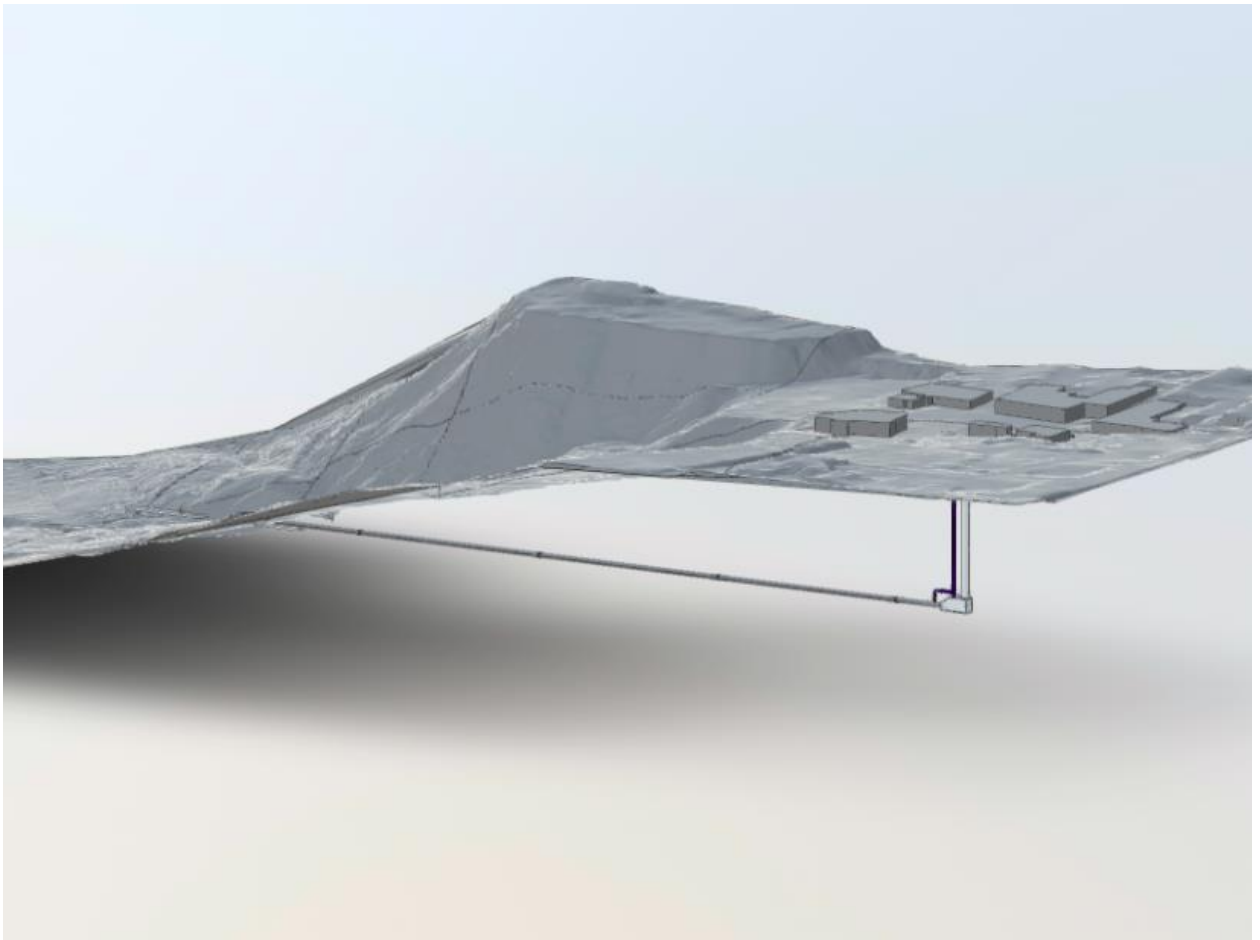


# CONCEPT D'ÉVACUATION DES EAUX DE COSSONAY (PUITS À VORTEX)

## PROJET DE L'OUVRAGE



Ecublens, le 3 juin 2021

**HOLINGER SA**

Route de la Pierre 22, CH-1024 Ecublens

Téléphone +41 21 654 91 00

lausanne@holinger.com

Version	Date	Rédaction	Validation	Distribution
V1	13.04.2021	Alain Foehn, Michael Birrer, Vincent Mayoraz, Claude R. Dubuis, Ecoscan SA	Jürg Schweizer	Municipalité de Cossonay
V1.1	06.05.2021	Vincent Mayoraz	Jürg Schweizer	Municipalité de Cossonay, DGE
V1.2	03.06.2021	Vincent Mayoraz	Jürg Schweizer, Cédric Imfeld	Municipalité de Cossonay

A2160\_RA\_PO\_Puits\_Vortex\_20210603.docx

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>CONTEXTE, OBJECTIFS ET SYNTHÈSE DE PROJET</b>	<b>8</b>
1.1	CONTEXTE	8
1.2	OBJECTIFS DU PROJET	8
1.3	SYNTHÈSE DU PROJET	9
<b>2</b>	<b>BASES DE PROJET ET SITUATION</b>	<b>10</b>
2.1	PLAN GÉNÉRAL D'ÉVACUATION DES EAUX (PGEE)	10
2.2	BASSIN VERSANT ET HYDROLOGIE	10
2.3	GÉOTECHNIQUE	11
2.3.1	Etudes de base	11
2.3.2	Sondages complémentaires au droit de la sortie projetée	11
2.3.3	Sondage complémentaire sur la Tannaz	12
2.4	HYDROGÉOLOGIE	13
2.5	CHARRIAGE	14
2.6	BOIS FLOTTANTS	15
2.7	ÉCOLOGIE	15
2.8	PLAN DE PROTECTION DE LA VENOGÉ	15
2.9	INVENTAIRES	16
2.9.1	Environnement / Protection de la nature	16
2.9.2	Eaux souterraines	16
2.9.3	Agriculture (surfaces d'assolement)	16
2.9.4	Sites pollués	17
2.10	ASPECTS CADASTRAUX	18
<b>3</b>	<b>CONCEPT GÉNÉRAL D'INTERVENTION</b>	<b>19</b>
3.1	TRAVAUX PRÉPARATOIRES & ACCÈS	19
3.1.1	Chantier sur la Tannaz	19
3.1.2	Chantier "les Rochettes"	19
3.2	ÉVACUATION DES EAUX CLAIRES	20
3.2.1	Raccordement au réseau existant	20
3.3	ÉVACUATION DES EAUX USÉES	21
3.4	RÉAMÉNAGEMENT DE LA PLACE DE LA TANNAZ	22
<b>4</b>	<b>OUVRAGES TECHNIQUES (PUITS DE CHUTE &amp; GALERIE)</b>	<b>23</b>
4.1	FOUILLES ET TERRASSEMENTS	23
4.1.1	Place de la Tannaz	23
4.1.2	Sortie de la galerie	23
4.2	OUVRAGE DE STABILISATION	23

4.3	FOSSE DE RÉUNION & DÉGRILLAGE	25
4.4	FORAGE DES PUIITS VERTICAUX	25
4.5	CALAGE DU POINT DE SORTIE	26
4.6	GALERIE ET EXUTOIRE	26
4.7	CHAMBRE DE DISSIPATION	27
4.7.1	Système d'aération	29
4.8	ACCÈS AU PUIITS ET MAINTENANCE	29
4.9	GESTION DES MATÉRIAUX	30
<b>5</b>	<b>AMÉNAGEMENT DU RUISSEAU</b>	<b>31</b>
5.1	OBJECTIFS SPÉCIFIQUES	31
5.1.1	Protection contre les crues et l'érosion	31
5.1.2	Stabilité du versant	31
5.1.3	Ecologie	31
5.1.4	Aménagement	32
5.2	CHOIX DE L'AMÉNAGEMENT	32
5.3	NOUVEAU TRACÉ	32
5.3.1	Dimensionnement hydraulique	33
5.3.2	Protection contre l'affouillement	33
5.3.3	Hauteurs des berges	34
5.3.4	Végétalisation	34
5.3.5	Matériaux utilisés	34
5.3.6	Déblai	34
5.4	CONNEXION ENTRE L'EXUTOIRE DU PUIITS À VORTEX ET LE RUISSEAU	35
5.4.1	Renforcement du lit à la sortie de la galerie	36
5.4.2	Raccordement depuis l'ancien ruisseau	36
5.4.3	Matériaux utilisés	38
5.5	RISQUES ET DANGERS RÉSIDUELS	38
5.6	CHEMIN DES LINARDES	38
5.7	COMBLEMENT PARTIEL DE L'ANCIEN RUISSEAU	38
5.8	CONDUITES	39
5.8.1	Conduite des eaux usées	39
5.8.2	Conduite de gaz	39
5.8.3	Conduite d'électricité	39
5.9	SECTEUR EMBOUCHURE AVEC LA VENOGUE - MESURES DE STABILISATION	40
5.10	ESPACE RÉSERVÉ AUX EAUX	40
5.11	ASPECTS ENVIRONNEMENT ET NATURE	40
5.11.1	Réaménagement du ruisseau existant	40
5.11.2	Néophytes	47

5.11.3	Concept d'entretien	47
5.11.4	Rapport d'impact sur l'environnement	48
5.11.5	Suivi environnemental de la phase de réalisation	48
5.12	ASPECTS FONCIERS	48
<b>6</b>	<b>PLANNING INTENTIONNEL &amp; PHASAGE</b>	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>DEVIS ESTIMATIF DES TRAVAUX &amp; ENTRETIEN</b>	<b>50</b>
7.1	DEVIS ESTIMATIF	50
7.2	ENTRETIEN DE L'AMÉNAGEMENT	51
7.3	SUBVENTIONS	51
<b>8</b>	<b>POINTS D'ATTENTION POUR LA SUITE</b>	<b>52</b>
8.1	PROCÉDURES D'AUTORISATIONS	52
8.2	SUITE DES OPÉRATIONS	53
	<b>DONNÉES DE BASE</b>	<b>54</b>

## ANNEXE

Annexe 1	Plans .300 : hydraulique et ouvrages béton
Annexe 2	Plans .600 : travaux spéciaux (forages et sortie
Annexe 3	Plans .500 : aménagement du ruisseau

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Extrait de plan d'archive, l'entrée nord dans Cossonay se fait au travers d'un pont au-dessus de l'actuel ruisseau des Rochettes.	12
Figure 2 :	Exemple d'érosion latérale (rive droite) le long du ruisseau des Rochettes.	13
Figure 3:	Glissement en rive gauche entre 2013 (gauche) et 2020 (droite) de 6 m. La rive droite, quant à elle, semble beaucoup moins bouger.	14
Figure 4 :	Déposition de particules fines dans le lit du ruisseau, proche de l'embouchure avec la Venoge.	15
Figure 5 :	Situation du cours d'eau (ligne rouge) au sein du réseau écologique cantonal (REC-VD)	16
Figure 6 :	Surface d'assolement dans le périmètre du projet [14].	17
Figure 7 :	Sites pollués autour du périmètre du projet [14].	17
Figure 8 :	Plan de situation schématique des différentes parcelles concernées par la partie aval du projet	18
Figure 9 :	Plan de situation sur la place de la Tannaz et raccordement au réseau existant. On peut séparer les trois secteurs principaux : Petite-rue (bleu), route de la Sarraz (rouge) et Prés du dimanche (vert).	20
Figure 10 :	Regard sur le puits à vortex de la ville de Saint-Gall (source : Anna Tina Eberhard, St. Gallen)	22

Figure 11:	Coupe latérale du de la chambre de stabilisation et du canal d'admission. (TK Consult AG, 2020)	24
Figure 12:	Coupe latérale de l'ouvrage, le niveau de fonctionnement est de 549.05 m pour 12.6 m <sup>3</sup> /s.	24
Figure 13 :	Principe de fonctionnement schématique d'un dégrilleur RoK2 (source : Huber Picatech)	25
Figure 14 :	Profil en long molassique selon la direction projeté de la galerie d'évacuation.	26
Figure 15 :	Coupe latérale de la chambre de stabilisation. (TK Consult AG, 2020)	28
Figure 16 :	Vue en plan de la chambre de dissipation	28
Figure 17 :	Vue latérale de la chambre de dissipation. Le second conduit d'aération est connecté 3 mètres en aval du départ de la galerie.	29
Figure 18 :	Exemple d'érosion de berges actif en rive gauche. Des phénomènes similaires se produisent cependant également en rive droite.	32
Figure 19 :	Composition du sol dans la partie aval du périmètre, peu avant l'embouchure dans la Venoge.	35
Figure 20 :	Aménagement du ruisseau à la sortie de la galerie	36
Figure 21 :	Canal de jonction depuis le ruisseau existant	37
Figure 22 :	Profil en travers du canal de jonction entre le ruisseau existant et le nouveau ruisseau	37
Figure 23 :	Exemple de zones de glissement existantes favorables à la faune à maintenir en l'état en rive gauche	41
Figure 24 :	Bosquet d'épine noir (gauche), Bosquet de buissons indigènes (droite)	42
Figure 25 :	Tas de bois et de pierres	43
Figure 26 :	Biotope du Crapaud accoucheur et du sonneur à ventre jaune	44
Figure 27 :	Schéma explicatif d'une construction de biotope pour batraciens	44
Figure 28	Aspect d'un jeune verger haute-tige	45
Figure 29 :	Exemple de semis d'espèces rudérales	46
Figure 30 :	Photo de la station de renouée du Japon à proximité de la passerelle	47

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Débits estimés pour les différents temps de retour selon carte des dangers	10
Tableau 2 :	Résumé des variantes de passage des eaux usées analysées	21
Tableau 3:	planning prévisionnel des travaux	49
Tableau 4 :	devis général du projet	50
Tableau 5 :	estimation des coûts d'entretien des ouvrages	51

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

AIEE	Association intercommunale pour l'épuration des eaux usées (Cossonay - Pentthaz – Pentthaz – Daillens – Bettens)
CFD	Computational Fluid Dynamics
CIPC	Commission pour la protection contre les crues
EC	Eaux claires
EP	Eau potable
EU	Eaux usées
PGEE	Plan général d'évacuation des eaux

# 1 CONTEXTE, OBJECTIFS ET SYNTHÈSE DE PROJET

## 1.1 CONTEXTE

Le territoire communal urbanisé de Cossonay est séparé en deux bassins versants hydrologiques : environ un quart des surfaces s'écoule en direction de l'Ouffema. Ce sous-bassin versant est doté d'un bassin de rétention, sous forme de modelé de terrain, à ciel ouvert. L'autre sous-bassin versant, comportant la majeure partie des zones bâties, est drainé en direction de la Venoge, au moyen d'un puits de chute à Vortex de 50 mètres de hauteur. Les eaux rejoignent ensuite le ruisseau des Rochettes pour s'écouler jusqu'à la Venoge.

En 2011 le PGEE [1] a montré que la capacité du Vortex était insuffisante et a proposé un projet de construction d'un nouveau vortex de 120 mètres de hauteur, avec une galerie horizontale de 600 mètres amenant les eaux directement à la Venoge. Si cette solution présente des avantages indéniables sur le plan technique, elle a l'inconvénient d'un coût très élevé (de l'ordre de 25 millions de francs).

Ce constat fait, la Municipalité a mandaté HOLINGER SA en 2018 pour reprendre l'analyse de variantes et tenter de dégager de possibles alternatives, techniquement acceptables et plus économiques. Il s'agissait également de proposer des mesures pour le ruisseau des Rochettes, fortement dégradé par des processus d'érosion [8].

Ainsi, le nouveau projet d'évacuation des eaux se compose de deux parties. La première concerne le puits de chute à vortex et la galerie menant les eaux jusqu'au ruisseau alors que la seconde s'intéresse au ruisseau et à l'évacuation des eaux depuis la nouvelle galerie jusqu'à la Venoge.

