisières forestières est préconisée là où il sera possible d'intervenir (dans le Bois du Châble et au Furcil).

Les emprises des treillis suspendus, purges et clouages, retrouveront leur état initial quelques années après les travaux. La végétation pourra recoloniser les rochers et passer à travers les mailles des treillis.

Le déplacement de la grande faune (lynx, chevreuils, chamois) dans le secteur de la RC 171 ne sera pas entravé. Des mesures pour assurer des passages suffisants seront prises.

Le projet aura un impact faible sur l'ICOP Creux du Van Gorges et de l'Areuse et la ZP2-1 La Clusette en ce qui concerne la nature. Les fonctions écologiques de ces zones protégées ne seront pas modifiées.

Le remblayage de l'ancienne Route de la Clusette modifiera la nature du sol de la ZP2-1 La Clusette sur environ 4800 m² (la surface de l'ancienne route n'est pas comptabilisée). Cependant l'enlèvement de l'enrobé, remplacé par les matériaux d'excavation du tunnel est une forme de remise en état du site en le rendant plus proche de l'état naturel qu'actuellement.

Le ZP2-3 Prairie maigre du Furcil sera durablement modifiée par la digue en gabion au-dessus d'une ancienne digue recouverte de végétation. Pour compenser cet impact, un plan de gestion de la ZP2 sera proposé afin de reconstituer des milieux favorables à la flore protégée et aux reptiles. D'autre part l'aménagement d'une lisière forestière sera proposée sur une parcelle communale.

Les néophytes envahissantes (*Bunias orientalis* à CHP et *Parthenocissus inserta* au Furcil) devront être éliminées avant les travaux pour empêcher leur dissémination. Pour limiter le développement des espèces envahissantes, aucun apport de terre végétale ne sera admis. Un suivi de ces espèces pendant le chantier et une lutte contre leur développement jusqu'à 5 ans après la fin du chantier sera mis en place.

Autorisations spéciales

- La destruction définitive de 450 m² de Buissons mésophile (*Pruno-Rubion*) (NT) et de Tillaie thermophile sur éboulis ou lapiez (*Tilion platyphylli*) (NT), des milieux dignes de protection selon l'OPN, pour la construction de la digue Furcil.
- La destruction définitive de 1445 m² de Frênaie humide (*Fraxinion*) et de Hêtraie xérothermophile (*Cephalanthero-Fagenion*), des milieux dignes de protection selon l'OPN, à l'emplacement de la digue Village (digue et fossé).
- La modification de la nature du sol sur 1480 m² dans la ZP2-3 Prairie maigre sèche du Furcil.
- La modification de la nature du sol sur 4800 m² dans la ZP2-1 La Clusette.

5.2.5 Mesures

Les mesures pour la nature, les espèces et les milieux naturels sont les suivantes

N°	Nom
NAT 1	Délimitation des emprises de chantier et des arbres à conserver au moyen de rubalise ou de clôtures.
NAT 2	Mise en place de planches ou d'un tuyau provisoire pour protéger une source et son lit en amont du chemin du Mont.
NAT 3	Zone de protection du Furcil : revitalisation de la ZP2 par la création de zones ouvertes en pied du talus, avec création d'une mosaïque de buissons mésophiles et thermophiles tant à l'ouest qu'à l'est du mur. Un plan d'entretien de la ZP2 pour les espèces menacées (<i>Iberis amara</i> , <i>Teucrium botrys</i> , <i>Vipera aspis</i>) sera mis en place.
NAT 4	Aménagement et amélioration d'une lisière à potentiel écologique très élevé sur une parcelle communale (658, 825, 1188 ou 1021) en remplacement de la construction de la digue dans la ZP2 du Furcil et de la destruction de milieux naturels dignes de protection.
NAT 5	Un plan de protection en faveur du Grand-Duc d'Europe sera établi. Pas d'installation d'ouvrages de protection à moins de 20 m de l'aire principale. Pas de travaux dans un périmètre de 100 m autour de l'aire pendant la période de reproduction (1 février à 30 septembre). Suivi de l'espèce.
NAT 6	Reptiles : un plan de protection sera mis en place par un bureau spécialisé et des mesures de remplacement seront proposées pour le Furcil. Pas d'intervention sur le sol entre mi-octobre et fin mai, récupération des vipères entre avril et mai, maintien en captivité jusqu'à la fin des travaux. Débroussaillage et abattage à effectuer pendant la période de repos (novembre à fin février). Les périodes d'intervention aux Rettes (CHP) ne se feront en aucun cas entre mi-septembre et mi-avril, lorsque les lézards sont en hibernation. Débroussaillage et abattages possibles de novembre à fin février. Avant les travaux les ouvriers seront informés de la problématique reptiles et une visite avec un spécialiste sera organisée. En cas de découverte d'un reptile pendant les travaux, un spécialiste est contacté sans délais.
NAT 7	Chauve-souris : l'abattage des arbres à cavités habitées par des chauves-souris se fera entre septembre et octobre. En cas de découverte d'une chauve-souris pendant les travaux, le centre de coordination CCO sera contacté.
NAT 8	Faune : le déplacement de la faune ne sera pas entravé en amont de la RC171. Les ouvrages laisseront un passage est-ouest entre la route et la bande rocheuse. Un décalage de 5 à 10 m entre les filets de protection permettra à la faune de traverser les obstacles. Pour la protection de la gélinotte, aucun accès au chantier ne se fera par l'Est et la lisière avec la pâture.

NAT 9	Flore : mesures en faveur de la flore protégée. Dès que les emprises définitives des digues et des places d'installation de chantier auront été piquetées, un inventaire des espèces protégées et menacées sera effectué. Les espèces protégées présentes dans les emprises des digues et zones de chantier seront déterrées et replantées immédiatement à proximité. Un suivi sera mis en place. Les espèces protégées à proximité des ouvrages comme <i>Anthericum ramosum</i> présent dans les talus herbeux de la RC 171, <i>Dianthus sylvestris</i> dans les rochers au bord de la RC 171 et <i>Daphne mezereum</i>, <i>Teucrium botr</i> et <i>Iberis amara</i> au Furcil seront marqués. Des directives spécifiques pour protéger la flore et les milieux maigres des bords de talus et lisières seront élaborées.
NAT 10	Mesures en faveur de milieux xérothermophiles sur l'ancienne RC. A l'issue des travaux de remblayage un suivi du remblais rocheux est mis en place afin de documenter la colonisation par les espèces thermophiles (reptiles, invertébrés/Apollon et flore).
NAT 11	Surveillance et lutte contre les néophytes envahissantes (notamment <i>Bunias orientalis</i> et <i>Parthenocissus inserta</i>) dès le début du chantier et jusqu'à 5 ans après la fin des travaux. Pas d'apport de terre végétale sur le chantier.

Tableau 1 : Liste des mesures dans le domaine de la nature

5.3 Forêt

Ce chapitre a pour objectif de vérifier la conformité du projet par rapport à la législation forestière. Le projet se trouve entièrement sur l'arrondissement Val-de-Travers.

5.3.1 Méthodologie

Le projet a été présenté à la personne chargée de la protection des espaces naturels au SFFN pour les aspects juridiques liés à la forêt et aux espaces naturels.

Une séance a eu lieu le 24 novembre sur le terrain avec l'ingénieur forestier de l'arrondissement et le forestier communal afin de préciser les points suivants :

- les procédures et dérogations nécessaires (distance à la forêt, exploitation préjudiciable, défrichement temporaires, coupes) ;
- l'utilisation du chemin forestier du Mont ;
- le remblayage de l'ancienne route de la Clusette qui est utilisée comme chemin forestier ;
- l'emplacement de la place de chantier au Furcil.

Un point pose problème selon les forestiers : le remblayage de l'ancienne route de la Clusette qui les prive d'une desserte pour exploiter cette forêt. Une deuxième séance a eu lieu le 18 décembre avec l'ingénieur forestier de l'arrondissement du Val-de-Travers, l'ingénieur forestier communal, le géologue du bureau NORBERT SA et les Conseillers

communaux Christian Mermet et Frédéric Mairy. Le but de cette rencontre : trouver une solution de remplacement pour la perte de la desserte forestière.

Les fonctions de la forêt et le potentiel écologique des lisières ont été relevés à partir du géoportail du sitn.

5.3.2 Etat actuel

Le projet se trouve presque exclusivement en forêt à l'exception d'un ouvrage qui se trouve en partie dans un pré (filet à Champ-de-la Pierre) et de l'ancienne route de la Clusette.

Deux places d'installation de chantier se trouvent en forêt : la place 2 chemin du Mont et la place 3 Furcil.

Les sites des autres places d'installation de chantier ne sont pas de nature forestière mais longent directement la lisière sauf la place 2 Les Courtons qui se trouve en zone de pré-champ.

Le Plan d'Aménagement forestier mentionne les fonctions prépondérantes de la forêt.

Les forêts concernées par le projet répondent aux fonctions suivantes :

- Fonction protectrice : Protection contre les dangers naturels notamment les chutes de pierres, les avalanches et les coulées de boue (danger particulier).
- Fonction économique : production de bois (normale et occasionnelle)
- Fonction sociale : des sentiers pédestres traversent les forêts alentours mais pas dans les emprises dans du projet.
- Fonction biodiversité : de nombreuses espèces animales et végétales vivent dans les emprises du projet dont des espèces rares et protégées (cf. chapitre 5.1.2).

Au Furcil et à Champ-de-la-Pierre, les ouvrages projetés se trouvent à proximité immédiate de lisières avec un potentiel écologique très élevé. La lisière du Furcil sera impactée par le projet.

5.3.3 Impact du projet en phase de réalisation

Les impacts liés à la réalisation du projet sont l'abattage des arbres dans les emprises des ouvrages et des places de chantier. Sur une surface d'environ 28'122 m² dont 9007 m² d'emprises temporaires (comme les chemins, place d'installation, ancienne RC) et 19'115 m² d'emprises définitives (comme les filets, treillis, digues), les arbres seront coupés pour permettre les travaux et l'installation des ouvrages de protection. Ces coupes ne sont pas des défrichements car la nature forestière est conservée. Ces coupes auront néanmoins un impact sur la qualité de la forêt et ses fonctions protectrice et biodiversité seront amoindries. Afin de diminuer cet impact, les coupes devront être réduites au strict minimum et un maximum d'arbres devra être laissé sur pied.

Selon le SFFN " *Les différentes installations de protection en forêt, soit : les digues, les filets, treillis plaqué et les purges et clouages sont conformes à la zone forestière dans la mesure où ils renforcent la fonction protectrice de la forêt par rapport à une construction existante, et qu'ils sont conformes aux standards techniques. Ils ne requièrent donc pas de*

procédure de défrichement, mais seulement une procédure de permis de construire."
(Courriel du 1.10.2020 de Marion de Coulon Perret)

Pour tous les ouvrages qui se situent dans la limite des 30 mètres par rapport à la lisière forestière, une autorisation est nécessaire (art. 16 LCFo). Cela concerne les places d'installation de chantier 1, 3, 5, 7, 8 et l'ouvrage pour Champ-de-la-Pierre aux Rettes.

L'installation de la goulotte à travers la forêt entre l'ancienne RC et la digue village est une construction provisoire qui nécessitera quelques ancrages et des remblais en grave. Cette construction fera moins de 6 mètres de large et une autorisation pour exploitation préjudiciable est nécessaire (art. 17 et 18 LCFo). Son impact sur la forêt est faible et peu d'arbres devraient être abattus.

L'utilisation de l'ancienne route de la Clusette comme desserte forestière ne sera plus possible pendant le chantier en raison de l'installation de chantier : dépôt des matériaux excavés et concassage puis remblayage.

La lisière avec un potentiel écologique très élevé au Furcil est de bonne qualité. Située en haut du grand mur, l'impact des travaux sera important pendant la phase de chantier. Après les travaux, la lisière sera reconstituée.

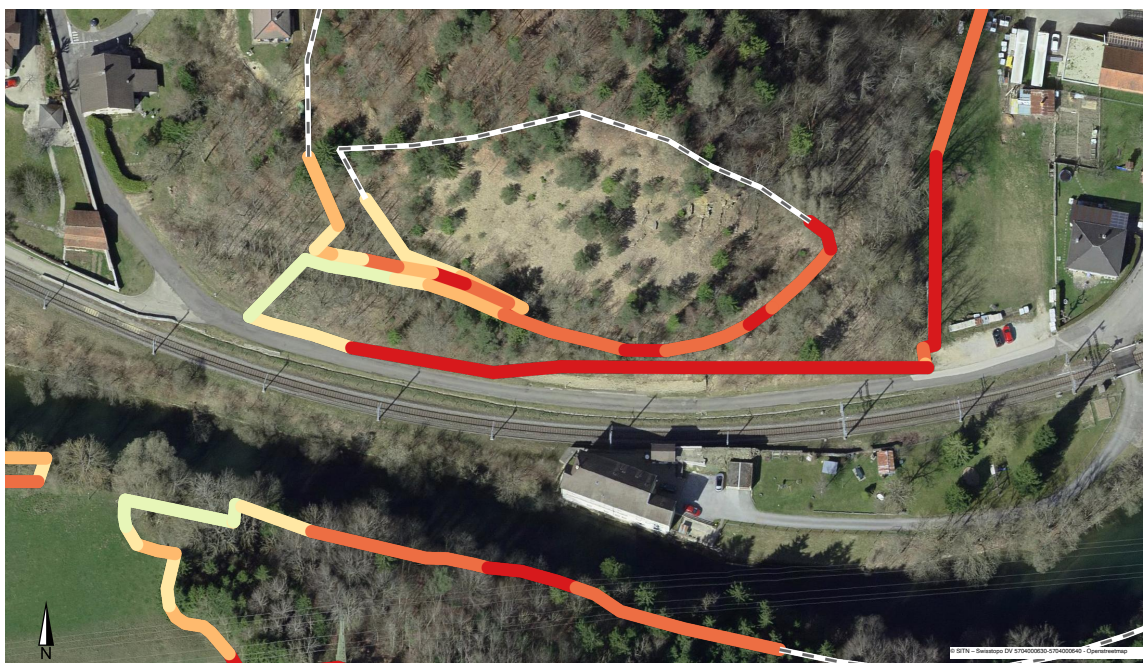


Fig 7 : lisière à potentiel écologique très élevé au Furcil, source sitn

La lisière à potentiel écologique très élevé du pâturage qui accueillera le filet pare-pierres CHP aux Rettes ne sera pas touchée. Cette lisière est actuellement de moindre qualité, (pas d'ourlet herbacé ni de strate buissonnante avant la strate arborée).

Autorisations spéciales

Des autorisations spéciales seront nécessaires :

- Autorisation pour non-respect de la distance minimale par rapport à la forêt (art. 16 LCFo).
- Autorisation pour exploitation préjudiciable (art. 17 et 18 LCFo).

5.3.4 Impact du projet en phase d'exploitation

Le projet implique la construction de nombreux ouvrages en forêt et d'importantes coupes d'arbres. Cependant l'emplacement des ouvrages est conditionné par leur fonction et il n'est pas envisageable de les déplacer.

La fonction promotion de la biodiversité sera momentanément diminuée pendant les travaux. Ceux-ci seront étalés sur 3 ans et dans trois secteurs différents ce qui permettra aux espèces animales de trouver des habitats de remplacement.

Le dégrapage de l'enrobé et le remblayage de l'ancienne route de la Clusette permettra à moyen terme d'augmenter la surface forestière et la fonction biodiversité de la forêt se verra renforcée sur ce tronçon. En phase d'exploitation les dérangements se limiteront à un entretien annuel des ouvrages. Les fonctions de la forêt ne seront pas compromises.

La perte de la desserte forestière sera compensée par l'ouverture d'un layon en milieu de pente entre l'ancienne route cantonale et la desserte créée derrière la digue pour les travaux.

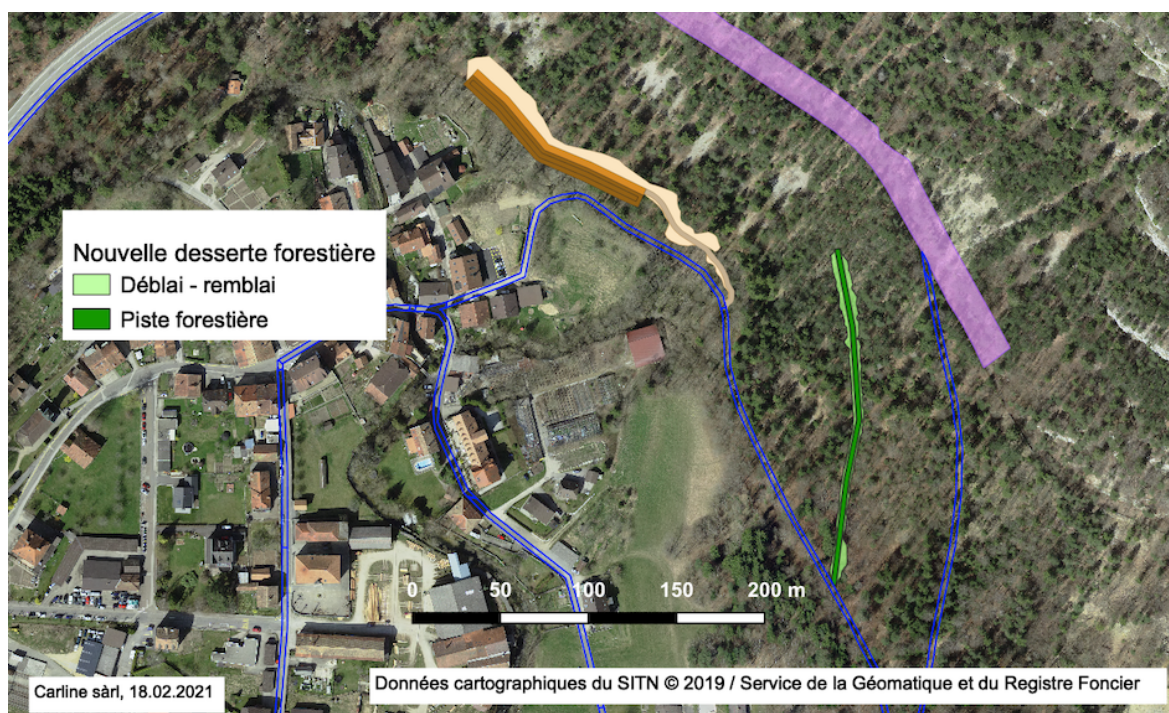


Fig. 8 : Emplacement de la nouvelle desserte forestière

Pour contrer les effets des abattages nécessaires à l'installation des filets ou des digues, un plan de gestion forestier sera élaboré en collaboration avec le SFFN. Celui-ci aura pour objectifs de recréer des lisières sur les fronts d'abattage, de définir les interventions sur les peuplements pour favoriser le rajeunissement et d'établir un suivi de la reprise de la végétation.

5.3.5 Mesures

Les mesures en faveur de la forêt sont principalement la conservation d'un maximum d'arbres et la reconstitution des lisières.

N°	Nom
FOR 1	Une protection des lisières avant les travaux de chaque lot avec des barrières ou rubalises est mise en place afin d'éviter que ces milieux ne soient piétinés ou détruits.
FOR 2	Lors des travaux d'installation des treillis, clouages, et filets pare-pierres, les coupes se limitent au strict nécessaire. Les arbres conservés sont protégés. Le martelage des arbres est effectué par le service forestier.
FOR 3	Reconstitution naturelle des milieux forestiers ayant subis des coupes d'arbres. Un plan de gestion forestier est élaboré en collaboration avec le SFFN.
FOR 4	La lisière du Furcil est un milieu sensible pour les reptiles et les plantes, il est nécessaire de reconstituer cette lisière avec des buissons mésophiles ou thermophiles. Cette mesure complète la mesure NAT 3.

Tableau 2 : Liste des mesures dans le domaine de la forêt

5.4 Paysage

Ce chapitre a pour objectif d'évaluer les impacts du projet sur le paysage. L'aspect paysager est décrit pour chaque secteur qui accueillera des ouvrages de protection contre les chutes de pierres. Pour rappel, la carte en Annexe 1, présente les ouvrages prévus dans les différents secteurs. Le projet est situé dans deux grandes zones de protection : ICOP N° 3 Creux du Van et Gorges de l'Areuse et la ZP2-1 La Clusette. Ces protections visent à protéger des milieux naturels riches en biodiversité mais également des paysages de grande valeur.

5.4.1 Méthodologie

La description des caractères paysagers des différents secteurs a été réalisée lors des relevés de terrain effectués en automne 2019. Les activités sociales, récréatives (chemin pédestre) ou économiques (exploitation des terrains par l'agriculture) sont mentionnées. Des photos illustrent l'aspect paysager actuel. L'impact paysager est évalué en fonction du type d'ouvrage et de l'emprise des travaux.

5.4.2 Etat actuel

Route cantonale 171

Différents types d'ouvrages de protection sur une surface de 500 m sur 50 m sont prévus au bord de la RC 171. Ils sont destinés à protéger la RC171, la H10 et le village en contrebas :

- 4 treillis plaqués sur les rochers surplombant la route ;
- 5 purges et clouages sur des rochers en amont et en aval de la RC171 ;
- 6 filets pare-pierres dans la forêt au Nord de la RC 171.

On peut distinguer deux types de paysage :

- a) Les rochers bordant la route sont constitués d'une bande rocheuse calcaire, d'une hauteur de 2 à 15 mètres environ, résultant de la construction de la route. Cette bande rocheuse est discontinue. Ces rochers donnent un caractère sauvage et pittoresque à la route cantonale. Ils sont peu visibles depuis le village en raison de la couverture forestière dense de part et d'autre de la RC171.



Rochers bordant la RC171, 13.09.2019

- b) La forêt située au Nord de la RC171 est une forêt homogène, sur un terrain très escarpé, constituée d'arbres de même taille. Il n'y a pas ou très peu de sous-bois et pas de régénération. Faisant partie du Bois du Châble, cette portion de forêt difficile d'accès n'est pas parcourue par des sentiers pédestres ou des chemins forestiers. De nombreuses sentes d'animaux indiquent le passage du gibier. Composée en majorité de feuillus (hêtres) elle abrite quelques conifères, notamment des pins sylvestres dans les endroits les plus exposés et les plus séchards. Cette forêt est visible depuis la route et depuis le village.



Vue sur le Bois du Châble depuis la rue Leuba à Noiraigue, 18.09.2019

Secteur H10

Différents types d'ouvrages de protection sont prévus au Nord de la H10 dans le secteur de l'entrée du tunnel dans le Bois Pillon et les Roches Blanches, ils sont destinés à protéger la H10 et le village de Noiraigue :

- 3 treillis plaqués sur les rochers surplombant la route ;
- 2 purges et clouages sur des rochers situés au-dessus du mur et de l'entrée du tunnel ;
- 7 filets pare-pierres situés dans des couloirs d'éboulement entre les blocs de rocher mais aussi au-dessus des rochers surplombant le portail d'entrée du tunnel de la H10.

Le paysage de ce secteur est constitué de grandes barres de rochers, de falaises sur lesquelles s'agrippent quelques pins sylvestres, surplombées par des forêts. Les pins sylvestres par leur forme et leur teinte bleutée donnent un caractère méditerranéen à ce paysage sauvage.

Aucun chemin pédestre ni chemin forestier n'est présent dans ce secteur.

Les falaises des Roches Blanches sont visibles de la route H10 mais aussi du village de Noiraigue et de ses alentours.

Au Sud de la H10 sont prévus deux clouages sur des rochers dans la forêt des Râpes. Cette forêt mixte (feuillus et résineux) forme un ensemble luxuriant en masquant les accidents du terrain. On observe des pins noirs qui ont été introduits il y a quelques dizaines d'années



Vue sur la partie Ouest du secteur H10 depuis la route cantonale, 01.10.2019

Secteur Village

Au Nord-Est du village, dans la Forêt de la Côte du Mont et aux Vergers, est projeté une digue de 115 m, sur 6 m de hauteur. Le paysage se caractérise par une forêt dense située en lisière des jardins privatifs des immeubles de la rue du Moulin et du Chemin du Mont. La partie Ouest de l'ouvrage se situe derrière l'immeuble Rue du Moulin 6, sur un sentier (desserte forestière secondaire) et une place de pique-nique. La partie Est s'implantera en

amont du chemin du Mont qui est une voie historique d'importance nationale avec beaucoup de substance (cf. chap. 5.4).



Emplacement de la digue Village depuis la place de jeux, 10.09.2019

Secteur Furcil

Au Furcil, un ouvrage est prévu pour protéger la route du Furcil. L'ouvrage, une digue en gabions rehaussera une ancienne digue au lieu-dit Les Râpes au pied d'un éboulis. C'est une forêt thermophile avec quelques reliques de prairies maigres, traversée par un chemin agricole peu utilisé. Depuis la route du Furcil, on observe un talus herbeux bordé par des buissons d'essences variées puis par des arbres également très diversifiés. Un grand mur de soutènement en pierres sèches donne de la valeur au site.



Emplacement de la digue au-dessus du mur au Furcil, vue depuis la route, 03.09.2019

Secteur *Champ-de-la-Pierre - Les Rettes*

La protection d'un immeuble de la Rue des Rettes, se limite à un filet pare-pierre dans un pâturage maigre aux Rettes. Le site en bordure de forêt est une enclave agricole accessible par un ancien chemin bordé de deux haies. Le filet de 64 mètres de long sur 5 m de haut ne sera pas forcément visible de loin mais il péjorera l'utilisation du pâturage.



Emplacement du filet dans le pâturage des Rettes, vue vers l'Ouest, 23.09.2020

L'installation de ce filet nécessitera l'abattage de quelques arbres à l'Ouest dans une plantation de résineux.

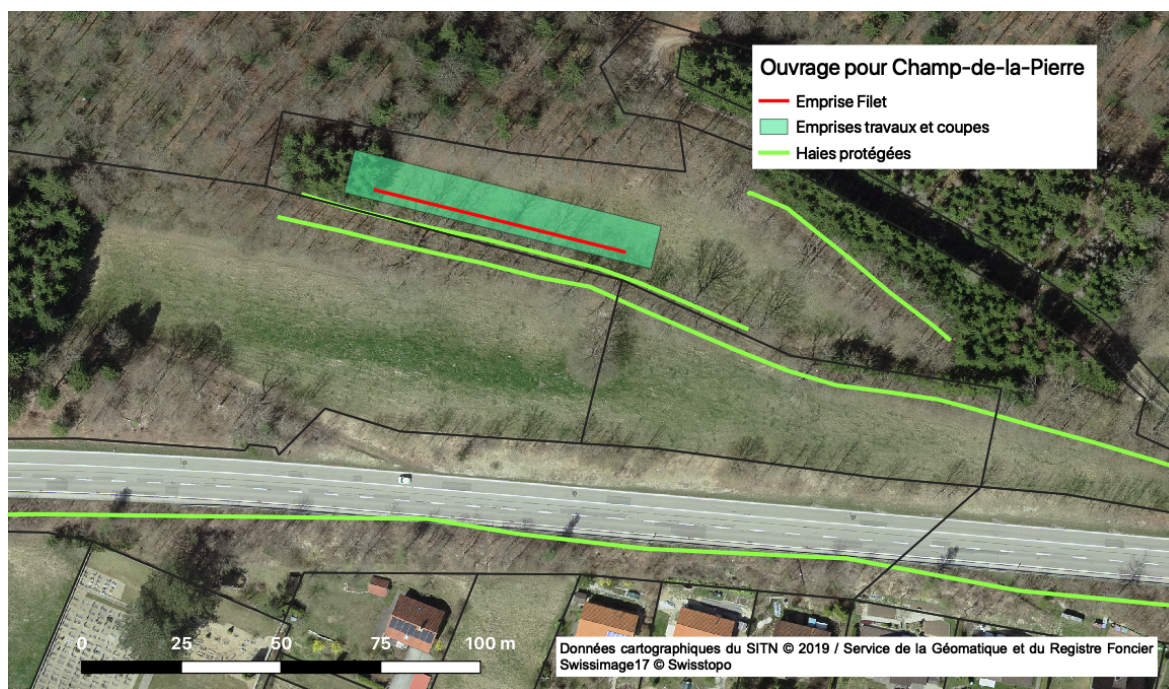


Fig.9 : Emplacement du filet aux Rettes et haies protégées.

5.4.3 Impact du projet en phase de réalisation

Pendant la réalisation du projet, l'impact paysager sera temporaire mais relativement important, dû aux coupes d'arbres pour laisser la place aux ouvrages de projection et aux engins nécessaires.

Les zones d'abattage seront nettement visibles dans le paysage. Dans le secteur de la RC 171, l'impact sera fort du fait de la couverture forestière homogène, une tranchée sera créée sur 150 m le long au-dessus de la bande rocheuse en amont de la route. Au portail de la H10 l'impact sera plus faible puisque le paysage est déjà dominé par les rochers.

5.4.4 Impact du projet en phase d'exploitation

Les impacts sur le paysage sont considérés comme forts pour les filets de protection et les digues et moyen pour les treillis plaqués. Les purges et clouage n'auront qu'un impact faible.

Les treillis plaqués ne modifient pas le relief du paysage mais apportent un élément étranger aux falaises qu'ils recouvrent. Dans ce sens ils oblitèrent la qualité du paysage qui n'est plus naturel.

Les filets de protection sont de dimensions variables, de 16 à 90 mètres de longueur pour 3 à 9 m de hauteur. Pour chaque ouvrage entre 300 et 1000 m² de forêt sera coupée. Lorsque plusieurs ouvrages se suivent, il en résultera une tranchée dans la couverture forestière. Cette altération du paysage sera de longue durée, d'une part parce que la végétation ligneuse prendra du temps à se réimplanter et camoufler les ouvrages et d'autre part parce qu'il est prévisible que des coupes d'entretien soient opérées.

Un exemple récent d'installation de tels filets se trouve à Champ-du-Moulin le long de la voie de chemin de fer. Les abattages ont eu lieu en 2012 et les travaux d'installation des ouvrages en 2013. En 2015 et en 2019, la végétation n'a toujours pas repris sur les terrains caillouteux (cf. photo ci-dessous et Annexe 7).



Fig 10 : Ouvrages de protection à Champ-du-Moulin, 6 ans après les travaux, 18.09.2019

Les digues (une digue provisoire et une digue définitive) prévues derrière le village vont transformer l'aspect des alentours du Chemin du Mont, les arbres situés à l'emplacement des futures digues seront enlevés et le terrain remodelé sur une surface importante. En amont de la digue, un déblai et un fossé seront aménagés pour construire la digue. En aval, la pente naturelle du terrain entre 20 et 30° sera brusquement cassé par la paroi de la digue presque verticale à 70° d'environ 8 m de haut.

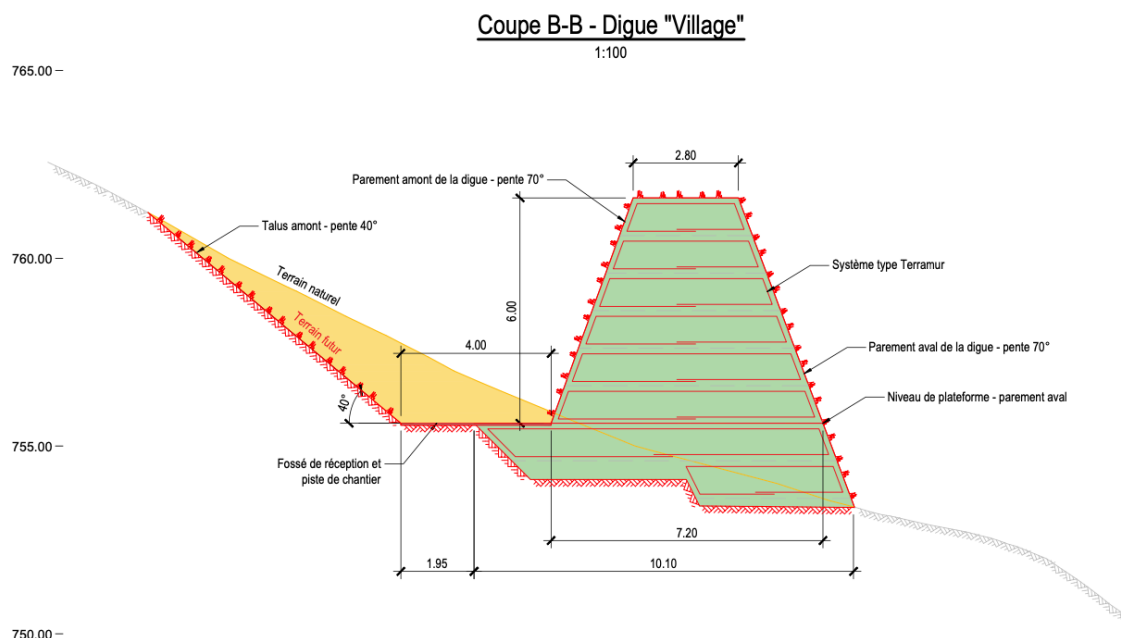


Fig. 11 : Coupe de la digue "Village", extrait du plan PG004

La digue Village sera en terre armée, une méthode de réalisation avec une structure métallique qui permet de réduire l'emprise au sol. L'aspect final n'est pas encore déterminé, la digue peut être végétalisée (herbe, plantes grimpantes) selon l'exemple ci-dessous, mais en milieu forestier il est probable que la digue ne sera que peu végétalisée et d'aspect plus minéral.



