



Assemblée communale ordinaire du 14 décembre 2017

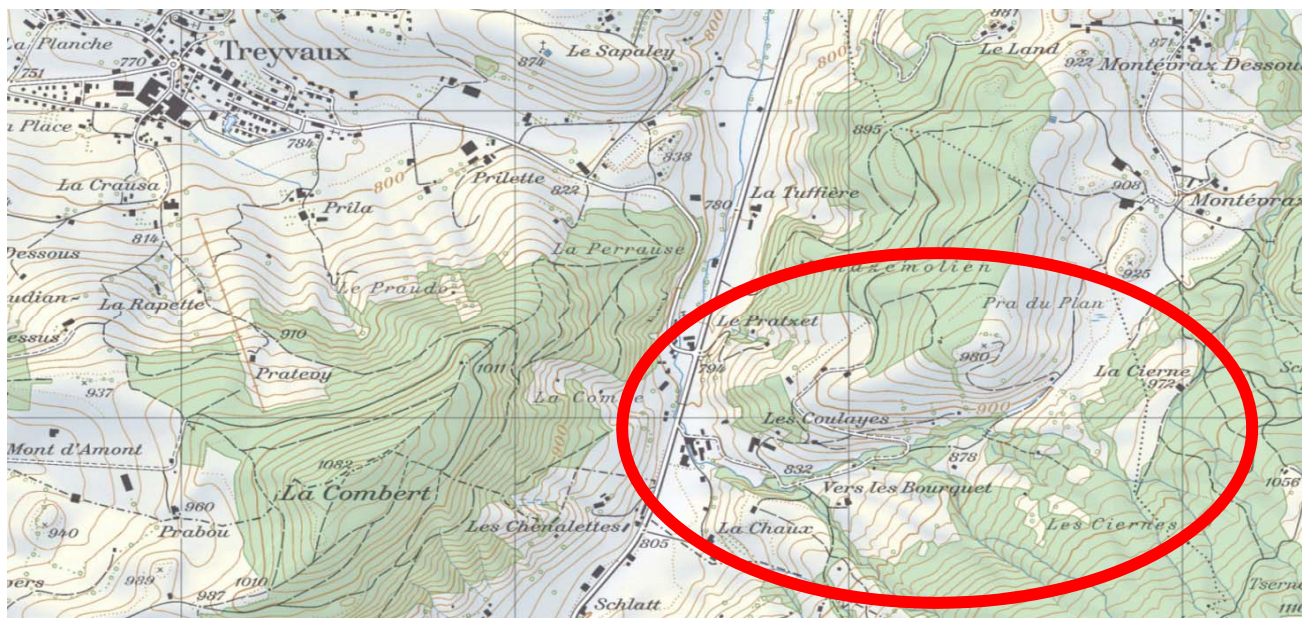
Point 3.3

Ruisseau du Pontet - Mesures de protection

1. Introduction

Ces dernières années et à plusieurs reprises, le ruisseau du Pontet est sorti de son lit provoquant des dégâts et des inquiétudes pour les riverains dudit ruisseau. Tant la scierie du Pratzey que les habitations en aval de celle-ci sont concernées par ces inondations. De plus, tous développements des activités de l'entreprise Yerly Bois SA sont conditionnés aux aménagements proposés ci-dessous.

Le ruisseau du Pontet prend son lit dans le bassin versant du Cousimbert et est constitué de trois affluents principaux, l'Épinette, la Belle Scierne et le Rio du Pontet.



Le ruisseau du Pontet est situé dans le zone du Pratzey.

2. Situation actuelle

Dans les années 60, au début des années 80, ainsi qu'en 1992, 2000, 2014 et 2015 des inondations ont eu lieu avec des intensités de 60 mm de pluie tombée en 3h. A chaque fois, le ruisseau du Pontet a débordé à plusieurs endroits sur la rive gauche dans la plaine du Pratzey. Les trois ponts et les passages sous les routes cantonales et communales posent également de gros problèmes car ces derniers sont obstrués par les accumulations de débris, tels que branches, troncs et matériaux divers.

Les dégâts causés par ces crues aux installations techniques de la scierie sont principalement le fait de l'obstruction du pont situé en amont du site. Quant à ceux provoqués aux maisons en aval, ils sont principalement causés par le fait qu'aucune retenue d'eau permettant de réguler le débit du ruisseau n'est mis en place.



La zone concernée par les mesures de protection envisagées concerne la scierie et ses abords ainsi que les habitations le long de la route cantonale La Roche – Le Mouret.

A la hauteur du stockage des billons de bois, il existe déjà un bassin de décantation, Cependant, celui-ci est clairement sous-dimensionné et nécessite une vidange régulière.

3. Démarches entreprises

Le Conseil communal a approché le syndicat AMIZOM "Flancs du Cousimbert" ainsi que le Secteur des lacs et cours d'eau de l'Etat afin de mettre en œuvre des aménagements permettant de limiter au maximum les inondations.

Une vision locale avec les instances précitées a eu lieu afin de clarifier la situation. Dès lors, un mandat d'étude a été donné au bureau d'ingénieurs Nouvelle Forêt spécialisé en la matière.

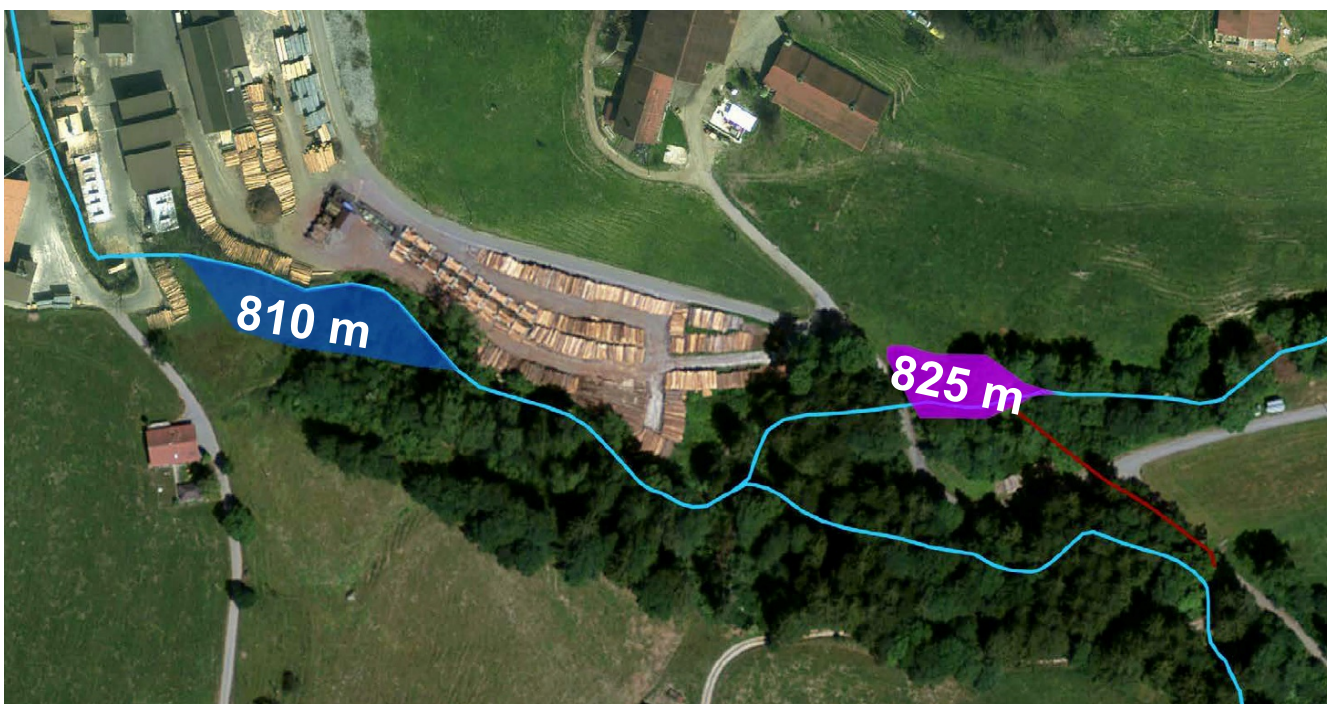
3.1. Etude préliminaire

L'étude préliminaire (annexe Etude préliminaire du ruisseau du Pontet) du bureau Nouvelle Forêt s'est basée sur les données techniques des débits des cours d'eaux, de la carte des

dangers NIPO établis sur demande de l'Etat et sur les infrastructures actuelles le long du ruisseau du Pontet.

Les coûts des différentes variantes vont de 60'000 francs pour des travaux sommaires sans influences notables sur les crues à 1,5 millions pour des travaux de réaménagement complet.

L'étude conclut que "L'aménagement en amont du passage sous route à l'altitude 825 m représente une possibilité intéressante pour la rétention de matériaux charriés. La zone de dépôt en rive gauche à l'altitude 810 m permet une rétention des matériaux provenant de l'Epinette ou des matériaux excédentaires du Rio du Pontet. L'entretien ponctuel de la forêt présenté dans la variante 1 est quant à lui une mesure peu coûteuse qui permet de réduire la quantité de bois flottant tout en contribuant à une stabilisation des berges grâce à un bon enracinement des versant de part et d'autre des torrents".



Cependant, le propriétaire du terrain, ci-dessus en violet, n'était pas favorable à l'aménagement d'une zone de rétention en raison de ses projets futurs et a demandé l'étude d'une variante sans emprise sur son terrain.

3.2. Notice concernant la faisabilité d'une variante complémentaire

Ainsi, une analyse de faisabilité d'une variante complémentaire a été demandée au bureau Nouvelle Forêt. Le résultat de cette étude (annexe Notice concernant la faisabilité d'une variante complémentaire) démontre qu'une variante est possible et conclut de la manière suivante: "La variante complémentaire présentée dans cette notice est ainsi techniquement réalisable. Une planification plus détaillée concernant le dimensionnement précis et la forme du passage de la route à l'altitude 825 m, la forme de la zone de dépôt et un affinement de l'estimation des coûts restent néanmoins nécessaires".



En fait, le pont sous la route à l'altitude 825 m est reconstruit et agrandi permettant le passage des matériaux de charriage et la zone de dépôt à l'altitude 810 m est également agrandi.

Le Conseil communal et le Secteur des lacs et cours d'eaux approuve cette nouvelle variante. De plus, l'entreprise Yerly Bois SA est également favorable à celle-ci. La zone de dépôt, avec une surface d'environ 2100 m², se situe sur les articles RF 2823 (Commune de Treyvaux) et 2773 (Yerly Bois SA). Dès lors, rien ne s'oppose à la réalisation de cette variante.

3.3. Dimensionnement définitif et calcul des coûts des travaux

Il restait à finaliser les dimensionnements définitifs et les coûts du pont et de la zone de dépôt de cette variante. Finalement, un nouveau mandat a été donné au bureau Nouvelle Forêt et au bureau Gex et Dorthe pour finaliser l'étude et définir les coûts des travaux.

Ainsi, le rapport final des bureaux précités (annexe) conclut ainsi: "La variante complémentaire présentée est techniquement réalisable. Comme pour la variante proposée dans l'étude préliminaire, il est à préciser que la mise en œuvre de cette variante ne permet pas d'éviter des débordements au passage sous la scierie, en aval de la zone de dépôt, qui est d'une capacité insuffisante dès Q30 sans embâcle."

Le détail des coûts se trouve ci-dessous.

3.4. Solution retenue

Pour le Conseil communal, deux infrastructures nécessitent un aménagement important. Le passage sous la route communale en amont de la scierie à l'altitude 825 m avec un tuyau de 3.2 m de diamètre.

Le second aménagement est la création d'une zone de dépôt en bassin de rétention.

La commune a aussi mené des discussions avec Yerly Bois SA pour la prise en charge d'une partie de ces coûts. Etant donné que les travaux proposés permettront aussi à l'entreprise Yerly Bois SA de se développer, celle-ci est d'accord de participer financièrement à hauteur de 50'000 francs.

Le montant de la subvention fédérale se monte à 35% et la subvention cantonale à 32%, le total des subventions octroyées est donc de 67%. Ces taux de subventionnement sont confirmés dans un courrier du Service de l'environnement (annexe lettre du SEn).

Cependant, étant donné que la valeur résiduelle du pont actuel est estimée par le Secteur des lacs et cours d'eau à 50'000 francs, ce montant ne sera pas subventionné.

4. Coûts et financement

4.1. Passage de route - Pont (altitude 825 m)

Objets	Unités	Quant.	Prix	Total
Signalisation routière	gl	1	500.00	500.00
Installation de chantier	gl	1	15'000.00	15'000.00
Dépose glissières	gl	1	1'000.00	1'000.00
Défrichage	gl	1	1'000.00	1'000.00
Démontage murs existants	m ³	16	250.00	4'000.00
Dérapage enrobé et évacuation	m ²	40	30.00	1'200.00
Coupe enrobé	m'	8	35.00	280.00
Excavation pleine masse	m ³	210	10.00	2'100.00
Remblayage	m ³	120	15.00	1'800.00
Evacuation matériel excédentaire	m ³	90	35.00	3'150.00
Façon de digue provisoire	m ³	25	50.00	1'250.00
Semelle de fondation en béton	m ³	10	250.00	2'500.00
Coffrage	m ²	20	60.00	1'200.00
Ferrailage	kg	500	1.80	900.00
Bétonnage de clavage	m'	20	50.00	1'000.00
Fourniture et pose buse Sytec TKB9	m'	10	1'350.00	13'500.00
Façon de pavage en blocs	to	40	150.00	6'000.00
Protection aval affouillement	to	12	150.00	1'800.00
Béton de pose	m ³	5	200.00	1'000.00
Enrochement entrée/sortie buse	to	48	150.00	7'200.00
Ventilation buse	pc	2	400.00	800.00
Coffre route 40 m ²	m ³	20	60.00	1'200.00
Planie fine	m ²	40	5.00	200.00
Nouvel enrobé 80 mm	m ²	45	40.00	1'800.00
Total travaux				70'380.00
Divers et imprévus				7'000.00
Honoraires				10'000.00
Total HT				87'380.00
TVA 7.7%				6'730.00
Total TTC				94'110.00
Total TTC arrondi				100'000.00

4.2. Aménagement de la zone de dépôt (altitude 810 m)

Objets	Unités	Quant.	Prix	Total
Installations générales	gl	1	25'000	25'000
Façon d'accès provisoire	m ²	100	18	1'800
Déboisement y c. évacuation	m ²	1'440	3	4'320
Essouchage y c. évacuation	m ²	1'440	5	7'200
Décapage de terre végétale	m ³	210	10	2'100
Décapage d'humus forestier	m ³	216	12	2'592
Fouille en pleine masse	m ³	5'430	6	32'580
Tri des matériaux	m ³	5'430	1	5'430
Mise en dépôt de blocs (5%)	m ³	271	2	542
Valorisation matériaux excavation	m ³	515	-10	-5'150
Excavation matériaux excavation DCMI-E	m ³	4'764	30	142'920
Réglage du fond de fouille	m ²	2'140	2	4'280
Fouilles en rigole pour enrochement	m ³	120	25	3'000
Fourniture de blocs d'enrochement	to	900	50	45'000
Fourniture de béton pour blocs	m ³	150	180	27'000
Pose d'enrochement au béton	to	1'300	65	84'500
Façon de râtelier aval	gl	1	10'000	10'000
Façon de digue (50 cm)	m ³	120	20	2'400
Total des travaux				395'514
Divers et imprévus	10%			40'000
Honoraires y c. géomètre	12%			45'000
Rachat terrain	800 m ²			8'000
Total HT				488'514
TVA 7.7%				37'616
Total TTC				526'130
Total TTC arrondi				530'000

4.3. Financement

Aux coûts du passage de route et de l'aménagement zone de dépôt, il faut ajouter un montant de 10'000 francs pour les frais de géomètre et pour la constitution des dossiers de l'enquête publique. Un autre montant de 10'000 francs est estimé pour les divers et imprévus liés à la complexité du projet. Dès lors, le total des coûts du projet s'élève à 650'000 francs.

Etant donné que seuls 50'000 francs du passage de route (pont) seront subventionnés, le montant estimé des subventions est de 402'000 francs.

De plus, l'entreprise Yerly Bois SA participe à hauteur de 50'000 francs aux travaux projetés. Ainsi, le solde des travaux à financer pour la commune s'élève à 198'000 francs.

A la dissolution de la Corporation forestière de Sarine Rive Droite au 31 décembre 2015, dont la commune de Treyvaux était membre, un montant de 193'580 francs, représentant les avoirs de la commune, lui a été ristourné. Le Conseil communal, dans les comptes 2016, a attribué cette somme dans une réserve forestière prévue pour l'assainissement des cours d'eaux.

	Coût	Partie subv.	Montant subvent.	Subvention (67%)
Passage de route altitude 825 m (pont)	100'000	50%	50'000	33'500
Aménagement zone de dépôt altitude 810 m	530'000	100%	530'000	355'100
Frais de géomètre et enquête publique	10'000	100%	10'000	6'700
Divers et imprévus	10'000	100%	10'000	6'700
Total estimatif sans subventions	650'000		600'000	402'000
Subventions (32% cantonale, 35% fédérale)	-402'000			
Solde	248'000			
Participation de Yerly Bois SA	-50'000			
Total à la charge de la commune	198'000			
Utilisation réserve forêt	193'580			
Solde à charge de la commune	4'420			

Un solde de 4420 francs reste à financer. Le cas échéant, il le sera par les entrées courantes (compte de fonctionnement).

5. Propositions

Position du Conseil communal

Le Conseil communal propose d'accepter l'investissement concernant les mesures de protection du ruisseau du Pontet.

Position de la Commission financière

En sa séance du 23 novembre 2017, la Commission financière propose d'accepter l'investissement concernant les mesures de protection du ruisseau du Pontet.

Annexes

Etude préliminaire du ruisseau du Pontet

Notice concernant la faisabilité d'une variante complémentaire

Rapport Variante complémentaire et calcul des coûts

Lettre du SEn concernant le subventionnement



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Service de l'environnement
Impasse de la Colline 4, 1762 Givisiez

Conseil communal de Treyvaux
Route d'Arconciel 3
CP 23
1733 Treyvaux

Service de l'environnement
Amt für Umwelt AfU

Section lacs et cours d'eau
Sektion Gewässer

Impasse de la Colline 4, 1762 Givisiez

T +41 26 305 37 60, F +41 26 305 10 02
www.fr.ch/spc

—
Affaire traitée par : Daniel Pugin
T direct : +41 26 305 37 42
Courriel : daniel.pugin@fr.ch

Fribourg, le 26 juillet 2017

Aménagement du ruisseau du Pontet (scierie Yerly), commune de Treyvaux

Monsieur le Syndic,
Mesdames et Messieurs les Conseillers communaux,

Selon le procès-verbal du 17 juillet concernant la séance du 4 juillet dernier à la commune, notre section devait se déterminer sur le subventionnement du projet, notamment pour le nouvel ouvrage de franchissement de la route sur le ruisseau à l'amont du secteur de la scierie.

Concernant les coûts à considérer, nous faisons référence à la notice technique de la variante complémentaire du 19 juin 2017 avec un coût de 101 660 francs pour le nouvel ouvrage de franchissement de la route, altitude 825 m (y.c. plus-value buse Box) et de 527 590 francs pour la création d'un bassin d'alluvions, altitude 810 m, soit un total de 629 250 francs, arrondi à **630 000 francs TTC**.

Concernant le subventionnement du nouvel ouvrage de franchissement et en application des prescriptions fédérales et cantonales, la part des coûts prise en compte pour le subventionnement est dépendante de la valeur résiduelle de l'ouvrage, du motif et de l'utilité de son remplacement. Cette valeur résiduelle peut être estimée entre 25 000 et 30 000 francs, sous réserve d'un calcul plus précis. En tenant compte du motif du remplacement de l'ouvrage (avantage pour la protection de la zone scierie), nous pouvons prendre en compte une part subventionnable de 50 % des coûts du nouvel ouvrage de franchissement de la route sur le ruisseau, soit env. 50 000 francs.

Le montant total subventionnable s'élève ainsi à **580 000 francs TTC**. Sur ce montant et sous réserve de la décision formelle de subventionnement et de l'approbation du projet (permis de construire), la subvention cantonale peut être estimée à 32 % et la subvention fédérale à 35 %, soit au total 67 %.

Veillez agréer, Monsieur le Syndic, Mesdames et Messieurs les Conseillers communaux,
l'expression de nos sentiments distingués.