## 1.2 OBJECTIFS DU PROJET

Le projet retenu devait atteindre plusieurs objectifs :

- Remplacer durablement le puits de chute à Vortex actuel, dont la capacité hydraulique est insuffisante ;
- Améliorer la sécurité et l'ergonomie d'exploitation des ouvrages, aujourd'hui insatisfaisants : le puits existant est très difficile d'accès, le pied du puits est inaccessible ;
- Permettre d'évacuer en toute sécurité les débits de pointe par temps de pluie, en combinaison avec les mesures déjà faites ou en cours de réalisation sur le réseau d'eaux claires (notamment le nouvel axe principal "eaux claires" de la Petite rue) ;
- Résoudre durablement les problèmes d'érosion du Ruisseau des Rochettes et d'instabilité de terrain qui en résultent ;
- Minimaliser les nuisances de chantier en ville ;
- Améliorer la qualité urbanistique de l'aménagement de la place de la Tannaz ;
- Améliorer la qualité écologique du versant des Rochettes ;
- Supprimer les déversements non conformes d'eaux mélangées dans le milieu naturel.



### 1.3 SYNTHÈSE DU PROJET

Afin de satisfaire les objectifs énoncés précédemment, le concept retenu par la municipalité à l'issue de l'étude de variantes peut être résumé selon les trois axes suivants [7] :

1. Construire un 2<sup>ème</sup> vortex depuis la Place de la Tannaz, de hauteur comparable à l'actuel et d'une capacité de 12.6 m<sup>3</sup>/s (soit le débit exigé par le PGEE), pour évacuer les eaux claires ;
2. Maintenir le vortex existant, dont l'état constructif est bon, pour disposer d'une alternative en cas de révision du nouveau vortex ;
3. Réaménager le ruisseau des Rochettes selon un nouveau tracé, pour éviter les zones de terrain instables et permettre une réalisation plus aisée. L'ancien ruisseau des Rochettes sera partiellement comblé et aménagé en revalorisant la surface à disposition sous la forme d'un vallon biologique.

## 2 BASES DE PROJET ET SITUATION

### 2.1 PLAN GÉNÉRAL D'ÉVACUATION DES EAUX (PGEE)

La commune de Cossonay a fait élaborer un PGEE (plan général d'évacuation des eaux), qui a été approuvé par l'Etat en 2011. Cette planification prévoit la mise en séparatif complète du réseau d'évacuation des eaux de la commune et intègre les développements démographiques prévus, qui sont relativement importants. Le plan général d'affectation, approuvé en 2014, permettra à la commune d'atteindre une population d'environ 5'200 habitants à l'horizon 2030 (3'300 habitants au moment du PGEE).

Depuis lors, les mesures préconisées par le PGEE ont en partie été mises en œuvre. De nombreuses parties de réseau ont ainsi été mises en séparatif.

Une des mesures-phare du PGEE porte sur le puits de chute à vortex. L'actuel puits de chute à Vortex mesure quelque 50 mètres de hauteur ; il est suivi d'une galerie presque horizontale de quelque 200 mètres de longueur. Ces ouvrages ont été construits en 1978 en remplacement d'un collecteur principal enterré qui s'était effondré, dans la zone de remblai et de décharge située à l'Est de la Place de la Tannaz. A la sortie de la galerie, les eaux rejoignent ensuite le Ruisseau des Rochettes pour s'écouler jusqu'à la Venoge. Les études du PGEE ont montré que la capacité actuelle du Vortex (3.0 à 4.0 m<sup>3</sup>/s) était largement insuffisante pour acheminer les débits de projet (12.6 m<sup>3</sup>/s).

### 2.2 BASSIN VERSANT ET HYDROLOGIE

Le bassin versant concerné est relativement petit et composé en grande partie par des surfaces fortement urbanisées. Ceci implique une réaction rapide du système hydrologique et signifie que les événements météorologiques courts mais de très fortes intensités engendrent les débits de pointes les plus importants.

Le ruisseau des Rochette étant quasiment uniquement alimenté par l'exutoire du vortex, son réaménagement est dimensionné de manière à garantir le transfert des eaux transportées par ce dernier. Le débit de dimensionnement est donc défini par la PGEE à 12.6 m<sup>3</sup>/s, correspondant à un temps de retour d'environ 10 ans (z10).

Dans la cartographie intégrale des dangers naturels [2], les débits du ruisseau des Rochettes estimés pour des temps de retour de 30, 100 et 300 ans restent inférieurs à celui évoqué dans le PGEE.

Tableau 1 : Débits estimés pour les différents temps de retour selon carte des dangers

	Q30	Q100	Q300	Qext
Débit [m <sup>3</sup> /s]	5.6	7.0	8.3	14.0

Les débits qui sortent de l'analyse hydrologique dans le cadre de la carte des dangers sont ainsi inférieurs au débit de dimensionnement du nouvel aménagement. Ces différences s'expliquent par deux éléments principaux :

- 1) Le débit de 12.6 m<sup>3</sup>/s est une estimation très conservatrice du z10 repris des études faites dans le PGEE.
- 2) Le système d'évacuation des eaux de Cossonay draine une surface un peu supérieure à la surface du bassin versant naturel.

Au vu de ces éléments, le présent projet est compatible avec les mesures de protection contre les crues, et pourra accepter des débits correspondants à un temps de retour de l'ordre de 300 ans. Même si cela est fortement improbable, un cas de surcharge ( $Q > 12.6 \text{ m}^3/\text{s}$ ) serait contrôlé avec la stratégie de débordement préférentiel en rive gauche (voir plan A2160\_500).

## **2.3 GÉOTECHNIQUE**

### **2.3.1 Etudes de base**

Des études géotechniques poussées ont été menées dans le cadre du projet tel que prévu dans le PGEE, afin de clarifier la nature géologique du sous-sol.

A cet effet, le bureau GADZ a fait effectuer [19] :

- 6 sondages tubés de 12 m à 118 m de profondeur le long du tracé de l'ouvrage projeté ;
- 9 essais de battage au pénétromètre dynamique lourd effectués à l'avancement dans les sondages afin de déterminer la compacité en place des terrains ;
- Le prélèvement d'échantillons carottés dans les sondages en vue d'identification en laboratoire et sur 14 desquels des essais géotechniques complémentaires ont été effectués ;
- La mise en place de 3 piézomètres dans le versant des Rochettes.

De plus, lors de cette campagne de sondages, il est apparu que les sondages ne permettaient pas de préciser, au niveau de la galerie, la position de l'interface entre la molasse et les terrains quaternaires. Une campagne de reconnaissances géophysiques par sismique réfraction menée par le bureau Geo2x a également été mise en place. Cette reconnaissance complémentaire a permis de préciser la géométrie générale du toit de la molasse.

### **2.3.2 Sondages complémentaires au droit de la sortie projetée**

La zone de sortie de la galerie du vortex constitue un point essentiel pour le projet, car il fait le lien entre la partie "technique" et "cours d'eau". Il est donc nécessaire que la nature du sol dans cet endroit critique soit connue en détail. Pour s'en assurer, deux mesures ont été mises en place :

1. Sondage destructif et installation d'un inclinomètre pour connaître les mouvements du terrain dans la zone de sortie et d'installation de la cellule de poussée (Chapitre 4.5).
2. Campagne de mesure au pénétromètre, pour reconstituer précisément le niveau du toit de la molasse dans la zone.

### 2.3.3 Sondage complémentaire sur la Tannaz

À l'époque, la place de la Tannaz était traversée par un ruisseau qui passait au nord du village (Figure 1). La possibilité que le toit de la molasse ne soit pas homogène sur la place a été envisagée et pour lever toute inquiétude à ce sujet, un sondage complémentaire carotté de 12m de profondeur a été réalisé durant le printemps 2020. Il a confirmé le fait que le toit de molasse présentait des différences de niveau, et qu'il y avait une zone où ce dernier avait été érodé par le passage de la rivière (lit du cours d'eau). Cela a permis d'adapter le concept de fouille en fonction puisque la dureté du sol n'est pas homogène sur l'ensemble de l'enceinte.



Figure 1 : Extrait de plan d'archive, l'entrée nord dans Cossonay se fait au travers d'un pont au-dessus de l'actuel ruisseau des Rochettes.

## 2.4 HYDROGÉOLOGIE

Le versant des Rochettes se trouve dans une zone de glissement de terrain, ce qui constitue une contrainte à prendre en compte dans le cadre du projet. Diverses études géologiques et géotechniques spécifiques ont déjà été menées, dans le cadre des études pour le projet du grand vortex. En 2001 le bureau technique Norbert Géologues-Conseils SA [6] [4] a montré deux éléments importants en regard d'un aménagement du ruisseau :

1. L'ensemble du glissement permanent était en phase de décélération
2. En revanche, un lobe actif est indiqué aux alentours du Pont des Linardes

Plusieurs visites de terrain entre fin 2019 et début 2021 ont montré que les alentours du pont en rive gauche avaient subi une accélération des mouvements de masse, et que les berges du ruisseau subissaient une érosion latérale importante. L'érosion en profondeur du lit du ruisseau augmente fortement l'instabilité des berges et mène à une perte continue des surfaces agricoles alentours. La diminution de la couverture végétales sur les berges a permis l'accélération du processus, qui a atteint une situation critique ces dernières années (Figure 2).



Figure 2 : Exemple d'érosion latérale (rive droite) le long du ruisseau des Rochettes.

Pour ces raisons, le bureau de géotechnique GADZ a été mandaté en soutien à HOLINGER SA. Les principaux résultats obtenus en juillet 2020 [5] sont les suivants :

- La zone la plus active se trouve au nord du ruisseau (rive gauche, voir Figure 3), au-dessus du chemin des Linardes. Une poche d'eau est apparue en surface au milieu de cette zone active. Ce phénomène est vraisemblablement dû à la présence d'un réseau de collecteurs désaffectés (EU + drainages), qui transporte l'eau sous terre et la concentre en un point.
- Les niches d'arrachement le long du ruisseau existant sont principalement dues à l'érosion par le ruisseau et non pas au glissement en lui-même.



**Figure 3:** Glissement en rive gauche entre 2013 (gauche) et 2020 (droite) de 6 m. La rive droite, quant à elle, semble beaucoup moins bouger.

Le ruisseau existant à un rôle drainant pour le versant, puisqu'une partie de l'eau contenue dans le sol (principalement en rive gauche) peut s'écouler dans le chenal actuel. Cet effet positif pour le terrain et limitant le glissement influence le type d'aménagement du futur tracé. Il s'agit principalement de :

1. Limiter autant que possible les apports d'eau dans les sols de la rive droite qui sont relativement secs et stables. Concrètement cela consiste à mettre en place une couche étanche sous le lit du nouveau tracé.
2. Installer un système de drainage dans le ruisseau existant qui va être comblé, de façon qu'il conserve sa fonction drainante et sa contribution positive vis-à-vis du versant.

## 2.5 CHARRIAGE

Le ruisseau des Rochettes étant quasiment uniquement alimenté par l'exutoire du Vortex, l'apport en transport solide correspond à celui du système d'évacuation des eaux de la ville de Cossonay. Les apports en matière solides attendus se composent ainsi principalement de particules fines. Cela est confirmé par les observations sur le terrain, avec une présence de particules fines déposées dans le lit du cours d'eau, notamment dans le secteur de l'embouchure avec la Venoge (Figure 4).



**Figure 4 :** Déposition de particules fines dans le lit du ruisseau, proche de l'embouchure avec la Venoge.

Dans la situation actuelle, le ruisseau des Rochettes constitue une source de charriage pour la Venoge, résultat des processus d'érosion dans le lit du ruisseau lors de forts débits. Le nouveau chenal projeté mènera à une réduction massive de l'apport de charriage dans la Venoge. Étant donné que cet apport se produit peu avant la centrale hydroélectrique des Grands Moulins de Cossonay, cette réduction peut être saluée du point de vue de la protection contre les crues et de l'exploitation de l'ouvrage hydroélectrique.

## 2.6 BOIS FLOTTANTS

Comme énoncé précédemment, le ruisseau des Rochettes est quasiment uniquement alimenté par les eaux du système d'évacuation des eaux de la ville de Cossonay. L'apport en bois flottants est ainsi limité à ce qui peut être mobilisé dans le périmètre du ruisseau. Le nouveau chenal étant dimensionné pour que le débit de dimensionnement n'engendre pas une hauteur d'eau dépassant la partie aménagée en blocs, l'apport de bois flottants devrait rester faible.

## 2.7 ECOLOGIE

Le ruisseau des Rochettes présente un état écomorphologique *naturel à presque naturel*. Du point de vue de la qualité des eaux, sur la base d'observation sur le terrain [9], les eaux rejetées par le puits à vortex contiennent vraisemblablement des eaux usées.

## 2.8 PLAN DE PROTECTION DE LA VENOGÉ

Comme le Ruisseau des Rochettes est un affluent direct de la Venoge, il est inclus dans le périmètre du plan de protection (PAC) de la Venoge, en partie dans le secteur 2 *Couloirs de la Venoge et du Veyron* et en partie du secteur 3 : *Vallées de la Venoge et du Veyron*. Des ouvrages en lien avec les objectifs de protection PAC et dont l'emplacement est imposé par leur destination sont admissibles, avec une pesée des intérêts. Lors de la séance de projet du 14 mai 2019 [15], il a été établi qu'une autorisation serait plus facile à obtenir pour un aménagement de cours d'eau qu'un ouvrage technique.

Dans une optique de valorisation écologique de l'embouchure du ruisseau des Rochettes dans la Venoge, HOLINGER SA recommande la réalisation en parallèle au présent projet

d'un réaménagement de ce secteur. Cela ne fait cependant pas partie du présent mandat, qui a pour objectif l'évacuation des eaux pluviales de la commune de Cossonay et qui se limite ainsi dans ce secteur de l'embouchure à des mesures de stabilisation du fond du lit et d'amélioration de la couverture végétale (voir chapitre 5.11.1).

## 2.9 INVENTAIRES

### 2.9.1 Environnement / Protection de la nature

Le projet ne se situe dans aucun inventaire de protection de la nature de portée cantonale ou fédérale.

Le cours d'eau est identifié dans le réseau écologique cantonal comme territoire d'intérêt biologique supérieur (TIBS), en relation étroite avec une liaison biologique amphibie (la Venoge) d'importance régionale et d'un territoire d'intérêt biologique prioritaire (TIBP) lié également à la Venoge (Figure 5). La Venoge est comprise dans l'inventaire cantonal IMNS. De plus, la partie aval du projet est contenue dans le PAC Venoge, qui doit être considéré comme une zone protégée (voir chapitre 2.8).

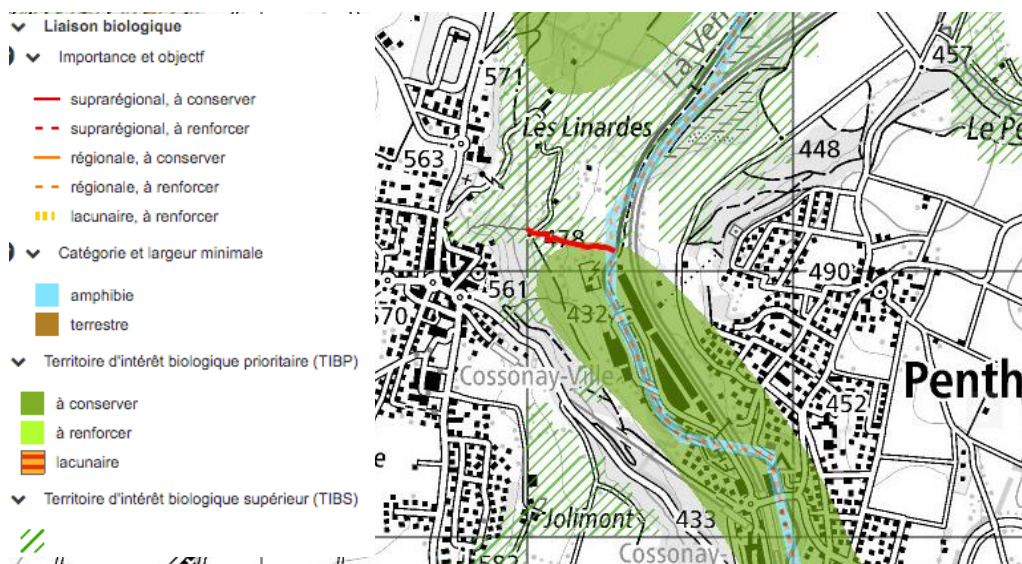


Figure 5 : Situation du cours d'eau (ligne rouge) au sein du réseau écologique cantonal (REC-VD)

### 2.9.2 Eaux souterraines

La partie aval du nouveau ruisseau se trouve en secteur de protection Au. Une zone de protection éloignée S3 est située de l'autre côté de la Venoge à la hauteur de l'embouchure du ruisseau.