Fig 12 : Exemple de digue en terre armée SYTEC TerraMur 2, source www.sitec.ch

La digue du Furcil s'intégrera plus facilement dans le paysage. D'une hauteur de 2 m elle sera masquée par la végétation après quelques années par les arbustes qui recoloniseront le haut du mur.

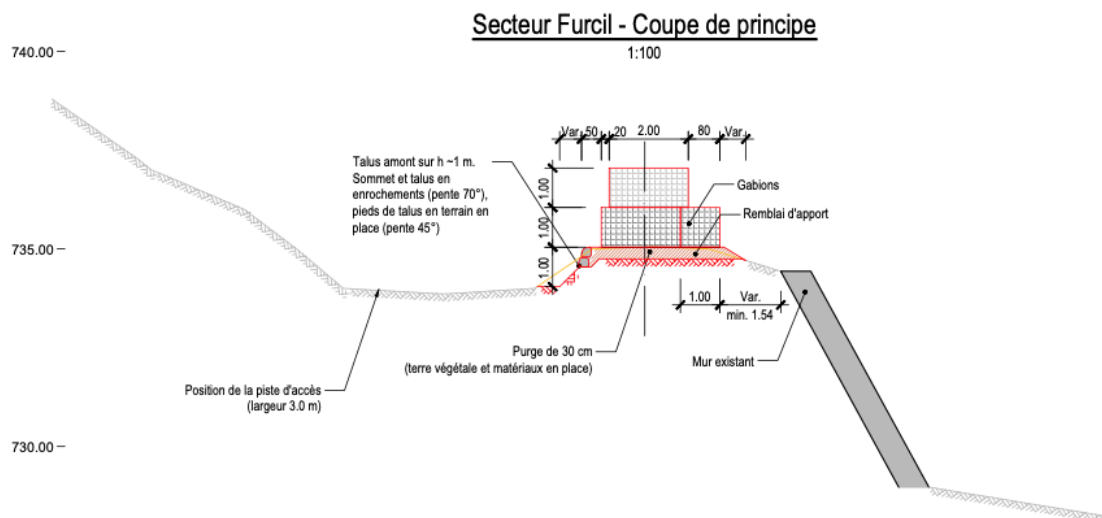


Fig. 13 : Coupe de la digue Furcil, extrait du plan PG005

En Annexe 7, quelques photos illustrent l'impact sur le paysage de filets de protection contre les chutes de pierres à Champ-du-Moulin (NE).

5.4.5 Mesures

En dépit de l'impact important des ouvrages de protection sur le paysage, il est impossible de supprimer ou de compenser cet impact. Pour atténuer l'impact sur le paysage, la mesure proposée est de favoriser la reprise de la végétation et notamment les arbres et arbustes en forêt et de limiter au strict nécessaire les coupes d'arbres pour les filets et clouages. Les mesures proposées pour la forêt FOR 2, 3 et 4 devront être appliquées et contrôlées. La mesure IVS 3 (voir chapitre 5.4.5) permettra de limiter l'impact sur le paysage de la digue Village.

5.5 Patrimoine historique

Ce chapitre évalue l'impact du projet sur les monuments historiques, notamment la présence de voies de communication historiques (objets IVS).

Selon l'ordonnance concernant l'inventaire fédéral des voies de communication historiques de la Suisse (OIVS du 14 avril 2010), les tracés d'importance nationale "avec substance" et avec beaucoup de substance " sont protégés.

Inventaire fédéral des voies et chemins historiques (IVS) : plusieurs voies d'importance nationale, régionale ou communale sont recensées. Un tronçon d'importance nationale avec beaucoup de substance est touché par les ouvrages. Il s'agit du segment 303 de la voie historique Brot-Dessous - Noiraigue, ancien passage de la Clusette (NE 1.0.8), situé au Chemin du Mont à Noiraigue.

5.5.1 Méthodologie

Une recherche des voies historiques d'importance nationale a été effectuée à partir du géoportail du sitn. Une visite des lieux avec Mme Nicole Froidevaux, historienne des monuments à l'OPAN (Office du patrimoine et de l'archéologie) et Mme Florence Hippenmeyer, architecte (OPAN) a eu lieu le 30 septembre 2020.

5.5.2 Etat actuel

Les tronçons IVS suivants sont dans l'emprise des travaux :

- NE 1 Neuchâtel - Les Verrières, plus particulièrement les segments :
- NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue, ancien passage de la Clusette, voie historique d'importance nationale avec beaucoup de substance et avec substance.
- NE 1.0.9 Brot-Dessous - Noiraigue, route de la Clusette, voie historique d'importance nationale. Un segment avec substance est situé dans la partie médiane de l'ancienne route de la Clusette, ce secteur n'est pas touché par les travaux.
- NE 126 Travers - Les Petits-Ponts (- Le Locle / - Neuchâtel), voie historique d'importance régionale avec substance.

La figure 14 situe les différents chemins historiques.

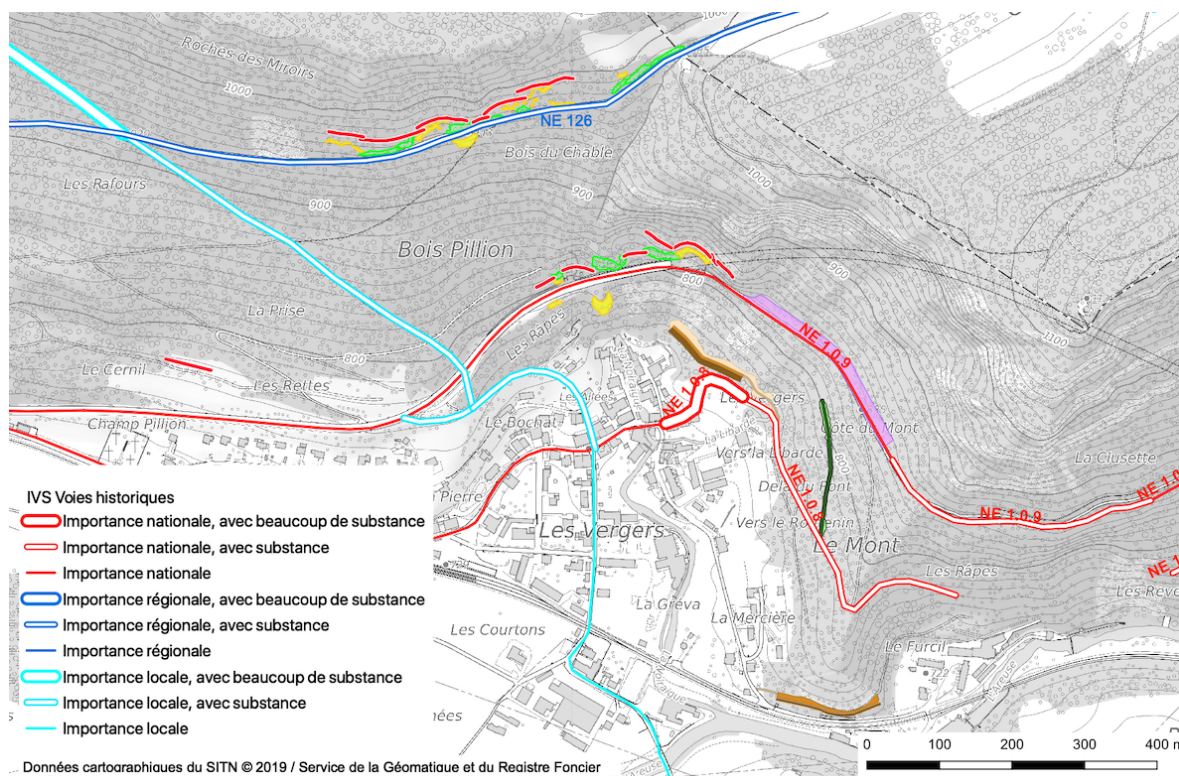


Fig. 14 : Chemins historiques d'importance nationale, régionale et communale dans le périmètre du projet.

5.5.3 Impact du projet en phase de réalisation

Le projet aura un impact principalement sur l'objet NE 1.0.8. :

- Une digue sera érigée au droit du segment avec beaucoup de substance.
- Les segments avec beaucoup de substance et avec substance seront utilisés pour le transport des matériaux nécessaires à l'érection de la digue.

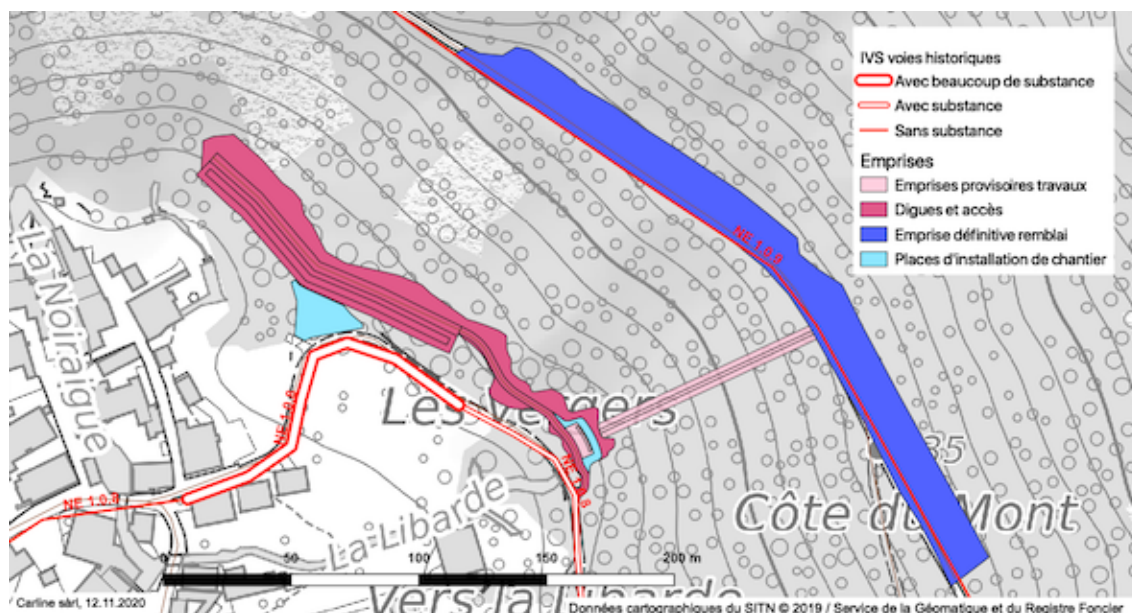


Fig 15 : IVS NE 1.0.8 et 1.0.9 et ouvrages de protection

L'ancienne route de la Clusette NE 1.0.9 sera remblayée sur un segment sans substance.

Des travaux auront lieu le long de la RC 171 qui est également une voie historique d'importance régionale avec substance.

La responsable du recensement architectural à l'OPAN a donné ses recommandations par rapport aux travaux prévus. Son analyse se trouve en Annexe 8. Les points principaux sont énumérés ci-dessous :

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous – Noiraigue ; ancien passage de la Clusette, tronçons d'importance nationale avec beaucoup de substance et avec substance :

Le projet impacte fortement les tronçons avec substance et avec beaucoup de substance de la voie historique d'importance nationale IVS NE NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette, où l'installation de remparts de protection à proximité directe du chemin est envisagée. Transport des matériaux et aires réservées aux machines de chantier et au stockage auront des incidences sur la voie historique, qui comporte des murs de pierre sèche, des murs de soutènements, des canaux de dérivation d'eau et des aménagements de protection à la sortie de la source vaclusienne de La Libarde...

Un maximum de précautions devront être prises pour protéger le chemin et ses abords et il faudra dresser un portrait précis des conséquences des diverses opérations prévues par le projet, afin d'établir les interventions à faire et les mesures de réhabilitation des murs de pierre sèche et des murs de soutènement, ainsi que la plantation d'arbres, par exemple.

Ce tronçon, qui se perd dans les rochers un peu plus à l'est, est le seul vestige avec beaucoup de substance des constructions réalisées dans la partie particulièrement périlleuse du tracé IVS NE 1.0.8, reliant l'ancienne principauté de Neuchâtel à la France en passant par le Val-de-Travers.

IVS NE 1.0.9 Brot-Dessous - Noiraigue; route de la Clusette, voie historique d'importance nationale, consistant en tracé historique aux extrémités vers les embouchures du tunnel et tracé historique avec substance sur sa partie médiane :

- d'après la documentation remise, les travaux ne touchent pas la partie médiane et ne devraient pas le faire.

IVS NE 126, Travers - Les Petits-Ponts (- Le Locle / - Neuchâtel), voie historique d'importance régionale avec substance :

- pas de remarque particulière si ce n'est le remplacement des pavés de bordure de route qui seraient endommagés

La constitution d'une documentation avant travaux est requise pour les voies IVS NE 1.0.8 et IVS NE 1.0.9, afin de permettre de rester le plus proche possible de l'aspect actuel et de réaliser une réhabilitation des éléments adéquate.

Les vestiges dignes de protection seront épargnés par l'emprise des travaux, puisque le chemin d'accès à la digue se fera par l'Est afin d'éviter le segment avec beaucoup de substance. Cependant, l'impact des travaux et notamment la construction d'une digue de 6 à 8 m de haut en amont de l'IVS NE 1.0.8 aura un impact sur le revêtement de l'ancien chemin par la charge de trafic supplémentaire. Les environs seront déboisés et l'aspect général sera modifié.

5.5.4 Impact du projet en phase d'exploitation

A l'issue des travaux, l'impact sur l'IVS NE 1.0.8 se limitera à un entretien annuel de la digue. Le remise en état des terrains et des éventuels dommages causés aux vestiges historiques ainsi que la plantation d'arbres pour masquer la digue permettra de restituer un environnement proche de l'état actuel. La substance du chemin historique ne sera pas diminuée.

La substance des autres tronçons (NE 1.0.9 et NE 126) ne sera pas modifiée et ne subira pas d'impact en phase d'exploitation.

5.5.5 Mesures

Les mesures suivantes seront prises pour diminuer les impacts sur les tronçons avec substance du chemin historique d'importance nationale.

N°	Nom
IVS 1	Etablir une documentation photographique avant le début des travaux avec les éléments sous protection et l'aspect général des voies historiques.
IVS 2	Annoncer les modifications portées à l'ancienne route de la Clusette NE 1.0.9 et les travaux prévus le long du Chemin du Mont NE 1.0.8 à l'office fédéral des routes (OFROU) lorsque le dossier sera finalisé.
IVS 3	Conserver la substance en maintenant tant les vestiges historiques construits en bordure du chemin que les arbres de part et d'autre du chemin. En cas d'abattage indispensable,

	replanter des essences indigènes pour restituer l'aspect général et masquer la nouvelle construction.
IVS 4	Les éventuelles découvertes archéologiques pendant les travaux seront annoncées à l'office cantonal du patrimoine archéologique.
IVS 5	La restauration des atteintes potentielles sera effectuée à l'issue des travaux

Tableau 3 : Liste des mesures dans le domaine paysage et site historiques

6. SYNTHÈSE ET POURSUITE DE LA DEMARCHE

L'évaluation des impacts de la réalisation des ouvrages se base sur un projet qui détermine les principaux éléments qui seront mis en place, mais sans qu'il soit possible pour plusieurs d'entre-deux, en particulier les filets de protection, d'en connaître les emplacements précis. La planification des mesures de protection, de remplacement et de reconstitution devra être poursuivie dans les étapes suivantes de planification (projet de détail, projet d'exécution, soumissions), notamment en ce qui concerne le domaine « Nature ».

Il est recommandé que cette planification, puis la réalisation du projet soit accompagnée par un Suivi environnemental de réalisation (SER) auquel sera associé les services communaux et cantonaux concernés.

Le cahier des charges du SER est le suivant :

Phase I : Suivi environnemental de projet (SEP)

Lors de cette phase, des inventaires complémentaires seront effectués et la planification des mesures de remplacement et de reconstitution sera finalisée. Les mesures ou parties de mesures concernées sont les suivantes :

- NAT 3 : préparation du plan de gestion de la ZP2 Le Furcil ;
- NAT 4 : préparation du plan d'aménagement d'une lisière à potentiel écologique très élevé ;
- NAT 6 : préparation par un bureau spécialisé d'un plan de protection pour les reptiles au Furcil ;
- NAT 9 : inventaires complémentaires de la flore protégées sur les emprises définitives du chantier (digues, ancienne RC, places d'installation de chantier et zones de chantier) ;
- NAT 9 : préparation des directives pour la protection des milieux maigres des bords de route (RC 171) et des lisières ;
- FOR 3 : préparation d'un plan de gestion forestier en collaboration avec le SFFN ;
- IVS 1 : établissement d'une documentation photographique.

Phase II : Suivi environnemental de réalisation (SER)

Le suivi environnemental des travaux *sensu stricto* consiste à vérifier que la réglementation en matière de protection de la nature, du paysage, des forêts et du patrimoine architectural est respectée, que les mesures préconisées dans la NIE et mises comme charge pour le

projeteur dans le document de sanction sont mises en œuvre et, de manière générale, de conseiller le Maître de l'ouvrage et les entreprises en cas de besoin.

Phase III : Réception environnementale des travaux

La réception environnementale des travaux a comme objectif de valider que les travaux ont respecté la réglementation et les charges et que toutes les mesures ont été mises en œuvre. A cette occasion, les modalités d'entretien des mesures sont définies ainsi que le contrôle de leur efficacité.

Le Locle, le 22 février 2021

Carline sàrl,

Aline Perez-Graber



7. BIBLIOGRAPHIE

1. Juillerat P., Bäumlér B., Bornand C., Gygax A., Jutzi M., Möhl A., Nyffeler R., Sager L., Santiago H., Eggenberg S. 2017 : Checklist 2017 der Gefässpflanzenflora der Schweiz / de la flore vasculaire de la Suisse / della flora vascolare della Svizzera.
2. Delarze R., Gonseth Y., Eggenberg S. & Vust M. 2015 : Guide des milieux naturels de Suisse. Rossolis, Bussigny. 435p.
3. Info Species, Centre suisse d'informations sur les espèces : <http://www.infospecies.ch/fr/>
4. Duelli P. 1994: Listes rouges des espèces animales menacées de Suisse. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP/OFEV), Berne. L'environnement pratique n° 9008 : 97 p.
5. Bohnenstengel T., Krättli H., Obrist M.K., Bontadina F., Jaberg C., Ruedi M., Moeschler P. 2014 : Liste rouge Chauves-souris. Espèces menacées en Suisse, état 2011. Office fédéral de l'environnement, Berne ; Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF), Neuchâtel ; Centres suisses de coordination pour l'étude et la protection des chauves-souris, Genève (CCO) et Zurich (KOF) ; Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Birmensdorf. L'environnement pratique n° 1412 : 95 p.
6. Keller V., Gerber A., Schmid H., Volet B., Zbinden N. 2010b : Liste rouge Oiseaux nicheurs. Espèces menacées en Suisse, état 2010. Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne, et Station ornithologique suisse, Sempach. L'environnement pratique n° 1019: 53 p.
7. Monney J.-C., Meyer A. 2005 : Liste Rouge des reptiles menacés en Suisse. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP/OFEV), Berne, et Centre de coordination pour la protection des amphibiens et reptiles de Suisse (karch), Neuchâtel. L'environnement pratique n° 9013 : 46 p.
8. Schmidt B.R., Zumbach S. 2005 : Liste rouge des amphibiens menacés en Suisse. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP/OFEV), Berne, et Centre de coordination pour la protection des amphibiens et reptiles de Suisse (karch), Neuchâtel. L'environnement pratique n° 9012 : 46 p.
9. Rüetschi J., Stucki P., Müller P., Vicentini H., Claude F. 2012 : Liste rouge Mollusques (gastéropodes et bivalves). Espèces menacées en Suisse, état 2010. Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne, et Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF), Neuchâtel. L'environnement pratique n° 1216 : 148 p.
10. Monnerat C., Thorens P., Walter T., Gonseth Y. 2007 : Liste rouge Orthoptères. Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne, et Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF), Neuchâtel. L'environnement pratique n° 0719 : 62 p.
11. Wermeille E., Chittaro Y., Gonseth Y. 2014 : Liste rouge Papillons diurnes et Zygènes. Espèces menacées en Suisse, état 2012. Office fédéral de l'environnement, Berne, et Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel. L'environnement pratique n° 1403: 97 p.
12. Lubini V., Sartori M., Wagner A., Vicentini H. 2012 : Listes rouges Éphémères, Plécoptères, Trichoptères. Espèces menacées en Suisse, état 2010. Office fédéral de

l'environnement (OFEV), Berne, et Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF), Neuchâtel. L'environnement pratique n° 1212 : 111 p

13. Bornand C., Gygax A., Juillerat P., Jutzi M., Möhl A., Rometsch S., Sager L., Santiago H., Eggenberg S. 2016 : Liste rouge Plantes vasculaires. Espèces menacées en Suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne et Info Flora, Genève. L'environnement pratique n° 1621 : 178 p.

14. Schnyder N., Bergamini A., Hofmann H., Müller N., Schubiger-Bossard C., Urmi E. 2004 : Liste rouge des bryophytes menacées en Suisse. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP/OFEV), Berne, FUB et NISM, Zurich. L'environnement pratique n° 9007 : 99 p.

15. Scheidegger C., Clerc P., Dietrich M., Frei M., Groner U., Keller C., Roth I., Stofer S., Vust M. 2002 : Liste rouge des lichens épiphytes et terricoles menacés en Suisse. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP/OFEV), Berne, Institut fédéral de recherches (WSL), Birmensdorf, et Conservatoire et Jardin botaniques de la ville de Genève (CJBG). L'environnement pratique n° 9010 : 124 p.

16. Senn-Irlet B., Bieri G., Egli S. 2007 : Liste rouge Champignons supérieurs. Liste rouge des espèces menacées en Suisse, édition 2007. Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne, et Institut fédéral de recherches (WSL), Birmensdorf. L'environnement pratique n° 0718 : 94 p.

17. www.bafu.admin.ch/uv-1709-f

18. OFEV 2019 : Liste des espèces et des milieux prioritaires au niveau national. Espèces et milieux prioritaires pour la conservation en Suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1709 : 98 p.

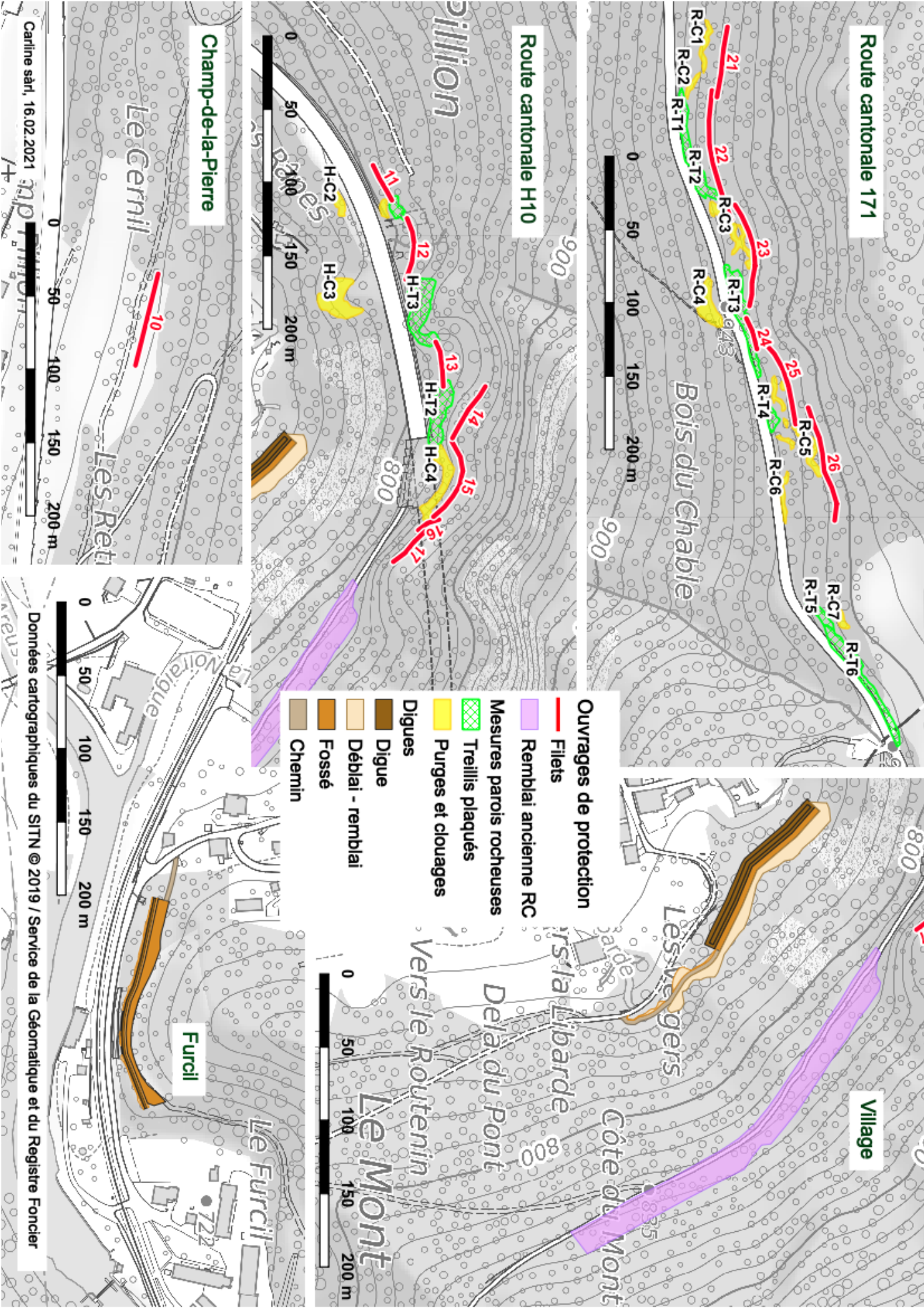
19. www.infoflora.ch/fr/neophytes/listes-et-fiches.html

20. https://sitn.ne.ch/web/legendes/carte_phytosociologique.pdf

ANNEXES :

- 1. Ouvrages de protection et secteurs d'interventions**
- 2. Expertise faunistique - octobre 2020**
- 3. Inventaires et évaluations des enjeux reptiles**
- 4. Localisation des espèces protégées, menacées et prioritaires**
- 5. Fiches de relevés**
- 6. Mesures Apollon dans le secteur de la Clusette**
- 7. Impact sur le paysage**
- 8. Position de l'OPAN**

Annexe 1 : Ouvrages de protection et secteurs d'intervention



Annexe 2 : Expertise faunistique - octobre 2020

CANTON DE NEUCHÂTEL

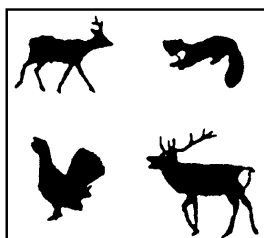
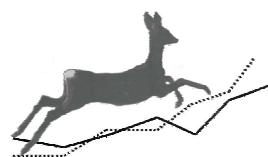
COMMUNE DE VAL-DE-TRAVERS

PROTECTION CONTRE LES CHUTES DE PIERRES A NOIRAIGUE - EXPERTISE FAUNISTIQUE -



Octobre 2020

Dr Michel Blant,
Faunistique Zoologie Paysage Sàrl
Neuchâtel



Faune concept

Communauté d'étude de la faune sauvage - Wildtierforschungsgemeinschaft

DROSESA SA, CP 49 1890 St-Maurice / Sion / Bex, Tél 024 / 485 15 75, e-mail : chablais@drosera-vs.ch

Dr M. Blant, FZP Sàrl, Gratte-Semelle 20, 2000 Neuchâtel, Tél 079 / 228 11 85, e-mail : mblant@vtx.ch

Maddalena e Associati Sagl, 6672 Gordevio, Tel 091 / 753 27 09, e-mail : tmaddalena@ticino.com

J.P. Müller-Science & Comm. GmbH, 7000 Chur, Tel 081 / 252 09 80, e-mail juerg.paul@jp-mueller.ch

SWILD, Wuhrstrasse 12, 8003 Zürich, Tel 044 / 450 68 10, e-mail inbox@swild.ch

Protection contre les chutes de pierres à Noiraigue - Expertise faunistique

Table des matières

1 Introduction.....	2
2 Méthodologie	2
3 Résultats	2
3.1 Côte Rosière	2
3.2 Portail ouest La Clusette.....	3
3.3 Autres sites	4
4 Conclusions.....	4
5 Bibliographie.....	4

Rédaction : Dr. Michel Blant, Faunistique Zoologie Paysage Sàrl, Partenaire *Faune Concept*, ch. de Gratte-Semelle 20, 2000 Neuchâtel & rue du Doubs 32, 2300 La Chaux-de-Fonds (032 721 21 17 – mblant@vtx.ch)

Couverture : La Clusette, 9 octobre 2020 (M. Blant)

1 Introduction

Sur la demande du SFFN, nous avons procédé à une expertise faunistique des ouvrages prévus contre les chutes de pierres à Noiraigue. Les documents nécessaires nous ont été fournis par le mandataire du maître d'ouvrage (Mme Aline Perez Graber, bureau Carline Sàrl). Le but était d'établir si les ouvrages prévus posent problème aux déplacements de la faune.

2 Méthodologie

Les dossiers suivants ont été consultés :

- Corridors à faune du canton de Neuchâtel, révision 2017 (Faunistique Zoologie Paysage Sàrl)
- Zones de tranquillité pour la faune sauvage, 2019 (Faunistique Zoologie Paysage Sàrl)

En complément, des relevés de terrain ont été faits le 09.10.2020 pour une mise à jour des données de base et détecter finement les endroits de passage de la faune dans les secteurs considérés.

3 Résultats

3.1 Côte de Rosières

La Côte de Rosières constitue en grande partie un corridor faunistique d'importance régionale (corridor n° 3.6 Rortier-Rosières). Ce secteur constitue une surface de liaison entre le continuum boisé de la première chaîne au sud de Noiraigue (comprenant le district franc du Creux-du-Van) et la deuxième chaîne des Hauts du Val-de-Travers et vallée des Ponts-de-Martel (annexe 1).

La surface de la Côte de Rosières est également proposée comme extension de la zone de tranquillité de la faune sauvage du Creux-du-Van (<https://www.zones-de-tranquillite.ch/>), en raison de sa richesse faunistique en plus de sa position géographique stratégique pour les échanges de faune. Le dossier n'est toutefois pas encore en vigueur, au stade d'étude auprès du SFFN.

Dans ce secteur, au-dessus de la chaussée, nous avons pu constater que la faune se déplace principalement parallèlement à la route, entre celle-ci et la barre de rochers en haut du versant (sente continue dans tout le haut de la côte). Les indices (fèces, crottes) indiquent le passage du chamois et du lynx le long de cette sente (annexe 2). Nous avons également pu constater des passages de la faune (sentes, traces) dans le sens vertical, à travers la route secondaire Travers-Les Petits Ponts, qui se font à chaque extrémité des ouvrages prévus (fig. 1) :

- Amont des ouvrages : vers la place de stationnement du chemin de la via ferrata du Tichodrome, ainsi qu'au droit du chemin forestier à l'aval de la route (photo 1)
- Aval des ouvrages : à la fin des derniers virages qui s'enchaînent dans le secteur considéré, à l'amorce de la première rectiligne (photo 2)

Entre ces deux extrémités, le passage est possible à 2 endroits, mais aucune trace récente n'y a été relevée (fig. 1). Hormis ces deux emplacements, les rochers qui surplombent la chaussée forment un obstacle non franchissable.