Alexandre Fahrni
Chef de section



Daniel Pugin
Chef de section adjoint

Copie : Bureau Nouvelle Forêt sàrl, route de la Fonderie 8c, 1700 Fribourg

RUISSEAUX DU PONTET A TREYVAUX

ETUDE PRÉLIMINAIRE

(Version adaptée, février 2015)

Analyse de la situation de danger et proposition de mesures de protection

Contenu

1. Introduction.....	2
2. Ouvrages actuels	7
3. Analyse critique de la situation de danger.....	15
4. Potentiels de dégâts	20
5. Etude de variantes de protection	21
6. Conclusion	27

Annexes

1. Carte des dénominations des Ruisseaux du Pontet
2. Carte de l'emplacement des ouvrages
3. Profils en longs
4. Carte des instabilités de terrain
5. Carte des dangers NIPO/IUB
6. Carte des scénarii NIPO/IUB
7. Carte des types de dégâts
8. Cartes des variantes de protection et schémas des ouvrages de rétention
9. Proposition de modification de la carte des dangers
10. Méthode OFEG pour l'estimation des dégâts potentiels (2005)

Yves Wiedmer, ing. forestier EPFZ

I. Introduction

I.1 Motif et mandat

Cette étude préliminaire fait suite à la demande du syndicat AMIZOM « Flancs du Cousimbert » d'établir une analyse de risque au sujet des ruisseaux du Pontet. Les dangers encourus par la scierie du Pratzey ainsi que par les infrastructures à proximité quant aux débordements de la rivière seront traités. Les variantes possibles, leurs coûts et enjeux sont discutés. Elle est présentée ici dans sa version adaptée suite aux diverses discussions avec le syndicat, le SFF et la SLCE.

Cette étude se base d'une part sur les rapports suivants :

- Cartes des dangers NIPO/IUB et rapports techniques associés (octobre 2012);
- Rapport technique sur les dangers naturels Berra-Plasselbschlund (2006) ;
- Rapport Triform SA, décembre 2011.
- Note de M. Martin Jaeggi du 9 février 2014

D'autre part, un examen sur le terrain des ruisseaux du Pontet fut réalisé, par Monsieur Wiedmer en juillet 2012, ainsi que par Mme Martini (bureau Nouvelle Forêt) les 25 avril et 15 mai 2013. Une vision locale a eu lieu avec MM. Martin Jaeggi, rivers.ch, Daniel Pugin, SLCE, Willy Eyer, SFF et Yves Wiedmer le 21 mars 2014.

Le projet de diplôme de L. Jolliet (novembre 2003), a également été utilisé dans le cadre du paragraphe sur l'historique des ruisseaux.

I.2 Contexte géologique

Le massif du Cousimbert, qui culmine à 1633m, est composé essentiellement de moraine (graviers, sables, argile) et de limons de pente. La moraine est locale au sommet, et rhodanienne en bas de pente. De la molasse (grès et conglomérats) vient compléter la lithologie du secteur.

La zone est plutôt instable, avec des glissements de terrain couvrant la majorité du secteur. Ces glissements sont actifs vers l'amont des ruisseaux, ainsi que sur le tronçon de l'Épinette situé entre 880m et 1050m. Ils sont peu actifs dans le reste de la zone. (Une carte des instabilités de terrain est fournie à l'annexe 6.)

I.3 Contexte hydrogéologique

Les ruisseaux du Pontet sont constitués de trois affluents principaux (l'Épinette, la Belle-Cierne, et le Rio du Pontet, d'Ouest en Est), qui eux-mêmes sont divisés en une dizaine d'affluents au total. Ils prennent leur source dans le bassin versant du Burgerwald. La Belle-Cierne et le Rio du Pontet se rejoignent aux coordonnées 579'030/173'860, à 840m d'altitude environ, et le point de confluence avec l'Épinette se trouve une vingtaine de mètres en aval, proche de la zone de stockage de bois de la scierie (coordonnées 578'732/173'793).

La surface du bassin versant est d'approximativement 300ha (rapports NIPO/IUB et Triform). Il est incliné et orienté à l'ouest, et la moitié de sa surface environ est boisée. Les berges des ruisseaux du Pontet sont parfois constituées, particulièrement en amont, de talus fortement pentus et végétalisés, accroissant le risque d'embâcle en aval par du matériel organique détritique.

De nombreux lits temporaires sillonnent toute la zone d'étude, traduisant un ruissellement périodiquement intense.

I.4 Terminologie

Afin de clarifier la situation, est d'abord présentée la terminologie utilisée ici pour les différents **Ruisseaux du Pontet**, dénomination qui, lorsqu'elle est au pluriel, englobe tous les affluents présents sur le terrain étudié. La dénomination des ruisseaux figure à l'annexe I. Les numéros associés aux noms font référence à la dénomination utilisée sur la carte des dangers NIPO/IUB.

- **Ruisseau du Pontet** (au singulier): tronçon en aval de la confluence altitude 817m, jusque dans la plaine du Mouret
- **Epinette** : tronçon n°96712, en amont de la confluence 817m
- **Affluent de l'Epinette** : tronçon n°95318, en amont de la confluence 852m
- **Belle-Cierne** : tronçon n°95873, en amont de la confluence 841m
- **Affluent de la Belle-Cierne** : tronçon n° 97597, en amont de la confluence 921m
- **Rio du Pontet** : tronçon septentrional, n°96705 et 96703, en amont confluence 817m
- **Affluent Nord du Rio du Pontet** : tronçon n°96701, en amont confluence 880m
- **Affluent Sud du Rio du Pontet** : tronçon n°96700, en amont confluence 888m

I.5 Historique

Les différents ruisseaux du Pontet ont parfois subi des modifications, naturelles, de leur tracé. Sur le terrain, de nombreux lits à sec témoignent de l'importance de divers ruissellements et des changements, à court ou moyen terme, des écoulements. A l'origine de ces modifications on trouve les glissements de terrain ou les nombreuses crues, associées parfois à des transports importants de sédiments. Cet encombrement sédimentaire a pu obliger le ruisseau à se creuser un nouveau lit.

Selon trois cartes historiques (Stryiński, 1850 ; Siegfried, 1900 et 1945), l'évolution des trois affluents principaux des ruisseaux du Pontet peut se lire comme suit :

Le grand sillon partant du lieu-dit Vers les Bourquet, et jusqu'à une altitude d'environ 950 m dans la forêt, témoigne de l'ancien lit de l'Epinette (quelques dizaines de mètres plus à l'Est du lit actuel) tel qu'il était représenté sur la carte de 1850. Sur les cartes suivantes, le cours d'eau a son tracé actuel.

En 1850 également, l'alimentation principale du Rio du Pontet était alors due à l'affluent 96700, affluent aujourd'hui secondaire. Dès les années 1900, les deux affluents du Rio du Pontet ont une importance similaire. Il faudra attendre encore une cinquantaine d'années pour retrouver les tracés actuels.

Quant à la Belle-Cierne, sur la carte de 1900 c'est l'affluent aujourd'hui secondaire qui était le bras principal du ruisseau.

Au sujet de l'histoire relativement récente des ruisseaux du Pontet et de leur débordements, les divers rapports et communications avec les riverains font état d'environ une crue majeure par décennie. Durant les dernières décennies, les inondations recensées par la population sont les suivantes : dans les années 60, au début des années 80, ainsi qu'en 1992, 2000 (seule crue dont l'intensité de pluie responsable est connue : 60 mm/3h), 2002 et 2014, des inondations majeures sont survenues. A chacun de ces événements, les ruisseaux du Pontet ont débordé en plusieurs endroits. D'autres débordements, bien que moins importants, apparaissent fréquemment.



Débordement au niveau de la scierie, 8 juillet 2014

Apport de bois flottant au passage sous route alt. 825 m suite au débordement du 7 juillet 2014 (photo du 8 juillet 2014)

Le scénario est globalement identique à chaque évènement : débordements multiples, principalement sur la rive droite dans la plaine du Pratzey, et inondation des parcelles attenantes à la rivière ainsi que de la croisée entre route cantonale et route du Pratzey (en face de la chapelle) ; obstruction des passages sous route par accumulation de débris (embâcles); dépôts de matériaux de charriage hors du lit de la rivière ; inondation de la route communale passant par la scierie (ancien tracé) ainsi que de la route cantonale, servant toutes deux de chemin d'écoulement préférentiel.

Les dégâts causés à la scierie par ces crues sont principalement le fait de l'obstruction du pont situé en amont du site ainsi que de l'engorgement de la route, impliquant une inondation des installations. En 1992, le tracé de la route communale a été quelque peu modifié, afin d'éviter de nouveau débordement sur cette chaussée. Le bassin de décantation à la hauteur de la place à grumes nécessite une vidange régulière.

I.6 Données de base

Source	Lieu et altitude	Point corresp. dans « ouvrages actuels »	Bassin versant [km ²]	Débit 30 ans [m ³ /s]	Débit 100 ans [m ³ /s]	Débit 300 ans [m ³ /s]	Débit max possible sous pont [m ³ /s]	Matériel mobilisable 30 ans [m ³]	Matériel mobilisable 100 ans [m ³]	Matériel mobilisable 300 ans [m ³]
Carte des dangers NIPO/IUB	^{a1} Ruisseau du Pontet, bassin de décantation 815m.	<i>d</i>	2.8					300	1600	3600
Carte des dangers NIPO/IUB	^{a2} Pont de la route comm. sur le Rio du Pontet, 825m.	<i>l</i>	2.8	6.0	7.5	9.5	^c 10	600	2400	6800
Carte des dangers NIPO/IUB	^{a3} Rio du Pontet, alt.890m	<i>o</i>						360	800	1950
Carte des dangers NIPO/IUB	^{a4} Belle-Cierne, alt. 850m	<i>k</i>						700	1900	4400
Rapport technique Berra-Plasselschlund	^b Epinette, passage sous route de la Chauz, 835m	<i>e</i>	2.8			6.4	^c 6			>1000
Rapport technique Berra-Plasselschlund	^b Epinette, 890m		2.8			6.4				1500
Rapport Triform	^c Ruisseau du Pontet, en aval de la scierie	<i>b</i>	2.9		12.0					
Rapport Triform	^c Passage aval sous scierie	<i>b</i>					5			
Rapport Triform	^c Pont au milieu de la scierie	<i>c</i>					28			
Rapport Triform	^c Rio du Pontet, passage sous rte vers Coulayes, 860m	<i>n</i>					6			
Calculs M. Jaeggi	^d Pont de la route comm. sur le Rio du Pontet, 825m.	<i>l</i>			13.5				500 - 1000	
Calculs M. Jaeggi	^d Epinette, passage sous route en-dessus des Bourquet (847m)	<i>f</i>			5.5				2500	
Calculs M. Jaeggi	^d Epinette, confluence avec Rio du Pontet								1000 - 1500	

Tableau I: données issues des dossiers techniques suivants : (a) carte des dangers NIPO/IUB, (b) rapport technique Berra-Plasselschlund, (c) rapport Triform, (d) calculs de M. Martin Jaeggi, rivers.ch, printemps 2014, base de calcul : hydrogramme de crue 60 mm en 3 h, (valeurs utilisées dans le dimensionnement des ouvrages et l'estimation des coûts y relatifs)

a1 : correspond au point 6H113_COU002 : la masse charriée est calculée comme provenant de l'Epinette uniquement.

a2 : correspond au point 6H113_COU001 : la masse charriée correspond à l'addition entre celle de la Belle-Cierne et du Rio du Pontet.

a3-a4 : l'étude NIPO indique la somme des masses potentiellement mobilisables par la Belle-Cierne et par le Rio du Pontet mais ne prend pas en compte la capacité de transport du dernier tronçon. La capacité de transport du dernier tronçon et l'hydrogramme de crue pris en compte sont déterminants pour le calcul du volume de matériaux en présence. Selon le calcul réalisé par M. Martin Jaeggi, ce volume de matériaux est dans notre cas inférieur au volume potentiellement mobilisable dans les différents linéaires du cours d'eau à l'amont selon les estimations du bureau NIPO.

b : La capacité de transport du dernier tronçon est déterminante pour l'estimation des volumes de matériaux.

I.7 Profils en long des trois affluents principaux

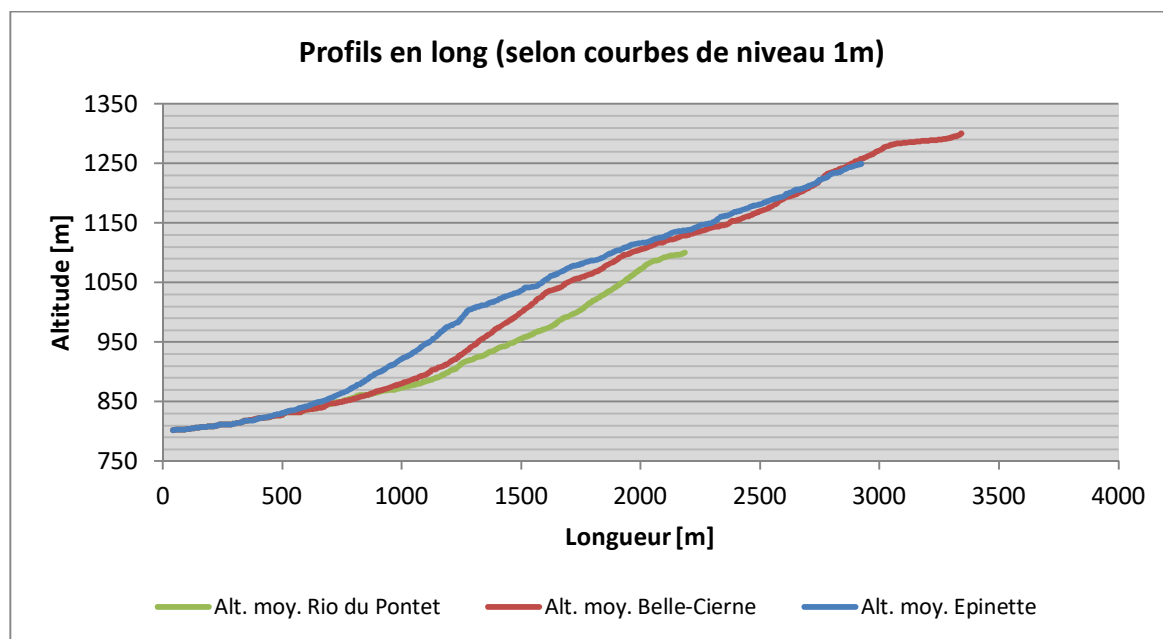


Figure I : profils en long de l'Epinette, de la Belle-Cierne et du Rio du Pontet (affluents principaux).

L'Epinette présente un profil régulier et assez raide dans sa partie amont (pente moyenne: 19%). Elle prend ensuite une forme concave, suite à une rupture de pente vers 1010 m d'altitude (pente moyenne: 26% [entre 1004 et 817m]). Le secteur en aval de la rupture de pente est très raide, potentiellement dangereux au niveau des laves torrentielles. Sur ce tronçon, l'encaissement est important. Le secteur inférieur du cours d'eau est ensuite à nouveau peu raide.

La Belle-Cierne a un profil assez semblable, régulier en amont (pente moyenne: 21%) et concave en aval (pente moyenne: 23%). Dans la partie aval, le profil de la Belle-Cierne présente par contre plus rapidement une pente plus faible. Le danger de laves torrentielles dans ce ruisseau est faible. D'une part, la rupture de pente est moins importante, et d'autre part, la Belle-Cierne n'est pas encaissée comme c'est le cas de l'Epinette, et ses berges ne sont que peu érodées.

Le Rio du Pontet présente un profil concave plutôt classique (pente moyenne: 21%), hormis le tronçon supérieur qui est très peu raide. On constate cette particularité chez ces trois affluents, dont le secteur amont est à chaque fois peu pentu. Le secteur aval est toutefois moins pentu (< 10%), secteur sur lequel se jettent les ruisseaux de l'Epinette et de la Belle Cierne.

(Une carte des profils en longs est fournie à l'annexe n°3.)

2. Ouvrages actuels

Les ouvrages présents entre le pont sur la route cantonale de la Gruyère et l'amont des ruisseaux du Pontet, vers 1170m, ont été répertoriés. Les emplacements de ces ouvrages figurent à l'annexe 2.

a) Ruisseau du Pontet, pont sur Route de la Gruyère



Fig. 2: passage aval



Fig. 3 : passage amont



Fig. 4 : ruisseau amont

Hauteur du pont: 140 cm, largeur: 200 cm.

Les rives sont bétonnées en amont et en aval sur une quinzaine de mètres. Le ruisseau présente un coude à angle droit à la sortie du tunnel. Légers dépôts de charriage visibles sur le côté externe du coude.

b) Ruisseau du Pontet, passage sous scierie

En amont, la scierie elle-même constitue le tablier du passage. La hauteur est d'env.100 cm, et la largeur d'env. 400 cm. La rive gauche, sableuse, ne présente pas de renfort autre que la route adjacente. La rive droite est constituée du mur de la scierie sur quelques dizaines de mètres. Erosion importante de la RG en amont.

En aval, passage vaulté. Hauteur: 170 cm, largeur: 200 cm.



Fig. 5 : passage aval



Fig. 6 : passage amont



Fig. 7 : ruisseau amont

c) Pont au milieu de la scierie



Fig. 8: passage aval



Fig. 9: coude aval

Hauteur : 200 cm, largeur: 300 cm. Au niveau du pont, les rives ne sont pas bétonnées. De nombreux branchages coupés (issus de l'entretien des berges) sont déposés sur les rives en amont. Des grumes sont également entreposées à proximité immédiate des berges (molassiques), dont la hauteur varie entre 2 et 5m. A 20 m en aval du pont, le ruisseau forme un coude à 80° (bétonné).

d) Bassin de décantation et barrage en aval

Le bassin de décantation a un volume de 160m³. Le barrage en aval a une hauteur d'env. 2.5m, et une largeur d'env. 4m. En amont de ce bassin et jusqu'à la confluence entre l'Épinette et le Rio du Pontet, les rives (particulièrement la RG) sont fortement escarpées. Des signes de glissement de terrain et des affleurements de molasse apparaissent, supposant une faible épaisseur de sol. Le lit molassique, lissé par érosion, constitue un fond stable. Peu de matériel dans le lit sur ce tronçon.

En amont de cette confluence, l'Épinette (au S-E) présente un lit beaucoup plus encombré (roche, bois, limons).

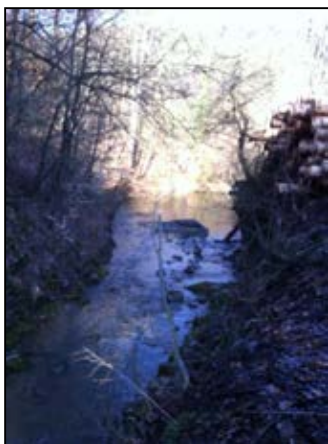


Fig. 10: bassin de décantation



Fig. 11: barrage aval



Fig. 12: RG en amont du bassin

e) *Epinette, passage sous Route de la Chaux (sous les Bourquet, 835m) et seuil en aval*

Fig. 13: passage aval, seuil



Fig. 14: passage amont

Pont trapézoïdal, largeur au sommet : 190 cm ; largeur à la base : 150cm ; hauteur : 130cm.
Le seuil est composé de 2 grumes, hauteur : 90 cm. Les berges sont renforcées en aval par des rochers.

En amont et en aval du pont, arrivées d'eau depuis la colline à l'Est. En amont, la pente du lit devient plus importante.

Si des débordements ou embâcles prenaient place à ce niveau, la disposition des lieux laisse supposer un écoulement par-dessus le franchissement, avec un retour dans le lit directement en aval du pont.

f) *Epinette, passage sous route en-dessus des Bourquet (847m)*

La canalisation a un diamètre de 1m. En aval sont présents un seuil naturel (hauteur 30 cm) et 2 seuils construits (50 et 80 cm de hauteur), et à 40 mètres en amont se trouve un peigne en bois (hauteur env. 1m.) Une arrivée d'eau se situe entre le peigne et le pont, il s'agit de l'affluent de l'Epinette n°95318. Son lit est limoneux, peu encombré, c'est un ru traversant la colline herbacée.

La route passant sur la canalisation est constituée d'un mélange terre-roches-limons. Présence de piles de bois de feu, de bois mort, et de souches en partie déracinées jouxtant le lit.

A partir de ce tronçon, la pente du lit s'accroît encore, et les rives commencent à s'escarper fortement.



Fig. 15: passage aval



Fig. 16: peigne en amont

g) *Epinette, passage sous chemin carrossable*

Fig. 17: passage aval

Le pont est en bois vermoulu, en mauvais état. Sa hauteur est d'env. 150cm.

h) *Epinette, passage sous annexe de la route du Cousimbert*

Fig.18: passage amont

Passage cimenté, récent. La canalisation a un diamètre de 110 cm. Le passage est précédé d'un seuil (une grume) et d'un lit cimenté sur env. 2.5 m. Stockage de grumes à proximité.

i) Belle-Cierne, passage sous annexe de la route du Cousimbert

Il s'agit du même type d'ouvrage qu'au point h, avec un diamètre de canalisation de 150cm, et un seuil (une grume) en amont.