### 2.9.3 Agriculture (surfaces d'assolement)

Le périmètre du projet contient en rive gauche du tracé actuel du ruisseau des Rochettes des terres d'assolement (zone agricole ou équivalent – Qualité 2). Le tracé projeté aujourd'hui n'entre néanmoins pas en conflit avec l'une de ces zones et le comblement partiel de l'ancien ruisseau permet de freiner, voire interrompre la perte continue de terres liées à l'érosion de la berge gauche du ruisseau.



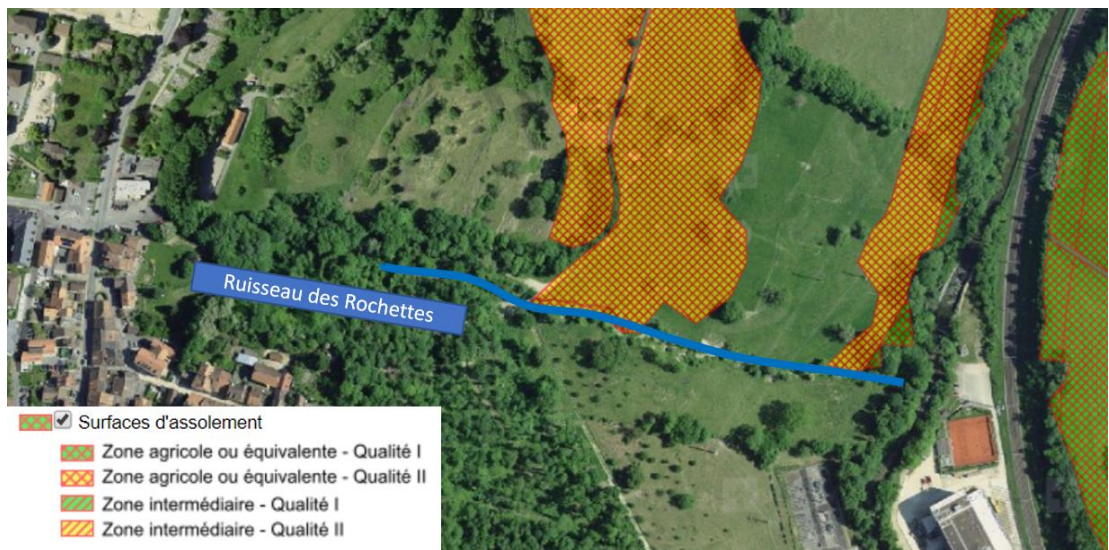


Figure 6 : Surface d'assèlement dans le périmètre du projet [14].

#### 2.9.4 Sites pollués

Aucun site pollué n'est répertorié dans le périmètre du projet. Dans la partie amont du chenal historique du ruisseau des Rochettes (aujourd'hui à sec), des parcelles polluées sans nécessité de surveillance ou d'assainissement sont répertoriées (parcelle 148 et 169, voir Figure 7). Lors de la séance de projet du 14 mai 2019, il a été mentionné que ces sites ne sont pas connus comme susceptibles d'engendrer des atteintes nuisibles ou incommodantes [15] pour le projet.



Figure 7 : Sites pollués autour du périmètre du projet [14].

## 2.10 ASPECTS CADASTRAUX

L'ensemble des parcelles sur lesquelles est prévu le projet n'appartient pas à la commune de Cossonay :

- La zone forêt à l'ouest du chemin des Linardes appartient à la Société Immobilière du château de Cossonay (parcelle n°1343 – forêt – en bleu)
- La zone sur lequel la sortie de la galerie ainsi que le nouveau tracé sont projetés appartiennent à M. Karl Beck (parcelles n°183 et 216 – pré, champs – en jaune).
- Les zones alentours appartiennent déjà à la commune de Cossonay (en rouge)

Des procédures sont en cours avec les différents propriétaires pour racheter ou échanger les parcelles concernées. Un montant a été prévu dans le devis général pour mener à bien ces procédures. En phase de travaux, l'ensemble du périmètre du projet appartiendra à la commune, ou des autorisations de travaux notifiées auront été délivrées.



Figure 8 : Plan de situation schématique des différentes parcelles concernées par la partie aval du projet

## 3 CONCEPT GÉNÉRAL D'INTERVENTION

### 3.1 TRAVAUX PRÉPARATOIRES & ACCÈS

#### 3.1.1 Chantier sur la Tannaz

La Place de la Tannaz (parcelle n° 257) appartient à la commune de Cossonay. Aucune expropriation ne sera nécessaire. Dans l'emprise de la fouille, il faudra tenir compte avec d'importants travaux préparatoires pour déplacer et by-passer des conduites existantes et des collecteurs. Les tracés des services suivants sont impactés par ces travaux :

- Gaz : 26 m
- Electricité, éclairage : 55 m
- Eau potable : 58 m
- Swisscom : 80 m

En tout 90 m de fouilles et 291 m de tubes seront nécessaires pour laisser la Place de la Tannaz libre aux engins d'excavation.

Durant toute la durée du chantier, une voie devra être garantie pour accéder au garage n° 35 et à l'habitation n° 36 du Biens-fonds n° 257 (Baux de la commune de Cossonay) ainsi qu'à la parcelle n° 222.

D'autres travaux concerneront l'aménagement d'accès et de trottoirs pour sécuriser les flux du trafic routier et de la mobilité douce (piétons, vélos, ...).

Un trottoir provisoire de 1.50 m de largeur sera aménagé sur la route de la Sarraz (DP 1008) sur 30 m dans la continuité de l'existant et un trottoir franchissable de 1.50 de largeur le long du Biens-fonds n° 139 (A. Motta Sàrl) sur une longueur de 30 m également.

En parallèle du trottoir, une route à double sens, d'une largeur max. 5.00 m et d'une longueur de 30 m sera conservée le long de la route de la Tannaz jusqu'au chemin des Terreaux.

La place de la Tannaz sera fermée et sécurisée durant les travaux. Des espaces de 150 m<sup>2</sup> seront disponibles à l'intérieur de l'enceinte du chantier pour les installations de chantier de l'entrepreneur.

#### 3.1.2 Chantier "les Rochettes"

Pour accéder à l'installation de chantier des Rochettes (cellule de poussée du pousse-tube et aménagement du ruisseau jusqu'à la Venoge) une piste de chantier d'une longueur de 900 m sera construite sur le chemin existant en terre, entre l'intersection du chemin avec le funiculaire (2'529'352/1'162'391/481) et le ruisseau (2'529'015/1'163'139/480). Après nivellement du chemin forestier existant, on disposera un géotextile puis un coffre de grave non gélive compactée de cm 30 à 40 cm. De plus, un voûtage renforcé et deux bovi-stop comblés provisoirement. La municipalité envisage de conserver la piste de chantier après les travaux et de l'aménager en un chemin pour la mobilité douce.

## 3.2 ÉVACUATION DES EAUX CLAIRES

### 3.2.1 Raccordement au réseau existant

Le raccordement au réseau existant peut être divisé en trois secteurs qui correspondent aux trois conduites principales d'alimentation du puits à vortex. Les différents collecteurs projetés ainsi que leurs altitudes futures ont été prises en compte dans l'élaboration du présent projet.



Figure 9 : Plan de situation sur la place de la Tannaz et raccordement au réseau existant. On peut séparer les trois secteurs principaux : Petite-rue (bleu), route de la Sarraz (rouge) et Prés du dimanche (vert).

#### 1. Secteur petite-Rue :

La connexion avec la Petite rue et le raccordement au vortex avait été discuté en avant-projet. Pour des raisons relatives aux travaux, quelques modifications mineures ont de l'être apportées à la planification. Ces modifications ne changent quasiment pas la situation et les connexions vers le vortex resteront possibles comme prévu initialement (mail de T. Fuchsmann, Ribl SA du 10.12.2020).

#### 2. Secteur route de la Sarraz :

Du côté de la route de la Sarraz, il est prévu dans le PGEE que les collecteurs EC/EU existants soient remplacés par des collecteurs plus profonds :

- EC DN1000
- EU DN315

#### 3. Secteur prés-du-dimanche:

Le PGEE prévoit un remplacement du collecteur existant avec un tuyau PRV DN 650.

### 3.3 ÉVACUATION DES EAUX USÉES

Pour rappel, l'avant-projet envisageait plusieurs variantes d'évacuation des eaux usées (Tableau 2). Deux d'entre elles avaient d'ailleurs déjà été écartées.

Tableau 2 : Résumé des variantes de passage des eaux usées analysées

Variante		Retenue	Non retenue
A)	Pompage à travers la Petite-rue		X
B)	B1 : forage d'un tube supplémentaire pour les eaux usées en parallèle du nouveau vortex		X
	B2 : intégration du tube pour les eaux usées dans la conduite de désaération du nouveau vortex	X	
C)	C1 : passage des eaux usées de manière gravitaire dans le système en place actuellement	X	
	C2 : tubage pression d'un des deux collecteurs verticaux du vortex existant	X	

Sur les 3 variantes qui étaient restées en suspens, la variante C2 a rapidement été écartée car elle ne présentait pas d'avantages par rapport au système actuel (mêmes contraintes que pour une variante gravitaire), mais avec le désavantage de nécessiter **en plus** la mise en place d'un ouvrage de destruction de l'énergie au niveau de la sortie de la galerie.

La variante B2 consistant à intégrer un tube pression dans le conduit de désaération a été écartée pour des raisons techniques principalement. Même si son coût estimé était du même ordre de grandeur qu'un chemisage du tracé existant, la mise en place d'une conduite pression au sein du conduit de désaération s'avère un exercice techniquement très compliqué (il faut s'imaginer installer une conduite de 25 cm de diamètre dans un puits de 120 cm de diamètre. Les opérations de maintenance sur un tel ouvrage s'avèrent également problématiques.

Cette variante nécessite également la mise en place d'une chambre de destruction de l'énergie comprenant des équipements électromécaniques difficile d'accès et à une distance considérable du reste des installations.

Pour ces raisons, il a été décidé de **remettre en état le tracé qui évacue actuellement les eaux usées par chemisage (variante C1)**. Une entreprise spécialisée a été contactée afin d'évaluer la faisabilité technique d'une telle opération et de chiffrer son coût.

A long terme et en cas de nécessité, il sera toujours possible de revenir sur la variante B2 puisqu'un collecteur EU sera mis en attente le long du mur de l'ouvrage sur la Tannaz, de manière à anticiper un tubage pression au sein du conduit de désaération.

### 3.4 RÉAMÉNAGEMENT DE LA PLACE DE LA TANNAZ

La place de la Tannaz pourrait faire l'objet d'une étude urbanistique afin de valoriser cet espace en profitant des travaux de réaménagement qui seront de toute manière nécessaires. Un concept explicatif à l'attention du public de cet objet technique particulier (à notre connaissance le plus grand d'Europe) amènerait une plus-value certaine pour la commune.

La plupart des ouvrages hydrauliques utiles à la gestion des eaux usées ou des eaux claires sont enterrés. Il peut être difficile de comprendre leur utilité et d'accepter que ces infrastructures généralement coûteuses soient nécessaires. Il existe dans certaines villes des "fenêtres" sur le réseau qui permettent de montrer aux citoyens tout le travail qui est fait à l'aval de leurs lieux de vie pour que les eaux soient gérées de manière sécuritaire et dans le respect de l'environnement.

A titre d'exemple, la ville de St. Gall possède également un puits à vortex qui date de 2008. Cet ouvrage est visible depuis la ville (Figure 10) au travers d'un regard qui donne sur le puits illuminé. Pour la suite du projet, un urbaniste sera mandaté afin de traiter les questions liées au réaménagement de la place et intégrer les éléments qui permettent une bonne visibilité des ouvrages.

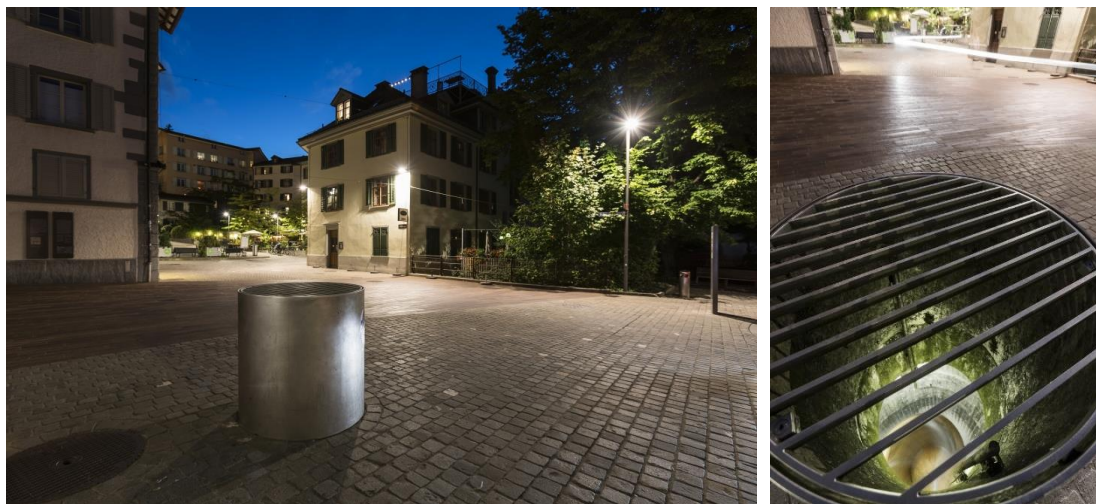


Figure 10 : Regard sur le puits à vortex de la ville de Saint-Gall (source : Anna Tina Eberhard, St. Gallen)

## **4 OUVRAGES TECHNIQUES (PUITS DE CHUTE & GALERIE)**

### **4.1 FOUILLES ET TERRASSEMENTS**

#### **4.1.1 Place de la Tannaz**

Après les travaux préparatoires et les travaux de forage qui se dérouleront sur de la place de la Tannaz actuelle, l'enceinte de fouille (27 m/12 m) sera exécutée en parois berlinoises, étayées. L'excavation d'une profondeur comprise entre 4,50 m et 13,50 m se fera sur les quatre premiers mètres dans des remblais et des sédiments glacio-lacustre puis dans la molasse chattienne jusqu'au fonds de fouille. Sur les 2'300 m<sup>3</sup> d'excavation, 1'300 m<sup>3</sup> seront stockés sur la parcelle n° 256 appartenant à la commune de Cossonay pour les réutiliser lors des remblayages et le solde (1'000 m<sup>3</sup>) sera évacué en décharge de type A ou B si nécessaire.

#### **4.1.2 Sortie de la galerie**

L'enceinte de fouille (15 m/7,50 m) sera exécutée en parois berlinoises, étayées. L'excavation d'une profondeur moyenne de 6,80 m se fera en rive droite, dans des masses glissées puis dans la molasse chattienne. Les matériaux d'excavation seront stockés sur place en vue de leur réutilisation pour le remblayage de la cellule. Une demande de défrichement temporaire devra être établie, une importante partie des installations se trouvant en zone forêt.