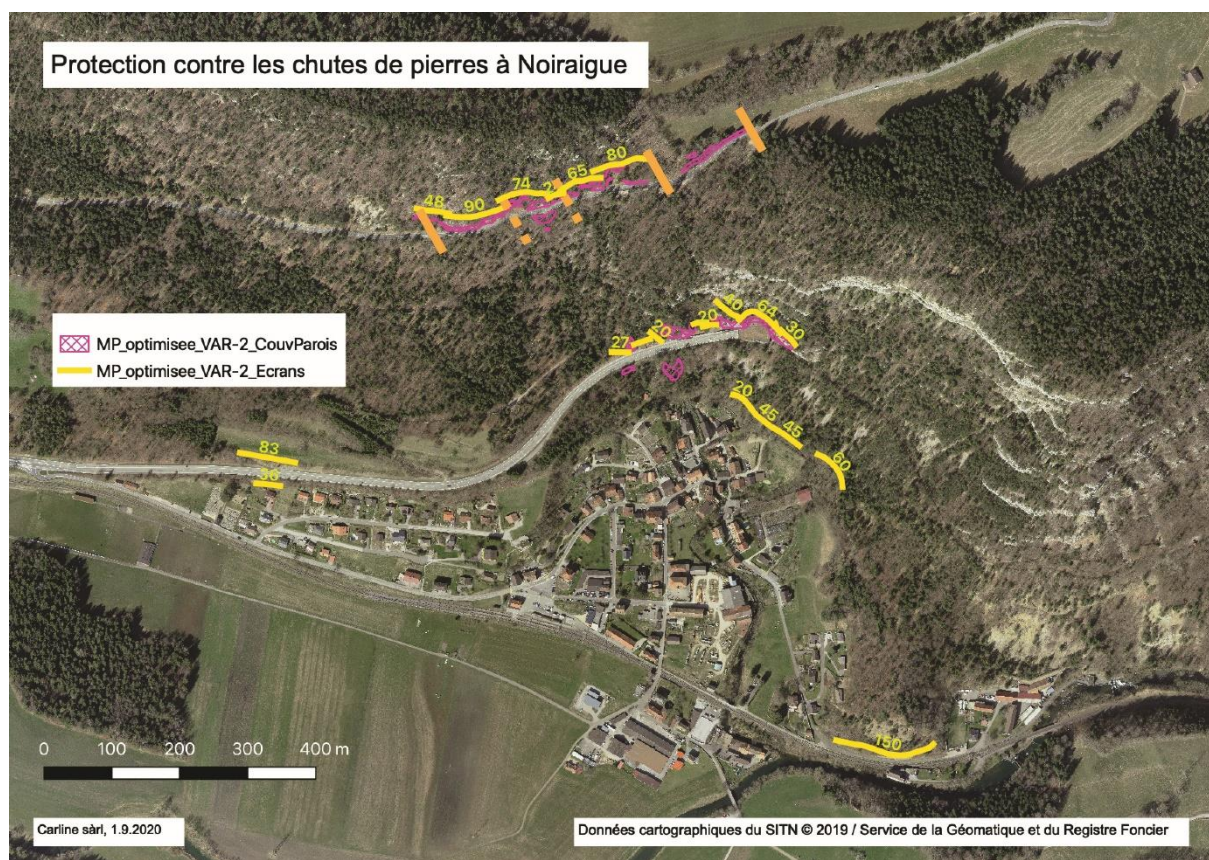


Figure 1. Passages recensés au droit des ouvrages de protection prévus dans la Côte de Rosières. Lignes brunes continues : passages constatés. Lignes brunes discontinues : autres passages possibles.



Photos 1 et 2 : passages recensés à l'amont et à l'aval du tronçon de la route Travers-Les Petits Ponts.

3.2 Portail ouest La Clusette

Le passage dans le secteur considéré par les mesures de protection est entravé par un mur de soutènement à l'amont de la chaussée. Une seule ouverture dans le mur laisse un passage possible,

mais qui ne semble pas utilisé (pas de sentes). Au droit du portail ouest du tunnel de la Clusette, le passage n'est pas possible en raison des parois rocheuses.

3.3 Autres sites

Derrière le village, on ne trouve pas d'indices de passage répété de la faune à l'endroit des ouvrages prévus. Il n'y a pas de sentes marquées. Les installations humaines (table et bancs) et les habitations proches ont probablement un effet repoussant pour la faune.

A l'entrée du village et au Furcil, les ouvrages prévus se situent le long d'infrastructures de transport et ne prêtent pas le passage de la faune à ces endroits.

4 Conclusions

Les ouvrages prévus ne coupent a priori pas le corridor faunistique d'importance régionale. Les passages utilisés se font à l'amont et à l'aval des filets de protection prévus. Il y a toutefois deux passages actuellement ouverts et qui restent donc potentiellement utilisables. Les filets devraient à ces endroits avoir un décalage suffisant (5-10 m) pour permettre, entre autres, la fuite des animaux qui traverseraient la chaussée en gravissant la côte, pour éviter un effet de piège et un retour dangereux sur la route. Dans le meilleur des cas, il faudrait chaque fois laisser un tel décalage entre deux tronçons de filets, et éviter une fermeture continue sur une trop grande longueur (au moins un passage par 100 m).

Afin de laisser libre la voie de déplacement parallèle à la route, les ouvrages devraient rester dans le premier tiers de la pente entre la chaussée et le banc rocheux du haut du versant, en laissant continuellement un passage est-ouest dégagé. La zone sise entre le début des ouvrages à l'amont et la lisière de la pâture, favorable à la Gélinothe des bois, ne devrait pas être modifiée (pas de piste d'accès).

Dans le secteur de la Clusette, à l'entrée et derrière le village de Noiraigue, les ouvrages prévus n'ont pas d'impact sur les déplacements de la faune.

5 Référence

Corridors à faune dans le canton de Neuchâtel – révision 2017. Rapport au SFFN, 11 p. & annexes.

Neuchâtel, le 19.10.2020/MB

Annexe 1 : corridor faunistique n° 3.6 Rortier-Rosières

Annexe 2 : indices et traces recensés le 09.10.2020

Canton de Neuchâtel
SFFN section Faune

CORRIDORS À FAUNE

N°3.6 Rortier-Rosières

1:7'500 Format: A4

Date: 23.10.2017 Dessinateur: AP



Dr Michel BLANT
Faunistique Zoologie Paysage Sarl

Légende

- Corridor faunistique
- Accidents de gibier 2002-2016
- Cerf
- Chamois
- Chevreuil
- Sanglier
- Lynx
- Cerf, observations 2014-2017

0 250 500 Mètres

Données cartographiques du SFFN 2017
Service de la Géomatique et du Registre Foncier

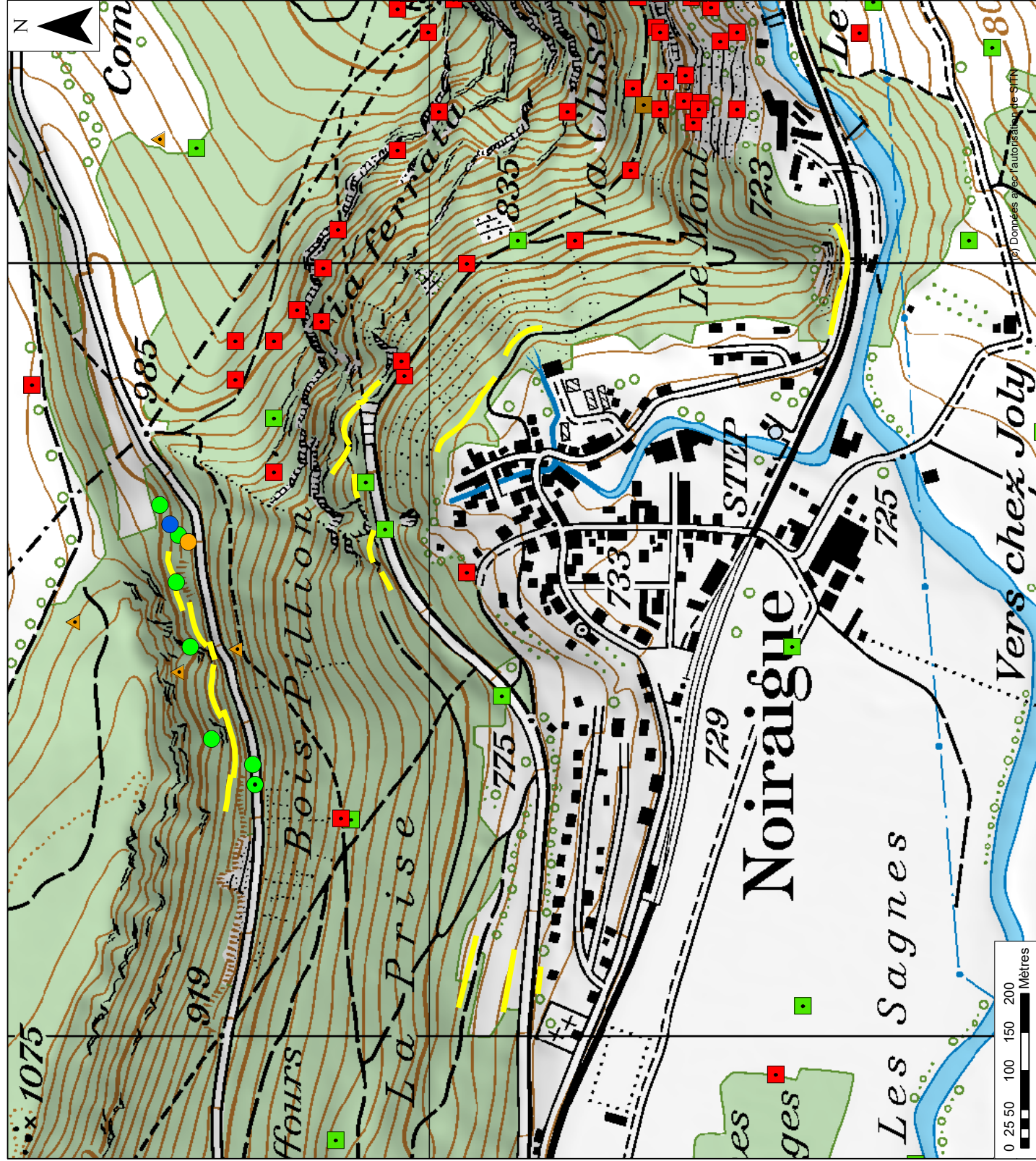
Annexe 2 Observations Côte de Rosières

Déplacements recensés de la faune sauvage (indices) et observations faunistiques du 09.10.2020

Coordonnées	Espèce	Observation
545687/201348	Chamois	Départ d'une sente en direction ouest depuis la lisière de la pâture
545648/201324	Chamois	Sente de déplacement horizontal au-dessus de la route, fèces récentes de chamois
545662/201335	Gélinotte des bois	Envol d'un individu adulte au repos sous un tronc. Tout l'environnement dans un rayon de 30 m environ est favorable (framboisiers, forêt très clairsemée, sol sec)
545639/201311	Lynx	Sente de déplacement horizontal au-dessus de la route, crottes récentes de lynx, déplacement possible en contrebas à travers la route
545587/201327	Chamois	Sente de déplacement horizontal au-dessus de la route, fèces récentes de chamois
545384/201281	Chamois	Sente de déplacement horizontal au-dessus de la route, autre sente descendante en direction de la chaussée
545351/201228	Chamois	Sente de déplacement horizontal au-dessus de la route
545325/201225	Chamois, renard	Sente de déplacement vertical en travers de la route, empreintes de renard dans la terre
545503/201310	Chamois	Traces de traversée de la barre rocheuse

Légende carte :

Points verts	Déplacements de la faune (principalement sentes de chamois, lynx) au-dessus et en travers de la route Travers – Les Petits Ponts, fèces de chamois (sur les sentes, non exhaustif)
Point bleu	Gélinotte des bois (milieu environnant : taillis de framboisiers, forêt clairsemée)
Point orange	Fèces de lynx indiquant un passage près de la chaussée (traversée probable)
Carrés rouges	Observations de chamois, CSCF 2010-2017 (données Zones de Tranquillité NE)
Carrés verts	Observations de chevreuil, CSCF 2010-2017 (données Zones de Tranquillité NE)
Carrés bruns	Observations de sanglier, CSCF 2000-2017 (données Zones de Tranquillité NE)
Triangles oranges	Observations de lynx boréal, CSCF 2000-2017 (données Zones de Tranquillité NE)



Canton de Neuchâtel Commune de Val-de-Travers		Protection contre les chutes de pierres à Noiraigue		Expertise faunistique	
Annexe n°2: relevés de terrain et données de base		Filets de protection (variante 2)		Relevés terrain (09.10.2020)	
				Données ZdT NE	
				Chamois CSCF 2010-2017	
				Chevreuil CSCF 2010-2017	
				Lynx boréal CSCF 2000-2017	
				Sanglier CSCF 2000-2017	
1:5000		Format: A3		Date: 10.11.2020	
				Dessinateur: AP	

Annexe 3 : Inventaires et évaluations des enjeux reptiles

Maxime Chèvre
Chemin des Perrières 20
2072 St-Blaise
079 523 87 79
maxchevre@gmail.com

26.10.2020, St-Blaise

Inventaire et évaluation des enjeux « reptiles » Projet des nouvelles mesures de protection contre les chutes de pierres de Noiraigue

Contexte de l'étude

Une évaluation des enjeux reptiles a été demandée en lien avec le projet de sécurisation du village de Noiraigue et de ses infrastructures routières contre les chutes de pierres. En effet, les reptiles ainsi que leurs habitats sont protégés par la législation fédérale (art. 20, al. 2 OPN – RS 451.1) et cantonale (art. 5, LFS – RSN 922.10). Cette demande est directement liée à une présence avérée de la vipère aspic et du lézard agile (deux espèces menacées d'extinction au niveau national) dans le périmètre du projet. Ainsi, un inventaire de terrain visant à mieux documenter les populations de reptiles présents dans les zones impactées par le futur chantier a été réalisé. Les mesures à prendre pour les futures étapes du projet et lors des chantiers sont données dans ce document.

Lieu de l'inventaire

Noiraigue, commune de Val-de-Travers. Quatre secteurs avec des enjeux potentiels ont été prospectés, le travail de terrain a été réalisé selon les plans du projet reçus en mars 2020. Les périmètres de ces secteurs ont légèrement évolué au cours de l'année 2020 (mise à jour du projet) sans remettre en cause la pertinence de cette étude. Voici les noms et coordonnées centrales de 4 zones prospectées présentant des enjeux :

- Le Furcil : 545980/200472
- Les Rettes/Le Cernil : 545208/200889
- Tunnel de la Clusette (route cantonale H10) : 545726/201093
- Bois du Chable (route cantonale RC171): 545220/201257

Méthode

6 sorties entre 2 et 4 heures de recherches réalisées (17.03.2020, 25.03.2020, 13.04.2020, 25.04.2020, 16.05.2020, 24.05.2020). Pose de 12 plaques de carton bituminé pour faciliter la détection des reptiles sur 4 secteurs. Toutes les observations ont été transmises à info fauna - CSCF/karch.

Résultats

5 espèces observées entre les différents périmètres du projet, dont 3 espèces menacées selon la Liste Rouge des reptiles de Suisse¹ : la vipère aspic (en danger), la coronelle lisse (vulnérable), le lézard agile (vulnérable), l'orvet fragile ainsi que le lézard des murailles (deux espèces non menacées).

Résumés des observations par site :

- Le site présentant le plus d'enjeu est celui du **Furcil** qui abrite une importante population de **vipère aspic**. L'espèce doit être considérée comme occupant l'ensemble du site à l'exception des zones densément boisées. En effet, la présence de cette espèce est confirmée dans les éboulis, dans le grand mur de soutènement, sur le talus en haut du grand mur de soutènement et le long de la lisière longeant la route (talus routier). Le lézard des murailles et l'orvet fragile sont également présents sur ce secteur.
- Les prairies, haies et lisières du site des **Rettes/Cernil** sont occupées par une petite population de **lézard agile** et d'orvet fragile.
- Par le secteur en aval du **Tunnel de la Clusette** (route cantonale H10), l'ensemble des zones de falaises et talus bien exposées sont occupées par le lézard des murailles. Une jeune coronelle lisse (né en 2019, preuve de reproduction sur le site) a été observée en haut du grand mur de soutènement à 50m avant l'entrée du tunnel.
- Pour le secteur du **Bois du Chable** (route cantonale RC171), les enjeux pour les reptiles se situent au niveau de la grande zone ouverte avec éboulis qui abrite une importante population de lézard des murailles (seule espèce observée).

Mesures à prévoir

Des mesures générales valant pour tous les secteurs sont nécessaires, ainsi que des mesures propres à chaque secteur.

Mesures générales (valent pour tous les secteurs) :

1. Dans la mesure du possible, limiter l'emprise du projet sur les habitats à reptiles et préférer les scénarios alternatifs. C'est spécialement le cas si le sol est impacté en profondeur et sur de grande surface. Il faut aussi veiller à limiter l'impact des chemins d'accès et des dépôts de matériel.
2. Les ouvriers doivent être sensibilisés à la problématique « vipères/reptiles ». En cas de découverte de serpent(s) sur le chantier un spécialiste mandaté pour l'occasion, le karch ou un garde faune doit être contacté sans délai par téléphone. La suite de la procédure sera définie en fonction de la situation.

¹ MONNEY J.-C., MEYER A. 2005 : Liste Rouge des reptiles menacés en Suisse. Édit. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne, et Centre de coordination pour la protection des amphibiens et des reptiles de Suisse, Berne. Série OFEFP : L'environnement pratique. 46 p.

Mesures à prendre (projet / chantier), secteur du Furcil :



En rouge : zones sensibles pour la vipère aspic sur le site du Furcil.

1. Dans la mesure du possible, limiter l'emprise du projet sur les habitats à reptiles : grande zone ouverte à éboulis, grand mur de soutènement, talus en haut du grand mur de soutènement et le long de la lisière longeant la route (talus routier).
2. Si la digue existante est rehaussée, il faudra particulièrement faire attention au talus bien exposé en haut du grand mur de soutènement et préférer l'accès par le chemin forestier.
3. Dans le cas où le projet n'aurait pas d'autres solution que de détruire des habitats occupés et utilisés par la vipère aspic (dans notre cas : éboulis bien exposés, mur, talus et lisières), des compensations seront à prévoir. Ces dernières doivent être mises en place par un bureau spécialisé. De plus, des sessions de récupérations des animaux occupants ces habitats impactés seront à prévoir.
4. La destruction des habitats cités ci-dessus ne doit en aucun cas être réalisée pendant la période d'hibernation des vipères (de mi-octobre à fin mars). Cette mesure doit leur permettre de regagner un nouvel abri en cas de dérangement et d'organiser des sessions de sauvetage. La déconstruction des structures utilisées par les reptiles doit être réalisée en présence d'un spécialiste des reptiles (afin de recueillir les animaux mis à jour).
5. Si un débroussaillage est nécessaire, il doit être réalisé pendant la période de repos des reptiles (de mi-octobre à fin février). En mars, leur activité peut déjà avoir commencée en fonction des conditions météorologiques.
6. Les responsables du chantier doivent organiser une visite sur place avec un spécialiste des reptiles pour définir les zones sensibles avant le début des travaux (à marquer avec des piquets si besoin).
7. En cas de découverte de serpents sur le chantier, un spécialiste mandaté pour l'occasion, le karch ou un garde faune doit être contacté sans délai par téléphone. La suite de la procédure sera définie en fonction de la situation.

Mesures à prendre (projet / chantier), secteur des Rettes/Cernil :

1. Dans la mesure du possible, limiter l'emprise du projet sur les habitats à reptiles : prairies, haies, lisières, talus routier bien exposés et murgiers.
2. Dans le cas où le projet n'aurait pas d'autres solutions que de détruire des habitats occupés et utilisés par le lézard agile (dans notre cas : prairies, haies, lisières, talus et murgiers), des compensations seront à prévoir. Ces dernières doivent être mises en place par un bureau spécialisé.

3. La destruction des habitats cités ci-dessus ne doit en aucun cas être réalisée pendant la période d'hibernation des lézards (de mi-septembre à mi-avril). Cette mesure doit leur permettre de regagner un nouvel abri en cas de dérangement.
4. Si un débroussaillage est nécessaire, il doit être réalisé pendant la période de repos des lézards (de fin octobre à début mars). En mars, leur activité peut déjà avoir commencée en fonction des conditions météorologiques.

Mesure à prendre (projet / chantier), secteur du Tunnel de la Clusette :

1. Si les mesures de protections contre les chutes de pierre se limitent à la pose de filets contre les falaises, aucune recommandation particulière pour les reptiles n'est à prendre. Il faut toutefois veiller à prévenir les ouvriers qu'une rencontre avec un serpent est possible surtout aux pieds des falaises (présence avérée de la coronelle lisse, en revanche la présence de la vipère aspic est peu probable).

Mesure à prendre (projet / chantier), secteur du Bois du Chable :

1. Une version préliminaire du projet proposait la mise en place de filets-barrières en travers de la grande zone ouverte à éboulis (545220/201257). Si ce scénario est bel et bien abandonné, aucune mesure particulière n'est à prendre pour les reptiles dans ce secteur. En effet, seul le lézard des murailles semble présent dans les éboulis et les zones de falaise du site sont peu favorables aux reptiles.

Maxime Chèvre
Biologiste



Annexes : Photographies pour illustrer le contexte avec diverses observations in situ (Maxime Chèvre).

Secteur du Furcil, lisière en contre-bas de la digue (vipère aspic) :



Secteur du Furcil, lisière en contre-bas de la digue (vipère aspic) :



Secteur du Furcil, bas du mur de soutènement (vipère aspic) :



Secteur du Furcil, haut du mur de soutènement (vipère aspic) :

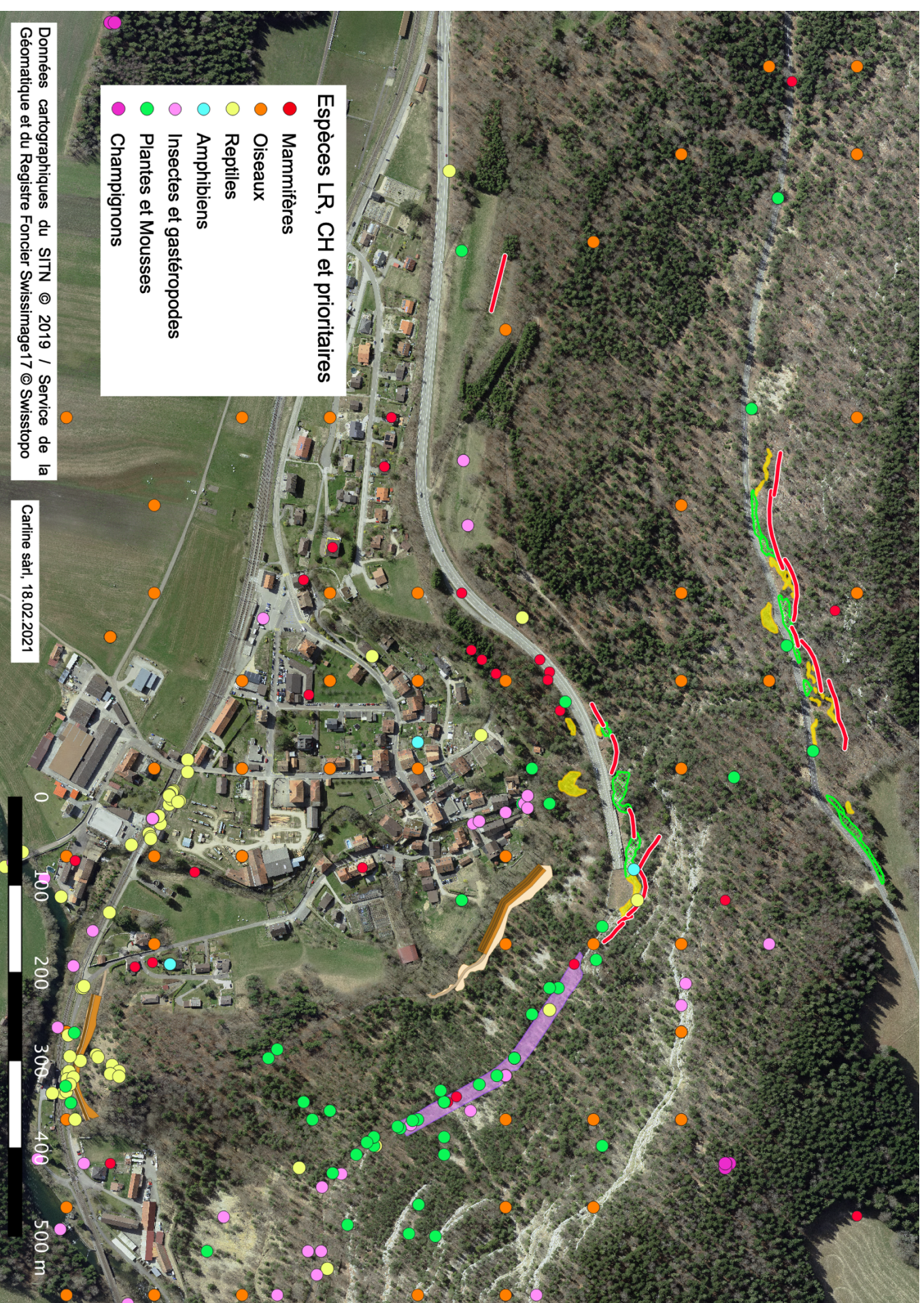


Pieds de falaises à l'approche du tunnel (coronelle lisse juvénile) :



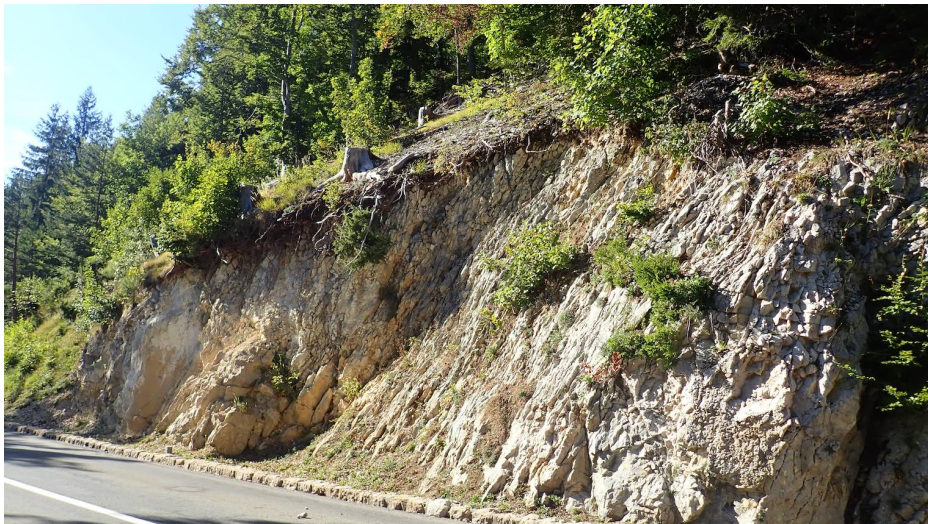
Annexe 4 : Localisation des espèces protégées, menacées et prioritaires

ANNEXE 4 : Localisation des espèces protégées, menacées et prioritaires



Annexe 5 : Fiches de relevés

Secteur	RC 171		
N° ouvrage	R-C1, R-C2, R-T1, R-T2		
Type d'ouvrage	R-T1, R-T2, Treillis plaqué, 80 m, 790 m ² R-C1, R-C2, Purge et clouage, 55 m, 230 m ²		
Type de milieu :	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à séslerie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
		<i>Acer opalus</i> <i>Alnus incana</i> <i>Cornus sanguinea</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Juniperus communis</i> <i>Picea abies</i> <i>Rhamnus alpina</i> <i>Salix caprea</i> (NE) <i>Sorbus aria</i> <i>Viburnum lantana</i>	<i>Arabis turrita</i> <i>Bupleurum falcatum</i> <i>Calamagrostis varia</i> <i>Campanula rotundifolia</i> <i>Carduus defloratus</i> <i>Centaurea montana</i> <i>Centaurea scabiosa</i> <i>Chaenorhinum minus</i> <i>Coronilla vaginalis</i> <i>Digitalis lutea</i> <i>Fragaria vesca</i> <i>Galium mollugo</i> aggr. <i>Hieracium murorum</i> aggr. <i>Hippocrepis emerus</i> <i>Hypericum perforatum</i> <i>Hypericum montanum</i> <i>Laserpitium latifolium</i> <i>Leontodon hispidus</i> <i>Leucanthemum vulgare</i> aggr. <i>Linaria vulgaris</i> <i>Melittis melissophyllum</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Picris hieracioides</i> <i>Reseda lutea</i> <i>Rosa</i> sp. <i>Rubus idaeus</i> <i>Sedum album</i> <i>Sesleria caerulea</i> <i>Solidago virgaurea</i>

			<i>Sonchus oleraceus</i> <i>Teucrium montanum</i> <i>Tussilago farfara</i> <i>Valeriana montana</i>
Description	Bande rocheuse avec peu de végétation herbacée et quelques arbustes poussant dans les fentes du rocher.		
Remarques			
Photo	 <i>Emplacement du treillis plaqué R-T2, secteur Est, 02.09.2019</i>  <i>Emplacement du treillis plaqué R-T1, secteur Ouest, 13.09.19</i>		

Secteur	RC 171		
N° ouvrage	R-C3		
Type d'ouvrage	Purge et clouage, 50 m, 450 m ²		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à séslerie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
		<i>Acer opalus</i> <i>Picea abies</i> <i>Rhamnus alpina</i> <i>Sorbus aria</i> <i>Viburnum lantana</i>	<i>Anthericum ramosum</i> (NE) <i>Calamagrostis varia</i> <i>Campanula rotundifolia</i> <i>Carlina acaulis</i> subsp. <i>Caulescens</i> <i>Digitalis lutea</i> <i>Euphorbia amygdaloides</i> <i>Hippocrepis emerus</i> <i>Hypericum montanum</i> <i>Knautia dipsacifolia</i> <i>Laserpitium latifolium</i> <i>Laserpitium siler</i> <i>Melittis melissophyllum</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Teucrium chamaedrys</i> <i>Vincetoxicum hirundinaria</i>
Description	Arbustes fréquemment coupés entourant les rochers affleurants. Végétation herbacée éparsée.		
Remarques			
Photo			
	Emplacement R-C3, 13.09.2109		

Secteur	RC 171		
N° ouvrage	R-T3		
Type d'ouvrage	Treillis plaqué, 80 m, 1200 m ²		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à séslerie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Acer opalus</i> <i>Picea abies</i> <i>Pinus nigra</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Sorbus aria</i>	<i>Acer opalus</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Juniperus communis</i> <i>Picea abies</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Rhamnus alpina</i> <i>Rosa sp.</i> <i>Sorbus aria</i> <i>Viburnum lantana</i>	<i>Asperula cynanchica</i> <i>Bupleurum falcatum</i> <i>Campanula rotundifolia</i> <i>Centaurea scabiosa</i> <i>Dianthus sylvestris</i> (NE) <i>Festuca ovina</i> aggr. <i>Galeopsis angustifolia</i> <i>Globularia cordifolia</i> <i>Hieracium amplexicaule</i> <i>Hippocrepis emerus</i> <i>Leucanthemum vulgare</i> aggr. <i>Origanum vulgare</i> <i>Picris hieracioides</i> <i>Sedum album</i> <i>Teucrium montanum</i> <i>Teucrium scorodonia</i> <i>Viola hirta</i>
Description	Lisière de la forêt au-dessus du rocher, milieu xérothermophile. Rocher avec une végétation typique des fentes de rocher et des milieux xérophiles.		
Remarques			

Photo



Emplacement treillis plaqué R-T3 ouest, 02.09.2019



Emplacement treillis plaqué R-T3 Est, 02.09.2019

Secteur	RC 171		
N° ouvrage	R-C4		
Type d'ouvrage	Purge et clouage, 550 m ²		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à seslérie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Fagus sylvatica</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Picea abies</i> <i>Salix caprea</i> (NE) <i>Sorbus aria</i>	<i>Acer opalus</i> <i>Viburnum lantana</i>	<i>Brachypodium pinnatum</i> <i>Calamagrostis varia</i> <i>Hieracium lactucella</i> <i>Hypericum perforatum</i> <i>Sesleria caerulea</i> <i>Teucrium montanum</i> <i>Vincetoxicum hirundinaria</i>
Description	Gros bloc en contrebas de la route, entouré de hêtres et d'épicéas. Quelques arbustes poussent sur le bloc. Végétation herbacée plutôt xérophile.		
Remarques			
Photo			
	Emplacement du clouage R-C4, 02.09.2019		

Secteur	RC 171		
N° ouvrage	R-T4, R-C5, R-C6		
Type d'ouvrage	R-T4 : Treillis plaqué, 160 m ² R-C5 et R-C6 : Purge et clouage, 600 m ²		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à séslerie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
		<i>Acer opalus</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Juniperus communis</i> <i>Picea abies</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Salix caprea</i> (NE) <i>Sorbus aria</i> <i>Viburnum lantana</i>	<i>Anthericum ramosum</i> (NE) <i>Asperula cynanchica</i> <i>Bromus erectus</i> <i>Bupleurum falcatum</i> <i>Calamagrostis varia</i> <i>Campanula rotundifolia</i> <i>Carduus defloratus</i> <i>Carex flacca</i> <i>Carex montana</i> <i>Centaurea montana</i> <i>Centaurea scabiosa</i> <i>Coronilla vaginalis</i> <i>Euphorbia amygdaloides</i> <i>Festuca ovina</i> aggr. <i>Galium mollugo</i> aggr. <i>Globularia cordifolia</i> <i>Hieracium murorum</i> aggr. <i>Hippocrepis comosa</i> <i>Hippocrepis emerus</i> <i>Hypericum montanum</i> <i>Knautia dipsacifolia</i> <i>Laserpitium latifolium</i> <i>Laserpitium siler</i> <i>Leontodon hispidus</i> <i>Lotus corniculatus</i> <i>Ononis repens</i> <i>Picris hieracioides</i> <i>Plantago lanceolata</i> <i>Sanguisorba minor</i>

			<i>Sesleria caerulea</i> <i>Teucrium montanum</i> <i>Teucrium scorodonia</i> <i>Thymus serpyllum aggr.</i>
Description	Rocher avec une végétation typique des fentes de rocher et des milieux xérophiles.		
Remarques			
Photo	 <i>Emplacement du treillis plaqué R-T4, 02.09.2019</i>		

Secteur	RC 171		
N° ouvrage	R-T5, R-T6, R-C7		
Type d'ouvrage	R-T5, R-T6 : Treillis plaqué, 120 m, 1020 m ² R-C7 : Purge et clouage, 100 m ²		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à séslerie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Picea abies</i> <i>Fagus sylvatica</i>	<i>Acer campestre</i> <i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Cornus sanguinea</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Crataegus monogyna</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Ligustrum vulgare</i> <i>Lonicera alpigena</i> <i>Lonicera xylosteum</i> <i>Prunus spinosa</i> <i>Rhamnus alpina</i> <i>Rhamnus cathartica</i> <i>Ribes alpinum</i> <i>Sorbus aria</i> <i>Sorbus aucuparia</i> <i>Sorbus mougeotii</i> <i>Ulmus glabra</i> <i>Viburnum lantana</i>	<i>Achillea millefolium</i> <i>Aegopodium podagraria</i> <i>Ajuga reptans</i> <i>Brachypodium sp.</i> <i>Bromus erectus</i> <i>Bupleurum falcatum</i> <i>Calamagrostis varia</i> <i>Campanula rapunculoides</i> <i>Campanula rotundifolia</i> <i>Carduus defloratus</i> <i>Carex montana</i> <i>Carex sp.</i> <i>Centaurea scabiosa</i> <i>Convallaria majalis</i> <i>Coronilla vaginalis</i> <i>Elymus caninus</i> <i>Euphorbia sp.</i> <i>Festuca ovina aggr.</i> <i>Fragaria vesca</i> <i>Galium mollugo aggr.</i> <i>Helianthemum nummularium</i> <i>Heracleum sphondylium</i> <i>Hieracium murorum aggr.</i> <i>Hippocrepis comosa</i> <i>Hypericum hirsutum</i> <i>Hypericum perforatum</i> <i>Kernera saxatilis</i> <i>Knautia arvensis</i> <i>Knautia dipsacifolia</i> <i>Laserpitium latifolium</i>

			<i>Laserpitium siler</i> <i>Lathyrus vernus</i> <i>Leontodon hispidus</i> <i>Leucanthemum vulgare</i> <i>aggr.</i> <i>Linaria vulgaris</i> <i>Lotus corniculatus</i> <i>Medicago lupulina</i> <i>Melittis melissophyllum</i> <i>Orchidaceae (CH)</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Phyteuma orbiculare</i> <i>Pimpinella saxifraga</i> <i>Plantago media</i> <i>Poa nemoralis</i> <i>Polygonatum multiflorum</i> <i>Prenanthes purpurea</i> <i>Rubus idaeus</i> <i>Sanguisorba minor</i> <i>Scabiosa columbaria</i> <i>Securigera varia</i> <i>Sedum album</i> <i>Sesleria caerulea</i> <i>Silene nutans</i> <i>Silene vulgaris</i> <i>Solidago virgaurea</i> <i>Sonchus oleraceus</i> <i>Thymus serpyllum aggr.</i> <i>Tragopogon pratensis</i> <i>Valeriana officinalis</i> <i>Verbascum sp.</i> <i>Veronica cf. austriaca</i> <i>Veronica teucrium</i> <i>Vicia sepium</i> <i>Vincetoxicum hirundinaria</i> <i>Viola hirta</i>
Description	Bande rocheuse en bordure de route, arbustes régulièrement coupés pour l'entretien de la route. Quelques arbres de faible diamètre. Les plantes herbacées sont typiques des milieux maigres et secs.		