De nombreux petits affluents sillonnent le talus en amont de ce prolongement de la route du Cousimbert dans le secteur de la Belle-Cierne, puis suite à leur canalisation et passage sous route, leur écoulement devient plus diffus. Il rejoint certainement la Belle-Cierne en aval. Certains de ces affluents possèdent des peignes ou des seuils.

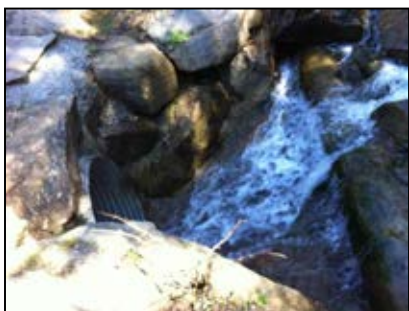


Fig.19: passage amont



Fig.20: Affluent de la Belle-Cierne, peigne



Fig.21: Affluent de la Belle-Cierne, seuil

j) Belle-Cierne, passage à gué



Fig.22: seuil

Croisement avec un sentier (chemin non répertorié sur carte), pas de construction autre que le seuil, dont la hauteur est proche de 150 cm.

k) Belle-Cierne, passage sous route menant à Montévraz

La canalisation a un diamètre de 110 cm. Il y a un peigne métallique en amont : hauteur env. 1m. Il s'agit du seul peigne observé sur le parcours de la Belle-Cierne. En aval du pont, le lit est bétonné sur quelques mètres. A environ 20 mètres en aval du passage, la Belle-Cierne et le Rio du Pontet se rejoignent.

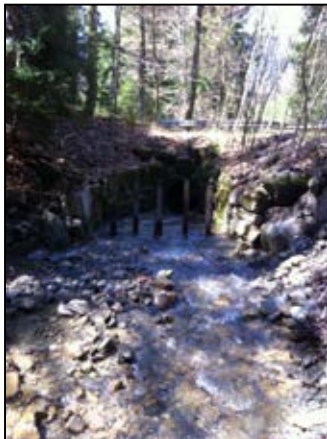


Fig.23: peigne, passage amont

l) Rio du Pontet, passage sous route communale, alt. 825m

Le diamètre de la canalisation est de 110cm. Les rives sont naturelles et peu élevées en amont. Le premier seuil en aval est en bois, hauteur 1m, le second est en pierre, hauteur 70cm.



Fig.24: passage aval

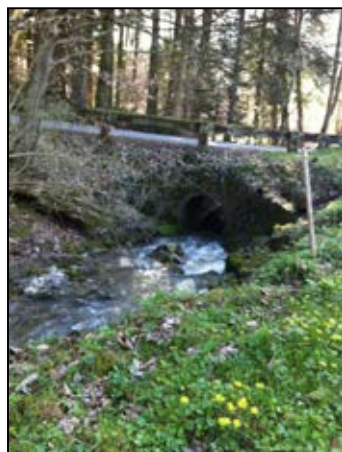


Fig.25: passage amont

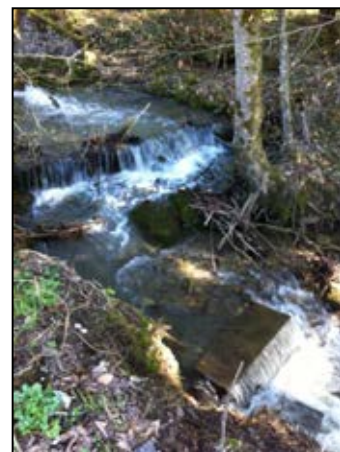


Fig.26: seuils aval

m) *Rio du Pontet, seuil en amont confluence avec Belle-Cierne*

Le seuil est en pierre, sa hauteur est de 150 cm. Sur la RG, présence de branchages coupés.



Fig. 27: Seuil

n) *Rio du Pontet, passage sous route menant aux Coulayes*

La canalisation mesure 110 cm de diamètre, la hauteur du peigne est d'env. 1m. Le ruisseau commence à s'élargir (en direction de l'amont). Sur la RD, beaucoup de ruissellement provenant de la colline. Assez marecageux, présence de lits actuellement taris sur toute la zone alentour de ce secteur.



Fig.28 : peigne, passage amont

o) *Rio du Pontet, passage sous route menant à Montévraz*

Il s'agit d'un pont en bois, récent, d'une hauteur de 250 cm env. En aval, présence d'un seuil en bois. En amont, un peigne en bois d'une hauteur de 150 cm est implanté.



Fig. 29 : passage aval

p) *Affluent Sud du Rio du Pontet, canalisation*



Fig. 30: canalisation affl. 96700, passage aval

Le diamètre de la canalisation est de 50 cm, il s'agit d'un passage sous sentier. La canalisation n'est pas recouverte de structure particulière, seulement de terre. Le lit, de très faible largeur (30 cm), est limoneux et jonché de pierre. Rives érodées en aval du pont, mais pas en amont, où elles sont quasiment à hauteur du lit.

3. Analyse critique de la situation de danger

D'une manière générale, la capacité des lits des divers ruisseaux du Pontet ainsi que des installations d'endiguement actuelles est insuffisante.

Quatre peignes ont été observés en aval des différents ruisseaux du Pontet : deux sur le Rio du Pontet, un sur la Belle-Cierne, et un sur l'Epinette. La hauteur de ces peignes ne dépasse pas 1.5m. Le bassin versant étant en grande partie boisé, des débris végétaux de grandes tailles se sont accumulés sur les berges et dans les lits. Ces peignes ont leur utilité en regard d'un écoulement habituel, mais ne suffisent pas à empêcher le risque d'embâcles en cas de crue.

Quant aux passages sous route, ils sont en général trop étroits en comparaison du niveau d'eau en temps de crue. Le ruissellement intense, tant au Nord qu'au Sud du Rio du Pontet, peut amener à une élévation rapide du niveau hydrique.

Les risques sont présentés plus en détails ci-dessous, selon les trois embranchements et leurs affluents respectifs.

3.1 Ruisseau du Pontet

Selon la carte des dangers liés aux crues établie par NIPO/IUB (annexe 4), dans le cas d'une crue centennale:

Degré de danger élevé en amont du ruisseau, à proximité immédiate de son lit et le long de la route de la scierie. La cause en est le risque élevé d'embâcle du pont à l'alt. 825m, d'où débordement. La route servirait de chemin d'écoulement préférentiel, et l'eau traverserait la place à grumes avant de rejoindre le lit plus en aval.

Degré de danger moyen jusqu'à la route cantonale de la Gruyère (pour le ruisseau et la route). Toute cette zone étant en pente, il n'est pas certain que le matériel de charriage et les bois se soient déposés avant de traverser la place de la scierie.

Danger faible sur la partie sud de la place de stockage de bois et à l'emplacement de la scierie. Il semble pourtant peu probable que la place de stockage soit épargnée par les inondations, au vu de la configuration des lieux. L'eau rejoindrait en revanche le lit du ruisseau du Pontet en aval de cette place, avec pour risque d'emporter des grumes. A moins que les accès entre les piles de grumes ne servent de chemin d'écoulement, dans quel cas les eaux seraient redirigées sur la route communale

Cependant, selon la carte des intensités, dans le cas d'une crue extrême (EHQ), toute la rive droite depuis la confluence entre Rio du Pontet et Epinette et jusqu'à la route cantonale de la Gruyère (soit tout le secteur de la scierie), se retrouve en zone d'intensité élevée.

Les deux passages sous voie (sous la scierie et sous la route cantonale) présentent des risques d'embâcles importants. Sous la scierie, le risque de débordement existe dès Q30, même sans embâcles. La probabilité d'occurrence d'un embâcle est également très élevée (dès Q30). La capacité de ces passages est insuffisante, et le matériel potentiellement obstruant est important au vu de la végétalisation du bassin versant d'une part, mais également des grumes stockées par la scierie.

La RG (fig. 12) est escarpée, et présente déjà des signes d'instabilité. Cependant, la faible épaisseur de sol et la longueur relativement restreinte de cette rive ne constitue pas un réel danger de lave torrentielle.

L'aplanissement des rives sur le reste du secteur ainsi que l'écoulement sur une pente faiblement inclinée limitent également ce risque.

3.2 Ruisseau de l'Épinette (96712)

Le risque de débordement est faible de l'amont jusqu'au passage sous route au-dessus des Bourquet (f), en raison de l'encaissement plus ou moins prononcé du ruisseau. Dès le pont, le risque d'embâcle ainsi que l'aplanissement des rives augmentent ce risque. En cas d'embâcle à ce niveau l'eau retourne probablement dans le lit du ruisseau en aval. Un embâcle au pont aval pourrait entraîner l'inondation de la Route de la Chaux, dans quel cas les eaux suivraient cette voie probablement jusque sur le site de la scierie.

Le tronçon problématique sur ce ruisseau est la partie encaissée entre 855m et 890m d'altitude (fort encaissement du ruisseau, caractère instable des berges indiqué entre autres par la présence de lentilles d'arrachement, végétalisation des rives). Les berges sont fortement encombrées par endroit (bois mort, souches, roches, troncs). A un risque élevé de charriage s'ajoute alors celui de déclenchement de laves torrentielles. L'obstruction des ouvrages aval par ces matériaux serait inévitable en cas de forte crue.

En amont de ce tronçon, le cours d'eau ne présente pas de risque particulier, et en cas de débordement, il y aurait rapidement un retour dans le lit.

Ci-dessous l'Épinette, d'aval en amont :

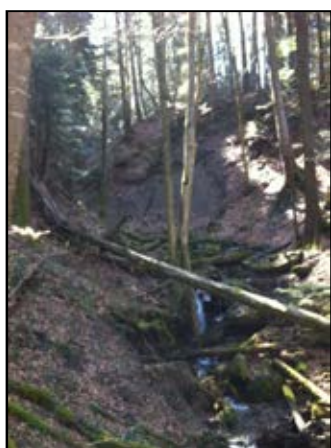


Fig.31 : 850m

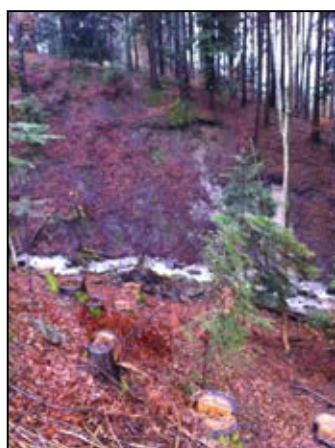


Fig.32 : 870m

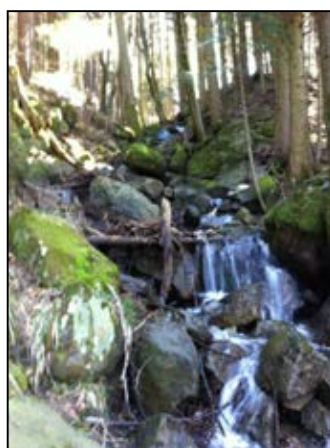


Fig.33 : 1030m



Fig.34 : 1060m

3.2.1 Affluent de l'Épinette (95318)

Pas de risque autre qu'un fort ruissellement pouvant rejoindre l'Épinette, car il s'agit d'un petit ru (largeur lit : env. 20cm) au milieu de la colline, en partie canalisé. Pas d'arbres, rives plates. Si débordement il y a, il rejoint le cours de l'Épinette.

3.3 Rio du Pontet (96705 et 96703)

Le risque d'embâcle le plus important pour tous les ruisseaux du Pontet concerne sans doute le passage sous la route communale de la Scierie (altitude 825m). Le rapport NIPO/IUB indique un débordement dès Q100 sans charriage. Vu que l'eau a débordé à cet endroit en 2014 sans qu'il se soit produit un événement très rare, on peut dire que le débordement se produit déjà pour des événements <Q30 sans charriage. Le risque d'embâcle est de 100% dès Q30. Une obstruction de ce passage générerait une inondation de la

zone de la scierie, mais pas forcément de la route communale, à moins d'une crue de forte intensité (Q300). Ces eaux rejoindraient sans doute le lit en aval, après avoir traversé la place à grumes. Il n'est pas impossible que les passages entre les diverses piles de grumes créent des chemins d'écoulement préférentiels, dans quel cas ils dirigeraient les eaux sur la route communale en aval de la place de stockage. De plus, le Rio du Pontet est situé au pied de deux versants. Le ruissellement diffus ou concentré de ces versants rejoint alors le ruisseau, qui est susceptible de voir son débit augmenter conséquemment en cas de fortes pluies.

S'agissant de débordement, le danger existe le long de la route menant à Montévraz, mais reste faible. La RD est assez basse par endroit, et les parcelles attenantes (pâturage, pas de construction) ne risquent pas grand dommage. La RG est généralement assez élevée pour éviter un débordement sur la route. Une obstruction est probable au franchissement menant vers les Coulayes, mais un rapide retour au lit est prévisible. Le risque est important à proximité de la scierie, en raison de l'embâcle possible du franchissement à l'alt. 825m, qui entraînerait une inondation de la zone.

Dès le passage sous route décrit au point *n* et vers l'amont, un tronçon jonché de chablis se présente. Les berges sont parfois très érodées. Le risque de charriage et transport de matériel flottant n'est pas négligeable. Les berges mesurant au plus 10m de haut, le risque de laves torrentielles reste faible (peu de pente, berges peu élevées), et seul un tronçon de 200m de long (fig. 35 et 36) serait concerné. On observe un léger encaissement sur ce même secteur, avec des rives très érodées, mais celles-ci s'aplanissent ensuite. Plus en amont, très peu de risque en général.

Ci-dessous le Rio du Pontet, d'aval en amont :



Fig.35 : le long de la route vers Montévraz, amont du passage sous route de la scierie

Fig.36 : 900m

Fig.37 : 910m

Fig.38 : 970m

3.3.1 Affluents du Rio du Pontet (96700 et 96701)

96700 : Petit ruisseau dont les berges sont plates et peu élevées. Le seul risque éventuel est le transport de matériel (versant boisé). Il y a risque d'embâcle au niveau de la canalisation, mais celui-ci ne serait pas problématique. Si débordement il y a, l'eau rejoint le lit du Rio du Pontet à quelques mètres en aval.

96701 : Petit ruisseau avec des berges peu élevées et peu encombrées (seulement quelques tas de bois de feu). La seule conséquence d'un débordement sur ce tronçon serait une augmentation du matériel de charriage induit à la fois par la nature de la route, caillouteuse, et par le terrain, limoneux. Mais dans l'ensemble peu de risque.

Le risque majeur (mais danger faible) provient de la localisation du ru, entre 2 collines : le fort ruissellement pourrait augmenter rapidement le débit, qui viendrait alors gonfler les eaux du Rio du Pontet.



Fig.39 : Affl. Sud Rio du Pontet, n°96700



Fig.40 : Affl. Nord Rio du Pontet, n°96701

3.4 Belle-Cierne (95873)

Le lit de la Belle-Cierne est parfois pentu en amont, mais ses berges sont relativement plates et peu élevées (5m max). Elles sont assez fortement érodées par endroits, et encombrées. Mais pas d'encastrement constaté. Le lit est parfois aussi assez encombré, mais pas de risque de lave torrentielle (pente faible).

Dans l'ensemble, la Belle-Cierne ne présente pas de risques particuliers. En cas de crue, peu de risque de débordement, mais accélération possible de l'érosion, déjà bien avancée par endroit. En cas de grande quantité de charriage et de débordement, le gros matériel charrié se dépose dans la partie plus plate entre 830 et 850m d'altitude.



Fig.41 : Belle-Cierne, env. 1040m



Fig.42 : Belle-Cierne, env. 1000m

3.4.1 Affluent de la Belle-Cierne (97597)

La source de cet affluent s'observe en aval de l'annexe de la route du Cousimbert, à env. 1070m. Il est d'abord marqué par un ruissellement plutôt diffus, avec un lit assez peu marqué.

Il est légèrement plus encaissé que la Belle-Cierne, et son débit est plus faible. Le tronçon entre 930m et 960m présente une RG assez pentue, très érodée. Le soubassement rocheux (molasse) est visible, la couverture pédologique est donc très faible. C'est pourquoi, malgré le caractère instable de cette berge, le risque de lave torrentielle est minime, en raison de la quasi-absence de matériel mobilisable. Cependant, plusieurs arbres situés sur le sommet de la berge menacent de glisser, et beaucoup de bois mort jonche le lit. Sur le reste du ruisseau, le lit est constitué de grosses pierres, et il ne semble pas créer de problème.

De nombreux petits lits, à sec, sont également visibles dans ce secteur, ils rejoignent soit la Belle-Cierne, soit son affluent principal, en amont de la confluence.



Fig.43 : env. 950m

Synthèse des types de dangers :

EpINETTE, tronçon entre 855-890	Danger de laves torrentielles, transport de chablis
EpINETTE, tronçon inférieur	Danger de charriage et embâcles aux passages sous route
Rio du Pontet	Danger d'embâcle aux passages sous route, danger de charriage et transport de chablis, débordement sur place de la scierie
Belle-Cierne	Danger de charriage et transport de chablis sur l'affluent, risque d'embâcle aux passages sous route

Tableau 2 : synthèse des types de dangers par affluent.

4. Potentiels de dégâts

Une estimation du potentiel de dégâts a été réalisée pour la zone de la scierie et ses alentours, et le long de la route cantonale jusqu'à la croisée du Pratzey. Elle a été calculée par recoupement entre l'intensité de la crue (selon les cartes des intensités Q30, Q100 et Q300 établies par NIPO/IUB) et le type d'affectation des zones (carte en annexe). L'estimation des coûts est basée sur la liste des « prix unitaires pour l'estimation des dégâts potentiels », éditée par l'OFEG, dans sa version de 2005.

Affectation des zones :

- Les diverses zones de stockage de bois ont été considérées comme « parking » ;
- Six bâtiments appartenant à la scierie ont été regroupés dans la catégorie « bâtiments généraux » ;
- Quatre bâtiments de la scierie, en raison de leur type de construction (ouverts sur une façade entière au moins), ont été classés comme « hangars » ;
- La chapelle a été considérée comme maison individuelle.

Estimation du potentiel de dégâts dans la situation actuelle :

Temps de retour de l'évènement : 30 ans					
Quantité	Unité	Objet	Intensité	Potentiel de dégât unitaire	Potentiel de dégâts annuel
3.39	are	bâtiment général	faible	fr. 21000	fr. 2'373
0.94	are	bâtiment général	moyenne	fr. 147500	fr. 4'622
0.48	are	hangar	faible	fr. 2000	fr. 32
28.46	are	parking	faible	fr. 10	fr. 9
12.43	are	parking	moyenne	fr. 800	fr. 331
360	m	route communale	moyenne	fr. 60	fr. 720
Somme annuelle					fr. 8'088
Somme pour Q30					fr. 242'629

Tableau 3 : potentiel de dégâts pour Q30

Temps de retour de l'évènement : 100 ans					
Quantité	Unité	Objet	Intensité	Potentiel de dégât unitaire	Potentiel de dégâts annuel
21.6	are	bâtiment général	faible	fr. 21000	fr. 4'536
1.1	are	bâtiment général	moyenne	fr. 147500	fr. 1'623
11.54	are	hangar	faible	fr. 2000	fr. 231
0.18	are	hangar	moyenne	fr. 20500	fr. 37
54.56	are	parking	faible	fr. 10	fr. 5
43.66	are	parking	moyenne	fr. 800	fr. 349
0.82	are	parking	forte	fr. 2000	fr. 16
260	m	route communale	moyenne	fr. 60	fr. 156
100	m	route communale	forte	fr. 120	fr. 120
Somme annuelle					fr. 7'073
Somme pour Q100					fr. 707'334

Tableau 4 : potentiel de dégâts pour Q100

Temps de retour de l'évènement : 300 ans					
Quantité	Unité	Objet	Intensité	Potentiel de dégât unitaire	Potentiel de dégâts annuel
22.7	are	bâtiment général	moyenne	fr. 147500	fr. 11'161
0.41	are	maison ind.	faible	fr. 16000	fr. 22
12.13	are	hangar	faible	fr. 2000	fr. 81
0.18	are	hangar	moyenne	fr. 20500	fr. 12
34.96	are	parking	faible	fr. 10	fr. 1
70.36	are	parking	moyenne	fr. 800	fr. 188
0.02	are	parking	forte	fr. 2000	fr. 0
270	m	route communale	moyenne	fr. 60	fr. 54
115	m	route communale	forte	fr. 120	fr. 46
Somme annuelle					fr. 11'565
Somme pour Q300					fr. 3'469'438

Tableau 5 : potentiel de dégâts pour Q300

Le potentiel de dégâts pendant une période de 50 ans (qui correspond à la durée de vie minimale des ouvrages présentés au chapitre 5) se monte à **1'340'000 CHF**.

L'actuelle chaîne d'écorçage et la place à grumes en amont ne bénéficiant pas pour l'heure d'une mise en zone, elles n'ont pas été prises en compte dans l'estimation du potentiel de dégâts.