Une paroi clouée de 280 m<sup>2</sup> devra être aménagée pour disposer d'une place correcte pour l'installation de chantier. L'emplacement de la cellule de poussée tient compte des paramètres suivants :

- Le ruisseau des Rochettes qui sera déjà construit ;
- La conduite de gaz désaffectée fin 2021 ;
- L'émissaire de l'EU et
- D'un accès aisé de la piste de chantier aménagée à la plateforme de l'installation de chantier.

L'installation de chantier du ruisseau des Rochettes sera utilisée pour stocker les tuyaux béton de diamètre 2000 mm et pour le parcage des véhicules de l'entrepreneur.

### **4.2 OUVRAGE DE STABILISATION**

Cet ouvrage souterrain situé sous la place de la Tannaz permettra de récolter les différents réseaux d'écoulements et de les introduire dans le puits. L'ouvrage sera réalisé à l'abri d'une enceinte de fouille décrit au § 4.5.1. L'ouvrage sera conçu avec un béton étanche (Weisse Wanne).

Les travaux de mise en séparatif de la Petite-rue étant déjà très avancés pendant l'élaboration de la présente étude, il a été demandé au bureau Ribl SA en charge de la réalisation, d'anticiper dans leur projet le futur raccordement au vortex.

C'est cette partie du réseau qui conditionne l'altitude et l'orientation de l'ouvrage projeté puisque la majeure partie des débits admis dans le vortex arriveront par cette partie du réseau. En phase d'exécution, une attention toute particulière devra être portée aux plans conformes de la chambre à l'aval de la Petite-rue puisque des modifications dues aux aléas de la réalisation ont été apportés.

Sur la base du modèle hydraulique de détail (CFD) réalisé en avant-projet [18], le niveau d'eau dans l'ouvrage est de 2.75 m pour un débit de fonctionnement de 12.6 m<sup>3</sup>/s (Figure 11).

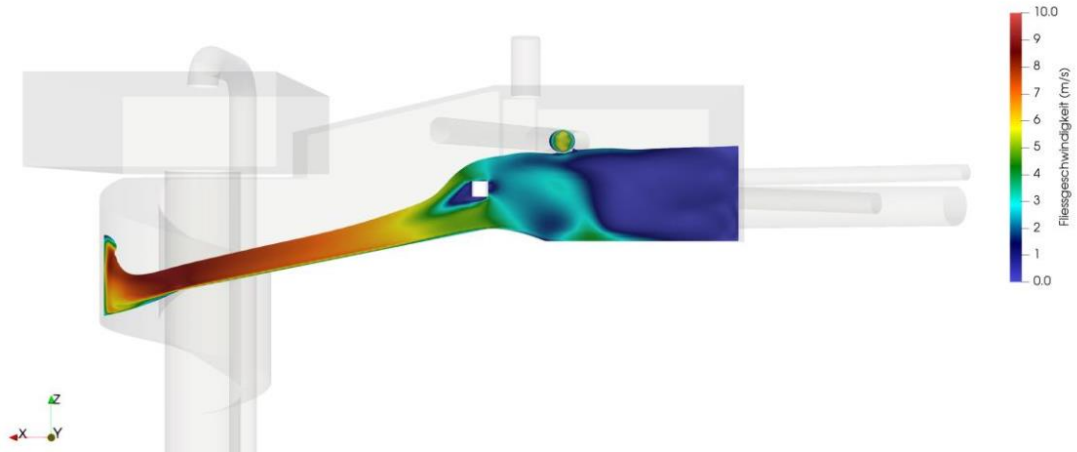


Figure 11: Coupe latérale du de la chambre de stabilisation et du canal d'admission. (TK Consult AG, 2020)

Afin d'éviter d'influencer le niveau d'eau sur le réseau amont (principalement sur la Petite-rue, l'altitude de l'ouvrage a donc été abaissée à 546.30 m (Figure 12). Ainsi, le niveau de fonctionnement pour 12.6 m<sup>3</sup>/s est de 549.05 m et les conduites qui entrent dans la chambre de stabilisation restent partiellement dénoyées. Cela permet également d'éviter que les passerelles de maintenance soient immergées lorsque le vortex est soumis à son débit de dimensionnement. Il sera d'ailleurs toujours envisageable pour les situations où le niveau d'eau atteint une valeur critique (embâcles, bouchons, etc.) de décharger une partie du débit vers le vortex existant à l'aide de la conduite de bypass.

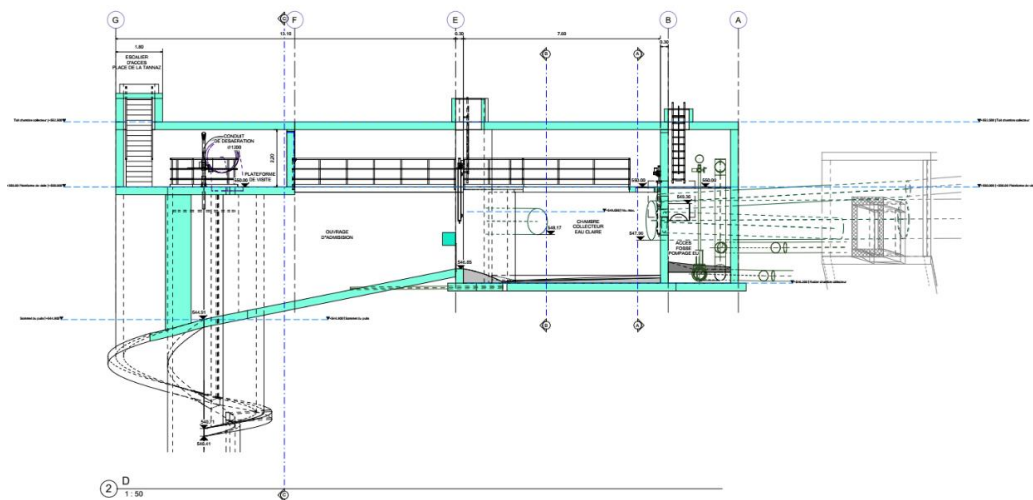


Figure 12: Coupe latérale de l'ouvrage, le niveau de fonctionnement est de 549.05 m pour 12.6 m<sup>3</sup>/s.



#### 4.3 FOSSE DE RÉUNION & DÉGRILLAGE

Comme énoncé en dans le chapitre 3.3, les eaux usées brutes sont actuellement déversées directement dans le réseau d'eaux claires en cas de surcharge. Avec le choix de la nouvelle variantes, l'ensemble des eaux convergent vers une chambre de réunion dont le niveau est géré par un système de vannes. Lors d'épisodes pluvieux trop importants, l'évacuation du trop-plein de cette chambre se fera maintenant au travers du nouveau vortex.

L'installation d'un système type RoK1 (Huber) permet de dégriller les eaux brutes jusqu'à un débit de l'ordre de 600 l/s avec la place à disposition (le dimensionnement exact se fera en exécution, en consultation avec l'ingénieur PGEE). Ce système consiste en un demi-cylindre perforé qui sépare les éléments contenus dans les eaux usées supérieurs à 3 mm (cf. Figure 13).

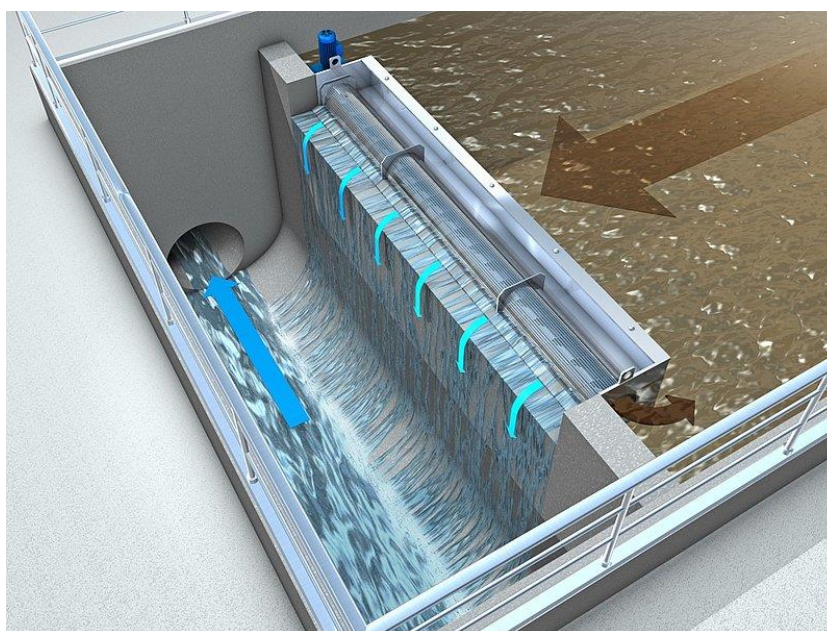


Figure 13 : Principe de fonctionnement schématisé d'un dégrilleur RoK2 (source : Huber Picatech)

Les éléments non-dégrillés restent dans le réseau EU en direction de la STEP et le surplus d'eau serait évacué après dégrillage dans le nouveau vortex.

#### 4.4 FORAGE DES PUIITS VERTICAUX

Le puit vertical sera exécuté en forage en puits descendant (shaft boring). La section de forage est de mm 3000. Il a été prévu de le forer depuis la place de la Tannaz en plusieurs sections successives en débutant par un diamètre de mm 1'400 – forage pilote permettant de décompresser la roche - puis en mm 2'000 et enfin de terminer avec le diamètre de mm 3000. Cette méthode permettra de ne pas risquer de coincer et perdre dans le forage descendant la tête de forage. Un béton projeté d'une épaisseur de 60 mm sera mis en place tout le long du puit vertical sur sa circonférence.

Le puit d'aération de la chambre de dissipation sera foré en diamètre mm 1'200 en même temps que le puits principal.

Les déblais - 475 m<sup>3</sup> – se feront par la place de la Tannaz puis évacuée dans une décharge de type A ou B.

Le puit sera revêtu de viroles en acier mises bout à bout sur place par soudures pénétrées. La surface intérieure du puit sera sablée, puis revêtue d'une couche de fond.

Une fois le puits équipé, l'espace entre la roche et le blindage (220 mm) sera injecté et scellé à l'aide d'un béton autoplaçant. On veillera en particulier de calculer la hauteur maximum d'injection avant la prise du béton de sorte que les inerties des viroles en acier résistent à la poussée hydrostatique.

#### 4.5 CALAGE DU POINT DE SORTIE

La définition exacte du point de sortie est un élément central du projet puisqu'il ne caractérise pas uniquement le tracé (et donc la longueur de la galerie) mais également le départ du ruisseau et la jonction avec le chenal existant.

C'est l'emplacement de la cellule de poussée qui conditionne le point de sortie de ce dernier. Pour forer la galerie horizontale, il est nécessaire que le pousse tube s'appuie sur un terrain stable capable de reprendre des efforts importants (plusieurs tonnes) sans se déformer. Il est donc nécessaire d'enfouir partiellement la cellule de poussée dans la molasse. On va naturellement chercher où la molasse est peu profonde afin que la cellule de poussée soit également la plus proche possible de la surface. Une cellule plus profonde sera plus chère à réaliser et impliquera une galerie plus longue (et donc également plus coûteuse).

Les diverses campagnes de mesures (chapitre 2.3.2) géologiques ont montré qu'il existait un bourrelet de molasse dans la zone (Figure 14). Ce dernier sera utilisé afin d'y installer la cellule et minimiser la profondeur des ouvrages.

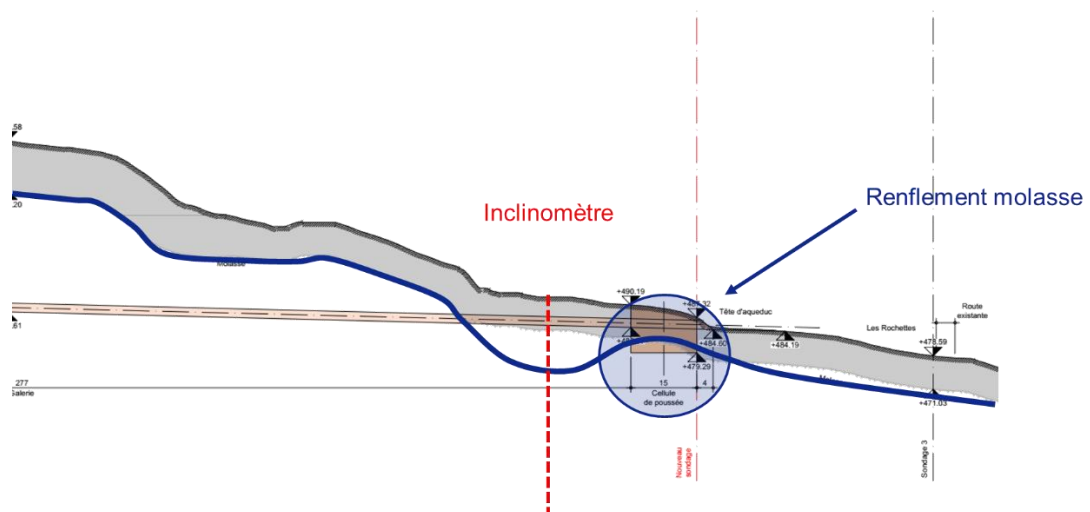


Figure 14 : Profil en long molassique selon la direction projeté de la galerie d'évacuation.

Une fois que l'emplacement de la cellule est déterminé dans l'axe du forage, le calage perpendiculaire est fait selon les éléments présents dans la zone : le passage du collecteur EU, de la conduite de gaz existante mais également la proximité avec les lobes de glissement actif ainsi que le relief naturel du terrain.

#### 4.6 GALERIE ET EXUTOIRE

La galerie horizontale sera réalisée à l'aide d'un pousse-tube de  $\varnothing$  int. 2000 mm.

La creuse de la cellule de poussée est le premier ouvrage à réaliser. La cellule, rectangulaire, d'une dimension de m. 15 x 7,5, sera réalisée en parois berlinoise (cf. § 4.5.2). Le dispositif de fonçage est installé dans la cellule de poussée.

En fond de cellule, sur le radier, on pose des profilés de guidage. Ces profilés sont nécessaires pour positionner correctement les éléments de fonçage, les tubes de poussées et les vérins hydrauliques. Les efforts de fonçage nécessaires pour l'avancement des éléments

sont transmis dans le terrain par la butée. La cellule de poussée servira au fonçage vers la chambre de dissipation sur une longueur de 306,70 m et également en inversant le groupe hydraulique et le dispositif de fonçage vers la trémie de sortie sur une longueur de 26,30 m.

Le bouclier de guidage est placé devant le premier élément de fonçage en acier. L'excavation se fait sous la protection du bouclier et de l'avancement successif des éléments de fonçage.

Le bouclier d'attaque est ouvert et laisse le front visible est accessible. Le front peut alors être excavé à l'aide d'un outil d'abattage tel un bras excavateur équipé d'un godet de pelles (haveuse). Les interventions manuelles au front demeurent possibles. L'excavation du marin – 1'552 m<sup>3</sup> - se fait par dumper à roues dans la section circulaire jusqu'à la cellule de poussée. Près de celle-ci un dispositif de levage (grue portique sur rails) permet de descendre les engins et les tuyaux, ainsi que de transporter les déblais. Ceux-ci seront stockés sur place et réutilisés ultérieurement pour combler le lit du ruisseau.

D'une manière générale, la molasse est une roche classée dans les roches tendre et très peu perméable, mais hétérogène et sensible à l'eau et à la dessiccation au niveau des termes marneux. Il est important d'éviter tout apport et stagnation d'eau. Il faudra prévoir avec des petites venues d'eau toujours possibles. Celles-ci seront récoltées à l'aide d'un puisard se trouvant dans la cellule de poussée d'où elles seront évacuées par pompage vers le bac de décantation, neutralisée puis déversée dans le ruisseau Les Rochettes.

La molasse est riche en silice et peut renfermer des hydrocarbures gazeux, nécessitant un dépoussiérage et une ventilation performantes.

La méthode arrêtée - fonçage hydraulique - à l'avantage d'être une méthode de creusement économique mais surtout offrant une sécurité éprouvée qui convient bien dans des grès et les marno-grès.