Remarques	<i>Veronica austriaca</i> est une espèce très rare et menacée, de statut CR. L'état de développement de la plante observée dans le talus (R-T6) ne permet pas d'assurer qu'il s'agit de cette espèce, mais une observation ancienne dans le secteur permet de considérer sa présence comme possible.
Photo	 Emplacement treillis plaqués R-T5 et R-T6, 02.09.2019  Emplacement purge et clouage R-C7, 13.09.2019

Secteur	RC 171		
N° ouvrage	21		
Type d'ouvrage	Filet, 48 m x 5 m		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à séslerie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Fagus sylvatica</i> <i>Picea abies</i>	<i>Sambucus racemosa</i> <i>Sorbus aria</i>	<i>Carex alba</i> <i>Carex flacca</i> <i>Cirsium arvense</i> <i>Euphorbia amygdaloides</i> <i>Helleborus foetidus</i> <i>Sesleria caerulea</i>
Description	Forêt sur un sol constitué d'éboulis fins recouvert de feuilles mortes. Très peu d'arbustes et de plantes herbacées.		
Remarques			
Photo	 Emplacement de l'ouvrage 21, 13.09.2019		

Secteur	RC 171		
N° ouvrage	22		
Type d'ouvrage	Filet, 90 m x 5 m		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à séslerie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Acer opalus</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Picea abies</i> <i>Sorbus aria</i>	<i>Cornus sanguinea</i> <i>Juniperus communis</i> <i>Lonicera xylosteum</i> <i>Sambucus racemosa</i> <i>Viburnum lantana</i>	<i>Calamagrostis varia</i> <i>Carex alba</i> <i>Euphorbia amygdaloides</i> <i>Vincetoxicum hirundinaria</i>
Description	Forêt clairsemée, beaucoup de bois mort au sol, peu de sous-bois. En lisière, sol couvert de graminoides.		
Remarques	Ouvrages situés au-dessus des rochers et de l'ouvrage R1 bordant la route.		
Photo	 Emplacement approximatif du filet 22, 13.09.2019		

Secteur	RC 171		
N° ouvrage	23		
Type d'ouvrage	Filet, 72 m x 5 m		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à séslerie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Abies alba</i> <i>Acer opalus</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Picea abies</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Sorbus aria</i> <i>Tilia platyphyllos</i>	<i>Corylus avellana</i>	<i>Carex flacca</i> <i>Carex sp.</i> <i>Helleborus foetidus</i> <i>Mercurialis perennis</i> <i>Orchidaceae (CH)</i> <i>Vincetoxicum hirundinaria</i>
Description	Forêt poussant dans une pente très raide, pas de sous-bois, sol constitué d'éboulis et d'humus, recouvert d'une litière de feuilles mortes.		
Remarques	Des orchidées sont présentes, probablement des céphalanthères.		
Photo	 <i>Emplacement de l'ouvrage 23, 1.10.2019</i>		

Secteur	RC 171		
N° ouvrage	24		
Type d'ouvrage	Filet, 24 x 5 m		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à seslérie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Acer opalus</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Picea abies</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Sorbus aria</i>	<i>Corylus avellana</i> <i>Juniperus communis</i>	
Description	Terrain très difficile d'accès, Hêtraie xérothermophile avec un beau pin sylvestre. Le filet est prévu au-dessus de la barre rocheuse.		
Remarques	Relevé effectué à l'aide de jumelles.		
Photo	 <i>Emplacement de l'ouvrage 24, 13.09.2019</i>		

Secteur	RC 171		
N° ouvrage	25		
Type d'ouvrage	Filet, 62 m x 5 m		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à seslérie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Acer opalus</i> <i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Picea abies</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Sorbus aria</i> <i>Tilia platyphyllos</i>	<i>Cornus sanguinea</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Picea abies</i> <i>Rhamnus alpina</i>	<i>Gymnocarpium robertianum</i> <i>Helleborus foetidus</i> <i>Mercurialis perennis</i> <i>Vincetoxicum hirundinaria</i>
Description	Forêt sans sous-bois, sol constitué d'éboulis fins ou grossiers recouvert d'une litière de feuilles.		
Remarques			
Photo	 Emplacement de l'ouvrage 25, 02.09.2019		

Secteur	RC 171		
N° ouvrage	26		
Type d'ouvrage	Filet, 80 m x 5 m		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à soslérie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Abies alba</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Picea abies</i> <i>Ulmus glabra</i>	<i>Acer opalus</i> <i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Lonicera xylosteum</i> <i>Picea abies</i> <i>Salix caprea</i> (NE) <i>Sambucus sp.</i>	<i>Astragalus glycyphyllos</i> <i>Bromus benekenii</i> <i>Calamagrostis varia</i> <i>Carex flacca</i> <i>Carex sp.</i> <i>Cirsium arvense</i> <i>Digitalis grandiflora</i> <i>Euphorbia amygdaloides</i> <i>Fragaria vesca</i> <i>Galium mollugo</i> aggr. <i>Helleborus foetidus</i> <i>Hippocrepis emerus</i> <i>Hypericum hirsutum</i> <i>Hypericum perforatum</i> <i>Lathyrus pratensis</i> <i>Lathyrus vernus</i> <i>Linaria vulgaris</i> <i>Mercurialis perennis</i> <i>Poa nemoralis</i> <i>Reseda lutea</i> <i>Rubus idaeus</i> <i>Sambucus ebulus</i> <i>Urtica dioica</i>
Description	Forêt clairsemée, espèces des coupes forestières, beaucoup de bois mort au sol, faible couche d'humus.		
Remarques			

Photo



Emplacement de l'ouvrage 26, 13.09.2019

Secteur	H10		
N° ouvrage	H-T1, H-C1, 11		
Type d'ouvrage	H-T1 : treillis plaqué sur le rocher du haut, 330 m ² H-C1 : purge et clouage sur les rochers du bas, 100 m ² 11 : filet de 27 m x 7 m		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à séslerie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Fagus sylvatica</i> <i>Picea abies</i> <i>Sorbus aria</i>	<i>Acer campestre</i> <i>Amelanchier ovalis</i> <i>Cornus sanguinea</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Picea abies</i> <i>Ribes uva-crispa</i> <i>Rosa sp.</i> <i>Sambucus sp.</i>	<i>Calamagrostis varia</i> <i>Carex humilis</i> <i>Centaurea scabiosa</i> <i>Hedera helix</i> <i>Helleborus foetidus</i> <i>Hypericum montanum</i> <i>Kernera saxatilis</i> <i>Lactuca cf. serriola</i> <i>Linaria vulgaris</i> <i>Melica ciliata</i> <i>Rubus idaeus</i> <i>Sedum album</i> <i>Sesleria caerulea</i> <i>Silene nutans</i> <i>Teucrium montanum</i>
Description	Les ouvrages sur rochers (treillis et clouage) sont dans un milieu ouvert et xérothermophile, le filet est prévu dans la forêt surplombant le mur au nord de la H10.		
Remarques	Relevé de l'ouvrage H-T1 à l'aide de jumelles.		

Photo



Emplacement H-T1 et H-C1, 1.10.2019



Emplacement du filet 11, 01.10.2019

Secteur	H10		
N° ouvrage	12		
Type d'ouvrage	Filet, 43 m x 7 m		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à séslerie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Fagus sylvatica</i> <i>Picea abies</i> <i>Pinus sylvestris</i>	<i>Acer opalus</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Picea abies</i> <i>Sambucus sp.</i>	<i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Calamagrostis varia</i> <i>Carex humilis</i> <i>Digitalis lutea</i> <i>Euphorbia amygdaloides</i> <i>Helleborus foetidus</i> <i>Linaria vulgaris</i> <i>Verbascum nigrum</i>
Description	Forêt sur terrain très escarpé entre de gros blocs de rochers.		
Remarques			
Photo			
	Emplacement du filet 12, 01.10.2019		

Secteur	H10		
N° ouvrage	H-T3		
Type d'ouvrage	Treillis plaqués, 2180 m ²		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à séslerie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Picea abies</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Sorbus aria</i>	<i>Amelanchier ovalis</i> <i>Juniperus communis</i>	<i>Calamagrostis varia</i> <i>Centaurea scabiosa</i> <i>Hieracium cf. humile</i> <i>Laserpitium siler</i> <i>Potentilla caulescens</i> <i>Teucrium montanum</i>
Description	Grand rocher surplombant la H10, végétation typique des milieux rocheux.		
Remarques	Relevé réalisé aux jumelles, très beaux Pins sylvestres accrochés dans la paroi.		
Photo	 Emplacement de l'ouvrage H-T3, 10.09.2019		

Secteur	H10		
N° ouvrage	13		
Type d'ouvrage	Filet, 32 m x 7 m		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à séslerie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Acer opalus</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Pinus nigra</i> <i>Sorbus aria</i>	<i>Acer opalus</i> <i>Picea abies</i>	<i>Carex sp.</i> <i>Helleborus foetidus</i> <i>Vincetoxicum hirundinaria</i>
Description	Forêt constituée en partie de Pin noir, une essence plantée.		
Remarques	Relevé réalisé aux jumelles. Ouvrage situé au-dessus du mur encadrant le portail de la H10.		
Photo	 <i>Emplacement du filet 13, 1.10.2019</i>		

Secteur	H10		
N° ouvrage	H-T2, H-C4, 14, 15, 16, 17		
Type d'ouvrage	H-T2 : treillis plaqués, 1700 m ² H-C4 : purge et clouage, 1500 m ² 14 - 15 - 16 - 17 : 4 filets de 42 m x 6 m, 60 m x 9 m, 16 m x 6 m, 30 m x 3 m		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à soslérie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Acer opalus</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Juniperus communis</i> <i>Pinus nigra</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Sorbus aria</i>		<i>Centaurea scabiosa</i> <i>Laserpitium siler</i>
Description	Les ouvrages treillis plaqués et clouages seront posés sur les bandes rocheuses et les filets seront placés au-dessus.		
Remarques	Relevé effectuée à l'aide de jumelle.		
Photo			
	Emplacements des ouvrages H-T2 et 14, 10.09.2019		



Emplacements des ouvrages H-C4, 15, 16, 17, 10.09.2019



Emplacements des ouvrages H-T2, H-C4, 14, 15, 16, 17, 10.09.2019

Secteur	Village		
N° ouvrage	H-C3		
Type d'ouvrage	Purge et clouage, 1100 m ²		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à séslerie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
			<i>Asplenium ruta-muraria</i> <i>Asplenium trichomanes</i> <i>Kernera saxatilis</i> <i>Melica nutans</i> <i>Sesleria caerulea</i>
Description	Gros bloc de rocher au milieu de la hêtraie. Végétation des parois calcaires ensoleillées.		
Remarques	Les arbres et arbustes autour du rocher n'ont pas été relevés, seule la végétation présente sur le rocher a été considérée.		
Photo	 <i>Emplacement du clouage H-C3 sur le rocher, 03.09.2019</i>		

Secteur	Village		
N° ouvrage	H-C2		
Type d'ouvrage	Purge et clouage, 150 m ²		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à séslerie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Acer campestre</i> <i>Acer opalus</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Picea abies</i> <i>Sambucus sp.</i>	<i>Acer campestre</i> <i>Acer opalus</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Hedera helix</i> <i>Ligustrum vulgare</i> <i>Pinus nigra</i> <i>Rhamnus alpina</i> <i>Ribes uva-crispa</i> <i>Sorbus aucuparia</i> <i>Viburnum lantana</i>	<i>Asperula cynanchica</i> <i>Campanula rotundifolia</i> <i>Carex cf. ornithopoda</i> <i>Carex sp.</i> <i>Epipactis sp.</i> (CH) <i>Euphorbia cyparissias</i> <i>Fragaria vesca</i> <i>Hieracium murorum aggr.</i> <i>Hippocrepis comosa</i> <i>Linaria vulgaris</i> <i>Lotus corniculatus</i> <i>Mycelis muralis</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Poa sp.</i> <i>Sesleria caerulea</i> <i>Thymus serpyllum</i> <i>Vincetoxicum hirundinaria</i>
Description	Gros bloc de rocher dans la hêtraie, son sommet forme une petite butte au bord de la H10. La partie ombragée du rocher abrite peu de végétation vasculaire.		
Remarques	Les espèces herbacées notées se trouvent sur le sommet du rocher, au bord de la H10.		

Photo



Emplacement du clouage H-C2, 03.09.2019

Secteur	Village		
N° ouvrage	Digue N°2		
Type d'ouvrage	Digue en terre armée, 115 m x 6 m		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Frênaie à érables Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.1.4 Frênaie humide / LC, 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Acer campestre</i> <i>Acer opalus</i> <i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Larix decidua</i> <i>Picea abies</i> <i>Salix caprea</i> (NE) <i>Sambucus nigra</i> <i>Tilia platyphyllos</i>	<i>Cornus sanguinea</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Euonymus europaeus</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Lonicera xylosteum</i> <i>Picea abies</i> <i>Ribes alpinum</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Tilia platyphyllos</i> <i>Viburnum lantana</i>	<i>Aegopodium podagraria</i> <i>Aethusa cynapium</i> <i>Alliaria petiolata</i> <i>Anthriscus sylvestris</i> <i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Calamagrostis varia</i> <i>Carex</i> sp. <i>Carex sylvatica</i> <i>Chelidonium majus</i> <i>Convallaria majalis</i> <i>Euphorbia amygdaloides</i> <i>Festuca gigantea</i> <i>Fragaria vesca</i> <i>Galeopsis tetrahit</i> <i>Galium odoratum</i> <i>Geranium pyrenaicum</i> <i>Geranium robertianum</i> <i>Geum urbanum</i> <i>Glechoma hederacea</i> <i>Hedera helix</i> <i>Helleborus foetidus</i> <i>Heracleum sphondylium</i> <i>Hypericum montanum</i> <i>Knautia dipsacifolia</i> <i>Lamium galeobdolon</i> <i>Mercurialis perennis</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Polystichum aculeatum</i> <i>Polygonatum multiflorum</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Rubus idaeus</i>

			<i>Rumex scutatus</i> <i>Sesleria caerulea</i> <i>Stachys sylvatica</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Valeriana montana</i> <i>Valeriana officinalis</i> <i>Vicia sepium</i> <i>Vincetoxicum hirundinaria</i>
Description	Strate arborée constituée principalement de <i>Fraxinus excelsior</i> et <i>Acer pseudoplatanus</i>. La partie au sud de la digue est une Frênaie à érables sur un sol constitué d'une accumulation de blocs et d'éboulis avec relativement peu d'humus. La partie au nord de la digue est une Hêtraie à soslérie avec un sol constitué d'une litière de feuilles sèches et peu de végétation herbacée hormis sur quelques éboulis fins plus ensoleillés. Il y a quelques arbres vénérables de très gros diamètre (> 50cm), tilleul, frênes, érable sycomore et érable champêtre.		
Remarques	La place de pique-nique sera supprimée.		
Photo	 <i>Emplacement de la digue N°2 Village, 10.09.2019</i>		

Secteur	Village		
N° ouvrage	Digue provisoire		
Type d'ouvrage	Emprises de chantier, digue provisoire au pied de la goulotte		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : pas d'information Selon Delarze et al. 2015 / statut : pas d'équivalent		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Picea abies</i> <i>Pinus nigra</i> <i>Ulmus glabra</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Crataegus monogyna</i> <i>Euonymus europaeus</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Lonicera xylosteum</i> <i>Prunus avium</i> <i>Salix purpurea</i> (NE) <i>Sambucus nigra</i> <i>Ulmus glabra</i> <i>Viburnum lantana</i>	<i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Carex sylvatica</i> <i>Geranium robertianum</i> <i>Geum urbanum</i> <i>Lamium galeobdolon</i> <i>Polygonatum multiflorum</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Rubus fruticosus</i> <i>Urtica dioica</i>
Description	Le secteur concerné est situé au nord du Chemin du Mont, c'est une hêtraie à érables avec un sous-bois constitué de jeunes arbres, arbustes et herbacées.		
Remarques			
Photo			
	Emplacement de la digue provisoire pour réceptionner les matériaux, 24.11.2020		

Secteur	Le Furcil		
N° ouvrage	Digue N°1		
Type d'ouvrage	Digue en gabions, 150 m x 3 m x 2 m		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : pas d'information Selon Delarze et al. 2015 / statut : 5.3.3 Buissons mésophiles / NT et 6.3.2 Tillaie thermophile sur éboulis ou lapiez / NT		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Acer campestre</i> <i>Acer opalus</i> <i>Acer platanoides</i> <i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Picea abies</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Salix caprea</i> (NE) <i>Sorbus aria</i> <i>Tilia platyphyllos</i> <i>Ulmus glabra</i>	<i>Acer campestre</i> <i>Acer opalus</i> <i>Cornus sanguinea</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Crataegus monogyna</i> <i>Daphne mezereum</i> (NE) <i>Euonymus europaeus</i> <i>Prunus spinosa</i> <i>Rhamnus alpina</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Viburnum lantana</i> <i>Viburnum opulus</i>	<i>Aegopodium podagraria</i> <i>Brachypodium pinnatum</i> <i>Bupleurum falcatum</i> <i>Calamagrostis varia</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Galium mollugo</i> <i>Hippocrepis emerus</i> <i>Hordelymus europaeus</i> <i>Hypericum hirsutum</i> <i>Laserpitium latifolium</i> <i>Lathyrus sylvatica</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Parthenocissus inserta</i> (I) <i>Poa nemoralis</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Rubus fruticosus</i> <i>Teucrium scorodonia</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Vincetoxicum hirundinaria</i>
Description	L'ouvrage sera situé sur une digue existante dans le prolongement de la forêt des Râpes au pied d'un éboulis. La partie Nord est une forêt maigre et sèche sur éboulis, la partie Sud donnant sur la route est constitués de buissons mésophiles en lisière et d'arbres de diverses essences.		
Remarques	Deux espèces rares <i>Iberis amara</i> (EN) et <i>Teucrium botrys</i> (VU) sont observées au pied du talus.		

Photo



Furcil Ouest, 03.09.2019



Furcil centre, 03.09.2019



Furcil Est, 03.09.2019

Secteur	Champ-de-la-Pierre		
N° ouvrage	10		
Type d'ouvrage	Filet, 64 m x 5 m		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : secteur Ouest : pas d'information Selon Delarze et al. 2015 / statut : 4.2.4 Prairie mi-sèche médio-européenne / VU (pâturage amont), 4.5.1 : Prairie de fauche de basse altitude / VU (pâturage aval)		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Acer opalus</i> <i>Carpinus betulus</i> <i>Picea abies</i>	<i>Acer campestre</i> <i>Ligustrum vulgare</i> <i>Prunus spinosa</i> <i>Sorbus mougeotii</i>	<i>Achillea millefolium</i> <i>Ajuga genevensis</i> <i>Alchemilla vulgaris</i> aggr. <i>Arrhenatherum elatius</i> <i>Bromus erectus</i> <i>Bunias orientalis</i> (I) <i>Carex montana</i> <i>Cephalanthera cf. rubra</i> (CH) <i>Centaurea scabiosa</i> <i>Chaerophilum aureum</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Euphorbia amygdaloides</i> <i>Galium mollugo</i> aggr. <i>Helleborus foetidus</i> <i>Knautia arvensis</i> <i>Lamium galeobdolon</i> <i>Leucanthemum vulgare</i> aggr. <i>Linaria vulgaris</i> <i>Lotus corniculatus</i> <i>Medicago lupulina</i> <i>Mercurialis perennis</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Picris hieracioides</i> <i>Plantago lanceolata</i> <i>Ranunculus tuberosus</i> <i>Salvia pratensis</i> <i>Sanguisorba minor</i> <i>Securigera varia</i> <i>Senecio jacobaea</i>

			<i>Silene vulgaris</i> <i>Taraxacum officinale</i> <i>Teucrium scorodonia</i> <i>Trifolium pratense</i> <i>Valeriana officinalis</i> <i>Verbascum nigrum</i> <i>Vicia cracca</i> <i>Vicia sepium</i>
Description	L'ouvrage est situé dans un pâturage maigre à la lisière d'une plantation d'épicéas. Au sud du filet se trouve un ancien chemin bordé de deux haies protégées.		
Remarques	Une espèce invasive de la liste noire, <i>Bunias orientalis</i> pousse dans le pâturage. L'inventaire du pré n'est pas complet, seules les espèces déterminables en novembre ont été relevées.		
Photo	 Emplacement du filet 10, vue sur l'Est, 23.09.2020		



Champ-de-la-Pierre, ancien chemin et haies protégées, 23.09.2020

Secteur	H10		
N° ouvrage	3, Ancienne RC		
Type d'ouvrage	Place d'installation de chantier sur l'ancienne route cantonale de la Clusette, 5800 m ² , puis remblayage 8000 m ³		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à soslérie Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
	<i>Acer opalus</i> <i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Alnus incana</i> <i>Betula pendula</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Pinus nigra</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Populus tremula</i> <i>Sorbus aria</i>	<i>Abies alba</i> <i>Alnus incana</i> <i>Cornus sanguinea</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Cotoneaster cf. interregimus</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Juniperus communis</i> <i>Lonicera xylosteum</i> <i>Picea abies</i> <i>Pinus nigra</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Populus tremula</i> <i>Salix caprea</i> (NE) <i>Salix purpurea</i> (NE) <i>Viburnum lantana</i>	<i>Calamagrostis varia</i> <i>Carex flacca</i> <i>Carex humilis</i> <i>Euphorbia amygdaloides</i> <i>Fragaria vesca</i> <i>Hedera helix</i> <i>Helleborus foetidus</i> <i>Hieracium murorum</i> aggr. <i>Hippocrepis emerus</i> <i>Hypericum perforatum</i> <i>Hypericum montanum</i> <i>Laserpitium latifolium</i> <i>Lathyrus vernus</i> <i>Mycelis muralis</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Sesleria caerulea</i> <i>Trifolium pratense</i> <i>Valeriana montana</i>
Description	Ancienne route recolonisée par la végétation		
Remarques	Le bitume sera enlevé avant le remblayage		

Photo



Ancienne route cantonale de la Clusette, 24 novembre 2020

Secteur	H10, place d'installation de chantier		
N° ouvrage	PI 7 : Chemin de la Prise		
Type d'ouvrage	Place d'installation de chantier, 590 m ²		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie typique (490 m²), Hêtraie à séslerie 100 m²) Selon Delarze et al. 2015 / statut : 6.2.4 Hêtraie de l'étage montagnard inférieur / LC, 6.2.1 Hêtraie xérothermophile / LC		
Liste d'espèces	Arbres	Arbustes	Herbacées
		<i>Abies alba</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Picea abies</i> <i>Pinus nigra</i>	<i>Aquilegia vulgaris</i> <i>Brachypodium sylvaticum</i> <i>Calamagrostis varia</i> <i>Campanula rotundifolia</i> <i>Carduus defloratus</i> <i>Carex flacca</i> <i>Carex humilis</i> <i>Cirsium vulgare</i> <i>Clematis vitalba</i> <i>Conyza canadensis</i> <i>Digitalis lutea</i> <i>Eupatorium cannabinum</i> <i>Euphorbia amygdaloides</i> <i>Fragaria vesca</i> <i>Galium mollugo aggr.</i> <i>Geranium robertianum</i> <i>Helleborus foetidus</i> <i>Hypericum hirsutum</i> <i>Hypericum montanum</i> <i>Linaria vulgaris</i> <i>Linum catharticum</i> <i>Mycelis muralis</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Reseda lutea</i> <i>Silene vulgaris</i> <i>Veronica officinalis</i>
Description	Le chemin forestier est partiellement végétalisé avec des espèces des ourlets et de l'Atropion.		
Remarques	Ce chemin est une desserte forestière.		

Photo



Place d'installation de chantier sur le chemin de La Prise, 24.11.2020

Secteur	H10		
N° ouvrage	PI 5 : Bordure H10		
Type d'ouvrage	Place d'installation de chantier, 550 m ²		
Type de milieu	Selon carte phytosociologique NE : Hêtraie à séslerie, hors forêt Selon Delarze et al. 2015 / statut : -		
Liste d'espèces	Arbres et arbustes	Herbacées	Herbacées
		<i>Linaria vulgaris</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Plantago lanceolata</i> <i>Plantago media</i> <i>Picris hieracioides</i> <i>Prunella vulgaris</i> <i>Senecio jacobaea</i> <i>Teucrium chamaedrys</i> <i>Thymus serpyllum</i> aggr. <i>Trifolium pratense</i> <i>Veronica officinalis</i>	<i>Achillea millefolium</i> <i>Campanula rotundifolia</i> <i>Carex flacca</i> <i>Carex</i> sp. <i>Daucus carota</i> <i>Galium mollugo</i> aggr. <i>Hieracium murorum</i> aggr. <i>Hieracium pilosella</i> <i>Lathyrus pratensis</i> <i>Leontodon hispidus</i> <i>Leucanthemum vulgare</i> aggr.
Description	Petit replat à végétation éparse et maigre.		
Remarques	Milieu de transition entre prairie mésophile, ourlet et espèces forestières.		
Photo			
	Place d'installation de chantier au bord de la H10, 24.11.2020		

Annexe 6 : Mesures Apollon dans le secteur de la Clusette

Service de la faune, des forêts et de la nature
Section nature

Suivi de l'effet des mesures de gestion Entomofaune:

Mesures Apollon dans le secteur de Clusette à Noiraigue

Novembre 2014

Bureau Emmanuel Wermeille
Route de Clémesin 8
2057 Villiers
ewermeille@vtx.ch

Contexte et objectifs du mandat

L'Apollon (*Parnassius apollo*) est un papillon protégé en Suisse. Potentiellement menacé à l'échelle du pays, il est en nette régression dans le Jura suisse. Dans le cadre de l'ICOP, l'espèce a fait l'objet d'une évaluation en 2003 dans la région du Creux du Van et des Gorges de l'Areuse. Par la suite, un suivi a été effectué en 2010 et en 2013. A cette occasion, des propositions de mesures pour favoriser l'espèce ont été énoncées dans le secteur de Clusette, zone qui joue un rôle non négligeable dans le maintien de la population régionale.

Les objectifs de la présente étude sont de préciser ces mesures, de mieux évaluer les améliorations qu'elles pourraient apporter à l'espèce, en tenant compte des contraintes liées à leur faisabilité, concernant en particulier la sécurité.

Méthodes d'évaluation et bref exposé des exigences écologiques de l'Apollon

Les zones visitées ont été choisies sur la base de nos connaissances du site, des photographies aériennes et des cartes topographiques. Compte tenu du temps limité à disposition pour l'évaluation, les recherches ont été ciblées sur les zones potentiellement favorables à des mesures de réouverture d'habitats et où ces dernières ne constituent pas, *a priori*, un risque trop élevé de sécurité, soit lors des interventions de coupe, soit lié à la chute de rochers et de pierres sur les infrastructure en contrebas (maisons, voie de chemin de fer, routes).

Pour évaluer l'intérêt des réouvertures des milieux, l'écologie du papillon a été prise en compte. L'Apollon est un papillon à tendance montagnarde qui colonise des milieux thermophiles rocheux et des pelouses maigres sèches présentant des affleurements ou des dalles rocheuses. La principale plante hôte, l'Orpin blanc (*Sedum album*), est typique des dalles et rochers calcaires ensoleillés de basse et moyenne altitude (*Alyso-Sedion*). Outre la présence de la plante nourricière des chenilles, l'Apollon a besoin de sources de nectar importantes dans ou à proximité des sites de reproduction. Il butine volontiers les fleurs violettes comme les scabieuses, les centaurées et les chardons (*Carduus defloratus* en particulier).

La plante hôte et les ressources de nectar durant la période de vol des adultes sont donc deux éléments très importants qui ont été pris en compte: les surfaces proposées pour des réouvertures abritent actuellement des plantes hôtes et/ou des ressources en nectar suffisantes ou ont de fortes chances de les voir se développer en cas de réouverture (dans le cas de sous-bois pour l'instant trop sombres, mais dont la structure présente les conditions favorables à leur développement).