A titre indicatif, lors de la crue de 1992 les dégâts occasionnés à la scierie (envoiement d'un moteur, dommages à la route communale, fermeture du site pendant quelques jours) se montaient à 35'000 CHF, selon Monsieur Yerly, propriétaire de la scierie. Ces coûts n'incluaient pas les dommages dans les alentours de la scierie.

Potentiels de dégâts dans une situation future avec mesures de protection:

Les variantes de protection citées dans le chapitre suivant permettraient d'améliorer le niveau de sécurité du site du Pratzey, et diminueraient le potentiel de dégâts. Le potentiel de dégâts après mesure est présenté au chapitre 5.5.

5. Etude de variantes de protection

Plusieurs mesures présentant des degrés d'efficacité divers quant à la réduction du potentiel de dégâts sont envisageables. Elles sont présentées dans ce chapitre et schématisées à l'annexe 5. Les variantes sont dimensionnées en fonction des calculs de charriage réalisés par le bureau rivers.ch en 2014 (cf. tableau 1 p. 4). L'estimation des coûts pour chacune de ces variantes de protection contient la réalisation de ces mesures, ainsi qu'un montant supplémentaire de 10% pour le suivi des travaux, 10% d'imprévus.

5.1 Variante 1

5.1.1 Variante 1 : Entretien ponctuel de la forêt

Les tronçons concernés par un entretien ponctuel sont situés sur l'Epinette, entre 855m et 890m, et sur l'affluent de la Belle-Cierne, entre 930m et 960m. Les surfaces de forêt visées correspondent au cordon boisé sur une distance de 40 mètres de chaque côté du cours d'eau, tout le long des tronçons considérés. Leur entretien permettrait une limitation du risque d'embâcle aux divers ponts en aval, mais cela n'empêcherait ni le charriage ni le débordement à ces franchissements.

Sur le Rio du Pontet, le tronçon jonché de débris végétaux entre 890m et 910m est moins problématique, les débris étant plutôt des branchages que des troncs. Un simple nettoyage du lit, et non pas un réel entretien de la forêt alentour, serait suffisant.

Estimation des coûts :

Lieux:

- Epinette, tronçon encaissé, 855-890m.
- Affluent de la Belle-Cierne, 930-960m.

Surface de forêt traitée:

- Epinette : env. 1.3 ha de forêt adjacente (14'000.-/ha), et 25m³ (200.-/m³) de bois mort dans le lit
- Affluent de la Belle-Cierne : env. 1.3 ha de forêt adjacente, et 30m³ de bois mort dans le lit
-

Coût: env. 60'000.-

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Peu couteux • Réduit le risque d'embâcle • Réduit le nombre de niches d'arrachement le long des torrents dues au déracinement des arbres instables 	<ul style="list-style-type: none"> • Opération à répéter tous les 10-15 ans maximum • N'évite pas le charriage et le débordement • Pas de réduction significative du degré de danger

5.2 Variante 2

5.2.1 Variante 2a : Entretien ponctuel de la forêt, aménagement du passage alt. 825m, aménagement d'une zone de dépôt alt. 810 m

Le passage du Rio du Pontet sous la route communale, à l'altitude 825m, permet la rétention de matériaux. Le tuyau passant sous la route a une capacité limitée et peut être obstrué par des bois flottants et des matériaux. En créant un déversoir avec une section de 4 m de large et un muret d'une hauteur de 1 m supplémentaire par rapport à la cote de déversement, l'eau peut retourner dans le lit du ruisseau en aval du passage. Pour cela, la glissière aval doit être enlevée. Si la glissière amont est conservée, la hauteur du muret doit alors être plus élevée. Le terrain étant plat en rive droite, il est nécessaire de prolonger le muret vers l'amont, afin d'éviter un débordement à cet endroit. La capacité de rétention actuelle avec un muret et la conservation de la glissière amont est estimée à 900 m³. Celle-ci est augmentée à 1500 m³ en excavant 600 m³ le long du torrent juste en amont du passage.

Pour éviter un débordement en rive droite, à la suite du déversoir, prolongement du muret est nécessaire vers l'amont. Plutôt qu'un muret en béton, une construction de profils métalliques verticaux avec fondation en béton et des poutres ou rondins en bois horizontaux est proposée.

En aval du dépotoir actuel (d), une zone de dépôt supplémentaire est créée en abaissant le niveau du terrain afin que celui-ci soit de peu supérieur à au niveau du cours d'eau (env. 0.5 m). Sa capacité de 1500 m³ permet aux matériaux charriés provenant de l'Epinette ou éventuellement aux excédants provenant du passage à

l'altitude 825 m de s'y déposer. Afin de pouvoir créer ce volume de rétention, l'excavation de 2500 m³ est nécessaire. Pour éviter l'érosion du talus de cette zone de dépôt, un enrochement y est nécessaire dans la partie aval, ainsi que dans le lit du torrent suite au dépotoir actuel.

Estimation des coûts :

Entretien ponctuel de la forêt (60'000):

- Epinette, tronçon encaissé, 855-890m.
- Affluent de la Belle-Cierne, 930-960m.

Aménagement du passage alt. 825m (135'000)

Zone de dépôt alt. 810m, surface de 800m² en plus de du torrent, en rive gauche, abaissement du niveau du lit en aval du dépotoir actuel (345'000).

Coût total : env. 540'000.-

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Pour le Rio du Pontet, les matériaux charriés sont stockés au passage 825m • La zone de dépôt permet la rétention des matériaux charriés par l'Epinette avant le passage sous la scierie 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne protège pas les routes en amont • Les zones de dépôt (alt. 825m et 810m) doivent être vidés régulièrement

5.2.2 Variante 2b : Entretien ponctuel de la forêt, aménagement du passage alt. 825m, aménagement d'une zone de dépôt alt. 810 m, seuils en bois dans l'Epinette.

La construction de seuils en bois dans l'Epinette réduit localement la capacité d'érosion. L'emplacement des seuils correspond au tronçon le plus encaissé de l'Epinette. En amont de ce tronçon, un pavage naturel de blocs existe dans le lit.

Estimation des coûts :

Entretien ponctuel de la forêt (60'000):

- Epinette, tronçon encaissé, 855-890m.
- Affluent de la Belle-Cierne, 930-960m.

Aménagement du passage alt. 825m (135'000)

Zone de dépôt alt. 810m, surface de 800m² en plus de du torrent, en rive gauche, abaissement du niveau du lit en aval du dépotoir actuel (345'000).

Seuils en bois dans l'Epinette entre les altitudes 850 et 910 m, env. 20 ouvrages (960'000)

Coût total : env. 1'500'000.-

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Pour le Rio du Pontet, les matériaux charriés sont stockés au passage 825m • La zone de dépôt permet la rétention des matériaux charriés par l'Epinette avant le passage sous la scierie • Réduction de la capacité d'érosion le long du tronçon avec les seuils en bois 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne protège pas les routes en amont • Les zones de dépôt (alt. 825m et 810m) doivent être vidées régulièrement • Les seuils en bois ne peuvent pas éviter une lave torrentielle, d'où la nécessité de compléter ces ouvrages par la zone de dépôt alt. 810 m) • Coûts élevés en raison du nombre et de la grandeur des seuils nécessaires

5.3 Variante 3

5.3.1 Variante 3a : Entretien ponctuel de la forêt, aménagement du passage alt. 825m, déviation des matériaux issus de l'Épinette vers le Rio du Pontet

L'Épinette peut charrier jusqu'à 2500 m³. Une réduction du passage sous route à l'altitude 835 m peut provoquer l'obstruction en cas d'événement de crue. Une construction en aval du pont de la route de la Chaux permet de dévier les eaux de crue vers le dépotoir sur le Rio du Pontet à la hauteur du passage alt. 825m. Il s'agit d'une paroi de 50 m de long le long de la route menant à la Chaux, jusqu'à la route menant à Montévraz et d'un fossé de 25 m de long menant au Rio du Pontet de l'autre côté de cette route. La capacité de l'ouvrage dans le Rio du Pontet est augmentée à 3000m³ en conséquence de cet apport de matériaux supplémentaires.

Estimation des coûts :

Entretien ponctuel de la forêt (60'000.-):

- Épinette, tronçon encaissé, 855-890m.
- Affluent de la Belle-Cierne, 930-960m.

Déviation du surplus de l'Épinette vers le Rio du Pontet à l'aide d'une paroi/d'un mur (50m) et d'un fossé (25m), (90'000.-)

Aménagement du passage alt. 825m (305'000.-)

Coût total : env. 455'000.-

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Pour le Rio du Pontet, les matériaux charriés sont stockés au passage 825m • L'excédent des matériaux provenant de l'Épinette sont également stockés au passage 825m • La plus grande quantité des matériaux à évacuer est concentrée au passage 825m 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne protège pas les routes en amont • Construction important le long de la route menant à La Chaux • La zone de dépôt (alt. 825m) doit être vidée régulièrement • Après un événement, une remise en état de la route menant vers la Chaux est nécessaire • La route menant à Montévraz est fortement touchée en cas d'événement, des matériaux y transitent. • Le passage des matériaux sur la route menant à Montévraz comporte certaines incertitudes, à savoir si ceux-ci atteignent effectivement le fossé les dirigeant dans l'ouvrage du Rio du Pontet. • Si une modification de la route menant à Montévraz est nécessaire, il en résulte des coûts supplémentaires et un obstacle type passage à gué sur cette route.

5.3.2 Variante 3b : Entretien ponctuel de la forêt, aménagement du passage alt. 825m, déviation des matériaux issus de l'Épinette vers le Rio du Pontet, aménagement d'une zone de dépôt alt. 810 m

Estimation des coûts :

Entretien ponctuel de la forêt (60'000.-):

- Épinette, tronçon encaissé, 855-890m.
- Affluent de la Belle-Cierne, 930-960m.

Déviation du surplus de l'Épinette vers le Rio du Pontet à l'aide d'une paroi/d'un mur (50m) et d'un fossé (25m), (90'000.-)

Aménagement du passage alt. 825m (305'000.-)

Zone de dépôt alt. 810m, surface de 800m² en plus de du torrent, en rive gauche, abaissement du niveau du lit en aval du dépotoir actuel (345'000).

Coût total : env. 800'000.-

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Pour le Rio du Pontet, les matériaux charriés sont stockés au passage 825m • L'excédent des matériaux provenant de l'Épinette sont également stockés au passage 825m • La plus grande quantité des matériaux à évacuer est concentrée au passage 825m 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne protège pas les routes en amont • Construction important le long de la route menant à La Chaux • La zone de dépôt (alt. 825m) doit être vidée régulièrement • Après un événement, une remise en état de la route menant vers la Chaux est nécessaire • Le passage des matériaux sur la route menant à Montévraz comporte certaines incertitudes, à savoir si ceux-ci atteignent effectivement le fossé les dirigeant dans l'ouvrage du Rio du Pontet. • Si une modification de la route menant à Montévraz est nécessaire, il en résulte des coûts supplémentaires et un obstacle type passage à gué sur cette route.

5.4 Variante proposée :

La variante proposée est la variante 2a. La construction d'une construction similaire à un dépotoir en amont du franchissement 825m permet de réduire significativement le danger sur la place de la scierie. En limitant les débordements à ce franchissement, la grande majorité de la zone de danger élevé peut être éliminée. Quant à la zone de danger élevé située actuellement sur les rives de l'Épinette entre les altitudes 810 et 817m, elle constitue un risque tout à fait acceptable, étant donné qu'aucun individu ou bien matériel ne se situe dans cette zone.

La construction de cet ouvrage se ferait sur un terrain majoritairement morainique, une roche meuble relativement facile à excaver. Cependant, au vu des affleurements de molasse situé à proximité (en RG), il n'est pas impossible de trouver de la molasse sous-jacente à la moraine.

La zone de dépôt à l'altitude 810m offre un volume dépôt pour les matériaux provenant de l'Épinette. Elle peut également servir en cas de matériaux supplémentaires provenant du Rio du Pontet.

Nous souhaitons encore spécifier ici que la mise en œuvre de la variante de protection conseillée ne permettrait pas d'éviter les débordements au passage sous la scierie, qui est d'une capacité insuffisante dès Q30 sans embâcle. Les mesures entreprises permettraient une forte réduction du charriage et du transport de bois flottant, mais la quantité d'eau claire s'écoulant dans le Ruisseau du Pontet serait la même. De plus, selon le rapport technique de NIPO/IUB, le comportement de l'eau lors de crues est difficile à prévoir sur le tronçon en aval de l'alt. 808m. Une analyse hydraulique concernant le passage du ruisseau sous la scierie est recommandée.

Pour que ces mesures soient efficaces à long terme, l'entretien des ouvrages est indispensable. La vidange du dépotoir et de la zone de dépôt devra être régulière. De cette manière uniquement la fiabilité des mesures pourra être considérée comme élevée.

5.5 Efficacité des mesures proposées

5.5.1 Potentiel de dégâts avant mesures

C.f. chapitre 4.

5.5.2 Potentiel de dégâts après mesures

Une proposition de modification de la carte des dangers a été réalisée, telle qu'elle pourrait être si la variante 2a était appliquée. Elle est basée sur une crue d'une intensité Q100

Temps de retour de l'évènement : 100 ans					
Quantité	Unité	Objet	Intensité	Potentiel de dégât unitaire	Potentiel de dégâts annuel
0.76	are	bâtiment général	moyenne	fr. 147'500	fr. 1'121
0.41	are	maison ind.	faible	fr. 16'000	fr. 66
11.27	are	hangar	faible	fr. 2'000	fr. 225
0.18	are	hangar	moyenne	fr. 20'500	fr. 37
37.12	are	parking	faible	fr. 10	fr. 4
14.94	are	parking	moyenne	fr. 800	fr. 120
0.01	are	parking	forte	fr. 2'000	fr. 0
22	m	route communale	moyenne	fr. 60	fr. 13
13	m	route communale	forte	fr. 120	fr. 16
Somme annuelle					fr. 1'650
Somme pour 100 ans					fr. 165'000

Tableau 6 : potentiel de dégâts après mesures.

5.5.3 Indice de rentabilité

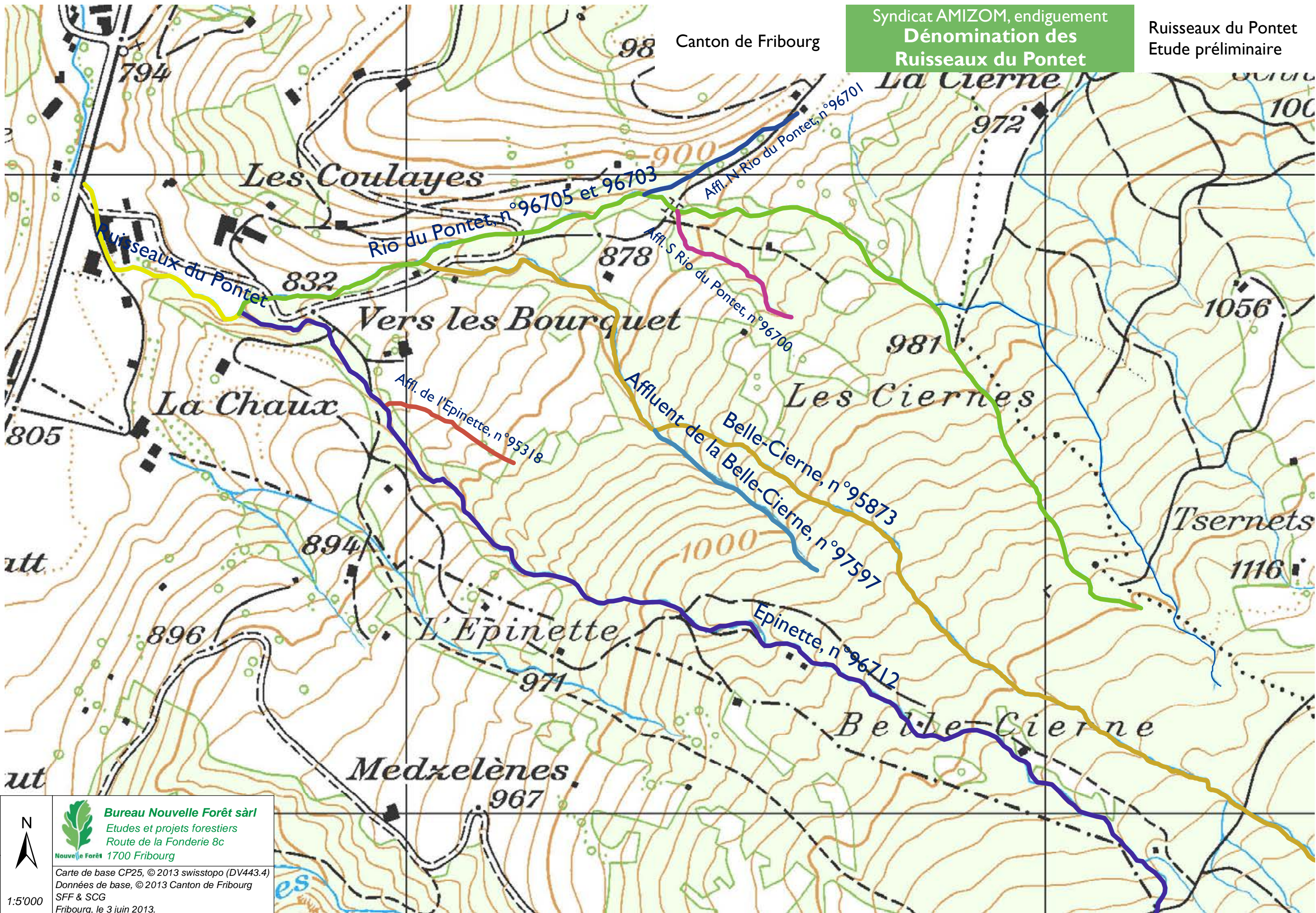
	Coûts annuels	Coûts pour 50 ans
Potentiel de dégâts avant mesures	fr. 26'800	fr. 1'340'000
Potentiel de dégâts après mesures	fr. 1'650	fr. 82'500
Remise en état des routes	fr. 200	fr. 10'000
Entretien des ouvrages	fr. 500	fr. 25'000
Coût du projet (durée de vie 50 ans)	fr. 10'800	fr. 540'000
Indice de rentabilité (rapport utilité/coût)	2.04	2.04

Tableau 7 : indice de rentabilité de la variante 2a.

L'indice de rentabilité de 2.04 est favorable à la réalisation de la mesure.

6. Conclusion

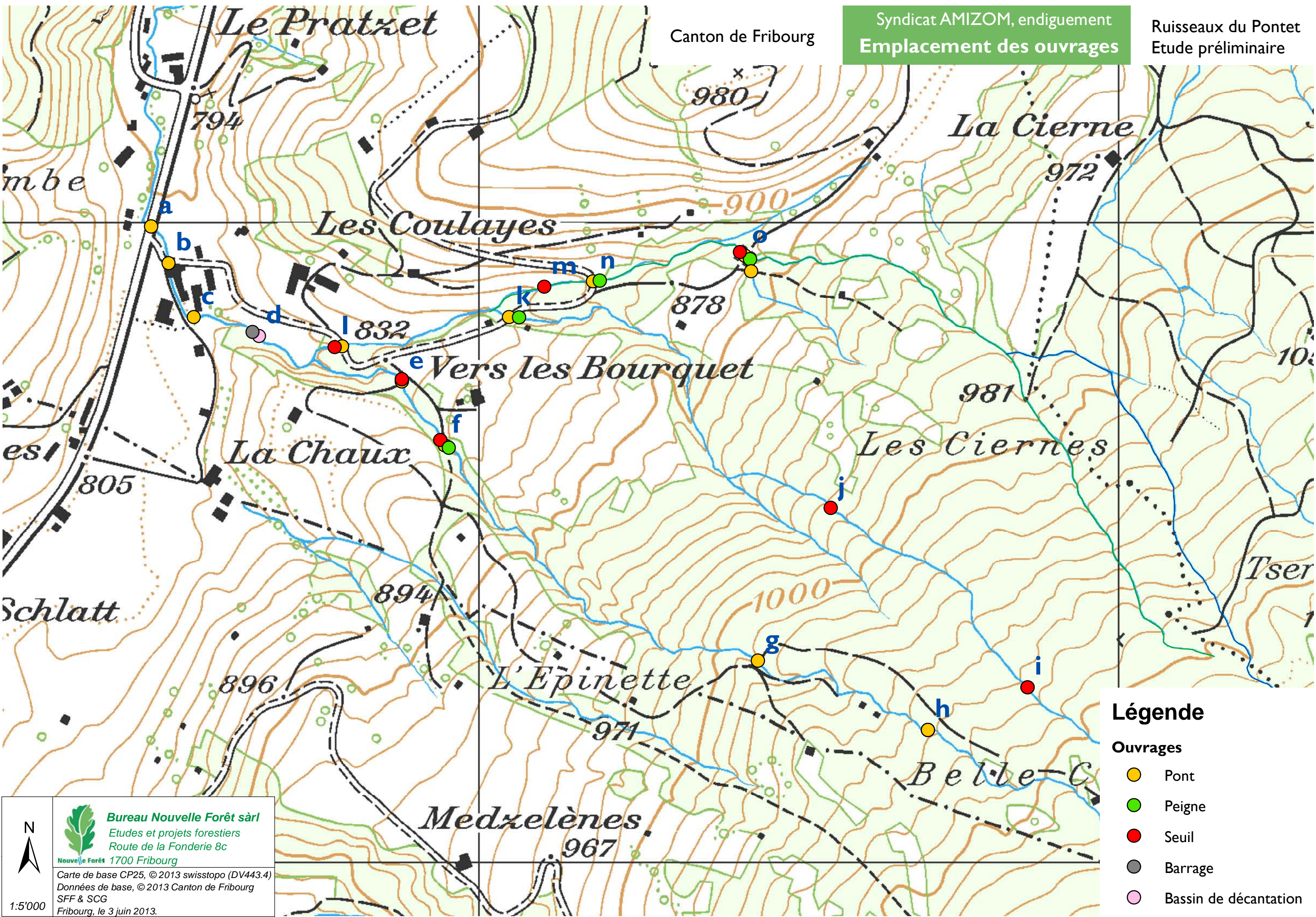
L'aménagement en amont du passage sous route à l'altitude 825 représente une possibilité intéressante pour la rétention de matériaux charriés. La zone de dépôt en rive gauche à l'altitude 810 m permet une rétention des matériaux provenant de l'Épinette ou des matériaux excédentaires du Rio du Pontet. L'entretien ponctuel de la forêt présenté dans la variante I est quant à lui une mesure peu coûteuse qui permet de réduire la quantité de bois flottant tout en contribuant à une stabilisation des berges grâce à un bon enracinement des versant de part et d'autre des torrents.