#### **4.7 CHAMBRE DE DISSIPATION**

L'excavation de la chambre s'effectuera à l'aide d'une machine à abattement partiel dont la tête est munie de pics d'abattage. La tête est située à l'extrémité d'un bras mobile qui permet d'excaver progressivement toute la section en débutant par le front d'attaque libre laissé par le pousse-tube. La caverne aura une dimension en fer à cheval de 5,60 m /8,30 m /15,75 m (l x h x L). Le soutènement sera constitué de clous, d'une longueur de 3,00 m maximum et un espacement entre les clous de 250 cm. Pour limiter la décompression de la roche après excavation, un béton projeté (gunitage) armé d'un treillis soudé d'une épaisseur de 15 cm sera mis en place. Le soutènement assurera la sécurité des ouvriers. Le gabarit de la caverne permettra ainsi de construire la chambre de dissipation entièrement en méthode traditionnelle. Un espace de 85 cm entre le revêtement de la galerie et les murs périphériques de la chambre permettra de coffrer et de décoffrer l'ouvrage. Un accès sera laissé dans un mur de l'ouvrage pour permettre les manutentions. Celui-ci sera condamné une fois les travaux terminés. L'ouvrage sera réalisé en béton étanche (Weisse Wanne).

Le niveau d'eau calculé par le modèle CFD a montré que pour le débit de projet (12.6 m<sup>3</sup>/s), le toit de la chambre risquait de se mettre partiellement en charge (Figure 15).

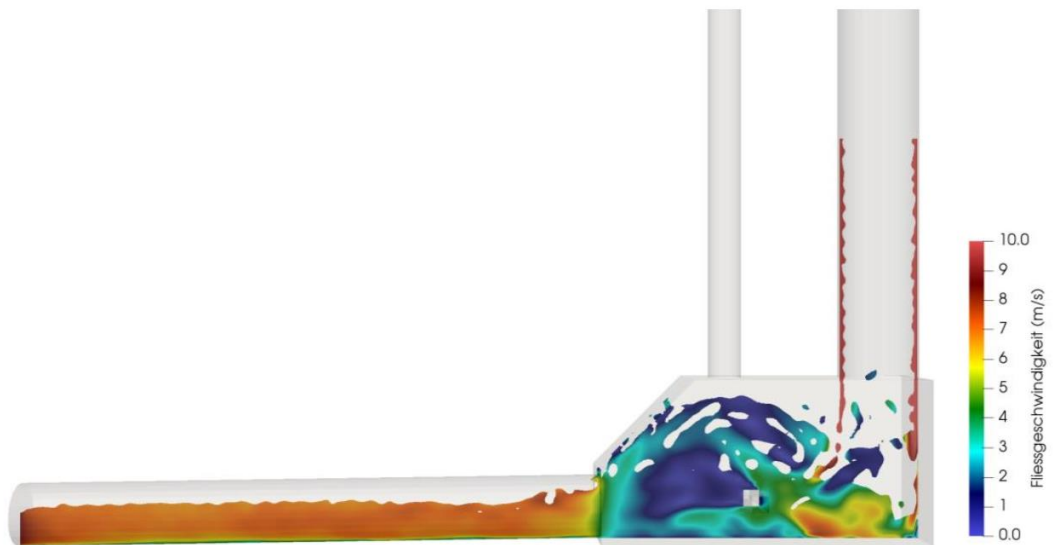


Figure 15 : Coupe latérale de la chambre de stabilisation. (TK Consult AG, 2020)

Afin d'éviter tout problème lors du fonctionnement, la hauteur de la chambre a été remontée d'un mètre. Cela permet d'assurer le passage de l'air même pour les débits les plus élevés auxquels l'ouvrage sera soumis.

Parallèlement à cela, le coussin à eau qui avait été proposé en avant-projet s'est montré être trop entravant pour l'écoulement des eaux. A la place, un système de coussin tel qu'illustré sur la Figure 16 sera mis en place. Ce type de structure a fait ces preuves sur des ouvrages de tailles similaires réalisés par HOLINGER (e.g. vortex de Muri, ville Berne).

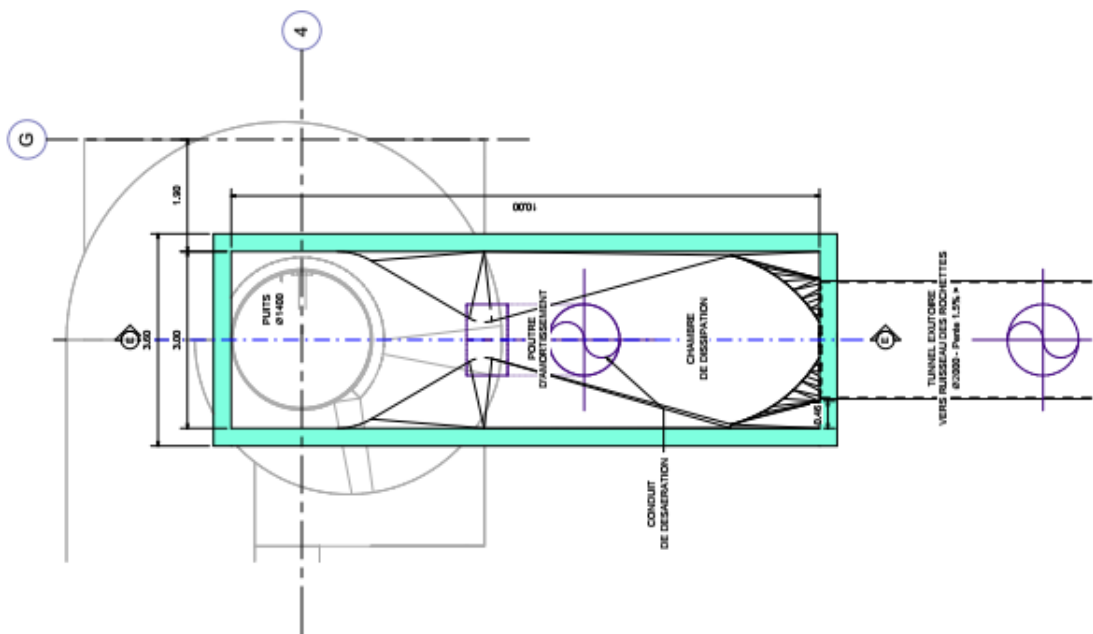


Figure 16 : Vue en plan de la chambre de dissipation

#### 4.7.1 Système d'aération

L'entraînement d'air n'a pas uniquement lieu au niveau du puits à vortex à proprement parler, mais également le long de la galerie d'amenée. Ainsi, il est nécessaire de prévoir un second conduit d'aération (Figure 17) qui permet d'alimenter la galerie avec des volumes suffisamment importants pour quelle ne "s'étouffe" pas. Ce phénomène est d'autant plus important lorsque les débits sont importants et que le niveau d'eau ne permet pas une aération directe de la galerie depuis la chambre de dissipation.

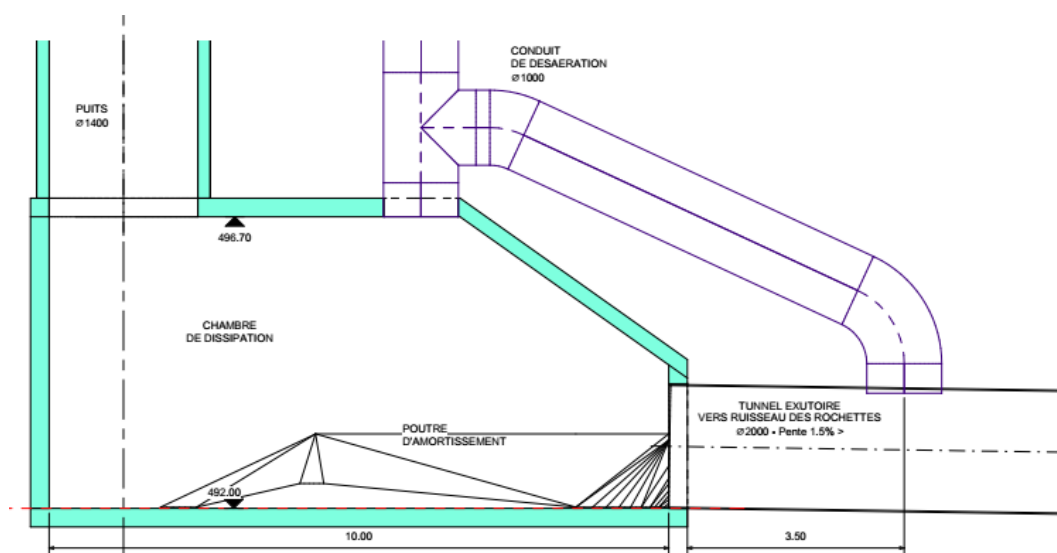


Figure 17 : Vue latérale de la chambre de dissipation. Le second conduit d'aération est connecté 3 mètres en aval du départ de la galerie.

Puisqu'une partie du flux d'air absorbé par le puits n'est pas recirculée mais s'échappe avec l'eau dans la galerie, il est nécessaire de dimensionner correctement l'admission dans l'ouvrage de stabilisation, au sommet du puits.

#### 4.8 ACCÈS AU PUIIS ET MAINTENANCE

Pour les opérations de maintenance, la SUVA a été consultée afin de voir les dispositions qui étaient nécessaires pour un tel ouvrage (Entretien du 18.02.2021 avec MM. P. Olivary et J.D. Richard).

L'installation d'un système de ventilation mécanique "forcée" a été étudié. Les volumes à ventiler sont tels qu'il ne serait pas raisonnable ni d'un point de vue technique (place à disposition, consommation d'énergie) ni d'un point de vue financier de mettre en place un tel système. Le personnel de maintenance devra donc être équipé d'un détecteur 4 gaz standard pour les opérations courantes dans l'ouvrage sous la Tannaz.

Pour le contrôle du puits, l'installation d'un système de nacelle fixe a été étudié. Afin que ce dernier soit conforme aux exigences de la SUVA, il est nécessaire de mettre en place une série de mesures de sécurité qui implique des frais importants et un agrandissement du local d'accès au puits. Au vu de la faible nécessité de maintenance du puits (anneaux en acier soudés, 1 fois tous les 10-15 ans) il a été décidé de ne pas mettre en place d'installation de ce type. Les contrôles se feront par une entreprise spécialisée dans les travaux en hauteur.

#### **4.9 GESTION DES MATÉRIAUX**

Il faudra compter sur des excavations théoriques de quelques 7'700 m<sup>3</sup> de matériaux. Seuls 3'800 m<sup>3</sup> seront utilisés pour les remblayages d'ouvrages et de la parois clouée aux Rochettes. Le marin de la galerie ainsi que de la caverne de l'ouvrage de dissipation (2'250 m<sup>3</sup>) sera stocké à un dépôt intermédiaire avant d'être déposé dans l'ancien lit du ruisseau des Rochettes. Le solde soit 1'650 m<sup>3</sup> sera évacué au fur et à mesure des excavations vers une décharge de type A. Un pédologue sera intégré au projet pour les phases ultérieures.

## 5 AMÉNAGEMENT DU RUISSEAU

### 5.1 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

En plus des objectifs généraux mentionnés au chapitre 1.2, les objectifs suivants ont été définis pour la partie Ruisseau.

#### 5.1.1 Protection contre les crues et l'érosion

Le nouveau tracé du ruisseau doit permettre une évacuation sûre des eaux apportées par le nouveau puits de chute à vortex.

Le dimensionnement doit assurer :

- Une capacité hydraulique suffisante pour faire passer le débit de dimensionnement de 12.6 m<sup>3</sup>/s et ainsi assurer la compatibilité avec les mesures de protection contre les crues ;
- Une revanche selon CIPC [10] ;
- Une stabilité du fond du lit afin d'exclure un risque d'érosion. Une telle érosion impliquerait une possible rupture du fond du lit qui engendrerait un apport massif de matériaux dans la Venoge et par conséquent menacerait les infrastructures environnantes ;
- Une stabilité des berges du nouveau ruisseau contre l'érosion à long terme. Cela est particulièrement le cas pour la rive droite, afin d'exclure des débordements sur ce côté (voir chapitre 5.1.1) ;

#### 5.1.2 Stabilité du versant

Le périmètre du projet fait l'objet d'une importante instabilité de terrain avec un mouvement de masse important notamment en rive gauche. Les objectifs suivants de stabilité ont ainsi été définis :

- Maintenir et augmenter autant que possible la stabilité du versant au travers des mesures envisagées ;
- Résoudre le problème d'instabilité dû à l'érosion du fond du lit du chenal actuel afin de stopper l'extension latérale actuelle du ruisseau sur les terrains avoisinants ;
- Conserver une fonction drainante dans le chenal existant ;
- Assurer la stabilité des berges de l'ancien ruisseau.
- Minimiser les apports en eau depuis le nouveau chenal vers le sous-sol au travers d'une étanchéité du fond du lit.

#### 5.1.3 Ecologie

Le nouveau chenal sera dimensionné pour assurer principalement une fonction hydraulique d'évacuation des eaux claires par forts épisodes pluvieux. Afin de permettre une plus-value écologique du projet dans son ensemble, le chenal existant sera partiellement comblé et aménagé pour créer un corridor boisé entre la Venoge et la zone forestière en amont du projet.

Une végétation indigène et adaptée au périmètre du projet sera mise en place.

#### 5.1.4 Aménagement

Les objectifs d'aménagement suivants ont été définis :

- Le chemin des Linardes sera aménagé dans le périmètre du projet comme un chemin de mobilité douce (piétons et vélos). Les chemins et ponts ne doivent pas être aménagés pour des véhicules ;
- Le ruisseau constitue un élément important du paysage et doit être intégré et valorisé autant que possible.

#### 5.2 CHOIX DE L'AMÉNAGEMENT

Suite à une première étude de variantes réalisées dans le cadre des études d'avant-projet [8], six variantes d'aménagement ont été imaginées dans le cadre de l'avant-projet. Sur cette base, **la variante F) "nouveau tracé" en rive droite a finalement été retenue**. Ce choix s'appuie principalement sur la stabilité du terrain plus élevée en rive droite et un aspect plus naturel de cette variante, tout en permettant la création d'un vallon boisé dans le chenal existant.

#### 5.3 NOUVEAU TRACÉ

Dans le but de traverser un terrain plus stable, le nouveau tracé est projeté en rive droite du ruisseau actuel. Au vu des instabilités des dernières années [5] et les instabilités observées pendant l'élaboration du présent projet (voir exemple sur la Figure 18), le nouveau tracé doit passer suffisamment loin du ruisseau actuel. Au début de la phase de construction, le tracé proposé devra encore être évalué au vu des derniers écroulement de berges du ruisseau actuel.



Figure 18 : Exemple d'érosion de berges actif en rive gauche. Des phénomènes similaires se produisent cependant également en rive droite.



Le nouveau tracé doit suivre le terrain existant pour réduire au plus possible le déblai nécessaire et garder la profondeur des travaux au minimum, ceci également afin de minimiser l'impact sur l'aquifère. Cela implique des sections avec des pentes importantes de plus de 15%.

### 5.3.1 Dimensionnement hydraulique

Dans de tels ruisseaux à forte pente, la formule de Chezy d'écoulement normal (et celles apparentées comme Manning ou Gauckler-Strickler) peut ne plus être adaptée en raison de son origine empirique, qui ne tient pas compte du profil de vitesse et tend ainsi à surestimer la vitesse moyenne pour ce type de pente. De manière analogue, l'effet variable d'une rugosité donnée pour différentes pentes n'est pas pris en compte dans les coefficients empiriques de Manning ou de Gauckler-Strickler. Une autre question qui doit être étudiée, est la tendance des cours d'eau à fortes pentes à développer rapidement une couche limite aérée, qui s'étend rapidement à toute la profondeur de l'eau. Par conséquent, pour les ruisseaux avec une pente élevée (généralement supérieure à 7-10%), il convient de vérifier la tendance à ce type de conditions d'auto-aération et de tenir compte de cette possibilité lors de la conception. Les calculs effectués avec la formule de Chezy/Strickler ont ainsi été vérifiés et validés (avec la formule modifiée de Thompson et Campbell) pour tenir compte de ces différents effets au vu des pentes importantes dans le projet.