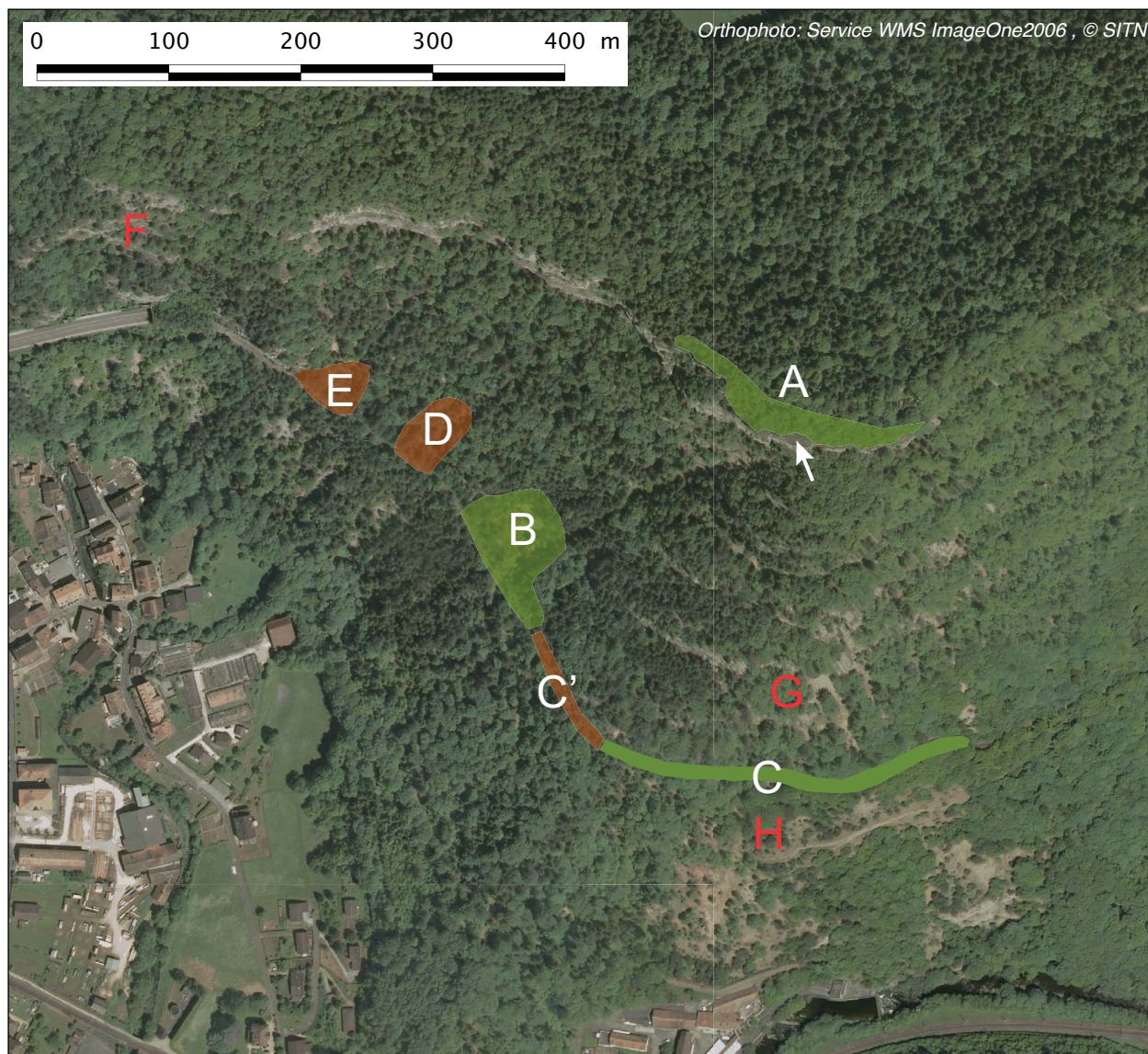
D'autres espèces d'intérêt ont également été considérées. C'est en particulier le cas de la Zygène de la petite coronille (*Zygaena fausta*), menacée en Suisse (statut liste rouge: vulnérable): plusieurs individus ont été observés et les plantes hôtes sont également présentes (*Coronilla vaginalis* et *C. coronata*).

Résultats et discussion

Les surfaces retenues sont délimitées sur l'orthophoto de la page suivante. La faisabilité et les risques liés à la réouverture des habitats ont été pris en compte, mais sont sujets à discussion, nos compétences dans ce domaine ne permettant pas d'en évaluer tous les paramètres, au niveau de la sécurité et des coûts. L'exportation du bois coupé dans certaines surfaces proposées à l'ouest de la Clusette nécessiterait par exemple de dégager l'accès sur l'ancienne route, actuellement obstruée par des rochers. Les surfaces où des mesures sont *a priori* trop difficiles à envisager n'ont pas fait l'objet de délimitation précise.

Ci-dessous, un bref commentaire donne quelques précisions sur les surfaces discutées.

Secteur A: actuellement, une petite surface de pelouse (moins de 500 m²) reste encore ouverte (flèche sur l'orthophoto). La coupe des arbres au-dessus permettrait d'augmenter la taille de la pelouse et dégagerait des zones de rochers (cf. photos page suivante). Les conditions y étant actuellement trop sombre, des Orpins n'y ont pas été observés, mais la remise en lumière devrait favoriser leur développement. L'exportation du bois coupé peut être problématique (seul un sentier est présent à proximité), mais la pente peu marquée ne représente pas un risque marqué.



Localisation des différentes surfaces et secteurs discutés dans le texte. En vert, les surfaces prioritaires, en orange celles où les mesures sont moins favorables ou plus difficiles à effectuer, en rouge celles où des interventions sont jugées trop dangereuses.



Secteur A: vues sur la petite zone de pelouse existante et sur la surface boisée au-dessus. Une réouverture de cette dernière augmenterait la surface colonisable par l'Apollon.

Secteur B: pente rocheuse encore assez ouverte, elle tend à se fermer, notamment à cause de la colonisation par les Pins noirs (1^{ère} photo ci-dessous). Présence de plantes nectarifères et de coronilles (plantes hôtes de *Z. fausta*), mais plante hôte de l'Apollon très ponctuelle. Pour ce dernier, la réouverture augmenterait surtout le rôle de zone de nourrissage des papillons adultes et de relais avec les zones de reproduction située en contrebas, vers la ligne de chemin de fer.

Secteur C: par place, des orpins se sont bien développés sur les bords de l'ancienne route (2^e photo ci-dessous), mais le développement des arbres limite fortement les possibilités de reproduction de l'Apollon. Le dégagement des surfaces avec orpins est à effectuer en priorité. Certains tronçons sans ces derniers et riches en Saules peuvent par contre être conservés, car favorables au Grand Mars changeant (*Apatura iris*), un papillon lié aux transitions forestières. La partie C' présente moins d'intérêt, comme surface de reproduction de l'Apollon en tout cas.



Secteur B: la surface est progressivement colonisée par les arbres et notamment les Pins noirs, présents ici en lisière.



Des orpins (fleurs blanches) ont colonisé par place le revêtement de l'ancienne route (secteur C).



Secteur G: instable, la zone a subi un éboulement important il y a quelques années.

Secteur D: zone semi-ouverte, avec un sous-bois assez riche en graminées. Plante nourricière des chenilles de l'Apollon non observée, mais intérêt comme zone de nourrissage des adultes et pour la reproduction de la Zygène de la petite coronille.

Secteur E: zone rocheuse dont la réouverture augmenterait les possibilités de reproduction de l'Apollon, mais interventions probablement trop risquées.

Secteur F: zone rocheuse avec un bon potentiel d'amélioration (non visitée: évaluation d'après orthophotos et observations aux jumelles). Non retenue, car danger élevé lors des interventions, risques de chute de bois et de rochers sur la route et accès difficile et coûteux.

Secteur G: zone rocheuse avec un bon potentiel d'amélioration (partie inférieure visitée). Des éventuelles coupes pourraient être envisagées pour dégager et mettre en lumière le bas des rochers, pour autant que cette intervention n'augmente pas les risques notables d'éboulement (cf. photo ci-dessus), en laissant des souches assez hautes et en allongeant les troncs coupés en travers, p. ex.(?).

Secteur H: zone rocheuse avec un bon potentiel d'amélioration (partiellement visitée). Si des arbres pourraient sans trop de danger être coupés à proximité de la route, cette possibilité n'a pas été retenue, vu le rôle protecteur que ce secteur joue pour les bâtiments et la voie de chemin de fer en contrebas.

La réalisation d'une partie au moins des mesures proposées à La Clusette permettrait certainement d'augmenter les surfaces de reproduction et les effectifs de la population d'Apollon. Compte tenu des coûts non négligeables et de la plus ou moins grande difficulté des coupes de réouverture selon les secteurs, il pourrait être intéressant de prendre en compte également d'autres sites: ceci pourrait permettre d'optimiser les interventions au niveau de l'ensemble de la population des Gorges de l'Areuse, en choisissant en priorité les surfaces présentant le meilleur rapport effets / coûts.

Annexe 7 : Impact sur le paysage



Image 1 : Ouvrages de protection à Champ-du-Moulin, 2 ans après les travaux, 15.09.2015



Image 2 : Ouvrages de protection à Champ-du-Moulin, 6 ans après les travaux, 18.09.2019



Image 3 : Ouvrage de protection à Champ-du-Moulin, 2 ans après les travaux, 15.09.2015



Image 4 : Ouvrages de protection à Champ-du-Moulin, 6 ans après les travaux, 18.09.2019



Image 5 : Ouvrages de protection à Champ-du-Moulin, 6 ans après les travaux, 18.09.2019



Image 6 : limite entre zone de travaux et forêt non touchée par les ouvrages de protection, 18.09.2019

Annexe 8 : Position de l'OPAN

Madame, Monsieur

Je vous prie tout d'abord d'excuser le temps mis pour vous répondre en raison de petits problèmes de santé.

Vous avez demandé l'avis général de l'OPAN et posé les questions suivantes quant au projet susmentionné :

- L'utilisation du chemin (NE 1.0.8) avec beaucoup de substance et avec substance pour le transport des matériaux
- Le remblayage de l'ancienne route sur un tronçon sans substance (NE 1.0.9)
- Les précautions à prendre lors de l'érection des digues à proximité du tronçon avec beaucoup de substance (NE 1.0.8).

Mme Hippenmeyer et moi avons effectué une visite *in situ* en votre compagnie le 30 septembre dernier, ce qui a permis d'envisager l'impact du projet sur le terrain et de soulever les questions qui se posent en l'état actuel des choses. Voici le point de situation relativement à l'Inventaire fédéral des voies de communication historiques.

Tout d'abord, un petit rappel des Principes de l'Inventaire fédéral des voies de communication historiques :

« En laissant des traces qui remontent à leur origine, les voies de communication historiques relient le passé au présent. Le but de l'**Inventaire fédéral des voies de communication historiques de la Suisse (IVS)** est de conserver et d'entretenir ces importants témoins de l'histoire. » (Site Internet de la Confédération, <https://www.ivs.admin.ch/fr/>).

L'Ordonnance concernant l'inventaire fédéral des voies de communication historiques de la Suisse (OIVS) du 14 avril 2010 (Etat le 1er juin 2017) RS 451.13 prescrit les mesures à respecter (https://www.ivs.admin.ch/images/dienstleistungen/downloads/2018_05_29_Rapport_explicatif_F.pdf).

« L'importance » des voies de communication historiques définit généralement le type de relation entre les lieux géographiques, « nationale » pour le trafic à l'échelle du pays, puis « régionale » et « locale » aux échelles indiquées par leur dénomination.

La substance permet d'en établir la qualité. Elle prend en considération : « 1. le tracé des chemins, des routes et des voies navigables dans la nature, 2. leurs éléments constitutifs, en particulier leur forme et leur revêtement ainsi que leurs délimitations telles que les talus, les murs, les clôtures et les allées, 3. les ouvrages d'art, 4. les techniques de construction, ainsi que les matériaux de construction particuliers, 5. les éléments du paysage routier, tels que les calvaires, les bornes, les chapelles et d'autres constructions présentant un lien avec la voie de communication. » (RS 451.13)

Les tronçons de voies de communication historique sont définis par les critères suivants : « tracé historique », « tracé historique avec substance » et « tracé historique avec beaucoup de substance »

Les objectifs de protection sont les suivants (art. 6 de RS 451-13) :

« 1 Dans le cas des objets classés dans la catégorie «tracé historique avec beaucoup de substance», l'ensemble de la substance doit être conservée intacte.

2 Dans le cas des objets classés dans la catégorie «tracé historique avec substance», les éléments essentiels de la substance doivent être conservés intacts.

3 Les éléments du paysage routier doivent être conservés indépendamment de la catégorie des objets, dans leur lien avec ceux-ci. »

Le projet de protection contre les chutes de pierre à Noiraigue

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette, tronçons d'importance nationale avec beaucoup de substance et avec substance :

Le projet impacte fortement les tronçons avec substance et avec beaucoup de substance de la voie historique d'importance nationale IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette, où l'installation de remparts de protection à proximité directe du chemin est envisagée. Transport des matériaux et aires réservées aux machines de chantier et au stockage auront des incidences sur la voie historique, qui comporte des murs de pierre sèche, des murs de soutènements, des canaux de dérivation d'eau et des aménagements de protection à la sortie de la source vaclusienne de La Libarde. Plusieurs questions se posent en effet :

. Nous suggérons de revoir la nécessité de la digue orientale, qui paraît protéger uniquement un entrepôt et son environnement d'anciennes serres abandonnées et désaffectées dans un secteur mis à ban. Il faudrait prendre

la mesure du risque léthal dans ce cas. De plus, il faudrait prendre en compte les effets géologiques de l'installation de la digue au-dessus de la source vaclusienne de La Libarde et de ses aménagements structurels.
. La digue occidentale pourrait-elle être placée, tout ou partiellement, plus en recul que ce que le projet prévoit actuellement

. Compte tenu de la grande qualité de la voie historique, nous demandons de vérifier si le recul de la digue d'une bonne dizaine de mètres en amont est envisageable. Il permettrait d'éviter l'abattage des arbres proches des murs de pierre sèche et des murs de soutènements, ainsi que de garantir le maintien paysager par l'existence d'un cordon boisé. Les conséquences de la préparation du terrain en vue de l'installation de la digue vont considérablement fragiliser les aspects qualitatifs de l'ensemble du site, qu'il faudra remettre en état.

. Comme nous l'avons vu ensemble, les canaux de dérivation d'eau et les aménagements de protection à la sortie de la source vaclusienne de La Libarde sont remarquables. Les voûtes construites en pierre à cet endroit ne sauront supporter l'effet vibratoire des véhicules de chantier de type « dumper » sachant, comme vous le signaliez, que des centaines de tonnes de matériaux d'excavation seraient amenés dans un premier temps pour créer la base de la digue de sécurisation du canal-toboggan et des matériaux qu'il convoiera.

Un maximum de précautions devront être prises pour protéger le chemin et ses abords et il faudra dresser un portrait précis des conséquences des diverses opérations prévues par le projet, afin d'établir les interventions à faire et les mesures de réhabilitation des murs de pierre sèche et des murs de soutènement, ainsi que la plantation d'arbres, par exemple .

Ce tronçon, qui se perd dans les rochers un peu plus à l'est, est le seul vestige avec beaucoup de substance des constructions réalisées dans la partie particulièrement périlleuse du tracé IVS NE 1.0.8, reliant l'ancienne principauté de Neuchâtel à la France en passant par le Val-de-Travers.

IVS NE 1.0.9 Brot-Dessous - Noiraigue; route de la Clusette, voie historique d'importance nationale, consistant en tracé historique aux extrémités vers les embouchures du tunnel et tracé historique avec substance sur sa partie médiane :

. d'après la documentation remise, les travaux ne touchent pas la partie médiane et ne devraient pas le faire.

IVS NE 126, Travers - Les Petits-Ponts (- Le Locle / - Neuchâtel), voie historique d'importance régionale avec substance :

. pas de remarque particulière si ce n'est le remplacement des pavés de bordure de route qui seraient endommagés

La constitution d'une documentation avant travaux est requise pour les voies IVS NE 1.0.8 et IVS NE 1.0.9, afin de permettre de rester le plus proche possible de l'aspect actuel et de réaliser une réhabilitation des éléments adéquate.

Les autres aménagements de protection prévus par le projet ne posent pas problème du point de vue de l'IVS.

Avec mes salutations les meilleures.

Nicole Froidevaux

Historienne des monuments (responsable recensement architectural)



RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL

Département de la justice, de la sécurité et de la culture

Service de la culture

Office du patrimoine et de l'archéologie - Section Conservation du patrimoine

Rue de Tivoli 1

2000 Neuchâtel

T +41 32 889 49 22

www.ne.ch/

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette



Prise de vue du 30.09.2020 - envoi du 14.10.2020
Office du patrimoine et de l'archéologie
du canton de Neuchâtel
Section conservation du patrimoine
Tivoli 1 - 2000 Neuchâtel
OPAN@ne.ch - +41 32 889 69 09

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette



Prise de vue du 30.09.2020 - envoi du 14.10.2020
Office du patrimoine et de l'archéologie
du canton de Neuchâtel
Section conservation du patrimoine
Tivoli 1 - 2000 Neuchâtel
OPAN@ne.ch - +41 32 889 69 09

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette



Prise de vue du 30.09.2020 - envoi du 14.10.2020
Office du patrimoine et de l'archéologie
du canton de Neuchâtel
Section conservation du patrimoine
Tivoli 1 - 2000 Neuchâtel
OPAN@ne.ch - +41 32 889 69 09

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette



Prise de vue du 30.09.2020 - envoi du 14.10.2020
Office du patrimoine et de l'archéologie
du canton de Neuchâtel
Section conservation du patrimoine
Tivoli 1 - 2000 Neuchâtel
OPAN@ne.ch - +41 32 889 69 09

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette



Prise de vue du 30.09.2020 - envoi du 14.10.2020
Office du patrimoine et de l'archéologie
du canton de Neuchâtel
Section conservation du patrimoine
Tivoli 1 - 2000 Neuchâtel
OPAN@ne.ch - +41 32 889 69 09

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette



Prise de vue du 30.09.2020 - envoi du 14.10.2020
Office du patrimoine et de l'archéologie
du canton de Neuchâtel
Section conservation du patrimoine
Tivoli 1 - 2000 Neuchâtel
OPAN@ne.ch - +41 32 889 69 09

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette



Prise de vue du 30.09.2020 - envoi du 14.10.2020
Office du patrimoine et de l'archéologie
du canton de Neuchâtel
Section conservation du patrimoine
Tivoli 1 - 2000 Neuchâtel
OPAN@ne.ch - +41 32 889 69 09

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette



Prise de vue du 30.09.2020 - envoi du 14.10.2020
Office du patrimoine et de l'archéologie
du canton de Neuchâtel
Section conservation du patrimoine
Tivoli 1 - 2000 Neuchâtel
OPAN@ne.ch - +41 32 889 69 09

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette



Prise de vue du 30.09.2020 - envoi du 14.10.2020
Office du patrimoine et de l'archéologie
du canton de Neuchâtel
Section conservation du patrimoine
Tivoli 1 - 2000 Neuchâtel
OPAN@ne.ch - +41 32 889 69 09

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette



Prise de vue du 30.09.2020 - envoi du 14.10.2020
Office du patrimoine et de l'archéologie
du canton de Neuchâtel
Section conservation du patrimoine
Tivoli 1 - 2000 Neuchâtel
OPAN@ne.ch - +41 32 889 69 09

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette



Prise de vue du 30.09.2020 - envoi du 14.10.2020
Office du patrimoine et de l'archéologie
du canton de Neuchâtel
Section conservation du patrimoine
Tivoli 1 - 2000 Neuchâtel
OPAN@ne.ch - +41 32 889 69 09

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette



Prise de vue du 30.09.2020 - envoi du 14.10.2020
Office du patrimoine et de l'archéologie
du canton de Neuchâtel
Section conservation du patrimoine
Tivoli 1 - 2000 Neuchâtel
OPAN@ne.ch - +41 32 889 69 09

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette



Prise de vue du 30.09.2020 - envoi du 14.10.2020
Office du patrimoine et de l'archéologie
du canton de Neuchâtel
Section conservation du patrimoine
Tivoli 1 - 2000 Neuchâtel
OPAN@ne.ch - +41 32 889 69 09

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette



Prise de vue du 30.09.2020 - envoi du 14.10.2020
Office du patrimoine et de l'archéologie
du canton de Neuchâtel
Section conservation du patrimoine
Tivoli 1 - 2000 Neuchâtel
OPAN@ne.ch - +41 32 889 69 09

IVS NE 1.0.8 Brot-Dessous - Noiraigue; ancien passage de la Clusette



Prise de vue du 30.09.2020 - envoi du 14.10.2020
Office du patrimoine et de l'archéologie
du canton de Neuchâtel
Section conservation du patrimoine
Tivoli 1 - 2000 Neuchâtel
OPAN@ne.ch - +41 32 889 69 09

Position

- Divers:

Nouvelle piste pour voie de desserte forestière (réalisation avant 2030)

Expropriations des terrains (admis 3.-/m2)

Frais de notaire et de géomètre pour expropriations

Instrumentation des aléas ponctuels

Honoraires pour projet et MAE:

Géologues (Norbert SA)

Ingénieurs (BG SA)

Biologistes (Carline Saràl)

Géomètre (Geoconseils SA)

Honoraires pour AO et suivi des travaux:

Géologues + ingénieur (Norbert SA + BG)*

(estimation grossière)

Biologistes (Carline Sàrl)

Spécialistes environnement (reptiles,...)

* admis 7% coûts travaux

TOTAL HT

TOTAL TTC (TVA 7.7%)

POURCENTAGE

TOTAL DES TRAVAUX HT

TOTAL DES TRAVAUX TTC

Arrondi

NORBERT SA
Géologues-conseils

OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LES CHUTES DE PIERRES
 PROJET D'OUVRAGE OPTIMISE

Estimation de coût

1. INSTALLATION DE CHANTIER

Lot n° 2 - H10

Pos.	Prestations	Unité	Quantité	Prix par unité	Somme	
					subvent.	non subvent.
1	INSTALLATION DE CHANTIER ET MISE A DISPOSITION DU MATERIEL (quantités théoriques)					
1.1	INSTALLATION DE CHANTIER					
1.1.1	Installation générale, yc alimentation en eau/électricité, acheminement et évacuation de matériel, et remise en état après travaux. Aménagement de tous les accès et emplacements nécessaires, par création de piste ou chemin, terrassement, piquage de rocher.	gl	1	80'000.00	80'000.00	
1.1.1.1	Plus-value sur 1.1.1 pour frais éventuels de désinstallation et réinstallation liés à une intervention en deux phases	gl	-	10'000.00	p.m.	
1.1.2	Sécurisation des voies de circulation routière en contrebas des zones de travaux (barrières et clôtures). Dispositif amovible de protection de l'infrastructure routière. Toutes sujétions comprises Signalisation du chantier	H10 gl	1	5'000.00	5'000.00	
1.1.3	Mise à disposition du matériel nécessaire à la mise en place des écrans pare-pierres, yc déplacement, par démontage et remontage, de tout le matériel d'une zone de travaux à une autre					
	Filet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	gl	1	5'000.00	5'000.00	
	Filet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	gl	1	5'000.00	5'000.00	
	Filet n° 13 / RXE-3000 / 32 x 7 m	gl	1	5'000.00	5'000.00	
	Filet n° 14 / RXE-3000 / 42 x 6 m	gl	1	5'000.00	5'000.00	
	Filet n° 15 / RXE-5000 / 60 x 9 m	gl	1	5'000.00	5'000.00	
1.1.4	Mise à disposition de tout le matériel nécessaire, yc déplacement, par démontage et remontage, de tout le matériel d'une zone de travaux à une autre. Pour: - Mise en place des écrans pare-pierres. - Travaux acrobatiques en falaise (cordes, perforatrice à main, foreuse et toutes sujétions comprises) pour travaux de clouage ponctuel et de pose de treillis. Moyen d'intervention prévu..... - Réalisation des essais préliminaires d'arrachement sur tirants.					

OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LES CHUTES DE PIERRES
 PROJET D'OUVRAGE OPTIMISE

Estimation de coût

1. INSTALLATION DE CHANTIER

Lot n° 3 - RC171

Pos.	Prestations	Unité	Quantité	Prix par unité	Somme	
					subvent.	non subvent.
1	INSTALLATION DE CHANTIER ET MISE A DISPOSITION DU MATERIEL (quantités théoriques)					
1.1	INSTALLATION DE CHANTIER					
1.1.1	Installation générale, yc alimentation en eau/électricité, acheminement et évacuation de matériel, et remise en état après travaux. Aménagement de tous les accès et emplacements nécessaires, par création de piste ou chemin, terrassement, piquage de rocher.	gl	1	80'000.00	72'000.00	8'000.00
1.1.1.1	Plus-value sur 1.1.1 pour frais éventuels de désinstallation et réinstallation liés à une intervention en deux phases	gl	-	10'000.00	p.m.	
1.1.2	Sécurisation des voies de circulation routière en contrebas des zones de travaux (barrières et clôtures). Dispositif amovible de protection de l'infrastructure routière. Toutes sujétions comprises Signalisation du chantier	RC171 gl	1	5'000.00	4'500.00	500.00
1.1.3	Mise à disposition du matériel nécessaire à la mise en place des écrans pare-pierres, yc déplacement, par démontage et remontage, de tout le matériel d'une zone de travaux à une autre					
	Filet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	gl	1	5'000.00	5'000.00	
	Filet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	gl	1	5'000.00	5'000.00	
	Filet n° 23 / RXE-2000 / 72 x 5 m	gl	1	5'000.00	5'000.00	
	Filet n° 24 / RXE-2000 / 24 x 5 m	gl	1	5'000.00	5'000.00	
	Filet n° 25 / RXE-2000 / 62 x 5 m	gl	1	5'000.00	5'000.00	
	Filet n° 26 / RXE-2000 / 80 x 5 m	gl	1	5'000.00	5'000.00	
1.1.4	Mise à disposition de tout le matériel nécessaire, yc déplacement, par démontage et remontage, de tout le matériel d'une zone de travaux à une autre. Pour: - Mise en place des écrans pare-pierres. - Travaux acrobatiques en falaise (cordes, perforatrice à main, foreuse et toutes sujétions comprises) pour travaux de clouage ponctuel et de pose de treillis. Moyen d'intervention prévu..... - Réalisation des essais préliminaires d'arrachement sur tirants.					

DOCUMENT DE TRAVAIL

	H10 combe Hory - Paroi H-T1 - OUI	gl	1	5'000.00	5'000.00	
	H10 mur est - Paroi H-T2 - OUI	gl	1	5'000.00	5'000.00	
	H10 mur ouest - Paroi H-T3 - OUI	gl	1	5'000.00	5'000.00	
	H10 source - Paroi H-C3 - OUI	gl	1	5'000.00	5'000.00	
	H10 portail - Paroi H-C4 - OUI	gl	1	5'000.00	5'000.00	
Total installation de chantier / mise à disposition du				CHF	135'000.00	0.00

	RC171 centre amont - Paroi R-T3 - NON	gl	1	5'000.00		5'000.00
	RC171 centre aval - Paroi R-C4 - OUI	gl	1	5'000.00	5'000.00	
Total installation de chantier / mise à disposition du n				CHF	111'500.00	13'500.00

OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LES CHUTES DE PIERRES
 PROJET D'OUVRAGE OPTIMISÉ

Estimation de coût

2. TRAVAUX PREPARATOIRES

Lot n° 2 - H10

Pos.	Prestations	Unité	Quantité	Prix par unité	Somme	
					subvent.	non subvent.
2 TRAVAUX PREPARATOIRES						
2.1 ABATTAGE						
2.1.1	Elagage et coupes des arbres, arbustes et toutes autres végétations nécessaire à la mise en place des ouvrages prévus, yc déplacement (hors emprise des ouvrages) des troncs, branches, branchages et rémanents (yc ceux résultants d'anciennes coupes). Toutes sujétions comprises, notamment évacuation et mise en décharge, taxe de décharge. Emplacement de la décharge:.....					
	Filet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	m2	800	15.00	12'000.00	
	Filet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	m2	1000	15.00	15'000.00	
	Filet n° 13 / RXE-3000 / 32 x 7 m	m2	900	15.00	13'500.00	
	Filet n° 14 / RXE-3000 / 42 x 6 m	m2	800	15.00	12'000.00	
	Filet n° 15 / RXE-5000 / 60 x 9 m	m2	1800	15.00	27'000.00	
	Filet n° 10 / RXE-5000 / 64 x 6 m	m2	110	15.00	1'650.00	
2.1.2	Frais de tiers (vol hélicoptère pour débardage) Files n° 14 et 15	h	8	1'000.00	10'000.00	-
2.2 DEBROUSSAILLAGE						
2.2.1	Elagage et coupes des arbres Ø < 16 cm, arbustes et toutes autres végétations nécessaire à la mise en place des ouvrages prévus, yc déplacement (hors emprise des ouvrages) des troncs, branches, branchages et rémanents (yc ceux résultants d'anciennes coupes). Toutes sujétions comprises, notamment évacuation et mise en décharge, taxe de décharge. Emplacement de la décharge:.....					
	H10 combe Hory - Paroi H-C1 - OUI	m2	100	10.00	1'000.00	
	H10 mur aval - Paroi H-C2 - OUI	m2	150	10.00	1'500.00	
	H10 source - Paroi H-C3 - OUI	m2	1100	10.00	11'000.00	
	H10 portail - Paroi H-C4 - OUI	m2	1500	10.00	15'000.00	
	H10 combe Hory - Paroi H-T1 - OUI	m2	350	10.00	3'500.00	
	H10 mur est - Paroi H-T2 - OUI	m2	1700	10.00	17'000.00	
	H10 mur ouest - Paroi H-T3 - OUI	m2	2200	10.00	22'000.00	
2.3 PURGE						

OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LES CHUTES DE PIERRES
 PROJET D'OUVRAGE OPTIMISÉ

Estimation de coût

2. TRAVAUX PREPARATOIRES

Lot n° 3 - RC171

Pos.	Prestations	Unité	Quantité	Prix par unité	Somme	
					subvent.	non subvent.
2	TRAVAUX PREPARATOIRES					
2.1	ABATTAGE					
2.1.1	Elagage et coupes des arbres, arbustes et toutes autres végétations nécessaire à la mise en place des ouvrages prévus, yc déplacement (hors emprise des ouvrages) des troncs, branches, branchages et rémanents (yc ceux résultants d'anciennes coupes). Toutes sujétions comprises, notamment évacuation et mise en décharge, taxe de décharge. Emplacement de la décharge:.....					
	Filet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	m2	700	15,00	10'500,00	
	Filet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	m2	1200	15,00	18'000,00	
	Filet n° 23 / RXE-2000 / 72 x 5 m	m2	1000	15,00	15'000,00	
	Filet n° 24 / RXE-2000 / 24 x 5 m	m2	500	15,00	7'500,00	
	Filet n° 25 / RXE-2000 / 62 x 5 m	m2	900	15,00	13'500,00	
	Filet n° 26 / RXE-2000 / 80 x 5 m	m2	1100	15,00	16'500,00	
2.2	DEBROUSSAILLAGE					
2.2.1	Elagage et coupes des arbres Ø < 16 cm, arbustes et toutes autres végétations nécessaire à la mise en place des ouvrages prévus, yc déplacement (hors emprise des ouvrages) des troncs, branches, branchages et rémanents (yc ceux résultants d'anciennes coupes). Toutes sujétions comprises, notamment évacuation et mise en décharge, taxe de décharge. Emplacement de la décharge:.....					
	RC171 est - Paroi R-C1 - OUI	m2	150	10,00	1'500,00	
	RC171 est - Paroi R-C2 - OUI	m2	100	10,00	1'000,00	
	RC171 est - Paroi R-C3 - OUI	m2	450	10,00	4'500,00	
	RC171 centre aval - Paroi R-C4 - OUI	m2	550	10,00	5'500,00	
	RC171 ouest - Paroi R-C5 - OUI	m2	450	10,00	4'500,00	
	RC171 ouest - Paroi R-C6 - NON	m2	150	10,00		1'500,00
	RC171 col - Paroi R-C7 - OUI	m2	100	10,00	1'000,00	
	RC171 est - Paroi R-T1 - NON	m2	500	10,00		5'000,00
	RC171 est - Paroi R-T2 - OUI	m2	300	10,00	3'000,00	
	RC171 centre amont - Paroi R-T3 - NON	m2	1200	10,00		12'000,00
	RC171 ouest - Paroi R-T4 - NON	m2	150	10,00		1'500,00
	RC171 col - Paroi R-T5 - OUI	m2	200	10,00	2'000,00	
	RC171 col - Paroi R-T6 - NON	m2	850	10,00		8'500,00
2.3	PURGE					