 **Bureau Nouvelle Forêt sàrl**
Etudes et projets forestiers
Route de la Fonderie 8c
Nouvelle Forêt 1700 Fribourg

Carte de base CP25, © 2013 swisstopo (DV443.4)
Données de base, © 2013 Canton de Fribourg
SFF & SCG
Fribourg, le 3 juin 2013.

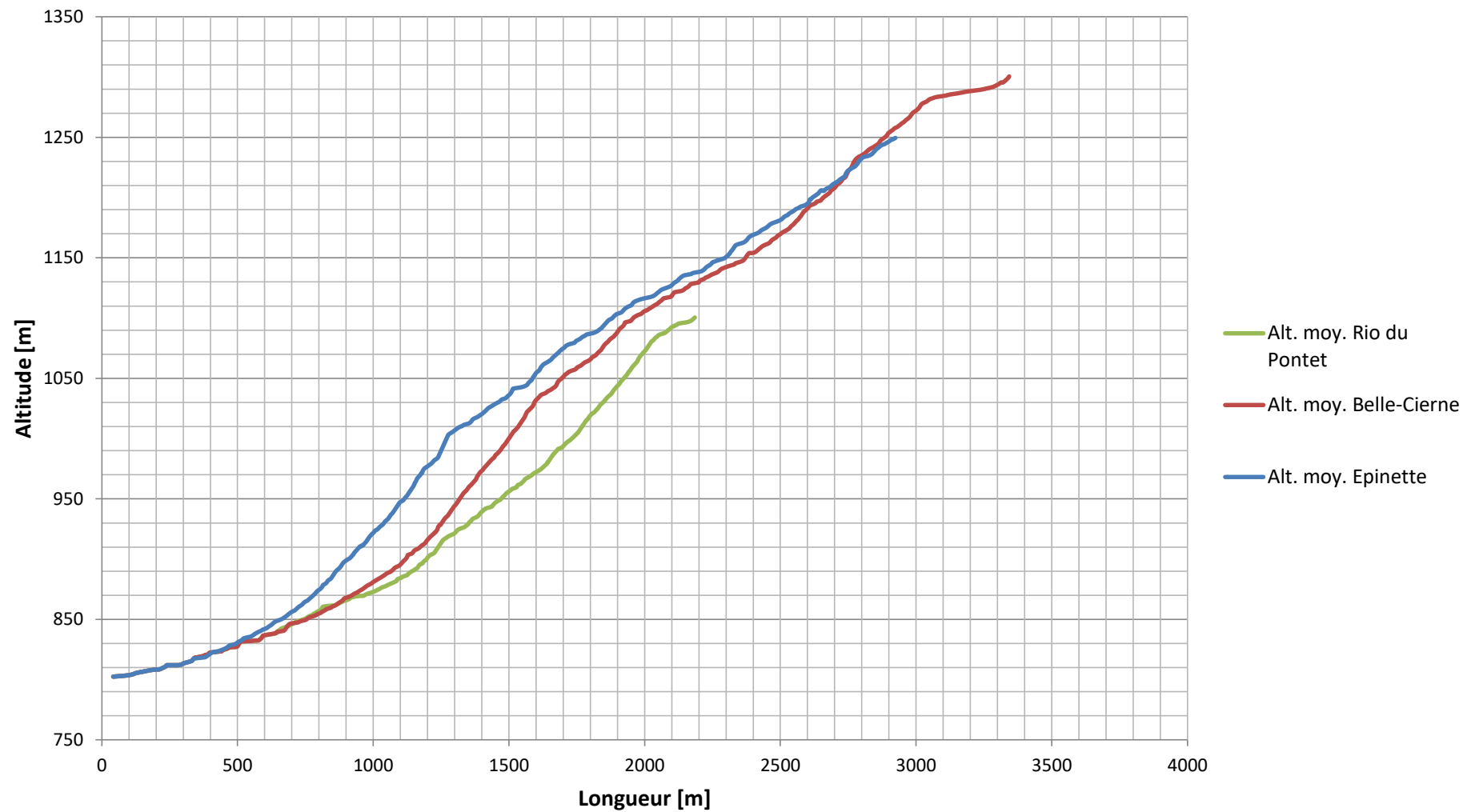
1:5'000

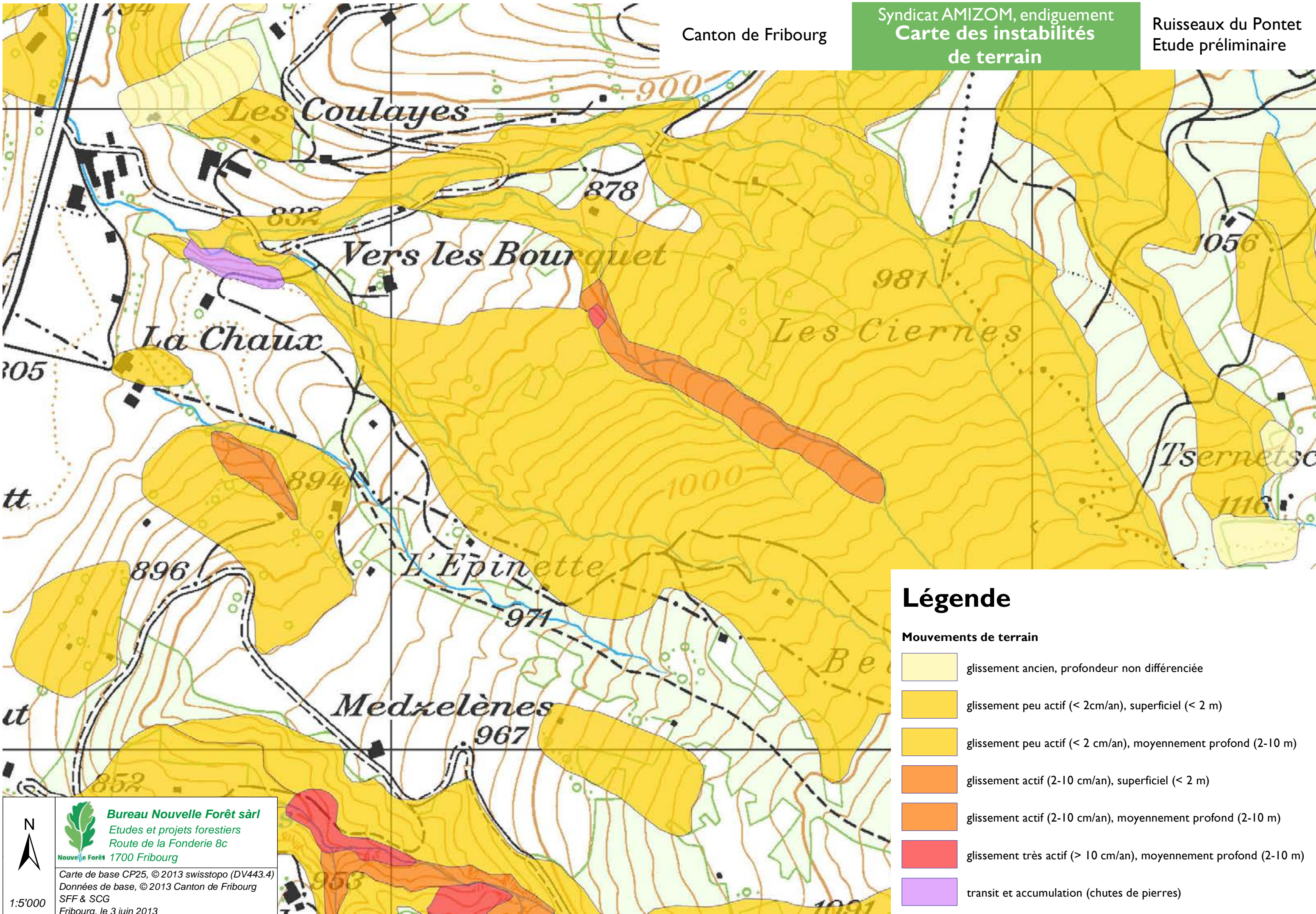


Légende

- Ouvrages**
- Pont
 - Peigne
 - Seuil
 - Barrage
 - Bassin de décantation








Annexe 3: profils en long (selon courbes de niveau 1m)





Légende

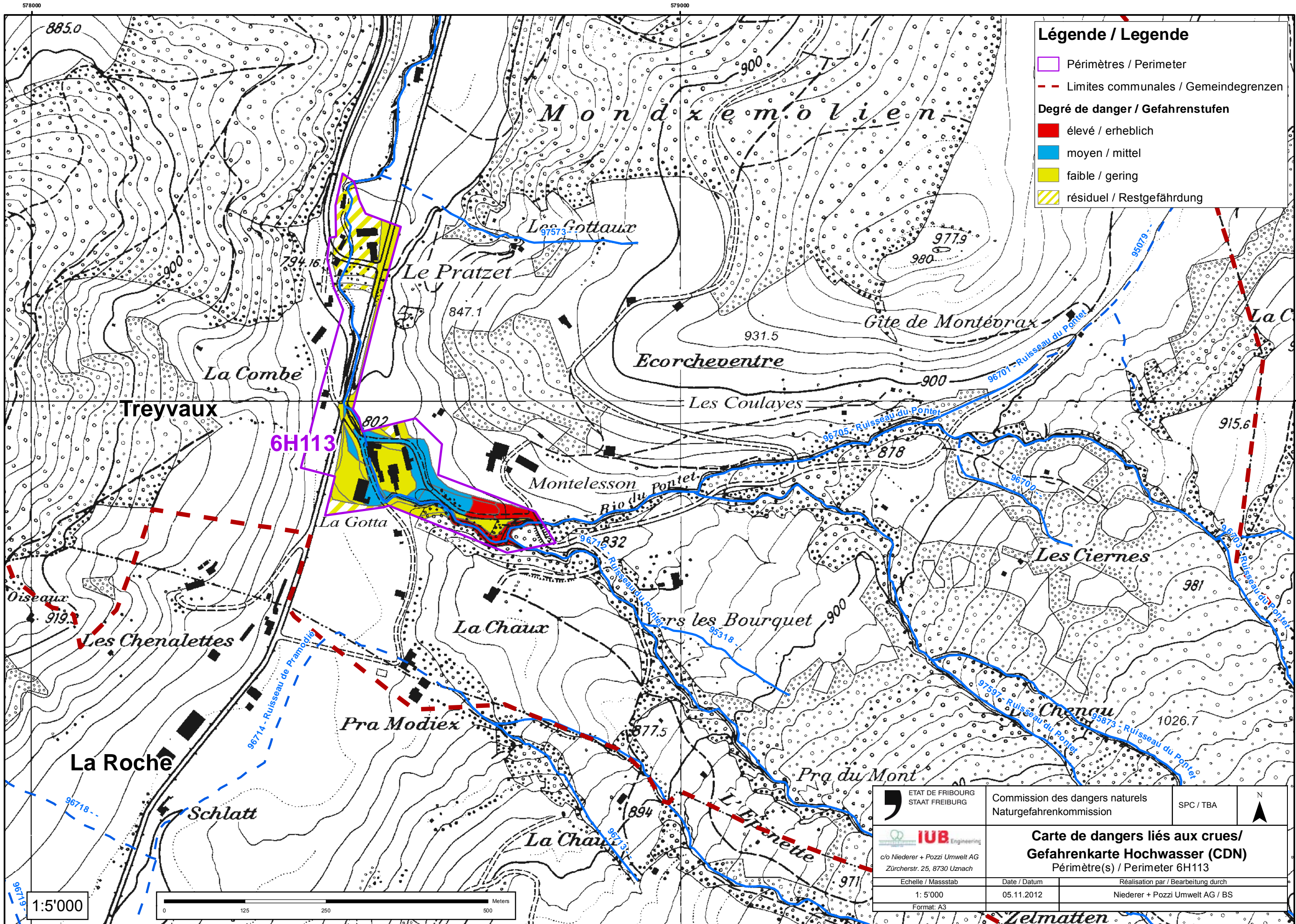
Mouvements de terrain

-  glissement ancien, profondeur non différenciée
-  glissement peu actif (< 2cm/an), superficiel (< 2 m)
-  glissement peu actif (< 2 cm/an), moyennement profond (2-10 m)
-  glissement actif (2-10 cm/an), superficiel (< 2 m)
-  glissement actif (2-10 cm/an), moyennement profond (2-10 m)
-  glissement très actif (> 10 cm/an), moyennement profond (2-10 m)
-  transit et accumulation (chutes de pierres)

 **Bureau Nouvelle Forêt sàrl**
Etudes et projets forestiers
Route de la Fonderie 8c
Nouvelle Forêt 1700 Fribourg

Carte de base CP25, © 2013 swisstopo (DV443.4)
Données de base, © 2013 Canton de Fribourg
SFF & SCG
Fribourg, le 3 juin 2013

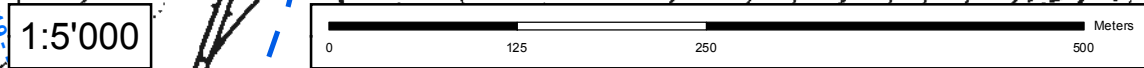
1:5'000

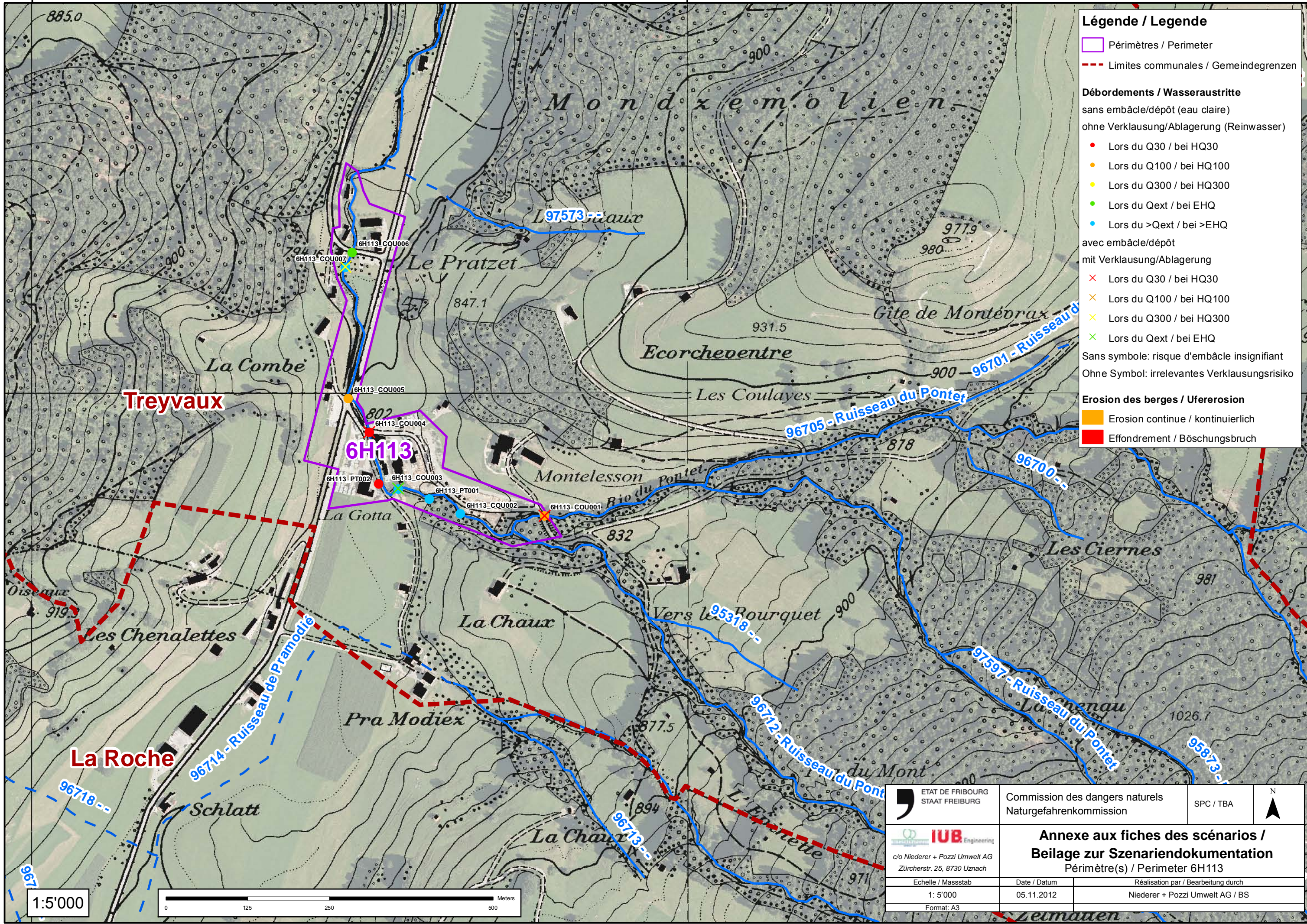


Légende / Legende

- Périmètres / Perimeter
 - Limites communales / Gemeindegrenzen
- Degré de danger / Gefahrenstufen**
- élevé / erheblich
 - moyen / mittel
 - faible / gering
 - résiduel / Restgefährdung

<p>ETAT DE FRIBOURG STAAT FREIBURG</p>	<p>Commission des dangers naturels Naturgefahrenkommission</p>	<p>SPC / TBA</p>	<p>N</p>
<p>Carte de dangers liés aux crues / Gefahrenkarte Hochwasser (CDN)</p>		<p>Périmètre(s) / Perimeter 6H113</p>	
<p>IUB Engineering c/o Niederer + Pozzi Umwelt AG Zürcherstr. 25, 8730 Uznach</p>		<p>Date / Datum 05.11.2012</p>	<p>Réalisation par / Bearbeitung durch Niederer + Pozzi Umwelt AG / BS</p>
<p>Echelle / Massstab 1: 5'000</p>		<p>Format: A3</p>	





Légende / Legende

- Périmètres / Perimeter
- - - Limites communales / Gemeindegrenzen

Débordements / Wasseraustritte
 sans embâcle/dépôt (eau claire)
 ohne Verkläufung/Ablagerung (Reinwasser)

- Lors du Q30 / bei HQ30
- Lors du Q100 / bei HQ100
- Lors du Q300 / bei HQ300
- Lors du Qext / bei EHQ
- Lors du >Qext / bei >EHQ

avec embâcle/dépôt
 mit Verkläufung/Ablagerung

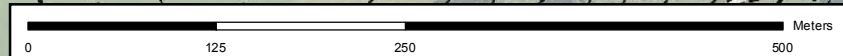
- ✕ Lors du Q30 / bei HQ30
- ✕ Lors du Q100 / bei HQ100
- ✕ Lors du Q300 / bei HQ300
- ✕ Lors du Qext / bei EHQ

Sans symbole: risque d'embâcle insignifiant
 Ohne Symbol: irrelevantes Verkläufungsrisiko