Le dimensionnement des blocs pour les différents tronçons a ensuite été réalisé en utilisant le coefficient de Shields modifié selon Rickenmann [17] pour les fortes pentes. La taille des blocs nécessaires au fond du lit varie entre 0.60 et 1.30 m. Les valeurs retenues permettent des facteurs de sécurité par rapport à les valeurs critiques de Shields calculées entre 1.6 et 1.9. Le coefficient de 1.9 a été retenu pour le premier tronçon après la sortie de la galerie (lit à forte rugosité permettant une dissipation de l'énergie de l'eau arrivant de la galerie).

Sur les sections avec une pente supérieure à 15%, l'aménagement se fera en enrochement libre qui couvrira le sol et le premier mètre des berges. Sur ces tronçons, la taille moyenne des blocs varie de 1 m à 1.3 m pour le tronçon le plus raide. Pour les sections avec une pente inférieure à 15 %, le matériel du fond du ruisseau sera compris de matériel avec un  $d_{50}$  (50% du matériel est plus fin que cette taille) de 60 cm pour le tronçon le moins raide et de 80 cm pour les autres tronçons. La stabilité du fond du lit sera assurée avec des ouvrages transversaux.

Dans le dimensionnement retenu pour le projet de l'ouvrage, l'aménagement des berges est relativement massif. Des optimisations sont prévues dans le projet d'exécution pour intégrer des mesures de génie biologique par exemple au sommet du renforcement des berges en place du dernier bloc.

### 5.3.2 Protection contre l'affouillement

Afin de garantir une stabilité du profil en long du nouveau ruisseau, des ouvrages transversaux seront aménagés. A l'aval de tel ouvrages, il s'agit de vérifier la stabilité du fond du lit contre l'affouillement. Les calculs nécessaires ont été effectués avec les formules de Kotulas et de Tschopp et Bisaz [16].

Un tel calcul a également été réalisé pour la jonction entre le nouveau tracé et le chenal existant. A cet endroit, un seuil d'environ 1m permettra de dissiper partiellement l'énergie de l'écoulement avant de rejoindre le tronçon moins raide jusqu'à l'embouchure avec la Venoge. Dans ce secteur, un renforcement de la berge en rive gauche est également prévu pour éviter une érosion de la berge.

### 5.3.3 Hauteurs des berges

La digue en rive droite est dimensionnée en considérant une revanche selon CIPC [10] pour le débit de dimensionnement de 12.6 m<sup>3</sup>/s. Cette revanche vaut entre 0.8 et 1.22 m selon les tronçons en fonction de la pente. Pour la rive gauche, le sommet de la berge est défini comme 30 à 40 cm moins élevé qu'en rive gauche (voir chapitre 5.1.1). Cela favorise un éventuel débordement en rive gauche quand la topographie le permet. La digue est construite avec le matériel du sous-sol minéral excavé du nouveau chenal. Un dimensionnement de la berge avec une pente de 1:2 permet d'assurer sa stabilité (pente moins raides que dans le vallon boisée, en 2:3).

### 5.3.4 Végétalisation

La partie supérieure des berges ainsi que l'espace réservé au cours d'eau en dehors du chenal serontensemencés et des arbustes seront plantés le long des berges pour augmenter l'aspect naturel du cours d'eau.

### 5.3.5 Matériaux utilisés

Pour aménager le ruisseau d'une manière qui s'approche le plus possible à un ruisseau alpin naturel, le nouveau chenal nécessitera du matériel hétérogène avec un diamètre moyen large pour garantir la stabilité du fond du lit.

Les blocs seront composés de calcaire du Jura. Du gravier concassé sera utilisé pour assurer une couche de filtre sous les blocs.

Pour garantir au mieux la stabilité des berges, le premier mètre des berges sera aménagé en blocs du même type que les sections plus raides. L'utilisation de différentes tailles de matériel permet la constitution de couches de filtre, afin d'assurer que les blocs ne s'enfoncent pas et ne peuvent pas être érodés.

Pour la digue en rive droite, celle-ci est constituée du matériel du sous-sol minéral.

Dans le cas des ouvrages transversaux, du béton sera utilisé pour assurer la stabilité de l'ouvrage.

L'imperméabilisation du fond du lit sera assurée par une natte de bentonite.

### 5.3.6 Déblai

L'aménagement du nouveau chenal nécessitera l'excavation d'environ 3'800 m<sup>3</sup> de terrain. Sur la base d'une profondeur de l'horizon de surface estimée à 20 cm et du sous-sol de 80 cm, cela représente quelques 500 m<sup>3</sup> d'horizon de surface (horizon A) et 1050 m<sup>3</sup> d'horizon B.

Le reste du volume (environ 2250 m<sup>3</sup>), issu des couches plus profondes, est principalement composé de matériel plutôt fin et quelques blocs plus grands (Figure 19).

Afin de minimiser l'impact sur les eaux souterraines, la profondeur des excavations est limitée au minimum nécessaire à la réalisation des travaux de réaménagement du cours d'eau.



Figure 19 : Composition du sol dans la partie aval du périmètre, peu avant l'embouchure dans la Venoge.

Une partie de l'horizon de surface sera réutilisé pour les berges du nouveau tracé (~250 m<sup>3</sup>). L'autre partie sera utilisée pour le comblement du chenal existant.

Considérant la mise en place d'une couche de 20 cm en surface du comblement du chenal actuel, cela représente environ 800 m<sup>3</sup> de matériel des horizons A et B qui peuvent être directement valorisé sur place.

De plus, il est prévu d'utiliser une faible couche du matériel fin issu du fond de l'excavation du ruisseau pour le comblement. Cela est notamment vrai pour le matériel avec un diamètre supérieur à 5 cm qui pourra être utilisé dans les pentes inférieures à 15%. Cependant, au vu de la faible granulométrie de la majorité de ces matériaux et de la probable haute teneur en eau, il n'est pas prévu d'en utiliser une partie importante pour le comblement, cela pour des raisons de stabilité.

Ainsi, une bonne partie des quelques 2'800 m<sup>3</sup> de matériaux fins devront être évacués. Dans l'établissement du devis, il a été prévu la mise en dépôt de 2'600 m<sup>3</sup>. La possibilité de valoriser sur place une plus grande partie de ces matériaux sera cependant évaluée durant la phase de réalisation avec le suivi géologique/géotechnique du chantier.

#### 5.4 CONNEXION ENTRE L'EXUTOIRE DU PUIITS À VORTEX ET LE RUISSEAU

Le nouveau ruisseau a pour principale fonction d'évacuer jusqu'à la Venoge les eaux apportées par le puits de chute à vortex et la galerie. A l'exutoire de la galerie débute ainsi le nouveau ruisseau, dont le lit est renforcé sur les 30 premiers mètres sur le fond et le premier mètre des berges avec un enrochement libre au vu de la vitesse élevée à la sortie de la galerie. A cette hauteur se termine également le canal de jonction depuis le ruisseau existant.

#### 5.4.1 Renforcement du lit à la sortie de la galerie

Au sortir de la galerie, l'eau arrive avec une vitesse relativement élevée, de l'ordre de 6.5 m/s (écoulement sur surface sans rugosité, pour le débit de dimensionnement). Afin de permettre une adaptation de cet écoulement pour le ruisseau, les premiers 30 m du nouveau ruisseau seront aménagés avec une importante rugosité et des blocs de grande taille (diamètre moyen de 1.30 m), toute en garantissant le passage sous le pont des Linardes.

La stabilité du fond du lit et du premier mètre de berges est assurée avec un enrochement libre. Cela permet de protéger le chenal contre l'érosion. Sur les 5 premiers mètres en rive gauche (arrivée du canal de jonction depuis le ruisseau actuel), une rangée de blocs permet de diriger l'écoulement.

Afin de permettre un passage sous le pont du chemin des Linardes, le fond du lit est ici plus profond que sur le reste du ruisseau. La cote inférieure du pont a été dimensionnée pour permettre une hauteur depuis le fond du lit garantissant une revanche selon CIPC [10] pour les 12.6 m<sup>3</sup>/s (calcul sans bois flottants). L'écoulement est torrentiel à la sortie de la galerie et le reste sur toute la longueur du ruisseau en conséquence des pentes élevées. La conservation d'un écoulement torrentiel après la galerie permet en outre de réduire le risque de refoulement et d'accumulation dans la galerie.



Figure 20 : Aménagement du ruisseau à la sortie de la galerie

#### 5.4.2 Raccordement depuis l'ancien ruisseau

L'ancien vortex restera en place pour garantir une redondance du système d'évacuation des eaux. En aval de l'ancien vortex, le chenal de l'ancien ruisseau doit être conservé et raccordé au nouveau chenal.

Le tracé du raccordement a été défini afin d'obtenir un tronçon aussi court que possible et en considérant le terrain naturel. A la jonction avec le nouveau ruisseau, le canal de jonction se situe 70 cm plus haut, afin de permettre une rangée de blocs dirigeant l'écoulement sortant de la galerie.

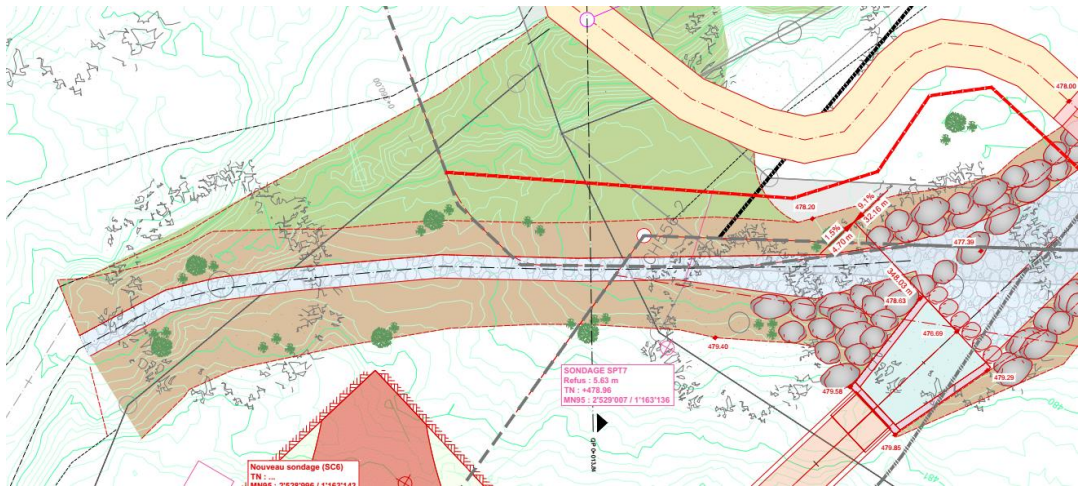


Figure 21 : Canal de jonction depuis le ruisseau existant

Concernant le dimensionnement, le débit du vortex existant, de  $4.0 \text{ m}^3/\text{s}$ , a été considéré. Comme le canal ne transporte que très rarement de l'eau (uniquement durant les maintenances du nouveau vortex), les points suivants ont été retenus :

- Au lieu d'une revanche selon CIPC, le chenal est dimensionné avec la hauteur d'énergie (Figure 22). La largeur du fond du lit atteint 1 m et avec des berges de 2:3, la largeur de la surface d'écoulement mesure 4.3 m. La profondeur du chenal est d'au moins 1.1 m.

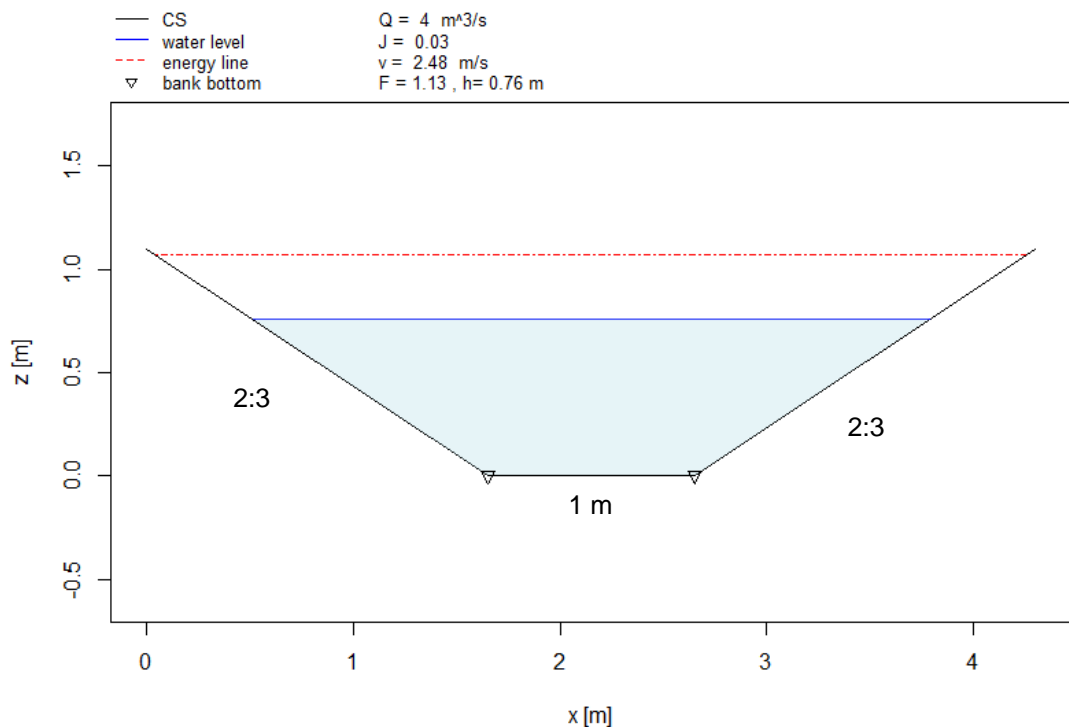


Figure 22 : Profil en travers du canal de jonction entre le ruisseau existant et le nouveau ruisseau

- Stabilisation du fond du lit et du pieds de berges pour garantir la protection contre l'érosion et éviter une rupture de l'ouvrage en cas d'événement extrême. On veut ainsi éviter l'apport de sédiments jusqu'à la Venoge.

- La protection contre l'érosion des berges est garantie par un aménagement des berges avec une pente de 2:3. Cela se justifie au vu du débit de dimensionnement de 4.0 m<sup>3</sup>/s et de la faible probabilité d'occurrence d'une crue lors de l'emploi de l'ancien vortex.
- Un entretien régulier de l'ancien ruisseau et du chenal de raccordement sera à prévoir. Cela d'autant plus que ces deux tronçons seront à sec de manière quasi permanente.

#### 5.4.3 Matériaux utilisés

Le fond du lit et le pied de berge du chenal de jonction seront aménagés avec des blocs en calcaire du Jura. Du gravier concassé sera utilisé pour assurer une couche de filtre sous les blocs.

À partir de la sortie de la galerie, le nouveau chenal sera équipé d'une natte en bentonite, pour minimiser les apports en eau dans le sol.

#### 5.5 RISQUES ET DANGERS RÉSIDUELS

En cas d'événement extrême (débit supérieur au débit de dimensionnement), le cours d'eau a été conçu pour favoriser un éventuel débordement en rive gauche. Un tel débordement s'effectuerait ainsi sur les terrains avoisinants et dans le vallon boisé, et ne menacerait ainsi pas l'installation électrique située à l'aval en rive droite.

Au vu des débits considérés dans la cartographie intégrale des dangers naturels (voir chapitre 2.2), un tel dépassement semble cependant très peu probable. De plus, la quantité d'éventuels matériaux qu'un tel débordement pourrait emporter jusqu'à la Venoge devrait rester limitée, au vu des faibles hauteurs d'eau qui se produiraient et se répartiraient sur les surfaces adjacentes.