2.3.1	Purge de sécurité, à la main, dans les versants où seront implantés les écrans pare-pierre et ceux empruntés pour les accès (hors parois rocheuses), toutes sujétions comprises. Pierres et blocs laissés sur place, aménagé en amas sécurisés.					
	Filet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	m2	800	5.00	4'000.00	
	Filet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	m2	1000	5.00	5'000.00	
	Filet n° 13 / RXE-3000 / 32 x 7 m	m2	900	5.00	4'500.00	
	Filet n° 14 / RXE-3000 / 42 x 6 m	m2	800	5.00	4'000.00	
	Filet n° 15 / RXE-5000 / 60 x 9 m	m2	1800	5.00	9'000.00	
2.3.2	Purge ciblée, de blocs particulièrement instables dans les parois rocheuses sécurisées par clouage et ceinturage, toutes sujétions comprises. Pierres et blocs laissés sur place, aménagé en amas sécurisés.					
	H10 combe Hory - Paroi H-C1 - OUI	m2	30	20.00	600.00	
	H10 mur aval - Paroi H-C2 - OUI	m2	40	20.00	800.00	
	H10 source - Paroi H-C3 - OUI	m2	280	20.00	5'600.00	
	H10 portail - Paroi H-C4 - OUI	m2	380	20.00	7'600.00	
2.3.3	Purge légère des parois rocheuses sécurisées par du treillis plaqués, toutes sujétions comprises. Yc chargement, transport et mise en décharge					
	H10 combe Hory - Paroi H-T1 - OUI	m2	350	15.00	5'250.00	
	H10 mur est - Paroi H-T2 - OUI	m2	1700	15.00	25'500.00	
	H10 mur ouest - Paroi H-T3 - OUI	m2	2200	15.00	33'000.00	
Total travaux préparatoires				CHF	267'000.00	-

2.3.1	Purge de sécurité, à la main, dans les versants où seront implantés les écrans pare-pierre et ceux empruntés pour les accès (hors parois rocheuses), toutes sujétions comprises. Pierres et blocs laissés sur place, aménagé en amas sécurisés.					
	Filet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	m2	700	5.00	3'500.00	
	Filet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	m2	1200	5.00	6'000.00	
	Filet n° 23 / RXE-2000 / 72 x 5 m	m2	1000	5.00	5'000.00	
	Filet n° 24 / RXE-2000 / 24 x 5 m	m2	500	5.00	2'500.00	
	Filet n° 25 / RXE-2000 / 62 x 5 m	m2	900	5.00	4'500.00	
	Filet n° 26 / RXE-2000 / 80 x 5 m	m2	1100	5.00	5'500.00	
2.3.2	Purge ciblée, de blocs particulièrement instables dans les parois rocheuses sécurisées par clouage et ceinturage, toutes sujétions comprises. Pierres et blocs laissés sur place, aménagé en amas sécurisés.					
	RC171 est - Paroi R-C1 - OUI	m2	40	20.00	800.00	
	RC171 est - Paroi R-C2 - OUI	m2	30	20.00	600.00	
	RC171 est - Paroi R-C3 - OUI	m2	120	20.00	2'400.00	
	RC171 centre aval - Paroi R-C4 - OUI	m2	140	20.00	2'800.00	
	RC171 ouest - Paroi R-C5 - OUI	m2	120	20.00	2'400.00	
	RC171 ouest - Paroi R-C6 - NON	m2	40	20.00		800.00
	RC171 col - Paroi R-C7 - OUI	m2	30	20.00	600.00	
2.3.3	Purge légère des parois rocheuses sécurisées par du treillis plaqués, toutes sujétions comprises. Yc chargement, transport et mise en décharge					
	RC171 est - Paroi R-T1 - NON	m2	500	15.00		7'500.00
	RC171 est - Paroi R-T2 - OUI	m2	300	15.00	4'500.00	
	RC171 centre amont - Paroi R-T3 - NON	m2	1200	15.00		18'000.00
	RC171 ouest - Paroi R-T4 - NON	m2	150	15.00		2'250.00
	RC171 col - Paroi R-T5 - OUI	m2	200	15.00	3'000.00	
	RC171 col - Paroi R-T6 - NON	m2	850	15.00		12'750.00
Total travaux préparatoires				CHF	148'100.00	69'800.00

OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LES CHUTES DE PIERRES
 PROJET D'OUVRAGE OPTIMISÉ

Estimation de coût

3. TRAVAUX DIVERS

Lot n° 2 - H10

Pos.	Prestations	Unité	Quantité	Prix par unité	Somme	
					subvent.	non subvent.
3	TRAVAUX DIVERS (quantités théoriques)					
3.1	DEMANTELLEMENT DES ANCIENS OUVRAGES					
3.1.1	Démontage (scie, meule, chalumeau,...) des rails, traverses, clous, etc et de tous les éléments constituant les anciens écrans pare-pierres dans le versant yc chargement. Total admis environ 2 t par secteur.					
	<i>Treillis provisoires dans les falaises en amont H10</i>	gl	1	5'100.00	5'100.00	
	<i>Barrière en treillis sur la vire du filet 5000</i>	gl	1	3'400.00	3'400.00	
	<i>Treillis suspendus en amont portail H10</i>	gl	1	3'400.00	3'400.00	
	<i>Barrière de rail et traverse dans le couloir en amont des murs H10</i>	gl	1	5'100.00	5'100.00	
3.1.2	Transport des déchets pierreux et autres déchets, en décharge (métrage selon bon de transport) y compris chargement depuis tous points du chantier et déchargement à la décharge (volume admis calculé avec coefficient de foisonnement de 1.7) Toutes sujétions comprises					
	<i>Treillis provisoires dans les falaises en amont H10</i>	m3	5	40.00	200.00	
	<i>Barrière en treillis sur la vire du filet 5000</i>	m3	100	40.00	4'000.00	
	<i>Treillis suspendus en amont portail H10</i>	m3	50	40.00	2'000.00	
	<i>Barrière de rail et traverse dans le couloir en amont des murs H10</i>	m3	10	40.00	400.00	
3.1.3	Mise en décharge des déchets pierreux et autres déchets, y compris taxes Emplacement de la décharge.....					
	<i>Treillis provisoires dans les falaises en amont H10</i>	m3	5	10.00	50.00	
	<i>Barrière en treillis sur la vire du filet 5000</i>	m3	100	10.00	1'000.00	
	<i>Treillis suspendus en amont portail H10</i>	m3	50	10.00	500.00	
	<i>Barrière de rail et traverse dans le couloir en amont des murs H10</i>	m3	10	10.00	100.00	
3.2	DEBITAGE DE BLOCS					
3.2.1	Débitage de bloc par fragmentation, toutes sujétions comprises					
	Zone ...	m3	-	500.00		
	Zone ...	m3	-	500.00		
3.2.2	Transport des déchets pierreux en décharge (métrage selon bon de transport) y compris chargement depuis tous points du chantier et déchargement à la décharge (volume admis calculé avec coefficient de foisonnement de 1.7) Toutes sujétions comprises					
	Zone ...	m3	-	60.00		
	Zone ...	m3	-	60.00		

OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LES CHUTES DE PIERRES
 PROJET D'OUVRAGE OPTIMISÉ

Estimation de coût

3. TRAVAUX DIVERS

Lot n° 3 - RC171

Pos.	Prestations	Unité	Quantité	Prix par unité	Somme	
					subvent.	non subvent.
3	TRAVAUX DIVERS (quantités théoriques)					
3.1	DEMANTELLEMENT DES ANCIENS OUVRAGES					
3.1.1	Démontage (scie, meule, chalumeau,...) des rails, traverses, clous, etc et de tous les éléments constituant les anciens écrans pare-pierres dans le versant, yc chargement. Total admis environ 2 t par secteur.					
	<i>Treillis suspendus le long RC171</i>	gl	1	3'400.00		3'400.00
3.1.2	Transport des déchets pierreux et autre en décharge (métrage selon bon de transport) y compris chargement depuis tous points du chantier et déchargement à la décharge (volume admis calculé avec coefficient de foisonnement de 1.7) Toutes sujétions comprises					
	<i>Treillis suspendus le long RC171</i>	m3	20	40.00		800.00
3.1.3	Mise en décharge des déchets pierreux et autre, y compris taxes Emplacement de la décharge.....					
	<i>Treillis suspendus le long RC171</i>	m3	20	10.00		200.00
3.2	DEBITAGE DE BLOCS					
3.2.1	Débitage de bloc par fragmentation, toutes sujétions comprises					
	Zone ...	m3	5	500.00		2'500.00
3.2.2	Transport des déchets pierreux en décharge (métrage selon bon de transport) y compris chargement depuis tous points du chantier et déchargement à la décharge (volume admis calculé avec coefficient de foisonnement de 1.7) Toutes sujétions comprises					
	Zone ...	m3	5	60.00		300.00

3.2.3	Mise en décharge des déchets pierreux, y compris taxes Emplacement de la décharge.....					
	Zone ...	m3	-	10.00		
	Zone ...	m3	-	10.00		
3.3	ESSAIS DIVERS					
3.3.1	Tirants/micropieux/ancrages à câbles pour essai Fourniture (armature,mortier, centreurs, chaussettes, canules, tubage,plaque, écrou,...), forage, tubage, pose, scellement, réinjection. Diamètre de forage garantissant le respect des enrobages exigés par les CP et les normes et recommandations. Y compris installation, déplacement d'une zone à une autre et d'un tirant à l'autre, yc surlongueur armature et forage et découpe armature, yc terrassement à la main pour amorce. up=p		8	1'400.00	11'200.00	
3.3.2	Essais d'arrachement selon les normes SIA267 et SIA267/1. Essai yc préparation, réalisation du dispositif d'appui, déplacement d'un tirant à l'autre, temps d'attente 6 paliers, mesure des déplacements, rapport. Quels que soient le type d'armature et la force d'épreuve		8	500.00	4'000.00	
Total travaux divers				CHF	40'450.00	0.00

3.2.3	Mise en décharge des déchets pierreux, y compris taxes Emplacement de la décharge.....					
	Zone ...	m3	5	10.00		50.00
3.3	ESSAIS DIVERS					
3.3.1	Tirants/micropieux/ancrages à câbles pour essai Fourniture (armature,mortier, centreurs, chaussettes, canules, tubage,plaque, écrou,...), forage, tubage, pose, scellement, réinjection. Diamètre de forage garantissant le respect des enrobages exigés par les CP et les normes et recommandations. Y compris installation, déplacement d'une zone à une autre et d'un tirant à l'autre, yc surlongueur armature et forage et découpe armature, yc terrassement à la main pour amorce. up=p		8	1'400.00	11'200.00	
3.3.2	Essais d'arrachement selon les normes SIA267 et SIA267/1. Essai yc préparation, réalisation du dispositif d'appui, déplacement d'un tirant à l'autre, temps d'attente 6 paliers, mesure des déplacements, rapport. Quels que soient le type d'armature et la force d'épreuve		8	500.00	4'000.00	
Total travaux divers				CHF	15'200.00	7'250.00

OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LES CHUTES DE PIERRES
PROJET D'OUVRAGE OPTIMISÉ

Estimation de coût

4. FILETS PARE-PIERRES
Lot n° 2 - H10

Pos.	Prestations	Unité	Quantité	Prix par unité	Somme	
					subvent.	non subvent.
4.1	FOURNITURES (quantités théoriques)					
4.1.1	ÉCRANS PARE-PIERRES de CLASSE 6 selon ETAG (H 7 et 6 m)					
	de type Geobrug® RXE-3000 (3'000 kJ) ou équivalent. Hauteur d'ouvrage 7000 et 6000 mm					
	Type d'écran					
	Fournisseur					
4.1.1.1	Fourniture de l'ensemble du matériel nécessaire à la mise en place des écrans pare-pierres selon fournisseur. Tous les éléments avec protection anti-corrosion:					
4.1.1.1.1	Flet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	gl	1	38'731.20	38'731.20	
	Flet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	gl	1	54'782.00	54'782.00	
	Flet n° 13 / RXE-3000 / 32 x 7 m	gl	1	42'168.96	42'168.96	
	Flet n° 14 / RXE-3000 / 42 x 6 m	gl	1	51'987.00	51'987.00	
4.1.1.1.2	Béton type C30/37 XC4 D max. 32 mm C10.10 C3, XD3, XF2, acier d'armature et matériel de coffrage pour réalisation de					
	Flet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	m3	2.4	700.00	1'680.00	
	Flet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	m3	3.2	700.00	2'240.00	
	Flet n° 13 / RXE-3000 / 32 x 7 m	m3	1.6	700.00	1'120.00	
	Flet n° 14 / RXE-3000 / 42 x 6 m	m3	4	700.00	2'800.00	
4.1.1.1.3	Tiges filetées inox M20 L 350 mm pour fixation dans l'assise en béton des piliers de support.					
	Flet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	p	6	40.00	240.00	
	Flet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	p	8	40.00	320.00	
	Flet n° 13 / RXE-3000 / 32 x 7 m	p	4	40.00	160.00	
	Flet n° 14 / RXE-3000 / 42 x 6 m	p	10	40.00	400.00	
4.1.1.1.4	Hauban aval en cas de changement de direction de la rangée de 5 à 25° vers l'amont: comprend tout le matériel nécessaire au montage (câbles, serre-câbles,...). Métrage par hauban					
	Flet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	p	1	250.00	250.00	
	Flet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	p		250.00	0.00	
	Flet n° 13 / RXE-3000 / 32 x 7 m	p		250.00	0.00	
	Flet n° 14 / RXE-3000 / 42 x 6 m	p	1	250.00	250.00	
4.1.1.1.5	Câble de retenue additionnel (amont) en cas de changement de direction de la rangée de 30 à 40° vers l'aval: comprend tout le matériel nécessaire (ancrage, câbles, serre-câbles,...). Métrage par câble additionnel					
	Flet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	p		250.00	0.00	
	Flet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	p		250.00	0.00	
	Flet n° 13 / RXE-3000 / 32 x 7 m	p		250.00	0.00	
	Flet n° 14 / RXE-3000 / 42 x 6 m	p		250.00	0.00	
4.1.1.1.6	Ancrages à câble type Geobrug® ou équivalent, Ø18.5 mm (pour hauban aval supplémentaire et câble de retenue additionnel amont)					
	Galvanisation selon fournisseur. Y compris tube de stabilisation, coulis de scellement, chaussette systématique (pour éviter perte de mortier de scellement) et tous les éléments nécessaires au montage					
	Flet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	m'	6	80.00	480.00	
	Flet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	m'		80.00	0.00	
	Flet n° 13 / RXE-3000 / 32 x 7 m	m'		80.00	0.00	
	Flet n° 14 / RXE-3000 / 42 x 6 m	m'	6	80.00	480.00	
4.1.1.1.7	Élément de flet à anneaux en acier type ROCCO® 12/3/350 ou équivalent pour fermer l'espace sous le câble porteur inférieur d'un écran en cas de dépression du terrain naturel (bavette): comprend tout le matériel nécessaire au montage (câbles, serres-câbles,...). Métrage surface en place					
	Flet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	m2	15	85.00	1'275.00	
	Flet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	m2	30	85.00	2'550.00	
	Flet n° 13 / RXE-3000 / 32 x 7 m	m2	20	85.00	1'700.00	
	Flet n° 14 / RXE-3000 / 42 x 6 m	m2	15	85.00	1'275.00	
4.1.1.1.8	Élément de flet à anneaux en acier type TECCO® G80/4 ou équivalent, en triangle, pour pose à l'extrémité d'un écran, yc câbles et tous les éléments nécessaires au montage. Métrage surface en place					
	Flet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	m2	0	95.00	0.00	
	Flet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	m2	37	95.00	3'497.25	
	Flet n° 13 / RXE-3000 / 32 x 7 m	m2	0	95.00	0.00	
	Flet n° 14 / RXE-3000 / 42 x 6 m	m2	0	95.00	0.00	
4.1.2	ÉCRANS PARE-PIERRES de CLASSE 7 selon ETAG (H 9m)					
	de type Geobrug® RXE-5000 (5'000 kJ) ou équivalent. Hauteur d'ouvrage 9000 mm					
	Type d'écran					
	Fournisseur					
4.1.2.1	Fourniture de l'ensemble du matériel nécessaire à la mise en place des écrans pare-pierres selon fournisseur. Tous les éléments avec protection anti-corrosion:					
4.1.2.1.1	Flet n° 15 / RXE-5000 / 60 x 9 m	gl	1	145'530.00	145'530.00	
	Flet n° 10 / RXE-5000 / 64 x 6 m	gl	1	121'632.00	121'632.00	
4.1.2.1.2	Fourniture d'un pilier d'extrémité (côté Nord de l'ouvrage) avec contrefiche type Geobrug® ou équivalent, yc tous les					
		p		2'400.00	0.00	
4.1.2.1.3	Béton type C30/37 XC4 D max. 32 mm C10.10 C3, XD3, XF2, acier d'armature et matériel de coffrage pour réalisation de fondation en béton armé (taïné meuble) pour les plaques de base, dimensions minimales L x P x H = 0.8 x 0.6 x 0.8 m					

DOCUMENT DE TRAVAIL

OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LES CHUTES DE PIERRES
PROJET D'OUVRAGE OPTIMISÉ

Estimation de coût

4. FILETS PARE-PIERRES
Lot n° 3 - RC171

Pos.	Prestations	Unité	Quantité	Prix par unité	Somme	
					subvent.	non subvent.
4.1	FOURNITURES (quantités théoriques)					
4.1.1	ÉCRANS PARE-PIERRES de CLASSE 5 selon ETAG (H 5m)					
	de type Geobrug® RXE-2000 (2'000 kJ) ou équivalent. Hauteur d'ouvrage 5000 mm					
	Type d'écran					
	Fournisseur					
4.1.1.1	Fourniture de l'ensemble du matériel nécessaire à la mise en place des écrans pare-pierres selon fournisseur. Tous les éléments avec protection anti-corrosion:					
4.1.1.1.1	Flet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	gl	1	45'864.00	45'864.00	
	Flet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	gl	1	85'995.00	85'995.00	
	Flet n° 23 / RXE-2000 / 72 x 5 m	gl	1	68'786.00	68'786.00	
	Flet n° 24 / RXE-2000 / 24 x 5 m	gl	1	26'665.00	26'665.00	
	Flet n° 25 / RXE-2000 / 62 x 5 m	gl	1	59'241.00	59'241.00	
4.1.1.1.2	Béton type C30/37 XC4 D max. 32 mm C10.10 C3, XD3, XF2, acier d'armature et matériel de coffrage pour réalisation de					
	Flet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	m3	3.2	700.00	2'240.00	
	Flet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	m3	5.6	700.00	3'920.00	
	Flet n° 23 / RXE-2000 / 72 x 5 m	m3	6.4	700.00	4'480.00	
	Flet n° 24 / RXE-2000 / 24 x 5 m	m3	1.6	700.00	1'120.00	
	Flet n° 25 / RXE-2000 / 62 x 5 m	m3	4.8	700.00	3'360.00	
	Flet n° 26 / RXE-2000 / 80 x 5 m	m3	6.4	700.00	4'480.00	
4.1.1.1.3	Tiges filetées inox M20 L 350 mm pour fixation dans l'assise en béton des piliers de support.					
	Flet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	p	8	40.00	320.00	
	Flet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	p	14	40.00	560.00	
	Flet n° 23 / RXE-2000 / 72 x 5 m	p	16	40.00	640.00	
	Flet n° 24 / RXE-2000 / 24 x 5 m	p	4	40.00	160.00	
	Flet n° 25 / RXE-2000 / 62 x 5 m	p	12	40.00	480.00	
	Flet n° 26 / RXE-2000 / 80 x 5 m	p	16	40.00	640.00	
4.1.1.1.4	Hauban aval en cas de changement de direction de la rangée de 5 à 25° vers l'amont: comprend tout le matériel nécessaire au montage (câbles, serre-câbles,...). Métrage par hauban					
	Flet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	p	1	250.00	250.00	
	Flet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	p	1	250.00	250.00	
	Flet n° 23 / RXE-2000 / 72 x 5 m	p	0	250.00	0.00	
	Flet n° 24 / RXE-2000 / 24 x 5 m	p	0	250.00	0.00	
	Flet n° 25 / RXE-2000 / 62 x 5 m	p	0	250.00	0.00	
	Flet n° 26 / RXE-2000 / 80 x 5 m	p	0	250.00	0.00	
4.1.1.1.5	Câble de retenue additionnel (amont) en cas de changement de direction de la rangée de 30 à 40° vers l'aval: comprend tout le matériel nécessaire (ancrage, câbles, serre-câbles,...). Métrage par câble additionnel					
	Flet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	p		250.00	0.00	
	Flet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	p		250.00	0.00	
	Flet n° 23 / RXE-2000 / 72 x 5 m	p		250.00	0.00	
	Flet n° 24 / RXE-2000 / 24 x 5 m	p		250.00	0.00	
	Flet n° 25 / RXE-2000 / 62 x 5 m	p		250.00	0.00	
	Flet n° 26 / RXE-2000 / 80 x 5 m	p		250.00	0.00	
4.1.1.1.6	Ancrages à câble type Geobrug® ou équivalent, Ø18.5 mm (pour hauban aval supplémentaire et câble de retenue additionnel amont)					
	Galvanisation selon fournisseur. Y compris tube de stabilisation, coulis de scellement, chaussette systématique (pour éviter perte de mortier de scellement) et tous les éléments nécessaires au montage					
	Flet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	m'	6	80.00	480.00	
	Flet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	m'	6	80.00	480.00	
	Flet n° 23 / RXE-2000 / 72 x 5 m	m'	0	80.00	0.00	
	Flet n° 24 / RXE-2000 / 24 x 5 m	m'	0	80.00	0.00	
	Flet n° 25 / RXE-2000 / 62 x 5 m	m'	0	80.00	0.00	
	Flet n° 26 / RXE-2000 / 80 x 5 m	m'	0	80.00	0.00	
4.1.1.1.7	Élément de flet à anneaux en acier type ROCCO® 12/3/350 ou équivalent pour fermer l'espace sous le câble porteur inférieur d'un écran en cas de dépression du terrain naturel (bavette): comprend tout le matériel nécessaire au montage (câbles, serres-câbles,...). Métrage surface en place					
	Flet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	m2	0	85.00	0.00	
	Flet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	m2	0	85.00	0.00	
	Flet n° 23 / RXE-2000 / 72 x 5 m	m2	20	85.00	1'700.00	
	Flet n° 24 / RXE-2000 / 24 x 5 m	m2	20	85.00	1'700.00	
	Flet n° 25 / RXE-2000 / 62 x 5 m	m2	30	85.00	2'550.00	
	Flet n° 26 / RXE-2000 / 80 x 5 m	m2	15	85.00	1'275.00	
4.1.1.1.8	Élément de flet à anneaux en acier type TECCO® G80/4 ou équivalent, en triangle, pour pose à l'extrémité d'un écran, yc câbles et tous les éléments nécessaires au montage. Métrage surface en place					
	Flet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	m2	0	95.00	0.00	
	Flet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	m2	0	95.00	0.00	
	Flet n° 23 / RXE-2000 / 72 x 5 m	m2	18.75	95.00	1'781.25	
	Flet n° 24 / RXE-2000 / 24 x 5 m	m2	0	95.00	0.00	
	Flet n° 25 / RXE-2000 / 62 x 5 m	m2	0	95.00	0.00	
	Flet n° 26 / RXE-2000 / 80 x 5 m	m2	0	95.00	0.00	

		Filet n° 15 / RXE-5000 / 60 x 9 m	m3	5.6	700.00	3920.00
		Filet n° 10 / RXE-5000 / 64 x 6 m	m3	7.2	700.00	5040.00
4.1.2.1.4	Tiges filetées inox M20 L 350 mm pour fixation dans l'assise en béton des piliers de support.					
		Filet n° 15 / RXE-5000 / 60 x 9 m	p	14	40.00	560.00
		Filet n° 10 / RXE-5000 / 64 x 6 m	p	18	40.00	720.00
4.1.2.1.5	Hauban aval en cas de changement de direction de la rangée de 5 à 25° vers l'amont: comprend tout le matériel nécessaire au montage (câbles, serre-câbles,...). Métrage par hauban					
		Filet n° 15 / RXE-5000 / 60 x 9 m	p		250.00	n.m.
		Filet n° 10 / RXE-5000 / 64 x 6 m	p		250.00	n.m.
4.1.2.1.6	Câble de retenue additionnel (amont) en cas de changement de direction de la rangée de 30 à 40° vers l'aval: comprend tout le matériel nécessaire (ancrage, câbles, serre-câbles,...). Métrage par câble additionnel					
		Filet n° 15 / RXE-5000 / 60 x 9 m	p	3	250.00	750.00
		Filet n° 10 / RXE-5000 / 64 x 6 m	p		250.00	n.m.
4.1.2.1.7	Ancrages à câble type Geobrugg® ou équivalent, Ø18.5 mm (pour hauban aval supplémentaire et câble de retenue additionnel amont) Galanisation selon fournisseur. Y compris tube de stabilisation, coulis de scellement, chaussette systématique (pour éviter perte de mortier de scellement) et tous les éléments nécessaires au montage					
		Filet n° 15 / RXE-5000 / 60 x 9 m	m²	18	80.00	1'440.00
		Filet n° 10 / RXE-5000 / 64 x 6 m	m²		80.00	0.00
4.1.2.1.8	Élément de filet à anneaux en acier type ROCCO® 12/3/350 ou équivalent pour fermer l'espace sous le câble porteur					
		Filet n° 15 / RXE-5000 / 60 x 9 m	m2		85.00	0.00
		Filet n° 10 / RXE-5000 / 64 x 6 m	m2		85.00	0.00
4.1.2.1.9	Élément de filet à anneaux en acier type TECO® G80/4 ou équivalent, en triangle, pour pose à l'extrémité d'un écran, yc					
		Filet n° 15 / RXE-5000 / 60 x 9 m	m2	61	95.00	5'771.25
		Filet n° 10 / RXE-5000 / 64 x 6 m	m2		95.00	0.00
4.1.3	DIVERS					
4.1.3.1	Echelle d'accès sur le côté Est du filet n°13		p	1	2'000.00	2'000.00
Total fourniture					CHF	495'363.66 0.00

Total fourniture					CHF	395'867.25 0.00
------------------	--	--	--	--	-----	-----------------

4.2	POSE (quantités théoriques)					
4.2.1	ECRANS PARE-PIERRES					
4.2.1.1	Implantation de l'ouvrage sur indication et en présence du géologue					
		Filet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	m²	27	20.00	540.00
		Filet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	m²	43	20.00	860.00
		Filet n° 13 / RXE-3000 / 32 x 7 m	m²	32	20.00	640.00
		Filet n° 14 / RXE-3000 / 42 x 6 m	m²	42	20.00	840.00
		Filet n° 15 / RXE-5000 / 60 x 9 m	m²	60	20.00	1'200.00
		Filet n° 10 / RXE-5000 / 64 x 6 m	m²	64	20.00	1'280.00
4.2.1.3	Forage destructif dans toutes directions et tous terrains pour mise en place des ancrages à câble spiroïdal Geobrugg® ou similaire pour fixation des câbles porteur et des haubans au rocher (extrémités de l'écran) - Diamètre ≥ 115 mm (degré de protection 2a selon SIA 267) - Longueur admise 6000 mm - Toutes inclinaisons yc toutes sujétions (notamment déplacement d'un ancrage à l'autre)					
		Filet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	m²	72	120.00	8'640.00
		Filet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	m²	90	120.00	10'800.00
		Filet n° 13 / RXE-3000 / 32 x 7 m	m²	72	120.00	8'640.00
		Filet n° 14 / RXE-3000 / 42 x 6 m	m²	90	120.00	10'800.00
		Filet n° 15 / RXE-5000 / 60 x 9 m	m²	186	120.00	22'320.00
		Filet n° 10 / RXE-5000 / 64 x 6 m	m²	192	120.00	23'040.00
4.2.1.4	Forage destructif dans toutes directions et tous terrains pour mise en place des trants d'ancrage type Swiss GEWI® ou similaire pour fixation des plaques de base de type RXI ou similaire - Diamètre ≥ 115 mm pour double injection sur place, ≥ 90 mm pour les clous préinjectés (degré de protection 2a selon SIA 267) - Longueur admise 4000 et 6000 mm yc toutes sujétions (notamment déplacement d'un ancrage à l'autre)					
		Filet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	m²	30	120.00	3'600.00
		Filet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	m²	40	120.00	4'800.00
		Filet n° 13 / RXE-3000 / 32 x 7 m	m²	20	120.00	2'400.00
		Filet n° 14 / RXE-3000 / 42 x 6 m	m²	50	120.00	6'000.00
		Filet n° 15 / RXE-5000 / 60 x 9 m	m²	78	120.00	9'360.00
		Filet n° 10 / RXE-5000 / 64 x 6 m	m²	98	120.00	11'760.00
4.2.1.6	Mise en place des trants d'ancrage type Swiss GEWI® et des ancrages à câbles, avec scellement sur toute la longueur yc mise en place d'une chaussette si nécessaire ainsi que tous les éléments nécessaires à la pose					
		Filet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	m²	102	25.00	2'550.00
		Filet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	m²	130	25.00	3'250.00
		Filet n° 13 / RXE-3000 / 32 x 7 m	m²	92	25.00	2'300.00
		Filet n° 14 / RXE-3000 / 42 x 6 m	m²	140	25.00	3'500.00
		Filet n° 15 / RXE-5000 / 60 x 9 m	m²	264	25.00	6'600.00
		Filet n° 10 / RXE-5000 / 64 x 6 m	m²	290	25.00	7'250.00
4.2.1.7	Exécution d'une assise en béton armé pour plaque de base, dimensions minimales L x P x H = 0.8 x 0.6 x 0.8 m, qualité du béton C20/25, XC4-XF3, Cl 0.2, Dmax 32, F3, bord aval de l'assise au niveau du terrain, yc excavation en terrain meuble (éboulis) ou rocher					
		Filet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	p	3	400.00	1'200.00
		Filet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	p	4	400.00	1'600.00
		Filet n° 13 / RXE-3000 / 32 x 7 m	p	2	400.00	800.00
		Filet n° 14 / RXE-3000 / 42 x 6 m	p	5	400.00	2'000.00
		Filet n° 15 / RXE-5000 / 60 x 9 m	p	7	400.00	2'800.00
		Filet n° 10 / RXE-5000 / 64 x 6 m	p	9	400.00	3'600.00
4.2.1.8	Montage des écrans pare-pierres selon procédé du fabricant					
		Filet n° 11 / RXE-3000 / 27 x 7 m	m²	27	650.00	17'550.00
		Filet n° 12 / RXE-3000 / 43 x 7 m	m²	43	650.00	27'950.00

4.2	POSE (quantités théoriques)					
4.2.1	ECRANS PARE-PIERRES					
4.2.1.1	Implantation de l'ouvrage sur indication et en présence du géologue					
		Filet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	m²	48	20.00	960.00
		Filet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	m²	90	20.00	1'800.00
		Filet n° 23 / RXE-2000 / 72 x 5 m	m²	72	20.00	1'440.00
		Filet n° 24 / RXE-2000 / 24 x 5 m	m²	24	20.00	480.00
		Filet n° 25 / RXE-2000 / 62 x 5 m	m²	62	20.00	1'240.00
		Filet n° 26 / RXE-2000 / 80 x 5 m	m²	80	20.00	1'600.00
4.2.1.3	Forage destructif dans toutes directions et tous terrains pour mise en place des ancrages à câble spiroïdal Geobrugg® ou similaire pour fixation des câbles porteur et des haubans au rocher (extrémités de l'écran) - Diamètre ≥ 115 mm (degré de protection 2a selon SIA 267) - Longueur admise 6000 mm - Toutes inclinaisons yc toutes sujétions (notamment déplacement d'un ancrage à l'autre)					
		Filet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	m²	72	120.00	8'640.00
		Filet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	m²	138	120.00	16'560.00
		Filet n° 23 / RXE-2000 / 72 x 5 m	m²	126	120.00	15'120.00
		Filet n° 24 / RXE-2000 / 24 x 5 m	m²	72	120.00	8'640.00
		Filet n° 25 / RXE-2000 / 62 x 5 m	m²	84	120.00	10'080.00
		Filet n° 26 / RXE-2000 / 80 x 5 m	m²	126	120.00	15'120.00
4.2.1.4	Forage destructif dans toutes directions et tous terrains pour mise en place des trants d'ancrage type Swiss GEWI® ou similaire pour fixation des plaques de base de type RXI ou similaire - Diamètre ≥ 115 mm pour double injection sur place, ≥ 90 mm pour les clous préinjectés (degré de protection 2a selon SIA 267) - Longueur admise 4000 et 6000 mm yc toutes sujétions (notamment déplacement d'un ancrage à l'autre)					
		Filet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	m²	40	120.00	4'800.00
		Filet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	m²	70	120.00	8'400.00
		Filet n° 23 / RXE-2000 / 72 x 5 m	m²	80	120.00	9'600.00
		Filet n° 24 / RXE-2000 / 24 x 5 m	m²	20	120.00	2'400.00
		Filet n° 25 / RXE-2000 / 62 x 5 m	m²	60	120.00	7'200.00
		Filet n° 26 / RXE-2000 / 80 x 5 m	m²	80	120.00	9'600.00
4.2.1.6	Mise en place des trants d'ancrage type Swiss GEWI® et des ancrages à câbles, avec scellement sur toute la longueur yc mise en place d'une chaussette si nécessaire ainsi que tous les éléments nécessaires à la pose					
		Filet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	m²	112	25.00	2'800.00
		Filet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	m²	208	25.00	5'200.00
		Filet n° 23 / RXE-2000 / 72 x 5 m	m²	206	25.00	5'150.00
		Filet n° 24 / RXE-2000 / 24 x 5 m	m²	92	25.00	2'300.00
		Filet n° 25 / RXE-2000 / 62 x 5 m	m²	144	25.00	3'600.00
		Filet n° 26 / RXE-2000 / 80 x 5 m	m²	206	25.00	5'150.00
4.2.1.7	Exécution d'une assise en béton armé pour plaque de base, dimensions minimales L x P x H = 0.8 x 0.6 x 0.8 m, qualité du béton C20/25, XC4-XF3, Cl 0.2, Dmax 32, F3, bord aval de l'assise au niveau du terrain, yc excavation en terrain meuble (éboulis) ou rocher					
		Filet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	p	4	400.00	1'600.00
		Filet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	p	7	400.00	2'800.00
		Filet n° 23 / RXE-2000 / 72 x 5 m	p	8	400.00	3'200.00
		Filet n° 24 / RXE-2000 / 24 x 5 m	p	2	400.00	800.00
		Filet n° 25 / RXE-2000 / 62 x 5 m	p	6	400.00	2'400.00
		Filet n° 26 / RXE-2000 / 80 x 5 m	p	8	400.00	3'200.00
4.2.1.8	Montage des écrans pare-pierres selon procédé du fabricant					
		Filet n° 21 / RXE-2000 / 48 x 5 m	m²	48	450.00	21'600.00
		Filet n° 22 / RXE-2000 / 90 x 5 m	m²	90	450.00	40'500.00