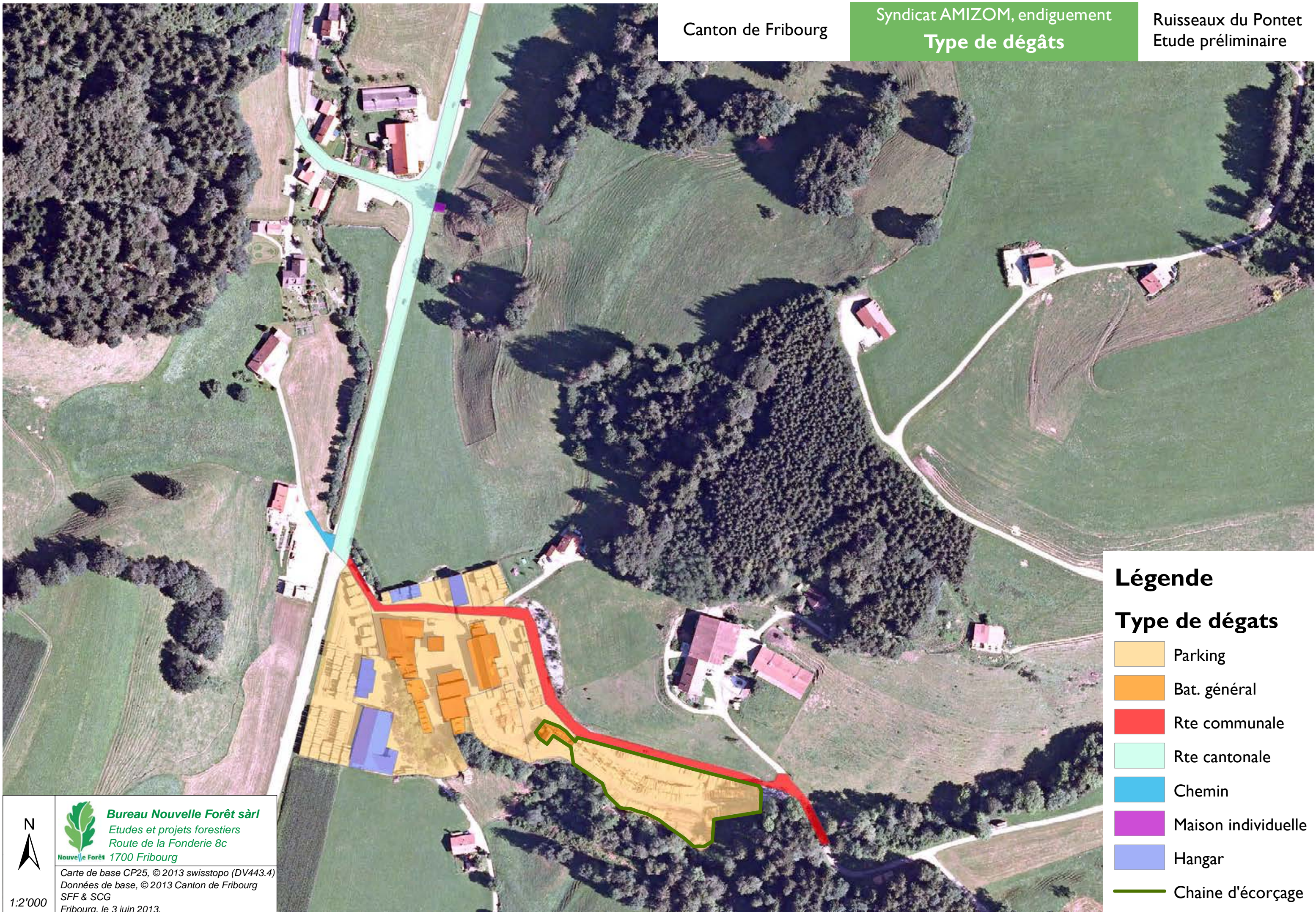
Erosion des berges / Ufererosion

- Erosion continue / kontinuierlich
- Effondrement / Böschungsbruch

1:5'000



	Commission des dangers naturels Naturgefahrenkommission	SPC / TBA	
	Annexe aux fiches des scénarios / Beilage zur Szenariendokumentation Périmètre(s) / Perimeter 6H113		
	c/o Niederer + Pozzi Umwelt AG Zürcherstr. 25, 8730 Uznach		
Echelle / Massstab 1: 5'000	Date / Datum 05.11.2012	Réalisation par / Bearbeitung durch Niederer + Pozzi Umwelt AG / BS	
Format: A3			



Légende

Type de dégâts

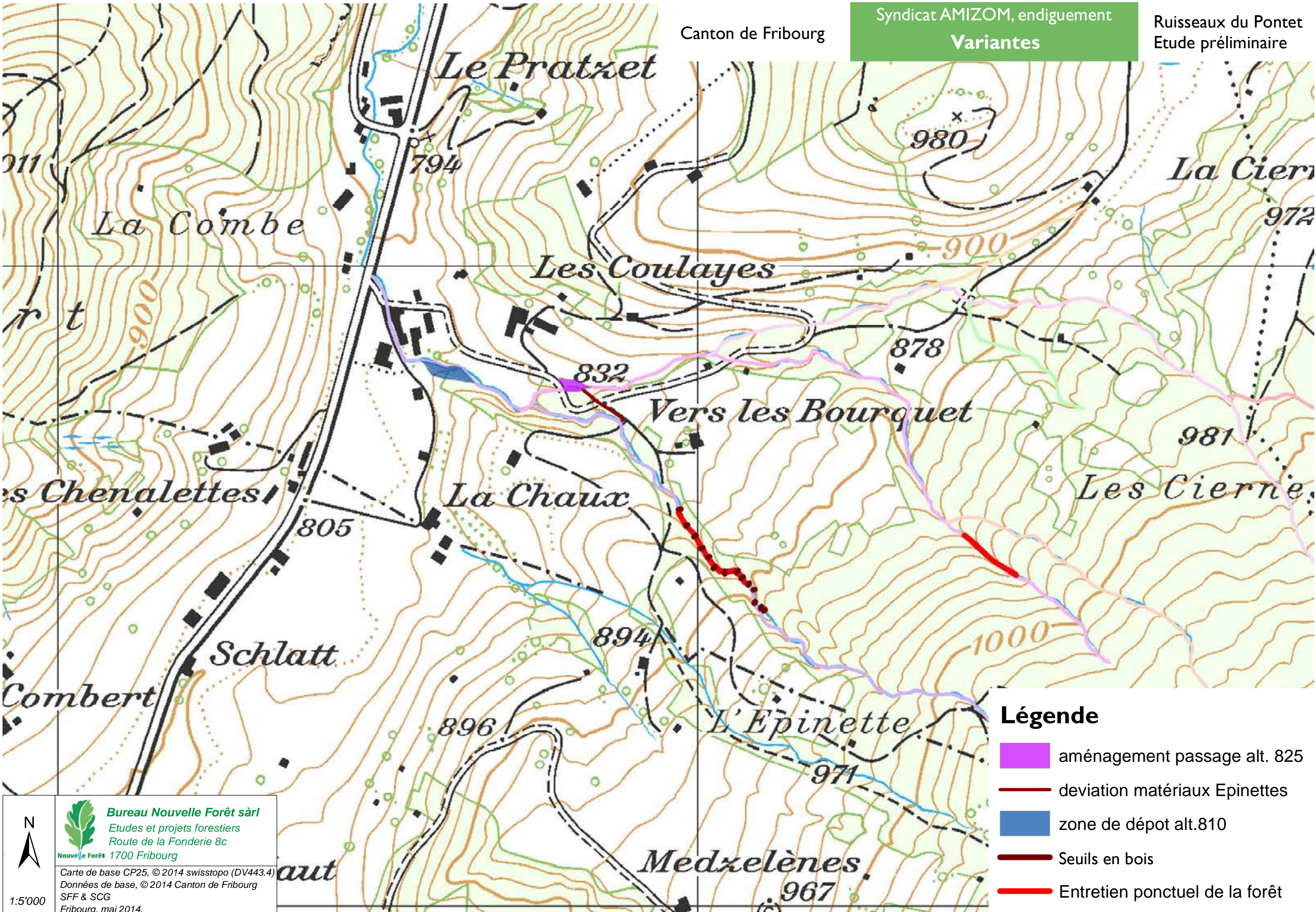
- Parking
- Bat. général
- Rte communale
- Rte cantonale
- Chemin
- Maison individuelle
- Hangar
- Chaîne d'écorçage



Bureau Nouvelle Forêt sàrl
Etudes et projets forestiers
Route de la Fonderie 8c
Nouvelle Forêt 1700 Fribourg

Carte de base CP25, © 2013 swisstopo (DV443.4)
Données de base, © 2013 Canton de Fribourg
SFF & SCG
Fribourg, le 3 juin 2013.

1:2'000

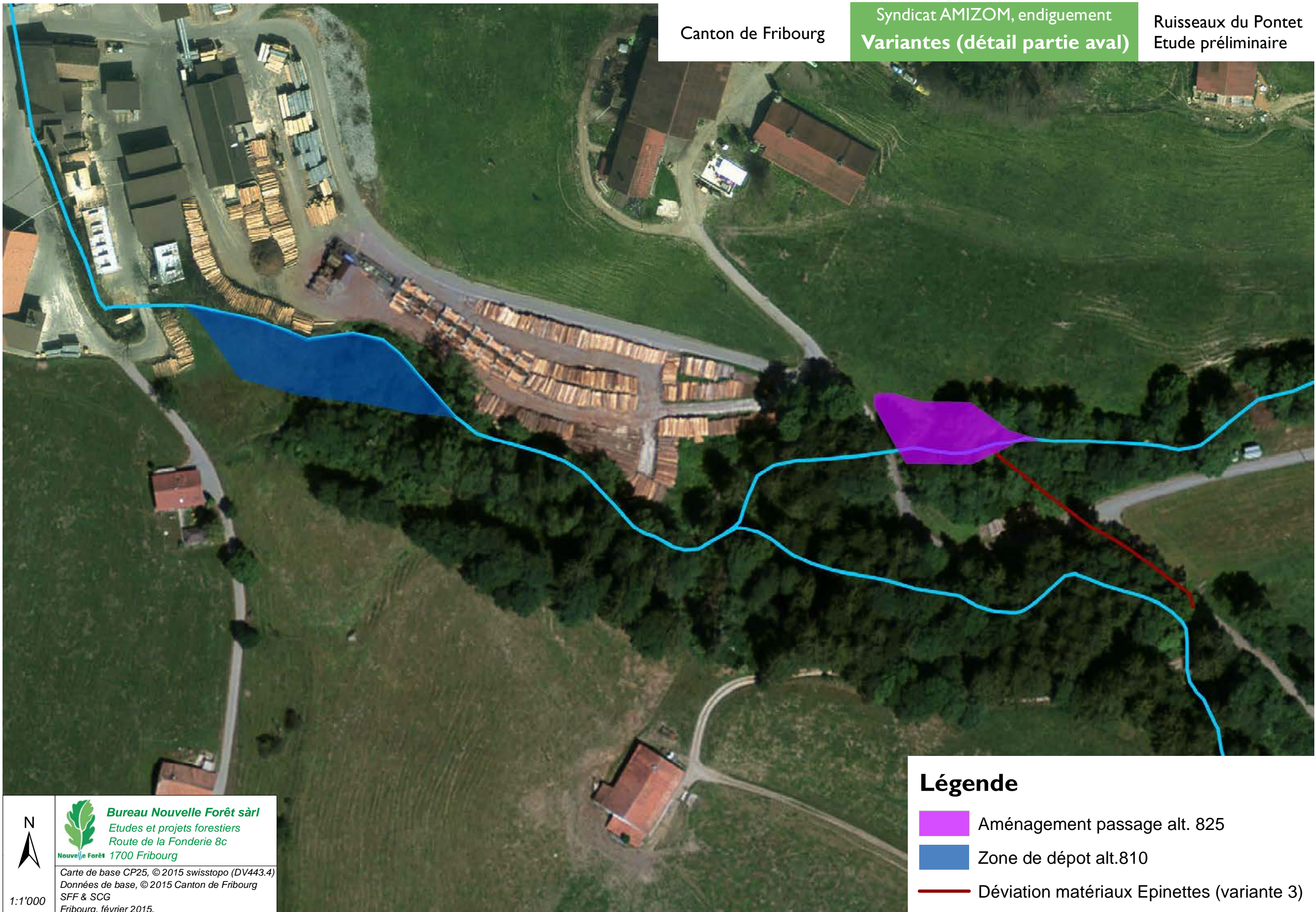


- Légende**
- aménagement passage alt. 825
 - deviation matériaux Epinettes
 - zone de dépôt alt.810
 - Seuils en bois
 - Entretien ponctuel de la forêt




 **Bureau Nouvelle Forêt sàrl**
Etudes et projets forestiers
Route de la Fonderie 8c
Nouvelle Forêt 1700 Fribourg

Carte de base CP25, © 2014 swisstopo (DV443.4)
Données de base, © 2014 Canton de Fribourg
SFF & SCG
Fribourg, mai 2014.

N
1:5'000



Légende

-  Aménagement passage alt. 825
-  Zone de dépôt alt.810
-  Déviation matériaux Epinettes (variante 3)

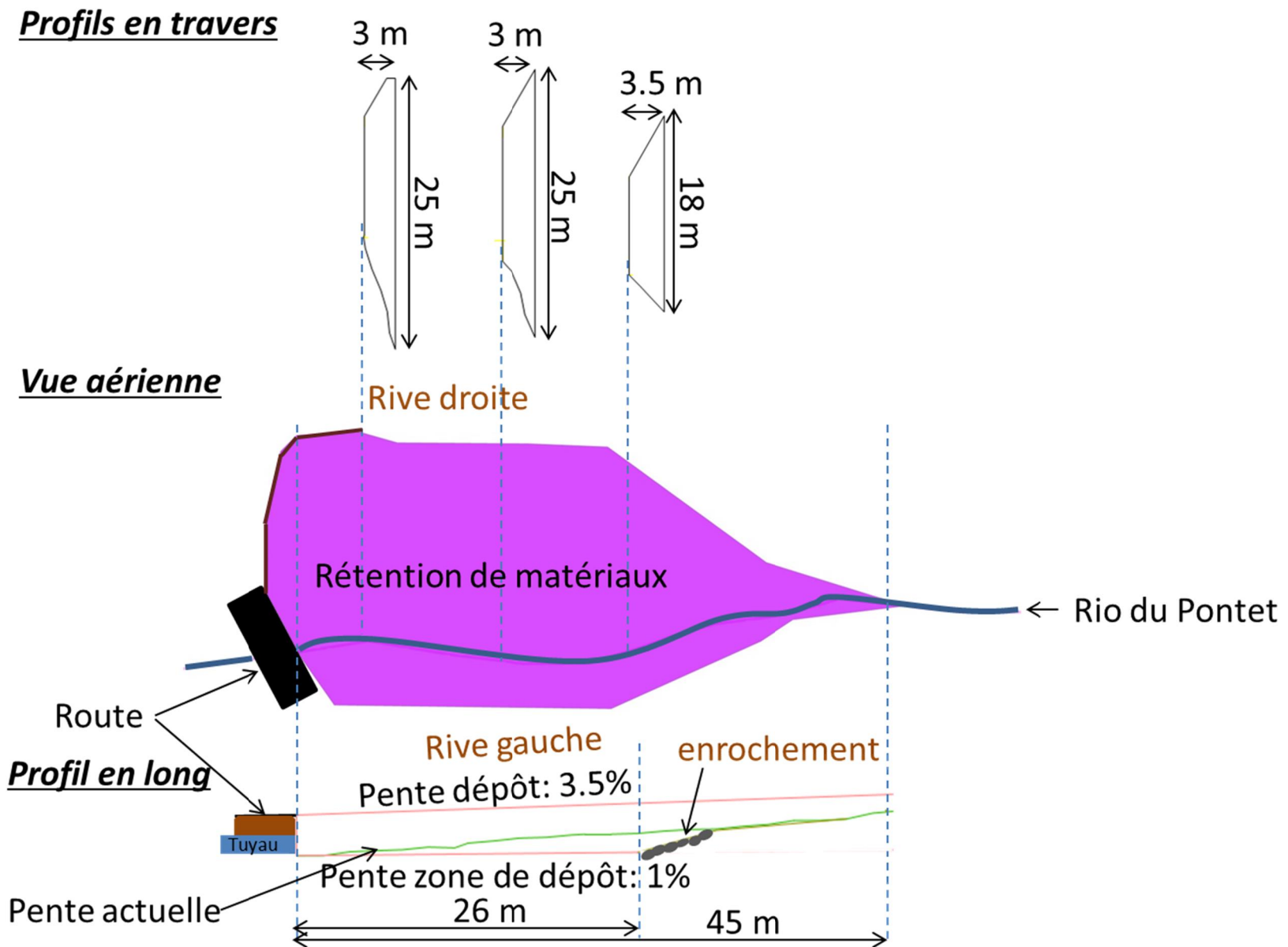


Bureau Nouvelle Forêt sàrl
Etudes et projets forestiers
Route de la Fonderie 8c
Nouvelle Forêt 1700 Fribourg

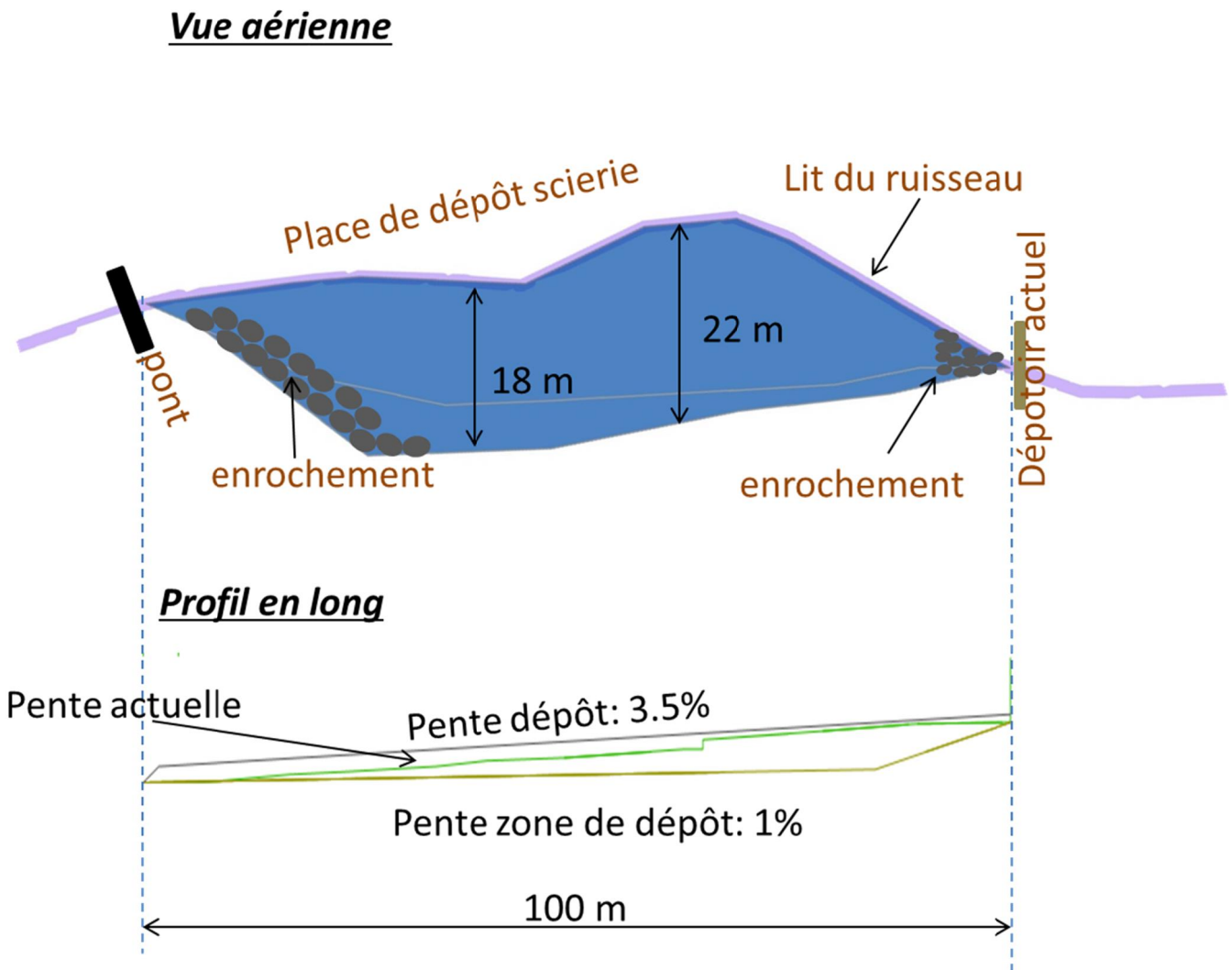
Carte de base CP25, © 2015 swisstopo (DV443.4)
Données de base, © 2015 Canton de Fribourg
SFF & SCG
Fribourg, février 2015.