#### 5.6 CHEMIN DES LINARDES

Le chemin des Linardes sera un chemin de mobilité douce

Sur la partie nouvellement aménagée dans le périmètre du projet, une largeur de 2 m a été définie. Un nouveau pont sera construit par-dessus le nouveau ruisseau, 10 mètres à l'aval de la sortie de la galerie. Le pont, d'une largeur de 2m et construit en bois, reposera sur deux culées en béton.

#### 5.7 COMPLEMENT PARTIEL DE L'ANCIEN RUISSEAU

La partie du ruisseau existant située à l'aval du Chemin des Linardes ne sera plus alimentée ni par le nouveau ni par l'actuel vortex. Ce tronçon sera ainsi réaménagé pour suivre un double objectif :

1. Soutenir la stabilisation du versant et surtout des berges latérales pour ralentir, voir interrompre l'élargissement de l'emprise du ruisseau ;
2. Créer un vallon boisé entre la Venoge et la forêt en amont et ainsi offrir avec le projet une plus-value écologique.

Afin d'assurer la conservation de la fonction drainante du ruisseau actuel, une conduite de drainage sera installée au fond du chenal existant. Sur la base des calculs hydrogéologiques et hydrologiques réalisés, une conduite de 200 mm sera installée. La conduite de drainage sera recouverte d'un mètre de gravier et de chaille afin de renforcer la capacité drainante en profondeur.

Afin d'assurer une stabilité des berges latérales, des talus de 2:3 sont prévus. Le fond du

chenal existant sera rempli sur une hauteur d'environ 4.0 mètres en moyenne.

Au-dessus de la couche de gravier sera déposé le matériel issu de la construction du vortex et de la galerie, soit environ 2'250 m<sup>3</sup> de molasse concassée (taille similaire au gravier). Afin de compléter le comblement, du matériel supplémentaire de type chaille ou concassé sera employé, afin d'avoir un meilleur angle de frottement interne tout en favorisant le drainage dans une perspective de stabilisation du comblement.

Le remblai nécessitera environ 1'300 m<sup>3</sup> de gravier concassé et de chaille supplémentaire au matériel excavé issu de la construction du vortex.

Finalement, en surface, une fine couche du matériel fin issu du nouveau ruisseau sera ajoutée, avant de recouvrir l'ensemble avec les horizons B et A également issu du nouveau ruisseau (voir chapitre 5.3.6).

Un accompagnement géologique du chantier sera effectué, afin de déterminer durant le comblement si des mesures supplémentaires de stabilisations sont nécessaires ainsi que la précision du type de matériaux à employer et l'épaisseur des couches.

## **5.8 CONDUITES**

Différentes conduites sont présentes dans le périmètre du projet et principalement dans le secteur de la jonction entre la galerie et le nouveau ruisseau. Ces conduites et leur implication sur le projet sont brièvement présentées et discutées ci-après.

### **5.8.1 Conduite des eaux usées**

La conduite d'eaux usées passe dans son tracé actuel sous le nouveau ruisseau et le chenal de raccordement projetés. Afin de s'affranchir de cette contrainte pour le dimensionnement du nouveau ruisseau et assurer que la conduite reste en bon état, celle-ci sera déplacée.

Une reprise sera faite depuis la cellule de poussée. Le passage dans la cellule sera fait en bordure de fouille afin de ne pas gêner les travaux de forage. La connexion avec le collecteur de l'AIEE se fera dans la molasse, par un forage dirigé DN315 de 35 mètres.

### **5.8.2 Conduite de gaz**

La conduite de gaz sera désaffectée d'ici la réalisation des travaux. Celle-ci ne représente donc pas une complication pour le projet. Lors du projet d'exécution, il s'agira de s'assurer qu'aucun risque n'est lié à cette conduite et qu'aucune mesure particulière ne doit être prise pour la phase de réalisation.

### **5.8.3 Conduite d'électricité**

Une ligne moyenne tension de la Romande Energie longe le chemin des Linardes dans le périmètre du projet. Celle-ci devra être déplacée, puisqu'elle croise le projet à une profondeur insuffisante selon les informations fournies par Romande Energie.

Romande Energie a confirmé prendre en charge les frais de génie électrique (Email du 1.3.2021). Les frais de génie civil liés à ces travaux sont compris dans le présent projet. Les différentes procédures nécessaires seront réalisées par Romande Energie.

## 5.9 SECTEUR EMBOUCHURE AVEC LA VENOGNE - MESURES DE STABILISATION

Afin de garantir la stabilité du fond du lit dans le secteur entre le nouveau ruisseau et la Venogne, des mesures de stabilisation du fond du lit sont prévues. Ceci se justifie par le débit de dimensionnement trois fois supérieur au débit apporté jusqu'à présent par le vortex existant. Des traversées de blocs seront ainsi construites dans ce périmètre. Cela permettra d'éviter une érosion en profondeur du tronçon, ce qui résulterait en un apport important de sédiments dans la Venogne. Ainsi, par rapport à la situation existante, l'apport de sédiment lors d'un événement extrême peut être considérablement réduite et augmente ainsi la sécurité par rapport aux crues dans la Venogne.

Avec le temps, une séquence de petits bassins se développera ("Step pools"), avec une érosion localisée et contrôlée directement à l'aval des traversées. Des calculs de protection contre l'affouillement ont été menés (voir chapitre 5.3.2)

Afin de minimiser l'impact sur les eaux souterraines (proximité avec la zone S3 de l'autre côté de la Venogne), la profondeur des excavations sera limitée au minimum nécessaire à la réalisation des mesures de stabilisation.

## 5.10 ESPACE RÉSERVÉ AUX EAUX

L'espace réservé aux cours d'eau est défini selon l'Ordonnance sur la protection des Eaux (OEaux) [11] [12]. Considérant l'emprise du projet dans la partie aval du ruisseau sur le plan de protection (PAC) Venogne, l'espace réservé aux eaux est défini selon les cours d'eau situés en zones protégées (41a al 1b de la OEaux).

Considérant les débits de base observés dans le chenal actuel et les débits de dimensionnement, une largeur naturelle du fond du lit de 2.0 m a été définie. Considérant cette largeur naturelle, multipliée par 6 et ajoutée de 5.0 m (selon OEaux), l'espace réservé minimal est de 17 m. Une zone tampon supplémentaire de 1.5 m de chaque côté a été recommandée par Holinger SA. Ainsi, l'emprise totale du cours d'eau est de 20 m.

L'espace réservé aux eaux est représenté sur les plans du projet.

## 5.11 ASPECTS ENVIRONNEMENT ET NATURE

### 5.11.1 Réaménagement du ruisseau existant

Les mesures suivantes sont proposées pour le réaménagement écologique du ruisseau existant à l'aval du Chemin des Linardes. Il est à noter que ces mesures ne figurent pas sur les plans du projet mais font parties du devis général.

#### Maintien des zones de glissement en rive gauche

La rive gauche du cours d'eau est caractérisée par des glissements et des cassures de terrain impressionnantes. Sous condition de réaliser des pentes 2/3, il est recommandé de maintenir partout où cela est possible ces surfaces terreuses, car elles présentent un potentiel important pour la microfaune et plus particulièrement les insectes fouisseurs et les guêpes et abeilles sauvages. Les hirondelles apprécient également les surfaces terreuses un peu plus humides pour récolter de la boue pour leurs nids.

*Espèces cibles* : Abeilles sauvages, guêpes fouisseuses, araignées, grillons





**Figure 23 : Exemple de zones de glissement existantes favorables à la faune à maintenir en l'état en rive gauche**

#### Plantations de buissons :

Afin de valoriser l'espace existant, les berges existantes ainsi que les zones comblées seront partiellement plantées de buissons indigènes, en majorité d'essences épineuses. Certaines des berges existantes sont particulièrement envahies de ronces, la plantation de buissons ainsi qu'un entretien sur quelques années permettrait de diminuer la vitalité des ronces. Des plantations sous forme de bosquets de 20 à 30 m<sup>2</sup> environ sont prévues dans le lit comblé. Leur petite taille a pour but de maximiser les zones d'ourlet et de transition, tout en limitant les ombres portées sur les zones de glissement avec de la terre nue. La plantation doit se faire à une densité d'environ 0.7 (soit 2 arbustes par 3m<sup>2</sup>) avec une majorité d'essences épineuses, favorables à la faune comme zone refuge. Dans les zones dominées par la ronce, par exemple dans la partie aval des berges, des essences à croissances plus rapides sont privilégiées pour concurrencer les ronces.

*Essences proposées pour les bosquets :* prunellier (épineux), aubépine (épineux), églantier (épineux), épine-vinette (épineux), nerprun purgatif, troène vulgaire, chèvrefeuille des haies, cornouiller mâle, sureau noir.

*Essences proposées sur les berges :* noisetier, cornouiller sanguin, viorne à feuille d'obier, saules.

*Espèces cibles :* oiseaux nicheurs (passereaux), insectes (papillons, abeilles, etc), mammifères, reptiles et amphibien (habitats terrestres).



Figure 24 : Bosquet d'épine noir (gauche), Bosquet de buissons indigènes (droite)

Aménagements de petits biotopes :

Des petits biotopes tels que des tas de bois et des tas de pierres seront aménagés autour des zones plantées et du biotope humide. Ils seront réalisés selon les usages en vigueur (notice pratique du Karch).

*Espèces cibles* : petits mammifères, amphibiens, reptiles, insectes et microfaune liés au bois mort.



Figure 25 : Tas de bois et de pierres

Biotope humide (plan d'eau temporaire) :

Les zones humides ont fortement régressé dans le paysage suisse et ce projet donne une opportunité de créer un biotope original dans une région avec un fort potentiel du fait de la présence de la Venoge et des nombreux chantiers de revitalisation réalisés dernièrement.

L'objectif est de créer une zone humide temporaire d'une surface de 30 à 50 m<sup>2</sup> dans la zone comblée. Celle-ci serait creusée dans la pente et étanchéifiée de manière artificielle. Un petit ouvrage de retenue avec surverse permettrait de garder l'eau qui serait vidangée chaque année à la fin de l'été à l'aide d'une bonde. Les habitats terrestres seront des zones refuges minérales avec peu de végétation afin de laisser le site dans un état pionnier de zone rudérale.

*Espèces cibles* : Sonneur à ventre jaune, Crapaud calamite, Crapaud accoucheur, insectes aquatiques, plantes aquatiques dans une moindre mesure.



Figure 26 : Biotope du Crapaud accoucheur et du sonneur à ventre jaune

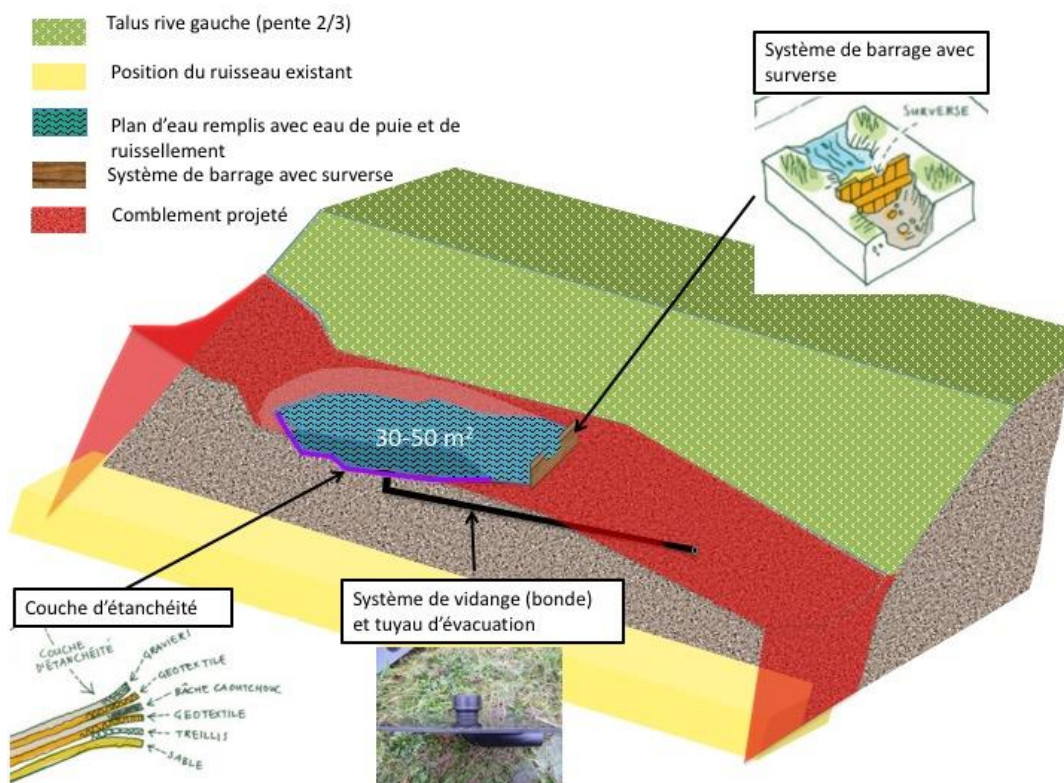


Figure 27 : Schéma explicatif d'une construction de biotope pour batraciens

Verger haute-tige :

L'environnement immédiat du cours d'eau est dominé par les arbres fruitiers haute-tige et les noyers, dont la majeure partie sont de vieux arbres. Dix arbres fruitiers haute-tige et/ou noyers seront plantés afin de rajeunir les zones de vergers avoisinants. Ces arbres seront aménagés avec des nichoirs adaptés aux espèces cibles. La zone faisant déjà l'objet d'une valorisation écologique, des arbres similaires s'accordant bien avec le concept existant seront plantés.

Espèces cibles : Rougequeue à front blanc, Torcol fourmilier, éventuellement Huppe fasciée



Figure 28 Aspect d'un jeune verger haute-tige

Semi :

La mise en place d'un semi à bonne valeur écologique permettra de couvrir le sol et d'éviter ainsi l'érosion superficielle de la zone de comblement. Ce semi se fera avec un mélange rural type UFA *Flore pionnière Ruderal CH* ou *Accotements et talus secs CH-G* afin de garantir une diversité floristique minimale sur des sols bruts. Dans la mesure du possible, certaines zones seront laissées à nue dans le but de laisser des zones favorables aux insectes fouisseurs.



Figure 29 : Exemple de semis d'espèces rudérales

### 5.11.2 Néophytes

La Renouée du Japon est une espèce exotique envahissante inscrite à l'annexe 2 de l'ODE, ce qui implique des contraintes légales au niveau de la réutilisation des matériaux contaminés par ses rhizomes ou ses tiges. Une station a été observée à proximité de la passerelle existante au-dessus du cours d'eau. Cette espèce est extrêmement problématique notamment le long des cours d'eau et elle devrait être totalement éliminée avant le début des travaux sous peine d'envahir une bonne partie de la zone remblayée. Sa particularité provient de son système racinaire et de ses extraordinaires capacités de régénération, c'est pourquoi la station doit être excavée sur plusieurs mètres de fond et les terres contaminées évacuées en fond de décharge de type B, conformément à la législation. Cela permettra d'éviter la dispersion de cette espèce à cause des travaux d'excavation. De plus, il est probable que les glissements de terrain aient emporté de la terre contaminée par les racines, une inspection minutieuse devra être faite lors de la saison de végétation afin de vérifier si d'autres stations sont présentes en aval de la station existante.



Figure 30 : Photo de la station de renouée du Japon à proximité de la passerelle

### 5.11.3 Concept d'entretien

Les mesures écologiques prévues nécessitent un entretien annuel afin d'en assurer la pérennité. Les mesures suivantes sont recommandées

- Une fauche annuelle du tiers du site par année, en fonction du développement de la végétation ;
- Un recépage des arbustes tous les 5 ans ;
- La fauche des ronces au besoin, afin d'éviter un développement de ces dernières au détriment des arbustes plantés ;
- Assèchement du plan d'eau une fois par année

La charge de travail annuelle correspondante est estimée à entre 1 et 2 jours par année pour deux personnes.