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

DOCUMENT DE TRAVAIL

OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LES CHUTES DE PIERRES PROJET D'OUVRAGE OPTIMISÉ

5. DIGUES PARE-PIERRES ET REMBLAYAGE ANCIENNE RC

Lot n° 1 - Village

	Q	U	PU	Montant	Sous-totaux	Hypothèses	Durées
0 Concassage					135'860		
0.1 Aménée matériaux de portail à concasseur pour digues : 2, 4						Compté 7'340 m3. Sortie tunnel 30 m3 /j -> 50 m3/j foisonnés.	3.0 mois de concassage
Stockage de 4 mois d'excavation (70 m3) SISO sur RC - 4000 m3 avant concassage en continu durant 3 mois							
Digue Village : 4240 m3 / Digue Furcil : 1000 m3							
Aménée matériaux de portail à dépôt provisoire (à proximité concasseur)	5240	m3	5	26'200			
Mise en dépôt matériaux attente concasseur	5240	m3	3	15'720			
Chargement concasseur	5240	m3	6	31'440			
0.2 Aménée matériaux concassés de portail à ancienne RC pour remblayage : 6							
Remblayage ancienne RC : 2000 m3 de matériaux concassés et 6000 m3 non concassés	2000	m3	5	10'000			
Chargement concasseur	2000	m3	6	12'000			
0.3 Concasseur : 2, 4, 6							
Install. de concasseur à percussion, sur chenilles, 50 t/h	3	mois	13'500	40'500			
1 Goulotte					97'420	120 ml / éléments en acier (~5 ml) / fichés dans terrains avec GEWI	3 semaines de travaux (hors défrichements)
1.1 Défrichage et préparation terrain						120 ml x 6 m de largeur -> 720 m2	
Abattage arbres < 15 cm (y.c. chargement, transport, évacuation)	720	m2	6	4'320			
Abattage arbres > 15 cm (y.c. chargement, transport, évacuation)	14	p	100	1'400		1 arbre / 50 m2	
Essouchement à la machine (y.c. transport et évacuation)	14	p	250	3'500		1 arbre / 50 m2	
Nivellement terrain	80	m3	25	2'000		Hypothèse: matériaux stockés latéralement, sans évacuation, 80 m3 selon profil en travers.	
1.2 Matériel						Réutilisation de matériaux tubulaires en acier	
Tôle pour goulotte	13	to	3'000	39'000		Tube acier diamètre 1500 mm, épaisseur 5 mm	
Barres de fixation type GEWI 1 Ø 10 (50 pièces)	50	m	200	10'000		Fixation au terrain, 2 par élément de tôle	
1.3 Mise en place goulotte							
Installation goulotte + réglage terrain (pelle + mach. + ouvr. + hélicoptère)	120	m	250	30'000			
1.4 Digue provisoire de réception matériaux						12 ml / 2,5 m de hauteur / enrochements parement amont	Mise en œuvre digue: 1 semaine (temps masqué goulotte)
Aménée matériaux depuis portail vers digue de réception (matériaux non concassés)	120	m3	20	2'400			
Remblais à la machine (y.c. compactage par couches)	120	m3	40	4'800			
2 Digue Village					682'050	125 ml / 6 m de hauteur	3.0 mois de travaux
2.1 Défrichage							
Abattage arbres < 15 cm (y.c. chargement, transport, évacuation)	2500	m2	6	15'000			
Abattage arbres > 15 cm (y.c. chargement, transport, évacuation)	50	p	100	5'000		1 arbre / 50 m2	
Essouchement à la machine (y.c. transport et évacuation)	50	p	250	12'500		1 arbre / 50 m2	
2.2 Préparation du terrain							
Déblais à la machine pour création plateforme de fondation et fosse	3400	m3	15	51'000			
Evacuation matériaux y.c. transport et taxes	2040	m3	45	91'800		Réutilisation de 40% des déblais (soit 1360 m3) pour remblayage digue (y.c. horizons A et B)	
2.3 Erection digue							
Remblais à la machine (y.c. compactage par couches)	1950	m3	40	78'000			
Fourniture et pose de système terre armée type Terramur	1950	m2	145	282'750		En m2 de surface visible (faces amont, avalés et latérales)	
3 Piste pour digue Village					49'150	100 ml (y.c. piste amont digue de réception) / 3 m de largeur	Travaux préparatoire - 2 semaines
3.1 Défrichage							
Abattage arbres < 15 cm (y.c. chargement, transport, évacuation)	1200	m2	6	7'200			
Abattage arbres > 15 cm (y.c. chargement, transport, évacuation)	24	p	100	2'400		1 arbre / 50 m2	
Essouchement à la machine (y.c. transport et évacuation)	24	p	250	6'000		1 arbre / 50 m2	
3.2 Préparation du terrain							
Déblais à la machine pour création plateforme piste	570	m3	15	8'550			
Evacuation matériaux (y.c. transport et taxes)	440	m3	45	19'800			
Remblais de mise à niveau à la machine (y.c. compactage)	130	m3	40	5'200			
4 Digue Furcil					293'750	150 ml / 2 niveaux de gabions : 2 gabions niveau basal, 1 gabion niveau sommital (750 m3) / Bafix pour raidissement	1.5 mois de travaux (à réaliser en parallèle digue Village)
4.1 Défrichage						150 ml / 2 niveaux de gabions	
Abattage arbres < 15 cm (y.c. chargement, transport, évacuation)	1050	m2	6	6'300		Défrichage bande de largeur 7 m (3m gabions + 4 m accès)	
Abattage arbres > 15 cm (y.c. chargement, transport, évacuation)	42	p	100	4'200		1 arbre / 25 m2	
Essouchement à la machine (y.c. transport et évacuation)	42	p	250	10'500		1 arbre / 25 m2	
4.2 Préparation du terrain							
Déblais à la machine digue existante pour planie pour pose gabions	225	m3	15	3'375		Hypothèse: décapage des premiers 0,3 m pour gabions + talus amont de digue existante pour pose enrochement	
Evacuation matériaux (y.c. transport et taxes)	225	m3	45	10'125			
Grave pour piste chantier	50	m3	80	4'000			
4.3 Erection gabions							
Fourniture des gabions : armature métallique (200 x 100 x 100)	375	p	250	93'750			
Aménée matériaux concassés depuis goulotte vers digue	950	m3	15	14'250			
Remplissage et pose des gabions (y.c. calage)	750	m3	160	120'000			
Natte anti-contaminant entre gabions et remblais	450	m2	4	1'800			
Chargement + transport des enrochements vers digue	35	m3	70	2'450			
Mise en œuvre des enrochements	150	m3	100	15'000			
Pose matériaux concassés de réglage	200	m3	40	8'000			
5 Degrappage enrobé ancienne RC					115'000	330 ml x 6 m largeur -> 2000 m2 / épaisseur 15 cm	1 semaine
5.1 Degrappage enrobé ancienne RC							
Mise à disposition fraiseuse	1	gl	3'000	3'000			
Fraisage (15 cm) - asphalte pollué HAP	2000	m2	11	22'000			
5.2 Evacuation matériaux pollués HAP							
Transport en décharge	720	to	60	43'200		Prix variable selon distance	
Taxes	720	to	65	46'800			
6 Remblayage ancienne RC					220'000	8000 m3 : 2'000 m3 concassés et réutilisation de 6'000 m3 en l'état	Selon sorties d'excavation SISO - à l'avancement
6.1 Remblayage route							
Aménée matériaux pour remblage route - 1 m assise de base avec matériaux concassés	2000	m3				Transport comptabilisé au poste concassage (0)	
Mise en œuvre matériaux (y.c. compactage)	2000	m3	35	70'000			
Aménée matériaux direct, depuis SISO pour remblage route	6000	m3	5	30'000			
Mise en œuvre matériaux (sans compactage)	6000	m3	20	120'000			

7 Remise en état chemin historique					7'200	600 ml de chemin à reprendre : 0.3 m3 / m de grave	1 semaine
7.1 Remise en état				-			
Mise en place matériaux (y.c. compactage).	180	m3	40	7'200			
8 Travaux divers					248'063	-	-
8.1 Installations de chantier (10%)				160'043			
8.2 Divers et imprévus (5%)				88'020			
				-			
TOTAL					1'848'493		

OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LES CHUTES DE PIERRES PROJET D'OUVRAGE OPTIMISÉ
--

Estimation de coût

6. CLOUAGE

Lot n° 2 - H10

Pos.	Prestations	Unité	Quantité	Prix par unité	Somme	
					subvent.	non subvent.
6.1	FOURNITURES (quantités théoriques)					
6.1.1	CLOUAGE ET CEINTURAGE					
6.1.1.1	Barre d'ancrage type Swiss GEWI® 500/550 ou similaire pour clouage des masses instables. Type permanent (degré 2 de protection contre la corrosion selon SIA 267) avec double-injection sur place ou préinjecté en usine (au choix de l'entrepreneur), y compris plaques d'appui type plaques à griffes TECCO® avec écrous à rotule convexe ou écrous sphériques tournants - Diamètre ≥ 28 mm - Longueur 4000 mm Yc coulis de scellement et tous les éléments nécessaires au montage Tous les éléments avec protection anti-corrosion					
	H10 combe Hory - Paroi H-C1 - OUI	p	5	240.00	1'200.00	
	H10 mur aval - Paroi H-C2 - OUI	p	7.5	240.00	1'800.00	
	H10 source - Paroi H-C3 - OUI	p	55	240.00	13'200.00	
	H10 portail - Paroi H-C4 - OUI	p	75	240.00	18'000.00	
6.1.1.2	Barres d'ancrages type Swiss GEWI® ou similaire pour clouage des masses instables. Type permanent (degré 2 de protection contre la corrosion selon SIA 267) avec double injection sur place ou préinjecté en usine (au choix de l'entrepreneur), y compris plaques d'appui. - Diamètre 28 mm. - Longueur 6000 mm Yc coulis de scellement et tous les éléments nécessaires au montage Tous les éléments à l'air libre avec protection anti-corrosion					
	H10 combe Hory - Paroi H-C1 - OUI	p	5	360.00	1'800.00	
	H10 mur aval - Paroi H-C2 - OUI	p	7.5	360.00	2'700.00	
	H10 source - Paroi H-C3 - OUI	p	55	360.00	19'800.00	
	H10 portail - Paroi H-C4 - OUI	p	75	360.00	27'000.00	
6.1.1.3	Plus-value sur 6.1.1.1 et 6.1.1.2 par m² de barres d'ancrages supplémentaire (jusqu'à longueur totale 8 m')	m²	-	25.00	p.m.	
6.1.1.4	Chaussette (pour éviter perte de coulis)					
	H10 combe Hory - Paroi H-C1 - OUI	m'	50	5.00	p.m.	
	H10 mur aval - Paroi H-C2 - OUI	m'	75	5.00	p.m.	
	H10 source - Paroi H-C3 - OUI	m'	550	5.00	p.m.	
	H10 portail - Paroi H-C4 - OUI	m'	750	5.00	p.m.	
6.1.1.5	Treillis TECCO® G65, Ø de fil 3 mm, (métrage: surface couverte) Y compris fils d'acier pour liaison entre éléments de treillis et tous les éléments nécessaires au montage	m2	-	50.00	p.m.	

6.2	POSE (quantités théoriques)					
6.2.1	CLOUAGE ET CEINTURAGE					
6.2.1.1	Forage en falaise dans toutes directions et tous terrains pour mise en place des clous type Swiss GEWI® ou similaires - Diamètre: ≥ 115 mm pour double injection sur place, ≥ 90 mm pour les clous préinjectés (degré de protection 2a selon SIA 267) - Inclinaison de principe 10° sous l'horizontale Yc tubage si nécessaire et toutes sujétions (notamment déplacement d'un ancrage à l'autre dans une même zone)					
	H10 combe Hory - Paroi H-C1 - OUI	m'	50	120.00	6'000.00	
	H10 mur aval - Paroi H-C2 - OUI	m'	75	120.00	9'000.00	
	H10 source - Paroi H-C3 - OUI	m'	550	120.00	66'000.00	
	H10 portail - Paroi H-C4 - OUI	m'	750	120.00	90'000.00	

OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LES CHUTES DE PIERRES PROJET D'OUVRAGE OPTIMISÉ
--

Estimation de coût

6. CLOUAGE

Lot n° 3 - RC171

Pos.	Prestations	Unité	Quantité	Prix par unité	Somme	
					subvent.	non subvent.
6.1	FOURNITURES (quantités théoriques)					
6.1.1	CLOUAGE ET CEINTURAGE					
6.1.1.1	Barre d'ancrage type Swiss GEWI® 500/550 ou similaire pour clouage des masses instables. Type permanent (degré 2 de protection contre la corrosion selon SIA 267) avec double-injection sur place ou préinjecté en usine (au choix de l'entrepreneur), y compris plaques d'appui type plaques à griffes TECCO® avec écrous à rotule convexe ou écrous sphériques tournants - Diamètre ≥ 28 mm - Longueur 4000 mm Yc coulis de scellement et tous les éléments nécessaires au montage Tous les éléments avec protection anti-corrosion					
	RC171 est - Paroi R-C1 - OUI	p	6	240.00	1'440.00	
	RC171 est - Paroi R-C2 - OUI	p	4	240.00	960.00	
	RC171 est - Paroi R-C3 - OUI	p	18	240.00	4'320.00	
	RC171 centre aval - Paroi R-C4 - OUI	p	22	240.00	5'280.00	
	RC171 ouest - Paroi R-C5 - OUI	p	18	240.00	4'320.00	
	RC171 ouest - Paroi R-C6 - NON	p	6	240.00		1'440.00
	RC171 col - Paroi R-C7 - OUI	p	4	240.00	960.00	
6.1.1.2	Barres d'ancrages type Swiss GEWI® ou similaire pour clouage des masses instables. Type permanent (degré 2 de protection contre la corrosion selon SIA 267) avec double-injection sur place ou préinjecté en usine (au choix de l'entrepreneur), y compris plaques d'appui - Diamètre 28 mm. - Longueur 6000 mm Yc coulis de scellement et tous les éléments nécessaires au montage Tous les éléments à l'air libre avec protection anti-corrosion					
	RC171 est - Paroi R-C1 - OUI	p	6	360.00	2'160.00	
	RC171 est - Paroi R-C2 - OUI	p	4	360.00	1'440.00	
	RC171 est - Paroi R-C3 - OUI	p	18	360.00	6'480.00	
	RC171 centre aval - Paroi R-C4 - OUI	p	22	360.00	7'920.00	
	RC171 ouest - Paroi R-C5 - OUI	p	18	360.00	6'480.00	
	RC171 ouest - Paroi R-C6 - NON	p	6	360.00		2'160.00
	RC171 col - Paroi R-C7 - OUI	p	4	360.00	1'440.00	
6.1.1.3	Plus-value sur 6.1.1.1 et 6.1.1.2 par m² de barres d'ancrages supplémentaire (jusqu'à longueur totale 8 m')	m²	-	25.00	p.m.	
6.1.1.4	Chaussette (pour éviter perte de coulis)					
	RC171 est - Paroi R-C1 - OUI	m'	60	5.00	p.m.	
	RC171 est - Paroi R-C2 - OUI	m'	40	5.00	p.m.	
	RC171 est - Paroi R-C3 - OUI	m'	180	5.00	p.m.	
	RC171 centre aval - Paroi R-C4 - OUI	m'	220	5.00	p.m.	
	RC171 ouest - Paroi R-C5 - OUI	m'	180	5.00	p.m.	
	RC171 ouest - Paroi R-C6 - NON	m'	60	5.00		p.m.
	RC171 col - Paroi R-C7 - OUI	m'	40	5.00	p.m.	
6.1.1.5	Treillis TECCO® G65, Ø de fil 3 mm, (métrage: surface couverte) Y compris fils d'acier pour liaison entre éléments de treillis et tous les éléments nécessaires au montage	m2	-	50.00	p.m.	

6.2	POSE (quantités théoriques)					
6.2.1	CLOUAGE ET CEINTURAGE					
6.2.1.1	Forage en falaise dans toutes directions et tous terrains pour mise en place des clous type Swiss GEWI® ou similaires - Diamètre: ≥ 115 mm pour double injection sur place, ≥ 90 mm pour les clous préinjectés (degré de protection 2a selon SIA 267) - Inclinaison de principe 10° sous l'horizontale Yc tubage si nécessaire et toutes sujétions (notamment déplacement d'un ancrage à l'autre dans une même zone)					
	RC171 est - Paroi R-C1 - OUI	m'	60	120.00	7'200.00	
	RC171 est - Paroi R-C2 - OUI	m'	40	120.00	4'800.00	
	RC171 est - Paroi R-C3 - OUI	m'	180	120.00	21'600.00	
	RC171 centre aval - Paroi R-C4 - OUI	m'	220	120.00	26'400.00	
	RC171 ouest - Paroi R-C5 - OUI	m'	180	120.00	21'600.00	
	RC171 ouest - Paroi R-C6 - NON	m'	60	120.00		7'200.00

6.2.1.2	Mise en place des barres d'ancrage type Swiss GEWI®, avec alignement et scellement sur toutes la longueur de la barre Yc tous les éléments nécessaires à la pose (chaussette cas échéant)								
	H10 combe Hory - Paroi H-C1 - OUI	m'	50	25.00	1'250.00				
	H10 mur aval - Paroi H-C2 - OUI	m'	75	25.00	1'875.00				
	H10 source - Paroi H-C3 - OUI	m'	550	25.00	13'750.00				
	H10 portail - Paroi H-C4 - OUI	m'	750	25.00	18'750.00				
6.2.1.3	Mise en place des treillis type TECCO® (métrage: surface couverte), yc câbles de bord, ligatures et si nécessaire câbles intermédiaires ainsi que tous les éléments nécessaires à la pose	m2	-	50.00	p.m.				
6.2.1.4	Test de traction en rocher selon norme SIA 267/1, y compris installation, préparation de l'assise, montage, dispositif d'appui, démontage, déplacement et rapport.	p	20	350.00	7'000.00				
Total clouage (fourniture + pose)				CHF		299'125.00	0.00		

6.2.1.2	Mise en place des barres d'ancrage type Swiss GEWI®, avec alignement et scellement sur toutes la longueur de la barre Yc tous les éléments nécessaires à la pose (chaussette cas échéant)								
	RC171 col - Paroi R-C7 - OUI	m'	40	120.00	4'800.00				
	RC171 est - Paroi R-C1 - OUI	m'	60	25.00	1'500.00				
	RC171 est - Paroi R-C2 - OUI	m'	40	25.00	1'000.00				
	RC171 est - Paroi R-C3 - OUI	m'	180	25.00	4'500.00				
	RC171 centre aval - Paroi R-C4 - OUI	m'	220	25.00	5'500.00				
	RC171 ouest - Paroi R-C5 - OUI	m'	180	25.00	4'500.00				
	RC171 ouest - Paroi R-C6 - NON	m'	60	25.00		1'500.00			
	RC171 col - Paroi R-C7 - OUI	m'	40	25.00	1'000.00				
6.2.1.3	Mise en place des treillis type TECCO® (métrage: surface couverte), yc câbles de bord, ligatures et si nécessaire câbles intermédiaires ainsi que tous les éléments nécessaires à la pose	m2	-	50.00	p.m.				
6.2.1.4	Test de traction en rocher selon norme SIA 267/1, y compris installation, préparation de l'assise, montage, dispositif d'appui, démontage, déplacement et rapport.	p	8	350.00	2'800.00				
Total clouage (fourniture + pose)				CHF		150'400.00	12'300.00		

OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LES CHUTES DE PIERRES
PROJET D'OUVRAGE OPTIMISÉ

Estimation de coût

7. TREILLIS PLAQUES

Lot n° 2 - H10

Pos.	Prestations	Unité	Quantité	Prix par unité	Somme	
					subvent.	non subvent.
7.1	FOURNITURES (quantités théoriques)					
7.1.1	TREILLIS PLAQUES					
7.1.1.1	Barre d'ancrage type Swiss GEWI® 500/550 ou similaire pour fixation des treillis plaqués, yc plaques d'appui. Type permanent (degré 2 de protection contre la corrosion selon SIA 267) avec double-injection sur place ou préinjecté en usine - Diamètre ≥ 25 mm - Longueur 2000 mm Yc coulis de scellement et tous les éléments nécessaires au montage Tous les éléments avec protection anti-corrosion (degré de					
	H10 combe Hory - Paroi H-T1 - OUI	p	49	140,00	6'860,00	
	H10 mur est - Paroi H-T2 - OUI	p	238	140,00	33'320,00	
	H10 mur ouest - Paroi H-T3 - OUI	p	308	140,00	43'120,00	
	Barre d'ancrage type Swiss GEWI® 500/550 ou similaire pour clouage des masse instables. Type permanent (degré 2 de protection contre la corrosion selon SIA 267) avec double-injection sur place ou préinjecté en usine (au choix de l'entrepreneur), y compris plaques d'appui type plaques à griffes TECCO® avec écrous à rotule convexe ou écrous sphériques tournants - Diamètre ≥ 28 mm - Longueur 4000 mm Yc coulis de scellement et tous les éléments nécessaires au montage Tous les éléments avec protection anti-corrosion					
	H10 combe Hory - Paroi H-T1 - OUI	p	4	240,00	840,00	
	H10 mur est - Paroi H-T2 - OUI	p	17	240,00	4'080,00	
	H10 mur ouest - Paroi H-T3 - OUI	p	22	240,00	5'280,00	
	Barres d'ancrages type Swiss GEWI® ou similaire pour clouage des masses instables. Type permanent (degré 2 de protection contre la corrosion selon SIA 267) avec double-injection sur place ou préinjecté en usine (au choix de l'entrepreneur), y compris plaques d'appui - Diamètre 28 mm. - Longueur 6000 mm Yc coulis de scellement et tous les éléments nécessaires au montage Tous les éléments à l'air libre avec protection anti-corrosion					
	H10 combe Hory - Paroi H-T1 - OUI	p	4	360,00	1'260,00	
	H10 mur est - Paroi H-T2 - OUI	p	17	360,00	6'120,00	
	H10 mur ouest - Paroi H-T3 - OUI	p	22	360,00	7'920,00	
7.1.1.2	Treillis métallique à maille hexagonale double torsion - Maille 80 x 100 mm, fil 3 mm Resistances: • traction longitudinale ≥ 51 KN/m' • traction transversale ≥ 25 KN/m' • poinçonnement ≥ 26 KN - Câble de bord et câble de retenue, fil 14 mm Yc ligatures avec fils 3 mm et tous les éléments nécessaires au montage (métrage: surface couverte) Tous les éléments avec protection anti-corrosion					
	H10 combe Hory - Paroi H-T1 - OUI	m2	350	12,00	4'200,00	
	H10 mur est - Paroi H-T2 - OUI	m2	1'700	12,00	20'400,00	
	H10 mur ouest - Paroi H-T3 - OUI	m2	2'200	12,00	26'400,00	
7.1.1.3	Treillis TECCO® G65, Ø de fil 3 mm, (métrage: surface couverte) Y compris fils d'acier pour liaison entre éléments de treillis et tous les éléments nécessaires au montage	m2	-	70,00	p.m.	
7.1.1.4	Câbles de bord fil 14 mm, yc serre-câbles et tous les éléments nécessaire au montage Tous les éléments avec protection anti-corrosion	m'	100	8,00	800,00	
	H10 combe Hory - Paroi H-T1 - OUI	m'				

OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LES CHUTES DE PIERRES
PROJET D'OUVRAGE OPTIMISÉ

Estimation de coût

7. TREILLIS PLAQUES

Lot n° 3 - RC171

Pos.	Prestations	Unité	Quantité	Prix par unité	Somme	
					subvent.	non subvent.
7.1	FOURNITURES (quantités théoriques)					
7.1.1	TREILLIS PLAQUES					
7.1.1.1	Barre d'ancrage type Swiss GEWI® 500/550 ou similaire pour fixation des treillis plaqués, yc plaques d'appui. Type permanent (degré 2 de protection contre la corrosion selon SIA 267) avec double-injection sur place ou préinjecté en usine - Diamètre ≥ 25 mm - Longueur 2000 mm Yc coulis de scellement et tous les éléments nécessaires au montage Tous les éléments avec protection anti-corrosion (degré de					
	RC171 est - Paroi R-T1 - NON	p	70	140,00		9'800,00
	RC171 est - Paroi R-T2 - OUI	p	42	140,00	5'880,00	
	RC171 centre amont - Paroi R-T3 - NON	p	168	140,00		23'520,00
	RC171 ouest - Paroi R-T4 - NON	p	21	140,00		2'940,00
	RC171 col - Paroi R-T5 - OUI	p	28	140,00	3'920,00	
	RC171 col - Paroi R-T6 - NON	p	119	140,00		16'660,00
	Barre d'ancrage type Swiss GEWI® 500/550 ou similaire pour clouage des masse instables. Type permanent (degré 2 de protection contre la corrosion selon SIA 267) avec double-injection sur place ou préinjecté en usine (au choix de l'entrepreneur), y compris plaques d'appui type plaques à griffes TECCO® avec écrous à rotule convexe ou écrous sphériques tournants - Diamètre ≥ 28 mm - Longueur 4000 mm Yc coulis de scellement et tous les éléments nécessaires au montage Tous les éléments avec protection anti-corrosion					
	RC171 est - Paroi R-T1 - NON	p	5	240,00		1'200,00
	RC171 est - Paroi R-T2 - OUI	p	3	240,00	720,00	
	RC171 centre amont - Paroi R-T3 - NON	p	12	240,00		2'880,00
	RC171 ouest - Paroi R-T4 - NON	p	2	240,00		360,00
	RC171 col - Paroi R-T5 - OUI	p	2	240,00	480,00	
	RC171 col - Paroi R-T6 - NON	p	9	240,00		2'040,00
	Barres d'ancrages type Swiss GEWI® ou similaire pour clouage des masses instables. Type permanent (degré 2 de protection contre la corrosion selon SIA 267) avec double-injection sur place ou préinjecté en usine (au choix de l'entrepreneur), y compris plaques d'appui - Diamètre 28 mm. - Longueur 6000 mm Yc coulis de scellement et tous les éléments nécessaires au montage Tous les éléments à l'air libre avec protection anti-corrosion					
	RC171 est - Paroi R-T1 - NON	p	5	360,00		1'800,00
	RC171 est - Paroi R-T2 - OUI	p	3	360,00	1'080,00	
	RC171 centre amont - Paroi R-T3 - NON	p	12	360,00		4'320,00
	RC171 ouest - Paroi R-T4 - NON	p	2	360,00		540,00
	RC171 col - Paroi R-T5 - OUI	p	2	360,00	720,00	
	RC171 col - Paroi R-T6 - NON	p	9	360,00		3'060,00
7.1.1.2	Treillis métallique à maille hexagonale double torsion - Maille 80 x 100 mm, fil 3 mm Resistances: • traction longitudinale ≥ 51 KN/m' • traction transversale ≥ 25 KN/m' • poinçonnement ≥ 26 KN - Câble de bord et câble de retenue, fil 14 mm Yc ligatures avec fils 3 mm et tous les éléments nécessaires au montage (métrage: surface couverte) Tous les éléments avec protection anti-corrosion					
	RC171 est - Paroi R-T1 - NON	m2	500	12,00		6'000,00
	RC171 est - Paroi R-T2 - OUI	m2	300	12,00	3'600,00	
	RC171 centre amont - Paroi R-T3 - NON	m2	1'200	12,00		14'400,00
	RC171 ouest - Paroi R-T4 - NON	m2	150	12,00		1'800,00
	RC171 col - Paroi R-T5 - OUI	m2	200	12,00	2'400,00	
	RC171 col - Paroi R-T6 - NON	m2	850	12,00		10'200,00
7.1.1.3	Treillis TECCO® G65, Ø de fil 3 mm, (métrage: surface couverte) Y compris fils d'acier pour liaison entre éléments de treillis et tous les éléments nécessaires au montage	m2	-	70,00	p.m.	
7.1.1.4	Câbles de bord fil 14 mm, yc serre-câbles et tous les éléments nécessaire au montage Tous les éléments avec protection anti-corrosion	m'	150	8,00		1'200,00
	RC171 est - Paroi R-T1 - NON	m'				

7.1.1.5	F - Mini barrière au sommet des treils plaqué (treillis double torsion H 1m, gewi 1 m, câbles, ancrage lat....)	H10 mur est - Paroi H-T2 - OUI	m'	300	8.00	2'400.00	
		H10 mur ouest - Paroi H-T3 - OUI	m'	400	8.00	3'200.00	
		H10 combe Hory - Paroi H-T1 - OUI	m'	0	105.00	0.00	
		H10 mur est - Paroi H-T2 - OUI	m'	50	105.00	5'250.00	
		H10 mur ouest - Paroi H-T3 - OUI	m'	50	105.00	5'250.00	

7.1.1.5	Mini barrière au sommet des treils plaqué (treillis double torsion H 1m, gewi 1 m, câbles, ancrage lat....)	RC171 est - Paroi R-T2 - OUI	m'	100	8.00	800.00	
		RC171 centre amont - Paroi R-T3 - NON	m'	250	8.00		2'000.00
		RC171 ouest - Paroi R-T4 - NON	m'	50	8.00		400.00
		RC171 col - Paroi R-T5 - OUI	m'	100	8.00	800.00	
		RC171 col - Paroi R-T6 - NON	m'	200	8.00		1'600.00
		RC171 est - Paroi R-T1 - NON	m'	50	105.00		5'250.00
		RC171 est - Paroi R-T2 - OUI	m'	25	105.00	2'625.00	
		RC171 centre amont - Paroi R-T3 - NON	m'	35	105.00		3'675.00
		RC171 ouest - Paroi R-T4 - NON	m'	35	105.00		3'675.00
		RC171 col - Paroi R-T5 - OUI	m'	15	105.00	1'575.00	