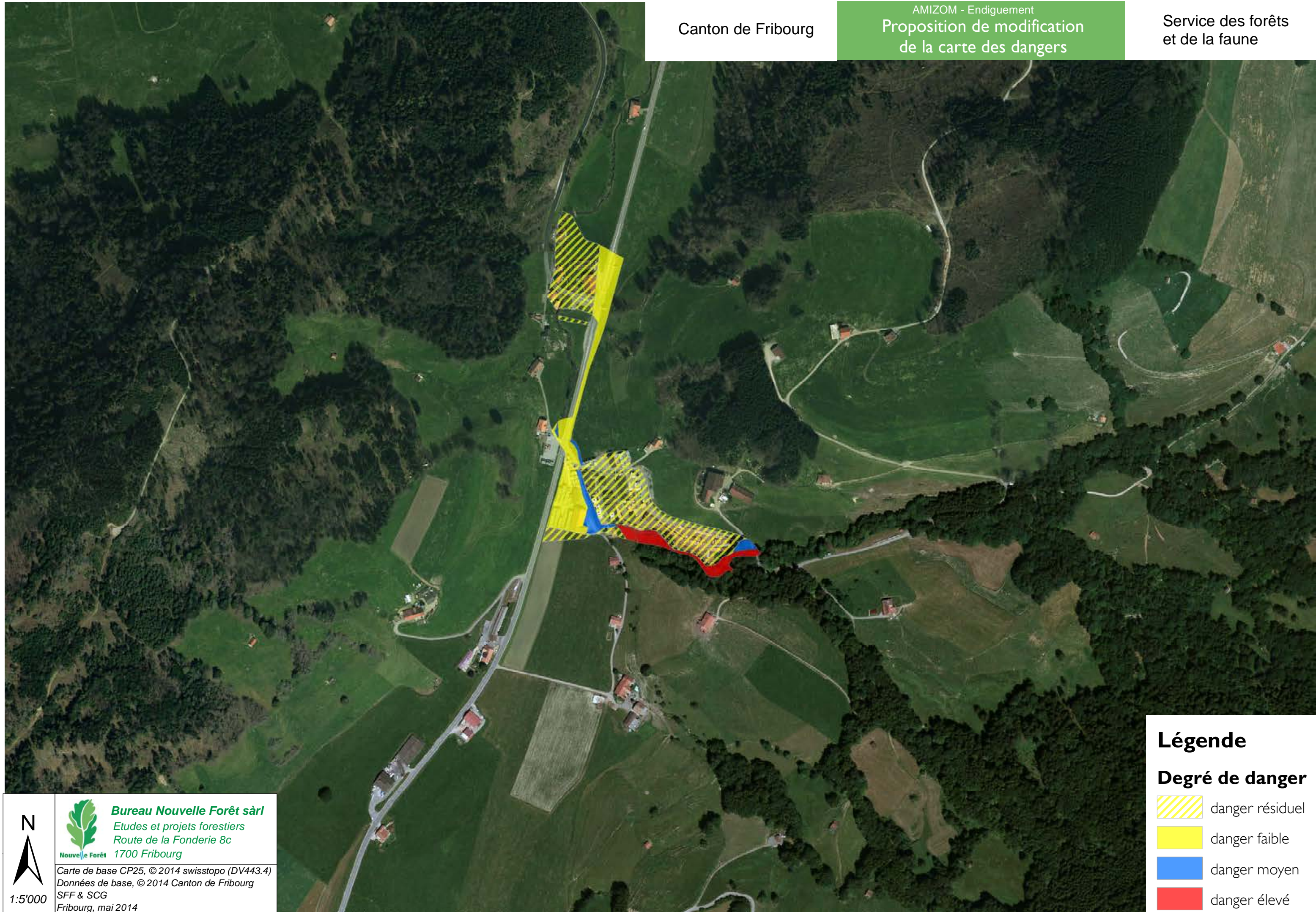
1:1'000

Schéma des ouvrages de rétention des matériaux Aménagement du passage à l'altitude 825m (dimensions approximatives)



Aménagement d'une zone de dépôt à l'altitude 810 m (dimensions approximatves)






Légende

Degré de danger

-  danger résiduel
-  danger faible
-  danger moyen
-  danger élevé



1:5'000

 **Bureau Nouvelle Forêt sàrl**
Etudes et projets forestiers
Route de la Fonderie 8c
Nouvelle Forêt 1700 Fribourg

Carte de base CP25, © 2014 swisstopo (DV443.4)
Données de base, © 2014 Canton de Fribourg
SFF & SCG
Fribourg, mai 2014

Cours d'eau / Commune / Canton

Prix unitaires pour l'estimation des dégâts potentiels

Type	Inondations			Lave torrentielle		
	Faible Intensité	Intensité moyenne	Forte intensité	Faible Intensité	Intensité moyenne	Forte intensité
Agglomération (en Fr./are)						
Batiments général	21'000.-	147'500.-	257'000.-	3'750.-	105'000.-	425'000.-
Centres ville	65'000.-	312'500.-	437'500.-	5'000.-	175'000.-	625'000.-
Région rurales	25'000.-	100'000.-	200'000.-	3'000.-	150'000.-	350'000.-
Centres régionaux	50'000.-	300'000.-	400'000.-	4'000.-	180'000.-	600'000.-
Agglomérations urbaines	70'000.-	350'000.-	500'000.-	5'500.-	200'000.-	700'000.-
Grandes villes	100'000.-	450'000.-	600'000.-	10'000.-	300'000.-	850'000.-
Maisons individuelles ou jumelées	16'000.-	95'000.-	182'000.-	2'500.-	80'000.-	300'000.-
Maisons locatives	19'000.-	105'000.-	173'000.-	5'000.-	95'000.-	325'000.-
Bâtiments commerciaux	55'000.-	250'000.-	350'000.-	10'000.-	275'000.-	550'000.-
Bâtiments industriels	67'000.-	350'000.-	467'000.-	12'000.-	333'000.-	650'000.-
Etables	11'000.-	52'500.-	98'000.-	1'250.-	95'000.-	200'000.-
Hangars	2'000.-	20'500.-	32'500.-	1'500.-	85'000.-	150'000.-
Zones de loisir (in Fr./are)						
Camping/installations de loisir	250.-	500.-	1'000.-	2'000.-	4'000.-	7'000.-
Parking	10.-	800.-	2'000.-	1'500.-	3'000.-	6'000.-
Espaces verts/parcs	500.-	1'000.-	1'500.-	1'750.-	3'500.-	6'500.-
Agriculture/ forêt (en Fr./are)						
Economie agricole en général	3.-	763.-	1'513.-	1'513.-	3'025.-	6'025.-
Cultures	40.-	830.-	1'580.-	1'580.-	3'080.-	6'080.-
Cultures maraichères	500.-	1'500.-	3'000.-	2'000.-	3'500.-	7'000.-
Vignoble	80.-	1'000.-	2'000.-	2'000.-	4'000.-	8'000.-
Prairies	3.-	763.-	1'513.-	1'513.-	3'025.-	6'025.-
Pâturages	0.-	758.-	1'508.-	1'500.-	3'015.-	6'015.-
Forêts productrices	0.-	0.-	0.-	1'537.-	3'185.-	6'370.-
Forêts d'exploitation	0.-	0.-	0.-	1'537.-	3'185.-	6'370.-
Infrastr. de transport (en Fr./m')						
Infrastructures de transport général	0.-	75.-	150.-	160.-	320.-	620.-
Autoroutes	0.-	188.-	375.-	875.-	1'750.-	250.-
Routes cantonales	0.-	90.-	180.-	280.-	560.-	920.-
Routes communales	0.-	60.-	120.-	130.-	260.-	500.-
Chemins routes forestières ou d'alpage	0.-	23.-	45.-	48.-	95.-	185.-
Chemins de fer doubles rails	0.-	75.-	150.-	650.-	1'300.-	1'600.-
Chemins de fer simples rails	0.-	38.-	75.-	325.-	650.-	800.-
Téléphériques	0.-	0.-	0.-	500.-	1'000.-	1'000.-
Conduites (en Fr./m')						
Conduites en général	0.-	125.-	250.-	375.-	375.-	375.-
Lignes aériennes	0.-	250.-	500.-	250.-	500.-	500.-
Conduites en surface	20.-	50.-	100.-	50.-	250.-	500.-
Conduites enterrées	80.-	150.-	300.-	100.-	400.-	800.-
Agglomération (en Fr./pièce)						
Maisons de vacance	8'000.-	50'000.-	120'000.-	10'000.-	80'000.-	200'000.-
Centres ville						
Région rurales	15'000.-	80'000.-	180'000.-	20'000.-	100'000.-	300'000.-
Centres régionaux	20'000.-	100'000.-	250'000.-	40'000.-	180'000.-	500'000.-
Agglomérations urbaines	50'000.-	150'000.-	300'000.-	60'000.-	250'000.-	800'000.-
grandes villes	80'000.-	250'000.-	400'000.-	100'000.-	300'000.-	1'000'000.-
Maisons individuelles ou jumelées	15'000.-	80'000.-	180'000.-	20'000.-	100'000.-	300'000.-
Maisons locatives	20'000.-	90'000.-	150'000.-	30'000.-	120'000.-	350'000.-
Bâtiments commerciaux	50'000.-	250'000.-	350'000.-	70'000.-	300'000.-	500'000.-
Bâtiments industriels	60'000.-	350'000.-	450'000.-	80'000.-	400'000.-	650'000.-
Etables	5'000.-	40'000.-	80'000.-	8'000.-	100'000.-	200'000.-
Hangars	2'000.-	15'000.-	30'000.-	3'000.-	85'000.-	120'000.-
Ponts (in Fr./pièce)						
pour piétons	0.-	500.-	1'000.-	1'000.-	1'000.-	1'000.-
Pont de faible largeur	0.-	1'000.-	3'000.-	1'000.-	3'000.-	3'000.-
Routes communales	200.-	3'000.-	20'000.-	3'000.-	8'000.-	20'000.-
Routes cantonales	0.-	5'000.-	150'000.-	5'000.-	80'000.-	150'000.-
Autoroutes	1'000.-	10'000.-	50'000.-	30'000.-	100'000.-	300'000.-
Poteaux (en Fr./pièce)						
Petits poteaux pour lignes aériennes	0.-	30'000.-	60'000.-	20'000.-	40'000.-	60'000.-
Grands poteaux pour lignes aériennes	0.-	50'000.-	100'000.-	30'000.-	60'000.-	100'000.-
Objets spéciaux (en Fr./pièce)						
Entrer une description						
Entrer une description						

RUISSEAUX DU PONTET A TREYVAUX

Notice concernant la faisabilité d'une variante complémentaire

1. Introduction

1.1 Mandat

L'étude préliminaire de février 2015 concernant les Ruisseaux du Pontet propose différentes variantes de mesures dont la variante 2a, qui comprend l'entretien ponctuel de la forêt aux abords des torrents, l'aménagement du passage de la route communale à la cote altitudinale 825m pour la rétention de matériaux charriés ainsi qu'une seconde zone de dépôt à l'altitude 810 m, en face de la place à bois de la scierie.

La présente notice a pour objet l'étude d'une variante complémentaire ne prévoyant pas la rétention de matériaux charriés en amont du passage de la route à l'altitude 825 mètres mais une plus grande zone de dépôt en aval, à l'altitude 810 mètres. Pour cela, le passage de la route sur le Rio du Pontet, à l'altitude 825 m doit être modifié. L'entretien ponctuel de la forêt aux abords des torrents reste inchangé.

2. Passage de la route à l'altitude 825 mètres

Actuellement, le passage du Ruisseau du Pontet sous la route est un tuyau d'un diamètre de 1.3 mètres. La capacité de ce passage étant limitée, la route y est légèrement abaissée, afin d'éviter, en cas de surcharge, que l'eau soit trop vite déviée vers la place à bois de la scierie.

Dans la nouvelle variante, l'eau et les matériaux charriés ne doivent pas être retenus au niveau de la route. Pour cela, une buse en acier ondulé de l'entreprise SYTEC en demi-cercle (portée de 3.5 m pour une hauteur au faite de 1.64 m) est prévue sous la route.

Selon un premier calcul hydraulique, la capacité de la buse sera de l'ordre de 10 m³/s (en considérant une revanche de 50 cm). Cette valeur se retrouve dans la fourchette des valeurs données par différentes sources pour la crue centennale ; elle est toutefois inférieure à la valeur de 13.5 m³/s admise pour la variante 2a. Ici, le tirant d'eau h_N et l'énergie spécifique H_E en régime uniforme pour la section de la buse ont été calculés. Le niveau d'eau H_{max} qui peut être atteint en amont de la route correspond à H_E , en valeur absolues (voir profil en long et profil en travers en annexe).

Pour un débit de 13.5 m³/s, un léger déferlement par-dessus la route est possible. Le niveau sera probablement pas encore assez élevé pour provoquer un écoulement sur la route conduisant vers la scierie. Une optimisation du projet de passage de la route devra être faite pour éviter au maximum un débordement sur la route en cas de surcharge. Lors d'un dimensionnement définitif, un calcul hydraulique plus précis devra être effectué.

3. Zone de dépôt à l'altitude 810 mètres

La zone de dépôt, prévue initialement pour les matériaux charriés issus du ruisseau de l'Epinette doit être agrandie afin de pouvoir également recueillir les matériaux du Rio du Pontet. Cette zone de dépôt doit ainsi offrir une capacité pour environ 3000 m³ de matériaux, soit 1500 m³ de plus que dans la variante initiale.

Pour obtenir le volume nécessaire, ce sont environ 6000 m³ de matériaux qui doivent être excavés. Un râtelier constitué de poutres d'acier est prévu à la sortie de la zone de dépôt pour retenir le bois flottant qui ne se serait pas déposé en amont.

La zone de dépôt, avec une surface d'environ 2100m², se situe sur les articles 2823 (Commune de Treyvaux) et 2773 (Yerly Bois SA).

Selon la carte géologique, l'emplacement de la zone de dépôt est constitué d'alluvions. De la molasse affleurante, est cependant visible par exemple à la confluence entre le ruisseau de l'Epinette et le rio du Pontet. De tels affleurements dans la zone de dépôt prévue ne peuvent actuellement pas être exclus et représentent une certaine incertitude dans la phase de planification actuelle. Dans une phase plus avancée du projet, des sondages pourraient être réalisés pour évaluer cet élément.

4. Ordre de grandeur des coûts

Sous réserve des estimations plus précises prévues dans la seconde phase d'étude de cette variante complémentaire et de l'incertitude concernant la molasse affleurante, un ordre de grandeur de CHF 615'000.- est estimé pour les travaux décrits, à savoir le passage de la route à l'altitude 825 m (env. 90'000.-), la zone de dépôt à l'altitude 810 m (env. 465'000.-) et l'entretien ponctuel de la forêt directement aux abords des cours d'eau dans le bassin versant (env. 60'000.-, à coordonner avec le programme d'interventions de forêt protectrice en cours).

5. Conclusions

La variante complémentaire présentée dans cette notice est ainsi techniquement réalisable. Une planification plus détaillée concernant le dimensionnement précis et la forme du passage de la route à l'altitude 825 m, la forme de la zone de dépôt et un affinement de l'estimation des coûts restent néanmoins nécessaires.



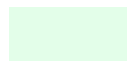


Yves Wiedmer
Bureau Nouvelle Forêt sàrl



Martin Jaeggi
Jaeggi – Hydraulique et morphologie fluviale



Légende

-  Zone de dépôt
-  Profils en travers
-  Révision du passage alt. 825m



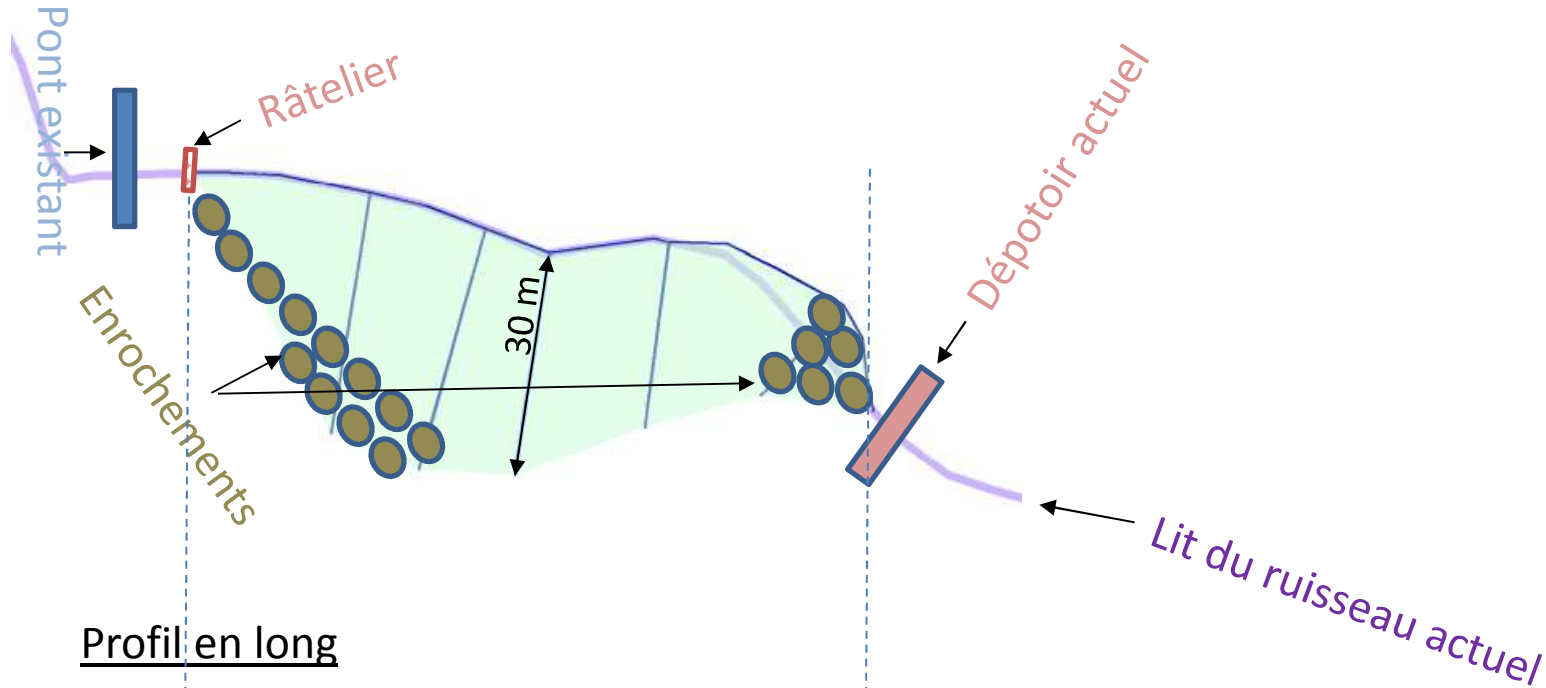
Bureau Nouvelle Forêt sàrl
Etudes et projets forestiers
Route de la Fonderie 8c
Nouvelle Forêt 1700 Fribourg

Carte de base CP25, © 2016 swisstopo (DV443.4)
Données de base, © 2016 Canton de Fribourg
SFF & SCG
Fribourg, novembre 2016

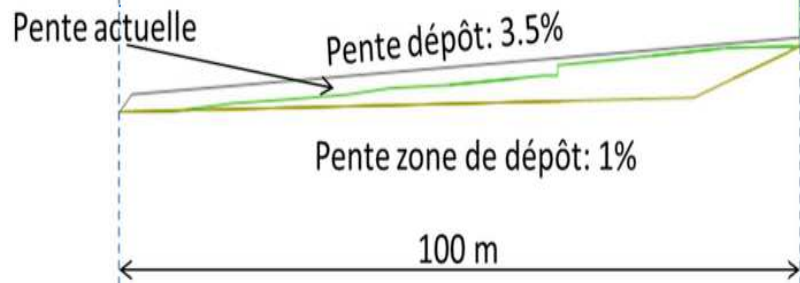
1:1'000

Schéma de la zone de dépôt à l'altitude 810 m (dimensions approximatives)