#### **5.11.4 Rapport d'impact sur l'environnement**

Sur demande de la Direction des ressources et du patrimoine naturels, Biodiversité et paysage (DGE-BIODIV), un rapport d'impact sur l'environnement sera établie pour la mise à l'enquête. Cela aura pour objectif de décrire les valeurs biologiques et paysagères du site et proposer les mesures adéquates.

#### **5.11.5 Suivi environnemental de la phase de réalisation**

Afin de permettre une intégration pertinente des mesures écologiques prévues, il est recommandé pour la phase de réalisation de prévoir un suivi environnemental de la phase de réalisation (SER).

### **5.12 ASPECTS FONCIERS**

Les ouvrages techniques du Vortex et de la galerie sont des ouvrages souterrains, sans impacts sur la situation foncière. Les terrains concernés sont des terrains communaux et le domaine public communal.

La sortie de la nouvelle galerie se situe sur la parcelle n° 216 (pré, champs), propriété de M. Karl Beck. Durant le chantier, des emprises provisoires sur la parcelle n° 1343 (forêt), propriété de la Société immobilière du Château de Cossonay SA, sont nécessaires.

Le tracé du ruisseau réaménagé se situera sur les parcelles n° 183 et 216 (pré, champs) appartenant toutes les deux à M. Karl Beck. Le projet ne touche aucune surface d'assolement. Des emprises provisoires en forêt sont nécessaires. Elles nécessiteront un défrichement temporaire d'environ 2500 m<sup>2</sup>.



## 6 PLANNING INTENTIONNEL & PHASAGE

Le début exact des travaux dépendra de l'avancement des procédures légales et politiques (votes des crédits) il est prévu à la fin de l'été 2022 et fixé à titre d'exemple au 1<sup>er</sup> juin dans le Tableau 3.

Etapas de réalisation	2022												2023											
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
<b>Chantier des Rochettes</b>																								
Installation de chantier ruisseau	■																							
Installation de chantier vortex		■																						
Mise en place de la cellule de poussée			■	■																				
Déplacement de la ligne électrique MT						■																		
Reprise de eaux usées et reconnexion sur le collecteur AIEE				■																				
Construction du nouveau chenal		■	■	■	■																			
Construction de la jonction					■	■																		
Pousse-tube					■	■	■	■	■	■														
Suppression renouée du Japon (secteur pont actuel)					■																			
Comblement du ruisseau existant						■																		
Construction de la chambre de dissipation									■	■														
Inversion du pousse tube et aménagement de l'acqueduc									■	■														
Finalisation de la jonction (ouvrage de dissipation)									■															
Végétalisation vallon boisé et travaux de finalisation											■	■	■											
Remise en état de la route d'accès (pont, etc.)														■										
<b>Chantier sur la Tannaz</b>																								
Installation de chantier	■																							
Forage des puits verticaux		■	■	■	■	■	■	■																
Travaux de déplacement des conduites sur la Tannaz	■																							
Enceinte de Fouille								■	■															
Blindage des puits								■	■															
Construction de l'ouvrage hydraulique principal										■	■	■	■											
Remblayage de l'enceinte principale													■											
Raccordements au réseau													■	■										
Remblayage de la place et travaux de finalisation														■	■	■								
Installation EM et serrurerie																	■	■						
Mise en eau du système																			◆					
<b>Projet vortex &amp; galerie</b>																								
<b>Projet ruisseau</b>																								
◆ Jalon/Délai (annoncés)																								

Tableau 3: planning prévisionnel des travaux

## 7 DEVIS ESTIMATIF DES TRAVAUX & ENTRETIEN

### 7.1 DEVIS ESTIMATIF

Le devis général ci-après se base sur l'état de connaissance du projet au stade de la phase 32 au sens du RPH SIA 103.

Le devis se base sur un avant-métré détaillé des travaux ainsi que des demandes d'offres budgétaires. Pour les travaux spéciaux, des entreprises spécialisées ont été consultées pour contrôler et fiabiliser les estimations de coût.

Tableau 4 : devis général du projet

<b>1 Ouvrages hydrauliques</b>	
Installation générale	300 000
Travaux préparatoires	382 000
Enceinte de fouille place de la Tannaz	516 000
Enceinte de fouille les Rochettes	424 000
Puits	1 662 000
Galerie pousse tube	2 369 000
Chambre de dissipation	291 000
Ouvrage hydraulique Place de la Tannaz	470 000
Tete d'acqueduc	35 000
Racc. Définitifs EC/EU	225 000
EM, accès, serrurerie et ventilation	176 000
Instrumentation, installations électriques et de sécurité	84 000
Refection de la conduite d'eaux usées existante	100 000
Divers & imprévus	964 000
<b>Total 1 : ouvrages hydrauliques</b>	<b>7 998 000</b>
<b>2 Aménagement du ruisseau</b>	
Installation et travaux préparatoires	482 000
Nouveau ruisseau à l'aval du pont	994 000
Secteur jonction (y.c. pont + route)	163 000
Canal de jonction	35 000
Vallon boisé (y.c. comblement partiel)	492 000
Secteur embouchure	44 000
Divers & imprévus	288 000
<b>Total 2 : aménagement du ruisseau</b>	<b>2 498 000</b>
<b>3 Frais supplémentaires</b>	
Acquisitions de terrain (réserve)	60 000
Honoraires (ingénieurs, spécialistes) et frais annexes, estimé à 15%	1 574 400
<b>Total 3 : Frais supplémentaires</b>	<b>1 634 400</b>
<b>Total net 1 + 2 + 3 (hors taxes)</b>	<b>12 130 400</b>
Total TVA comprise (7.7%)	13 064 441
<b>Total arrondi, "tout compris"</b>	<b>13 070 000</b>

Il est proposé de retenir un montant de **13.1 millions de CHF** (TVA comprise) pour le présent devis général.

## 7.2 ENTRETIEN DE L'AMÉNAGEMENT

Le coût annuel nécessaires au maintien en service de l'aménagement complet a été évalué dans le tableau ci-dessous. Les frais d'entretien indiqués sont une estimation **plutôt conservatrice** considérant un besoin régulier d'intervention (années avec de fortes pluies régulières), ce qui ne devrait pas être le cas en réalité.

Tableau 5 : estimation des coûts d'entretien des ouvrages

No	Objet	Interventions	Frais [CHF/an]	Services tiers [CHF/an]	Coûts [CHF/an]
1	Contrôle général de l'ouvrage	1 x mois	4 800.00		4 800.00
2	Evacuation déchets chambre stabilisation	16 m³/an		1 200.00	1 200.00
3	Maintenance vannes + régulations	1 x an		2 160.00	2 160.00
4	Consommation (régulation, caméras)		600.00		600.00
5	Curage chambres, conduites	1 x 2 ans		1 620.00	1 620.00
6	Travaux d'entretien en général	2 x an	4 000.00		4 000.00
7	Entretien du nouveau ruisseau		8 000.00		
8	Entretien du vallon boisé	1 x an	3 000.00		
	Total intermédiaire [CHF]		20 400.00	4 980.00	25 380.00
	TVA 7.7%			7.7%	1 954.26
	<b>Total annuel arrondi 1E3</b>				<b>28 000.00</b>

L'estimation donne un montant de l'ordre de **28'000 CHF** par année pour l'entretien des ouvrages.

## 7.3 SUBVENTIONS

Pour les ouvrages techniques d'évacuation des eaux urbaines, la LPEP ne prévoit aucun mécanisme de subvention, sauf pour les nouveaux raccordements liés à un projet de régionalisation de STEP, ce qui n'est pas le cas. Il n'y a pas non plus de subventions fédérales pour les ouvrages d'évacuation des eaux communaux.

Concernant l'aménagement du ruisseau des Rochettes les travaux n'entrent pas dans les critères de subvention au sens de l'art. 47 de la LPDP, ne s'agissant ni d'une revitalisation ni d'une mesure de protection contre les crues au sens de la loi.

En revanche, le projet met en place des mesures de protection contre l'érosion du ruisseau des Rochettes. Dans ce sens (art. 1 de la LPDP), il serait éligible à des subventions cantonales. Ces subventions se montent à 60% des coûts d'investissements totaux (honoraires compris).

La DGE-EAU s'est d'ailleurs engagée par écrit fin avril auprès de la Municipalité pour une entrée en matière concernant un subventionnement du réaménagement du ruisseau des Rochettes à hauteur de 60%. Cette subvention concerne les travaux de réalisation ainsi que les études associées.

## 8 POINTS D'ATTENTION POUR LA SUITE

Les éléments suivants devront être traités dans le cadre du projet d'exécution :

- Régler la problématique de la prévention des accidents au niveau de la sortie de la galerie. Il s'agira de définir un concept qui ne gêne pas l'hydraulique mais permet d'empêcher des intrusions ;
- Mise en place d'un regard supplémentaire qui donne directement accès au-dessus du conduit de désaération, afin de faciliter les opérations de maintenance ;
- Ajout des conduites provisoires d'évacuation des eaux usées pour la variante "B2" : le long des murs sur l'ouvrage hydraulique sur la Tannaz et dans la cellule de poussée ;
- Des calculs complémentaires concernant la stabilité fond du lit dans le premier tronçon du ruisseau seront à prévoir pour le projet d'exécution ;
- Recommandation d'un suivi géologique/géotechnique du chantier, afin d'assurer un succès de la partie comblement du chenal existant ;
- Les bilans de déplacements des matériaux doivent être affinés pour la mise à l'enquête ;
- Rédaction d'une notice d'entretien décrivant les opérations de maintenance ;
- Rédaction d'une notice d'impact sur l'environnement pour la mise à l'enquête ;
- Rédaction d'un concept de gestion et de protection des terres pour la mise à l'enquête ;
- Rédaction d'une convention d'utilisation selon SIA 260.

### 8.1 PROCÉDURES D'AUTORISATIONS

Le projet a fait l'objet d'une concertation avec les services de l'Etat dès la reprise des études en 2018. Les demandes des services de l'Etat ont donc pu être prises en considération au fur et à mesure de l'avancement des études. Dans la perspective du présent préavis ainsi que pour disposer de toutes les exigences à considérer pour la phase de réalisation du projet, la Municipalité a mené un examen préalable formel du projet, qui s'est déroulé entre octobre 2020 et février 2021. Dans ce cadre, tous les services de l'Etat concernés ont pris position sur le projet. Les remarques et demande de l'Etat ont été prises en considération et intégrées au projet.

Suite à cette procédure préliminaire, la Municipalité est donc assurée de l'approbation du projet par les principaux services concernés et est confortée dans les choix techniques effectués pour le projet.

La procédure d'autorisation à venir comporte deux volets, qui sont tous les deux de compétence cantonale :

- Autorisation au sens de l'art. 25 LPEP
- Autorisation au sens de l'art. 12 LPDP

Ces deux volets seront regroupés dans un seul dossier et seront menés conjointement, avec une mise à l'enquête publique prévue à partir de l'été 2021

## 8.2 SUITE DES OPÉRATIONS

Ce rapport signe la fin des études de projet de l'ouvrage (phase SIA 32). Sur cette base, un préavis pour un crédit d'études est en cours de rédaction. Ce préavis permettra débloquer les montants nécessaires à la poursuite des études, la mise à l'enquête et en soumission du dossier d'ici la fin de l'année. Une fois les soumissions rentrées, un crédit de réalisation sera voté au cours du printemps 2022 afin de commencer les travaux au courant de l'été qui suit.

Ecublens, le 3 juin 2021

Alain Foehn, Michael Birrer, Claude Dubuis, Vincent Mayoraz (Holinger SA)  
Adrian Moriette (Ecoscan SA) pour le chapitre 5.11

### HOLINGER SA

Jürg Schweizer  
Directeur Suisse romande  
juerg.schweizer@holinger.com  
+41 21 654 91 16

Vincent Mayoraz  
Ingénieur de projet  
vincent.mayoraz@holinger.com  
+41 21 654 91 24

## DONNÉES DE BASE

- [1] PGEE de la commune de Cossonay, RIBI SA, Juin 2011.
- [2] Cartographie intégrale des dangers naturels, Lot 4 Venoge, Raport Cossonay, Vaud-Risques (tecnat, beg, sd) et B+C Ingénieurs SA, Juillet 2015
- [3] Commune de Cossonay / Secteur Les Linardes - Câbleries / Rapport géologique ; Bureau technique Norbert Géologues-Conseils SA, E. Marclay et G. Schaeren; 21 décembre 2001.
- [4] Plan : Commune de Cossonay / Secteur Les Linardes - Câbleries / Carte géologique 1:2000 / Annexe 1; Bureau technique Norbert Géologues-Conseils SA; 21 décembre 2001.
- [5] Collecteur des Rochettes – Diagnostic du glissement en amont du pont du chemin des Linardes, GADZ, Présentation de la séance de travail du 2 juillet 2020.
- [6] Commune de Cossonay / Secteur Les Linardes - Câbleries / Rapport géologique ; Bureau technique Norbert Géologues-Conseils SA, E. Marclay et G. Schaeren; 21 décembre 2001.
- [7] Concept d'évacuation des eaux de la commune de Cossonay – Rapport d'avant-projet de puits à vortex, HOLINGER SA, septembre 2020.
- [8] Concept d'évacuation des eaux de la commune de Cossonay – Etude de variantes et de faisabilité, HOLINGER SA, octobre 2019.
- [9] Visites de terrain HOLINGER SA du 5 mai et du 3 juin 2020.
- [10] La revanche dans les projets de protection contre les crues et de l'analyse de dangers, CIPC, Wasser Energie Luft, Heft 2, 2013.
- [11] Protection contre les crues des cours d'eau, Office Fédéral de l'environnement, 2001.
- [12] Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) du 28 octobre 1998 (état le 1<sup>er</sup> janvier 2021)
- [13] Planification stratégiques "Renaturation des Eaux" module charriage, Rapport final canton de Vaux, Hunziker Zarn und Partner, Novembre 2014.
- [14] Guichet cartographique cantonal – Canton de Vaud. <https://www.geo.vd.ch>, Canton de Vaud.
- [15] Séance de projet 01 du 14 mai 2019 – Concept d'évacuation des eaux – Procès-verbal de la séance, HOLINGER SA, 20.6.2019.
- [16] Flussbau – Vorlesungsmanuskript, Fassung HS 2019, Gian Reto Bezzola, ETHZ.
- [17] Dieter Rickenmann, Methoden zu den quantitativen Beurteilungen von Gerinneprozessen in Wildbächen
- [18] TK Consult AG (2020), Puits à vortex de Cossonay, étude hydraulique de détail, Zürich
- [19] GADZ SA (2014), Sondages et études géotechnique, Cossonay – collecteur des Rochettes.

# ANNEXE 1

## PLANS .300 : HYDRAULIQUE ET OUVRAGES BÉTON

A2160\_300 – situation générale Tannaz

A2160\_301 – vue en plan ouvrage Tannaz

A2160\_302 – coupes ouvrage Tannaz

A2160\_303 – chambre de dissipation (hydraulique+ désaération)

## **ANNEXE 2**

### **PLANS .600 : TRAVAUX SPÉCIAUX (FORAGES ET SORTIE)**

A2160\_600 – Situation générale et profil en long

A2160\_601 – Déviation de conduites Tannaz

A2160\_606 – Tête d'acqueduc

A2160\_607 – Installation de chantier Tannaz



## **ANNEXE 3**

### **PLANS .500 : AMÉNAGEMENT DU RUISSEAU**

A2160\_500 – situation générale ruisseau

A2160\_501 – Détail point de sortie et ch. des Linardes

A2160\_502 – Situation détaillée (nouveau ruisseau)

A2160\_503 – Situation détaillée (embouchure)

A2160\_504 – Profil en long

A2160\_505 – Profils en travers (nouveau + comblement)

A2160\_506 – Profils en travers (existant comblé)