7.2 POSE (quantités théoriques)							
7.2.1 TREILLIS PLAQUES							
7.2.1.1	Forage en falaise dans toutes directions et tous terrains et mise en place des barres d'ancrage 2000 mm, type Swiss GEWI®, avec alignement et scellement sur toute la longueur de la barre - Diamètre ≥ 115 mm (degré de protection 2a selon SIA 267) - Inclinaison de principe 10° sous l'horizontale Yc tous les éléments nécessaires à la pose (chaussette cas échéant) et toutes sujétions (notamment déplacement d'un ancrage à l'autre dans une même zone)	H10 combe Hory - Paroi H-T1 - OUI	p	56	240.00	13'440.00	
		H10 mur est - Paroi H-T2 - OUI	p	272	240.00	65'280.00	
		H10 mur ouest - Paroi H-T3 - OUI	p	352	240.00	84'480.00	
7.2.1.2	Mise en place des treillis métallique plaqués (métrage: surface couverte) yc barres d'ancrage, câbles de bord, ligatures et si nécessaire câbles intermédiaires ainsi que tous les éléments nécessaires à la pose	H10 combe Hory - Paroi H-T1 - OUI	m2	350	30.00	10'500.00	
		H10 mur est - Paroi H-T2 - OUI	m2	1'700	30.00	51'000.00	
		H10 mur ouest - Paroi H-T3 - OUI	m2	2'200	30.00	66'000.00	
7.2.1.3	Forage en falaise dans toutes directions et tous terrains pour mise en place des clous type Swiss GEWI® ou similaires - Diamètre: ≥ 115 mm pour double injection sur place, ≥ 90 mm pour les clous préinjectés (degré de protection 2a selon SIA 267) - Inclinaison de principe 10° sous l'horizontale Yc tubage si nécessaire et toutes sujétions (notamment déplacement d'un ancrage à l'autre dans la même zone)	H10 combe Hory - Paroi H-T1 - OUI	m'	35	120.00	4'200.00	
		H10 mur est - Paroi H-T2 - OUI	m'	170	120.00	20'400.00	
		H10 mur ouest - Paroi H-T3 - OUI	m'	220	120.00	26'400.00	
7.2.1.4	Mise en place des barres d'ancrage type Swiss GEWI®, avec alignement et scellement sur toutes la longueur de la barre Yc tous les éléments nécessaires à la pose (chaussette cas échéant)	H10 combe Hory - Paroi H-T1 - OUI	m'	35	25.00	875.00	
		H10 mur est - Paroi H-T2 - OUI	m'	170	25.00	4'250.00	
		H10 mur ouest - Paroi H-T3 - OUI	m'	220	25.00	5'500.00	
7.2.1.5	P - Mini barrière au sommet des treillis plaqués (treillis double torsion H 1m, gewi 1 m, câbles, ancrage lat....)	H10 combe Hory - Paroi H-T1 - OUI	m'	0	80.00	0.00	
		H10 mur est - Paroi H-T2 - OUI	m'	50	80.00	4'000.00	
		H10 mur ouest - Paroi H-T3 - OUI	m'	50	80.00	4'000.00	
Total treillis plaqués (fourniture + pose)					CHF	537'025.00	0.00

7.2 POSE (quantités théoriques)						
7.2.1	TREILLIS PLAQUES					
7.2.1.1	Forage en falaise dans toutes directions et tous terrains et mise en place des barres d'ancrage 2000 mm, type Swiss GEWI®, avec alignement et scellement sur toute la longueur de la barre - Diamètre ≥ 115 mm (degré de protection 2a selon SIA 267) - Inclinaison de principe 10° sous l'horizontale Yc tous les éléments nécessaires à la pose (chaussette cas échéant) et toutes sujétions (notamment déplacement d'un ancrage à l'autre dans une même zone)					
	RC171 est - Paroi R-T1 - NON	p	80	240.00		19'200.00
	RC171 est - Paroi R-T2 - OUI	p	48	240.00	11'520.00	
	RC171 centre amont - Paroi R-T3 - NON	p	192	240.00		46'080.00
	RC171 ouest - Paroi R-T4 - NON	p	24	240.00		5'760.00
	RC171 col - Paroi R-T5 - OUI	p	32	240.00	7'680.00	
	RC171 col - Paroi R-T6 - NON	p	136	240.00		32'640.00
7.2.1.2	Mise en place des treillis métallique plaqués (métrage: surface couverte) yc barres d'ancrage, câbles de bord, ligatures et si nécessaire câbles intermédiaires ainsi que tous les éléments nécessaires à la pose					
	RC171 est - Paroi R-T1 - NON	m2	500	30.00		15'000.00
	RC171 est - Paroi R-T2 - OUI	m2	300	30.00	9'000.00	
	RC171 centre amont - Paroi R-T3 - NON	m2	1'200	30.00		36'000.00
	RC171 ouest - Paroi R-T4 - NON	m2	150	30.00		4'500.00
	RC171 col - Paroi R-T5 - OUI	m2	200	30.00	6'000.00	
	RC171 col - Paroi R-T6 - NON	m2	850	30.00		25'500.00
7.2.1.3	Forage en falaise dans toutes directions et tous terrains pour mise en place des clous type Swiss GEWI® ou similaires - Diamètre: ≥ 115 mm pour double injection sur place, ≥ 90 mm pour les clous préinjectés (degré de protection 2a selon SIA 267) - Inclinaison de principe 10° sous l'horizontale Yc tubage si nécessaire et toutes sujétions (notamment déplacement d'un ancrage à l'autre dans la même zone)					
	RC171 est - Paroi R-T1 - NON	m'	50	120.00		6'000.00
	RC171 est - Paroi R-T2 - OUI	m'	30	120.00	3'600.00	
	RC171 centre amont - Paroi R-T3 - NON	m'	120	120.00		14'400.00
	RC171 ouest - Paroi R-T4 - NON	m'	15	120.00		1'800.00
	RC171 col - Paroi R-T5 - OUI	m'	20	120.00	2'400.00	
	RC171 col - Paroi R-T6 - NON	m'	85	120.00		10'200.00
7.2.1.4	Mise en place des barres d'ancrage type Swiss GEWI®, avec alignement et scellement sur toutes la longueur de la barre Yc tous les éléments nécessaires à la pose (chaussette cas échéant)					
	RC171 est - Paroi R-T1 - NON	m'	50	25.00		1'250.00
	RC171 est - Paroi R-T2 - OUI	m'	30	25.00	750.00	
	RC171 centre amont - Paroi R-T3 - NON	m'	120	25.00		3'000.00
	RC171 ouest - Paroi R-T4 - NON	m'	15	25.00		375.00
	RC171 col - Paroi R-T5 - OUI	m'	20	25.00	500.00	
	RC171 col - Paroi R-T6 - NON	m'	85	25.00		2'125.00
7.2.1.5	P - Mini barrière au sommet des treils plaqués (treillis double torsion H 1m, gewi 1 m, câbles, ancrage lat....)					
	RC171 est - Paroi R-T1 - NON	m'	50	80.00		4'000.00
	RC171 est - Paroi R-T2 - OUI	m'	25	80.00	2'000.00	
	RC171 centre amont - Paroi R-T3 - NON	m'	35	80.00		2'800.00
	RC171 ouest - Paroi R-T4 - NON	m'	35	80.00		2'800.00
	RC171 col - Paroi R-T5 - OUI	m'	15	80.00	1'200.00	
	RC171 col - Paroi R-T6 - NON	m'	35	80.00		2'800.00
Total treillis plaqués (fourniture + pose)				CHF	69'250.00	359'225.00

Emprises par lot & par parcelle

LOT	N° de parcelle	Type de parcelle	Commune	Propriétaire	Surface totale [m ²]	Emprise des abattages		Emprise temporaire		Emprise définitive	
						[m ²]	[%]	[m ²]	[%]	[m ²]	[%]
1	987	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	3'404	3'327	98%	3'327	98%		
1	1000	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL Service de la faune, des forêts et de la nature	8'404	2'202	26%	2'202	26%	2'163	26%
1	1021	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	2'240	308	14%	308	14%	226	10%
1	1173	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	CFF	10'480	1'347	13%	1'347	13%	1'347	13%
1	1188	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	61'064	4	0%	4	0%	4	0%
1	1190	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	64'757	4'209	6%	4'209	6%	4'268	7%
1	1245	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	303'406	2'738	1%	2'738	1%	2'738	1%
1	1290	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL Service de l'économie	12'537			273	2%		
1	1292	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	CFF	1'719			36	2%		
1	DP44	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL	1'787			95	5%	95	5%
1	DP45	DP COMM	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	2'946			1	0%	1	0%
1	DP48	DP COMM	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	1'279			10	1%	7	1%
1	DP58	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL	1'224			10	1%		
LOT	N° de parcelle	Type de parcelle	Commune	Propriétaire	Surface totale [m ²]	Emprise des abattages		Emprise temporaire		Emprise définitive	
						[m ²]	[%]	[m ²]	[%]	[m ²]	[%]
2	987	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	3'404	3'327	98%	3'327	98%		
2	994	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	JOLY Philippe Hervé	7'704	1'470	19%	1'470	19%	1'086	14%
2	1190	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	64'757	547	1%	547	1%	547	1%
2	1245	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	303'406	6'167	2%	6'167	2%	5'802	2%
2	1246	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	658	368	56%	368	56%	368	56%
2	DP33	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL	9'426			630	7%	79	1%
2	DP44	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL	1'787			88	5%	88	5%
LOT	N° de parcelle	Type de parcelle	Commune	Propriétaire	Surface totale [m ²]	Emprise des abattages		Emprise temporaire		Emprise définitive	
						[m ²]	[%]	[m ²]	[%]	[m ²]	[%]
3	987	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	3'404	3'327	98%	3'327	98%		
3	643	BIEN-FONDS	Brot-Plamboz	ROBERT-CHARRUE Reynald Alexandre	20'123	30	0%	30	0%		
3	704	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	FORETS ET IMMEUBLES FORIM SA	116'816	254	0%	254	0%	254	0%
3	768	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	MAIRE Jean-Paul	13'121	2'829	22%	2'829	22%	2'829	22%
3	769	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	CONF. SUISSE - DDPS, EMG, Div. des biens immobiliers militaires	64	10	16%	10	16%	10	16%
3	874	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	87'994	579	1%	579	1%	579	1%
3	875	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	FORETS ET IMMEUBLES FORIM SA	5'220	695	13%	695	13%	695	13%
3	876	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	HOIRIE RUBI Pierre	4'456	502	11%	502	11%	502	11%
3	877	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	7'539	1'315	17%	1'315	17%	1'315	17%
3	890	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	ROBERT-CHARRUE Reynald Alexandre	16'686	336	2%	336	2%		
3	949	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	SEILER Werner	36'288	620	2%	620	2%	620	2%
3	1103	BIEN-FONDS	Brot-Plamboz	SEILER Werner	77'405	31	0%	31	0%	31	0%
3	1245	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	303'406	330	0%	330	0%	330	0%
3	DP35	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL	10'618			283	3%	283	3%
3	DP74	DP CANT	Brot-Plamboz	ETAT DE NEUCHATEL	8'300			25	0%	4	0%

Synthèse des emprises par parcelle

Sans distinction par lot

N° de parcelle	Type de parcelle	Commune	Propriétaire	Surface totale [m ²]	Emprise des abattages		Emprise temporaire		Emprise définitive	
					[m ²]	[%]	[m ²]	[%]	[m ²]	[%]
1000	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL Service de la faune, des forêts et de la nature	8'404	2'202	26%	2'202	26%	2'163	26%
1021	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	2'240	308	14%	308	14%	226	10%
1103	BIEN-FONDS	Brot-Plamboz	SEILER Werner	77'405	31	0%	31	0%	31	0%
1173	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	CFF	10'480	1'347	13%	1'347	13%	1'347	13%
1188	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	61'064	4	0%	4	0%	4	0%
1190	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	64'757	4'756	7%	4'756	7%	4'815	7%
1245	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	303'406	9'235	3%	9'235	3%	8'870	3%
1246	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	658	368	56%	368	56%	368	56%
1290	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL Service de l'économie	12'537			273	2%		
1292	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	CFF	1'719			36	2%		
643	BIEN-FONDS	Brot-Plamboz	ROBERT-CHARRUE Reynald Alexandre	20'123	30	0%	30	0%		
704	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	FORETS ET IMMEUBLES FORIM SA	116'816	254	0%	254	0%	254	0%
768	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	MAIRE Jean-Paul	13'121	2'829	22%	2'829	22%	2'829	22%
769	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	CONF. SUISSE - DDPS, EMG, Div. des biens immobiliers militaires	64	10	16%	10	16%	10	16%
874	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	87'994	579	1%	579	1%	579	1%
875	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	FORETS ET IMMEUBLES FORIM SA	5'220	695	13%	695	13%	695	13%
876	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	HOIRIE RUBI Pierre	4'456	502	11%	502	11%	502	11%
877	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	7'539	1'315	17%	1'315	17%	1'315	17%
890	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	ROBERT-CHARRUE Reynald Alexandre	16'686	336	2%	336	2%		
949	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	SEILER Werner	36'288	620	2%	620	2%	620	2%
987	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	3'404	3'327	98%	3'327	98%		
994	BIEN-FONDS	Val-de-Travers	JOLY Philippe Hervé	7'704	1'470	19%	1'470	19%	1'086	14%
DP33	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL	9'426			630	7%	79	1%
DP35	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL	10'618			283	3%	283	3%
DP44	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL	1'787			183	10%	183	10%
DP45	DP COMM	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	2'946			1	0%	1	0%
DP48	DP COMM	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	1'279			10	1%	7	1%
DP58	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHATEL	1'224			10	1%		
DP74	DP CANT	Brot-Plamboz	ETAT DE NEUCHATEL	8'300			25	0%	4	0%

COMMUNE DE VAL-DE-TRAVERS

PIECE A1

Noiraigue

DANGER DE CHUTES DE PIERRES & BLOCS
MESURES DE PROTECTION

Plan des emprises foncières

LOT N° 1 - VILLAGE

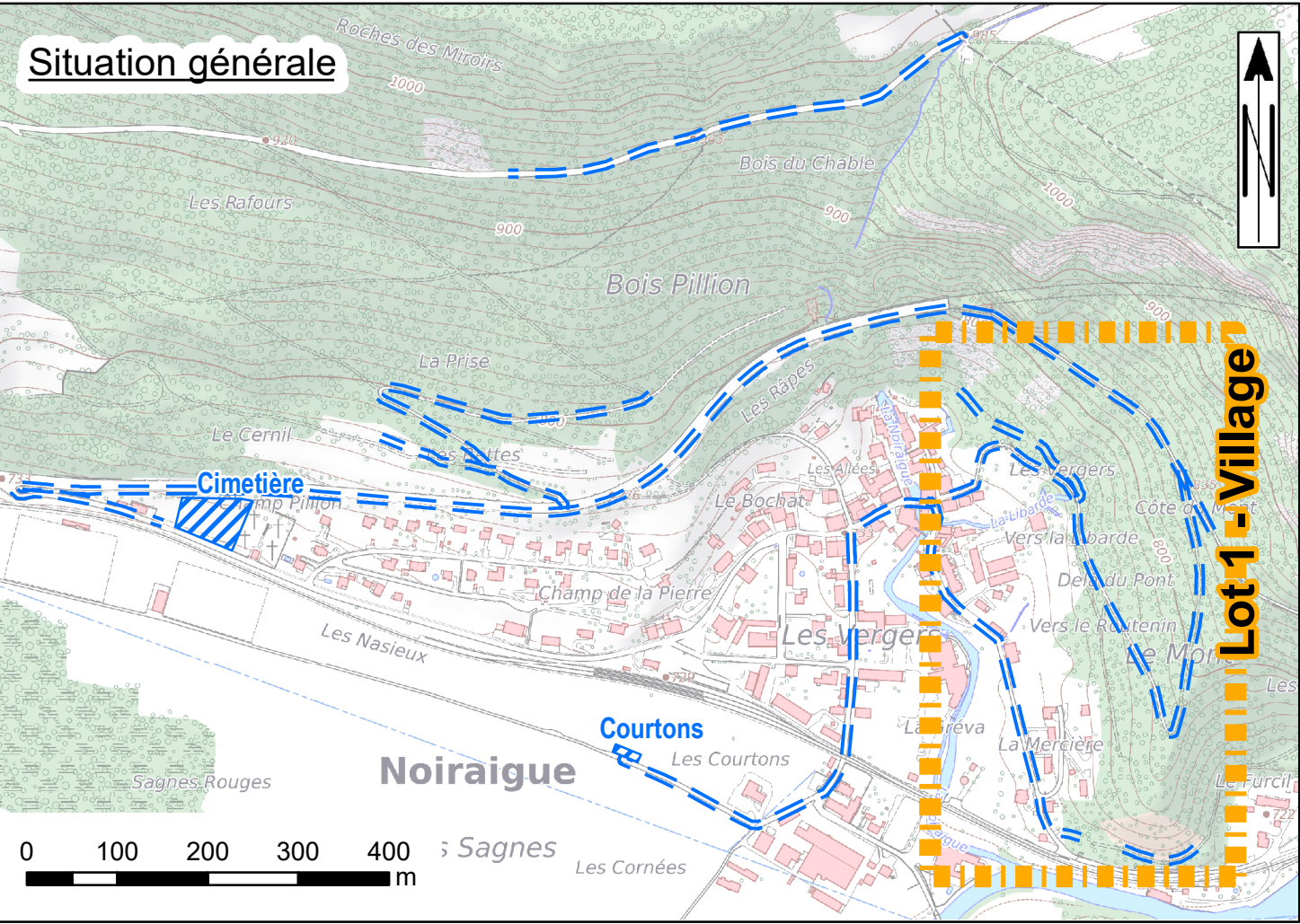
1:1 000

PROVISOIRE
11.02.2021

NORBERT SA
GÉOLOGUES-CONSEILS

1102m

Lausanne, le



Liste des parcelles concernées

N° de parcelle	Type de parcelle	Commune	Propriétaire	Surface totale [m²]	Emprise des abatages [m²] [%]	Emprise temporaire [m²] [%]	Emprise définitive [m²] [%]
987	BEN.FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	3 404	3 327 98%	3 327 98%	
1000	BEN.FONDS	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHÂTEL Service de la Banque, des forêts et de la nature	8 454	2 202 26%	2 202 26%	2 183 26%
1021	BEN.FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	2 240	308 14%	308 14%	226 10%
1173	BEN.FONDS	Val-de-Travers	CFF	10 480	1 347 13%	1 347 13%	1 347 13%
1188	BEN.FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	81 084	4 0%	4 0%	4 0%
1190	BEN.FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	64 757	4 209 6%	4 209 6%	4 268 7%
1245	BEN.FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	303 406	2 738 1%	2 738 1%	2 738 1%
1290	BEN.FONDS	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHÂTEL Service de l'écologie	12 637		273 2%	
1292	BEN.FONDS	Val-de-Travers	CFF	1 719		36 2%	
DP44	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHÂTEL	1 787		95 5%	95 5%
DP45	DP COBM	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	2 946		1 0%	1 0%
DP48	DP COBM	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	1 279		10 1%	7 1%
DP58	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHÂTEL	1 224		10 1%	

Interventions forestières

Forêts, haies, arbres isolés

< 40 m

Hauteur de la végétation

> 1 m

Abattages sélectifs

Coupes et débroussaillages

Emprises temporaires (chantier)

Aire de chantier

Zone d'implantation

Accès véhicule, sur BEN.FONDS

Accès véhicule, sur DP

Accès Pâton

Emprises définitives

Filets pare-pierres

Pilier métallique

Crochets sur rocher

Câbles

Trellis

Confortation de parois

Purges et clouage

Trellis plaqué

Remblayage de l'ancienne RC

Amorçisseur (pierres et graviers)

Digues

Corps de la digue

Fossé

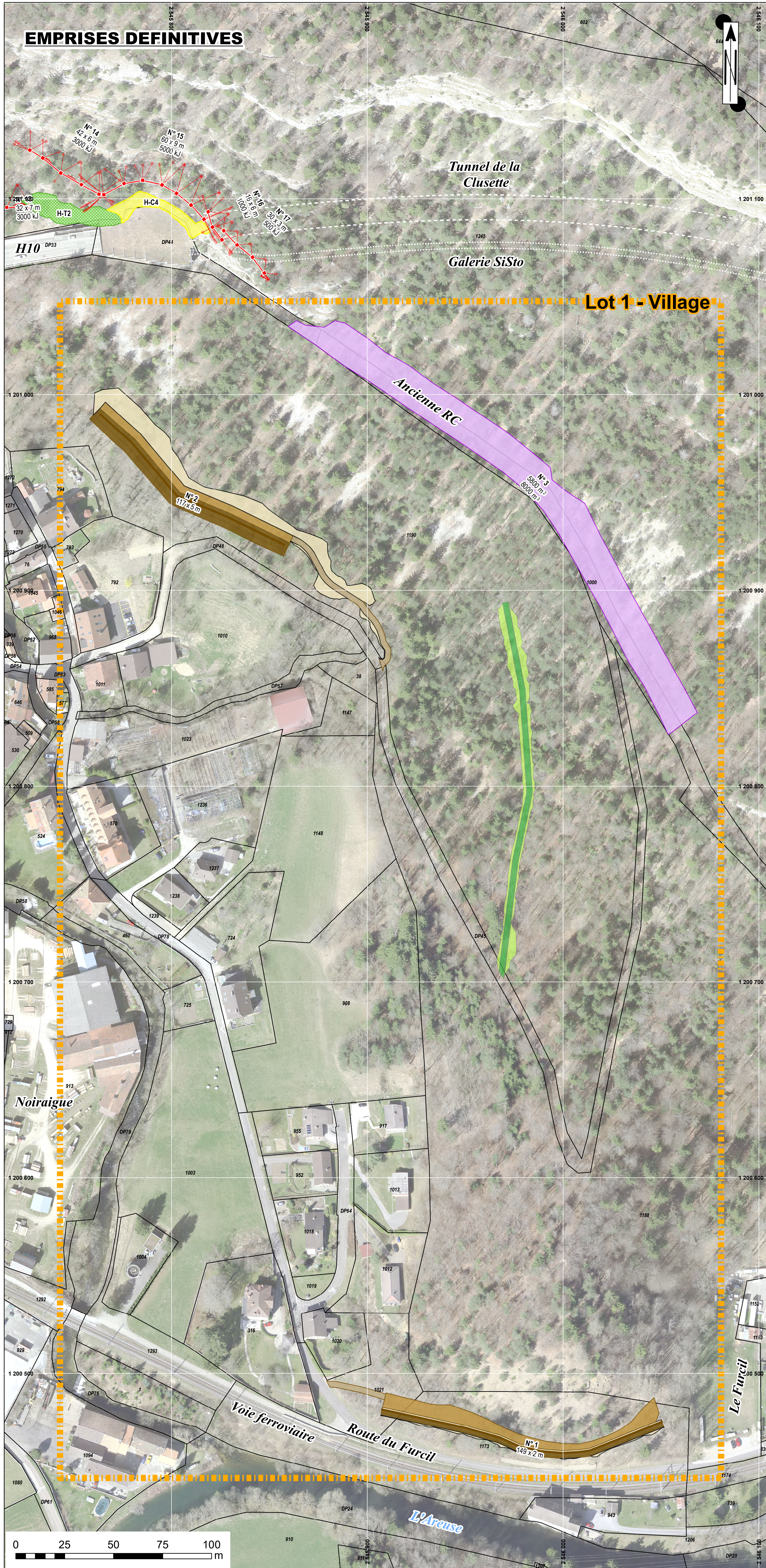
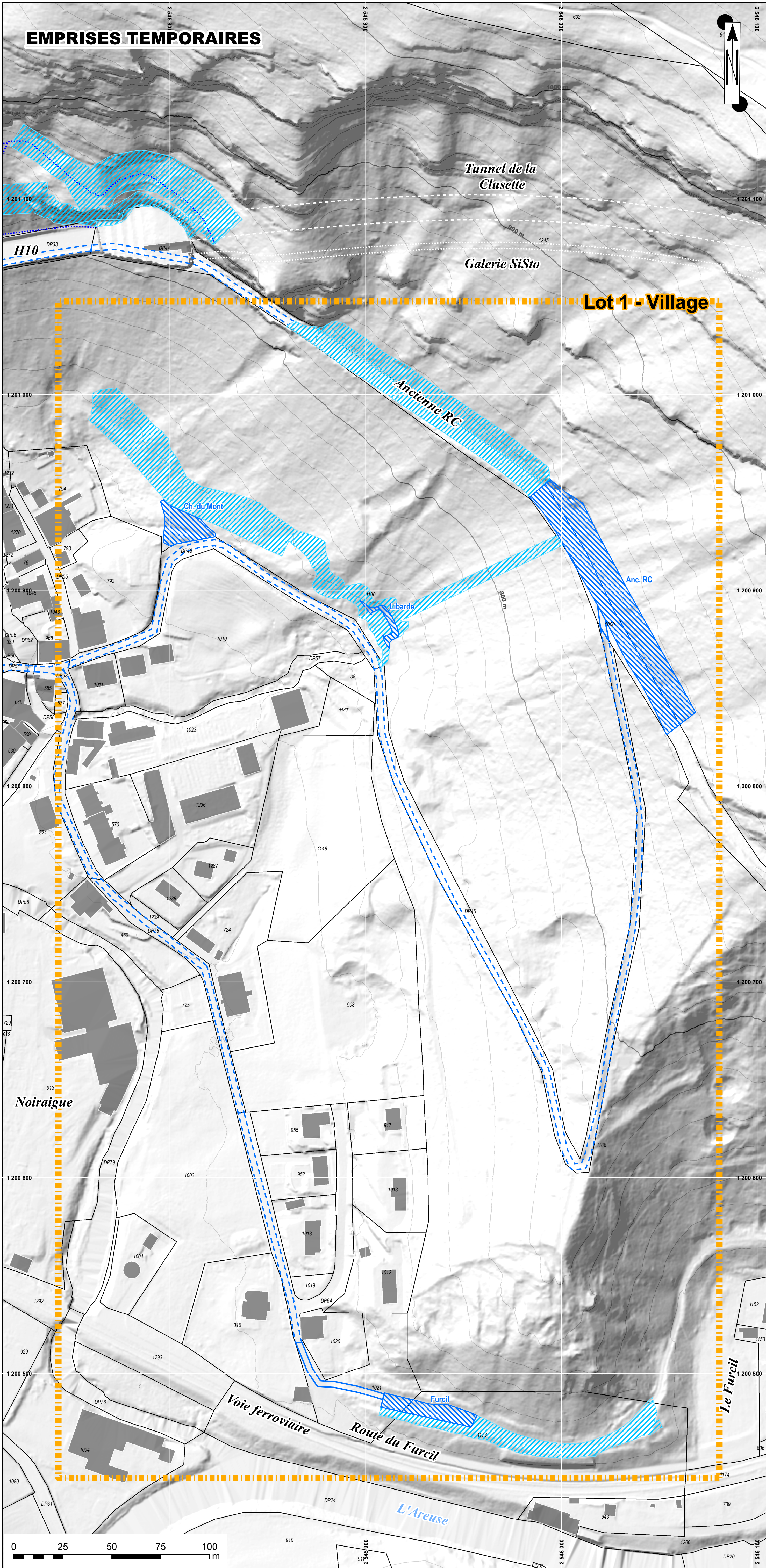
Piste d'accès

Débital/ Remblai

Nouvelle desserte forestière

Piste (largeur 3 à 3.6 m)

Débital/ Remblai



COMMUNE DE VAL-DE-TRAVERS

PIECE B1

Noiraigue

DANGER DE CHUTES DE PIERRES & BLOCS
MESURES DE PROTECTION

Plan des emprises foncières

LOT N° 2 - H10

1:1 000

PROVISOIRE
11.02.2021

NORBERT SA
GEOLOGUES-CONSEILS

11276: _____

Lausanne, le _____

Liste des parcelles concernées

N° de parcelle	Type de parcelle	Commune	Propriétaire	Surface totale [m²]	Emprise des abattages [m²] [%]	Emprise temporaire [m²] [%]	Emprise définitive [m²] [%]
987	BEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	3 404	3 327 98%	3 327 98%	
1000	BEN-FONDS	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHÂTEL Service de la faune, des forêts et de la nature	8 404	2 202 26%	2 202 26%	2 163 26%
1021	BEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	2 240	308 14%	308 14%	226 10%
1173	BEN-FONDS	Val-de-Travers	OFF	10 480	1 347 13%	1 347 13%	1 347 13%
1188	BEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	61 064	4 0%	4 0%	4 0%
1190	BEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	64 757	4 209 6%	4 209 6%	4 268 7%
1245	BEN-FONDS	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	303 408	2 738 1%	2 738 1%	2 738 1%
1260	BEN-FONDS	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHÂTEL Service de l'économie	12 537		273 2%	
1292	BEN-FONDS	Val-de-Travers	OFF	1 719		36 2%	
DP44	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHÂTEL	1 787		95 5%	95 5%
DP45	DP COMM	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	2 946		1 0%	1 0%
DP48	DP COMM	Val-de-Travers	Commune de Val-de-Travers	1 279		10 1%	7 1%
DP58	DP CANT	Val-de-Travers	ETAT DE NEUCHÂTEL	1 224		10 1%	

LEGENDE

Interventions forestières

Forêts, haies, arbres isolés

- < 40 m
- Hauteur de la végétation
- > 1 m

Abattages sélectifs

- Coupes et débroussaillages

Emprises temporaires (chantier)

- Aire de chantier
- Zone d'installation
- Acès véhicule, sur BIEN-FONDS
- Acès véhicule, sur DP
- Acès Piéton

Emprises définitives

Filets pare-pierres

- Filets (axe)
- Pilier métallique
- Extrémité sur rocher
- Câbles
- Trellis

Remblayage de l'ancienne RC

- Amorisseur (pierres et graviers)

Digues

- Corps de la digue
- Fossé
- Plaque d'accès
- Déblai/Remblai

Confortation de parois

- Purge et clouage
- Trellis plaqué

Nouvelle desserte forestière

- Plaque (largeur 3 à 3.6 m)
- Déblai/Remblai

COMMUNE DE VAL-DE-TRAVERS

PIECE C1

Noiraigue

DANGER DE CHUTES DE PIERRES & BLOCS
MESURES DE PROTECTION

Plan des emprises foncières

LOT N° 3 - RC171

1:1 000

PROVISOIRE
11.02.2021

NORBERT SA
GEOLOGUES-CONSEILS

11276-____

Lausanne, le ____

Liste des parcelles concernées

N° de parcelle	Type de parcelle	Commune	Propriétaire	Surface totale		Emprise des abattages		Emprise temporaire		Emprise définitive	
				[m²]	[m²]	[m²]	[%]	[m²]	[%]	[m²]	[%]
987	BEN-FONDS	Vai-de-Travers	Commune de Vai-de-Travers	3 404	3 327	98%	98%	3 327	98%		
643	BEN-FONDS	Brot-Plamboz	ROBERT-CHARRIE Reynald Alexandre	20 123	30	0%	0%	30	0%		
704	BEN-FONDS	Vai-de-Travers	FORETS ET IMMEUBLES FORM SA	116 816	254	0%	0%	254	0%	254	0%
768	BEN-FONDS	Vai-de-Travers	MARE Jean-Paul	13 121	2 829	22%	22%	2 829	22%	2 829	22%
769	BEN-FONDS	Vai-de-Travers	COOP. SUISSE - DDPS, EMG, Div. des biens immobiliers militaires	64	10	16%	16%	10	16%	10	16%
874	BEN-FONDS	Vai-de-Travers	Commune de Vai-de-Travers	87 994	579	1%	1%	579	1%	579	1%
875	BEN-FONDS	Vai-de-Travers	FORETS ET IMMEUBLES FORM SA	5 220	695	13%	13%	695	13%	695	13%
876	BEN-FONDS	Vai-de-Travers	HOIRE RUBI Pierre	4 456	502	11%	11%	502	11%	502	11%
877	BEN-FONDS	Vai-de-Travers	Commune de Vai-de-Travers	7 539	1 315	17%	17%	1 315	17%	1 315	17%
890	BEN-FONDS	Vai-de-Travers	ROBERT-CHARRIE Reynald Alexandre	16 686	336	2%	2%	336	2%		
949	BEN-FONDS	Vai-de-Travers	SEILER Werner	36 288	620	2%	2%	620	2%	620	2%
1103	BEN-FONDS	Brot-Plamboz	SEILER Werner	77 405	31	0%	0%	31	0%	31	0%
1245	BEN-FONDS	Vai-de-Travers	Commune de Vai-de-Travers	303 406	330	0%	0%	330	0%	330	0%
DP35	DP CANT	Vai-de-Travers	ETAT DE NEUCHÂTEL	10 618				283	3%	283	3%
DP74	DP CANT	Brot-Plamboz	ETAT DE NEUCHÂTEL	8 300				25	0%	4	0%

LEGENDE

Interventions forestières

Forêts, haies, arbres isolés

< 40 m

Hauteur de la végétation

> 1 m

Abattages sélectifs

Coups et débroussaillages

Emprises temporaires (chantier)

Aire de chantier

Zone d'installation

Acotés véhicule, sur BIEN-FONDS

Acotés véhicule, sur DP

Acotés Piéton

Emprises définitives

Filets pare-pierres

Filets (axe)

Pilier métallique

Extrémité sur rocher

Câbles

Trellis

Confortation de parois

Purge et clouage

Trellis plaqué

Remblayage de l'ancienne RC

Amorisseur (pierres et graviers)

Digues

Corps de la digue

Fossé

Plaque d'accès

Déblai: Remblai

Nouvelle desserte forestière

Plaque (largeur 3 à 3.6 m)

Déblai: Remblai