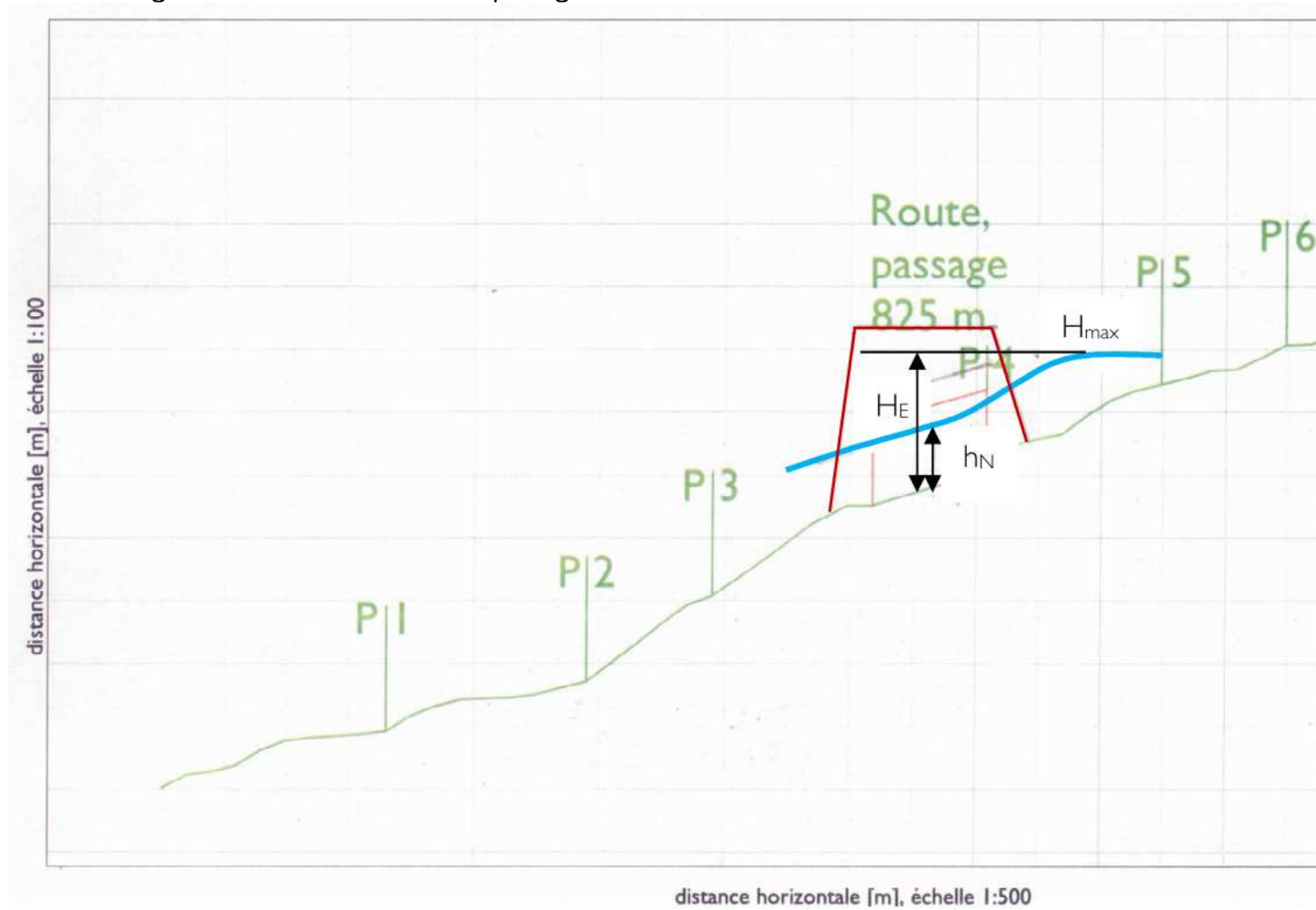
Vue aérienne



Profil en long



Profil en long du ruisseau aux abords du passage de la route à l'altitude 825 m



Profil en travers du côté amont du passage de la route à l'altitude 825 mètres (état actuel en vert / buse projetée en noir)
Echelle 1 : 50



Ruisseau du Pontet, passage altitude 825m

Passage sous route actuel



Photo 1 : côté amont du passage



Photo 2 : côté aval du passage

Ruisseau du Pontet, zone de dépôt altitude 810 m



Photo 3 : partie aval de l'emplacement de la zone de dépôt

RUISSEAUX DU PONTET A TREYVAUX

Variante complémentaire

Table des matières

1. Introduction.....	2
1.1 Mandat.....	2
2. Passage de la route à l'altitude 825 mètres.....	2
2.1 Etat actuel.....	2
2.2 Variante présentée.....	2
2.3 Dimensionnement hydraulique (M. Jaeggi).....	2
3. Zone de dépôt à l'altitude 810 mètres.....	6
4. Mesures d'entretien.....	6
5. Coûts de la variante.....	6
6. Conclusion.....	7
7. Annexes.....	8

I. Introduction

I.1 Mandat

L'étude préliminaire de février 2015 concernant les Ruisseaux du Pontet propose différentes variantes de mesures dont la variante 2a, qui comprend l'entretien ponctuel de la forêt aux abords des torrents, l'aménagement du passage de la route communale à la cote altitudinale 825m pour la rétention de matériaux charriés ainsi qu'une seconde zone de dépôt à l'altitude 810 m, en face de la place à bois de la scierie. Ce rapport se base sur l'étude préliminaire de 2015 et sur la notice de faisabilité d'une variante complémentaire de décembre 2016.

Le présent rapport a pour objet l'étude d'une variante complémentaire ne prévoyant pas la rétention de matériaux charriés en amont du passage de la route à l'altitude 825 mètres mais une plus grande zone de dépôt en aval, à l'altitude 810 mètres. Pour cela, le passage de la route sur le Rio du Pontet, à l'altitude 825 m doit être modifié. L'entretien ponctuel de la forêt aux abords des torrents reste inchangé.

2. Passage de la route à l'altitude 825 mètres

2.1 Etat actuel

Actuellement, le passage du Ruisseau du Pontet sous la route est un tuyau d'un diamètre de 1.3 mètres. La capacité de ce passage étant limitée, la route y est légèrement abaissée, afin d'éviter, en cas de surcharge, que l'eau soit trop vite déviée vers la place à bois de la scierie.

2.2 Variante présentée

Dans la variante présentée, l'eau et les matériaux charriés ne doivent pas être retenus au niveau de la route. Pour cela, une buse en acier ondulé de l'entreprise SYTEC en demi-cercle (portée de 3.5 m pour une hauteur au faite de 1.64 m) est prévue sous la route. Une buse type « Box » avec un profil trapézoïdal permet un meilleur profil d'écoulement (cf. devis estimatif en annexe).

2.3 Dimensionnement hydraulique (M. Jaeggi)

Le relevé de sections transversales effectué par le bureau Nouvelle Forêt a permis un calcul hydraulique non-uniforme. Le programme HECRAS a été utilisé. Le tronçon du Ruisseau des Pontets considéré était long d'environ 90 m, avec le passage de la route au centre. La buse a été modélisée par une section en forme de demi-cercle avec un rayon de 1.64 m.

Les figures 1 et 2 illustrent les lignes d'eau et d'énergie pour des débits de 10 et 12 m³/s. La différence de niveau entre la ligne d'énergie et la ligne d'eau correspond à $v_m^2/2g$, v_m étant la vitesse locale moyenne et g l'accélération terrestre.

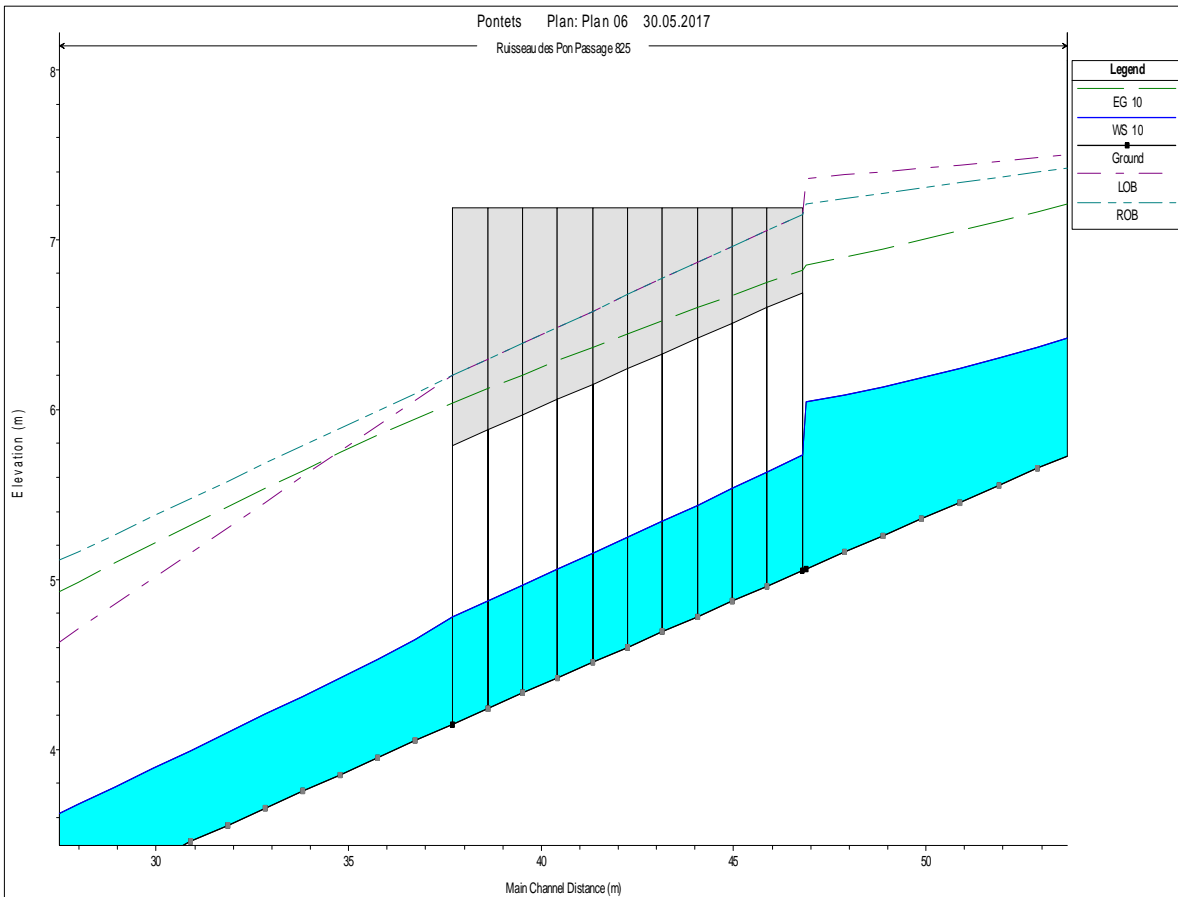


Fig. 1 : Ligne d'eau et ligne d'énergie pour un débit de 10 m³/s

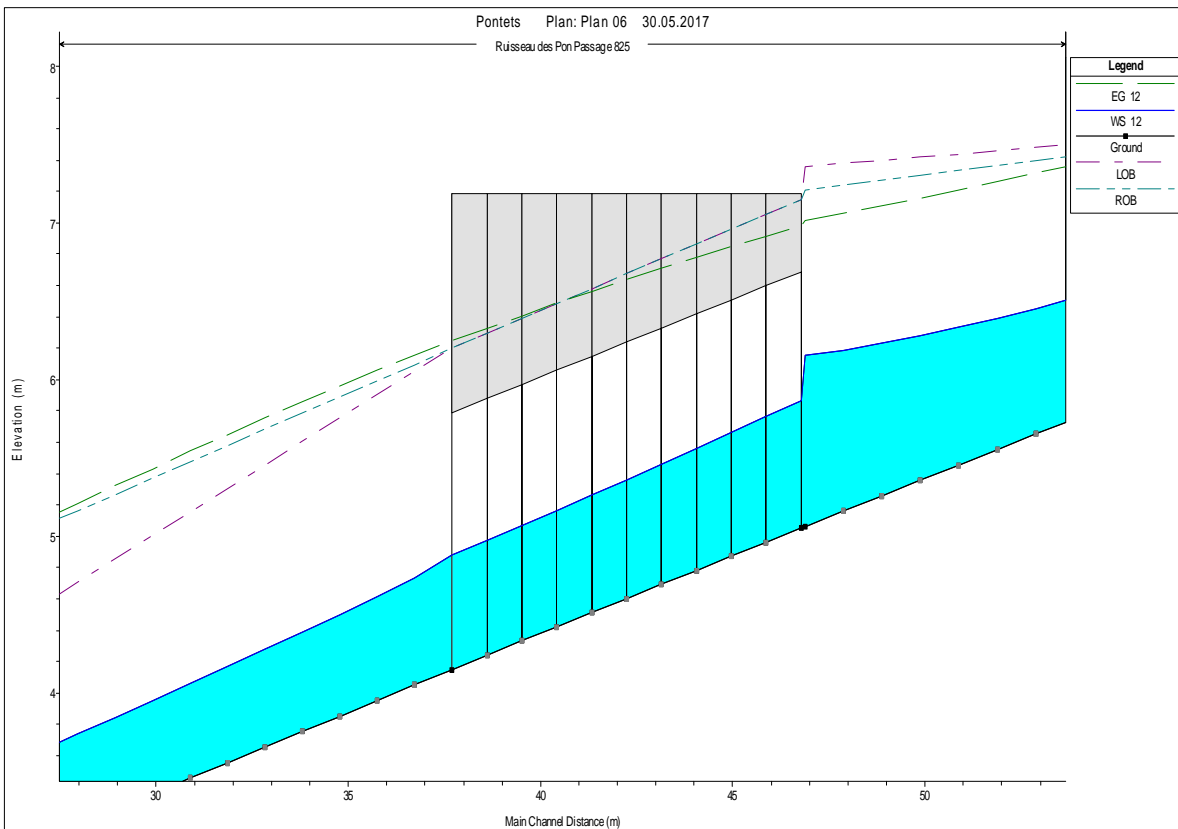


Fig. 2 : Ligne d'eau et ligne d'énergie pour un débit de 12 m³/s

Il s'avère que les résultats sont plus favorables que lors d'un premier calcul plus simple réalisé dans le cadre de la notice de faisabilité de décembre 2016. On note bien un effet d'étranglement à l'entrée de la buse et la ligne d'énergie remonte plus haut que la section d'entrée. Mais selon les nouveaux calculs de la ligne d'eau, il reste environ 60 cm entre la ligne d'eau et le sommet de la voûte, ceci pour un débit de 12 m³/s.

Cependant, il ne faut qu'une certaine obstruction de la section d'entrée, pour que la ligne d'eau monte dans le voisinage de la ligne d'énergie. Un calcul a été fait avec une obstruction d'environ 40% (voir fig. 3 et 4). Il n'y a pour ce cas tout juste pas de débordement par-dessus la route.

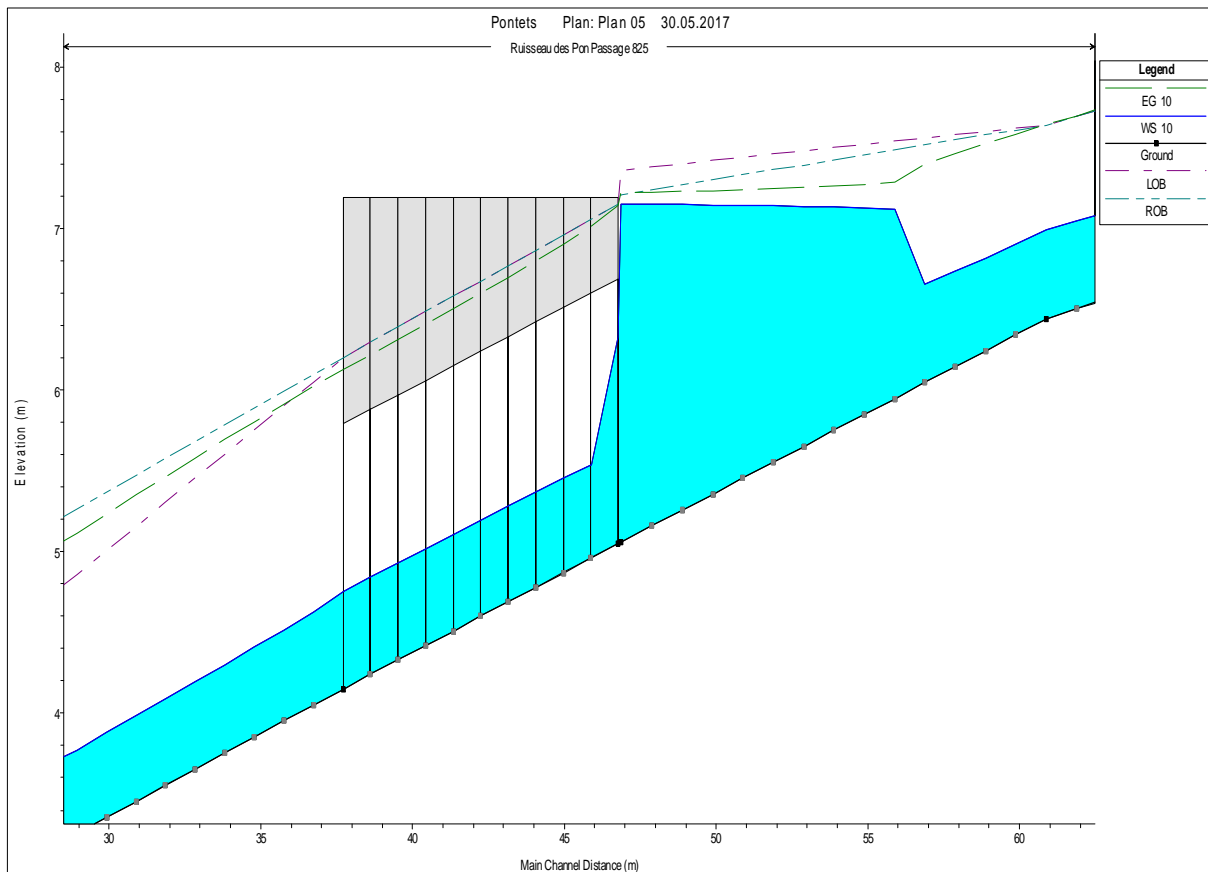


Fig. 3 : Ligne d'eau et ligne d'énergie pour un débit de 10 m³/s, avec obstruction partielle

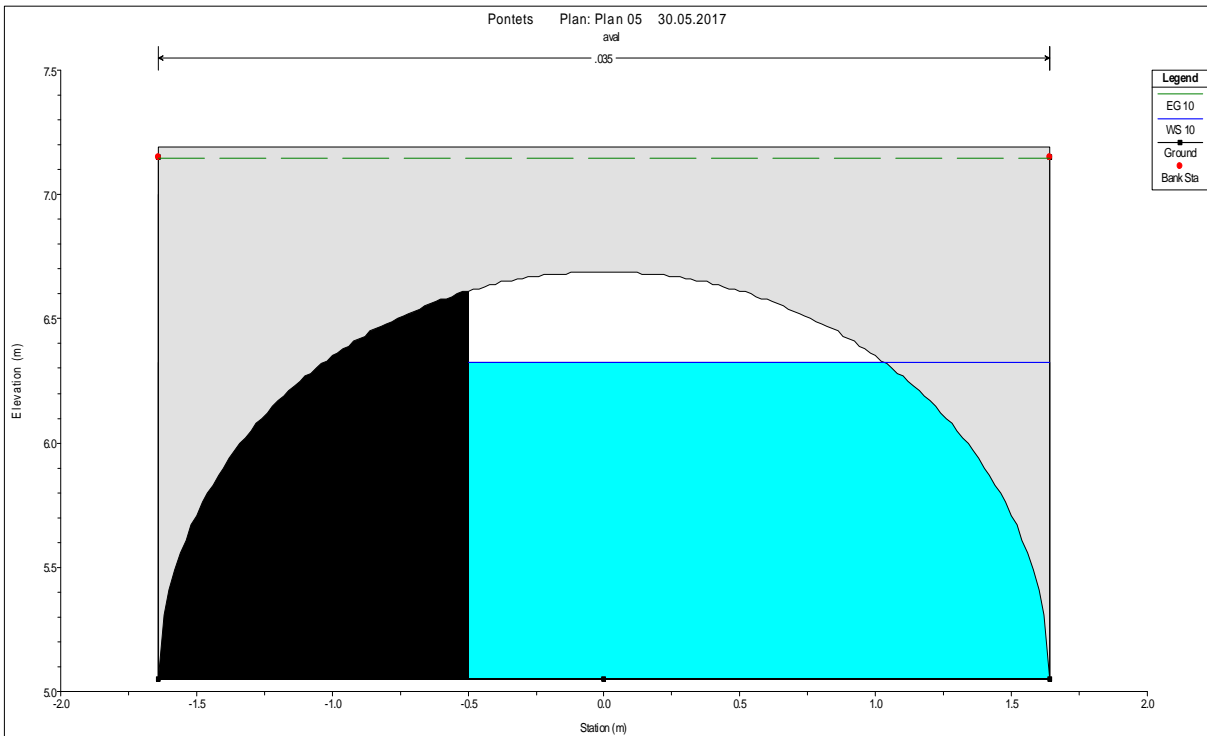


Fig 4 : Section d'entrée de la buse avec obstruction partielle (proportion obstruée illustrée schématiquement)

2.2 Affouillement aval

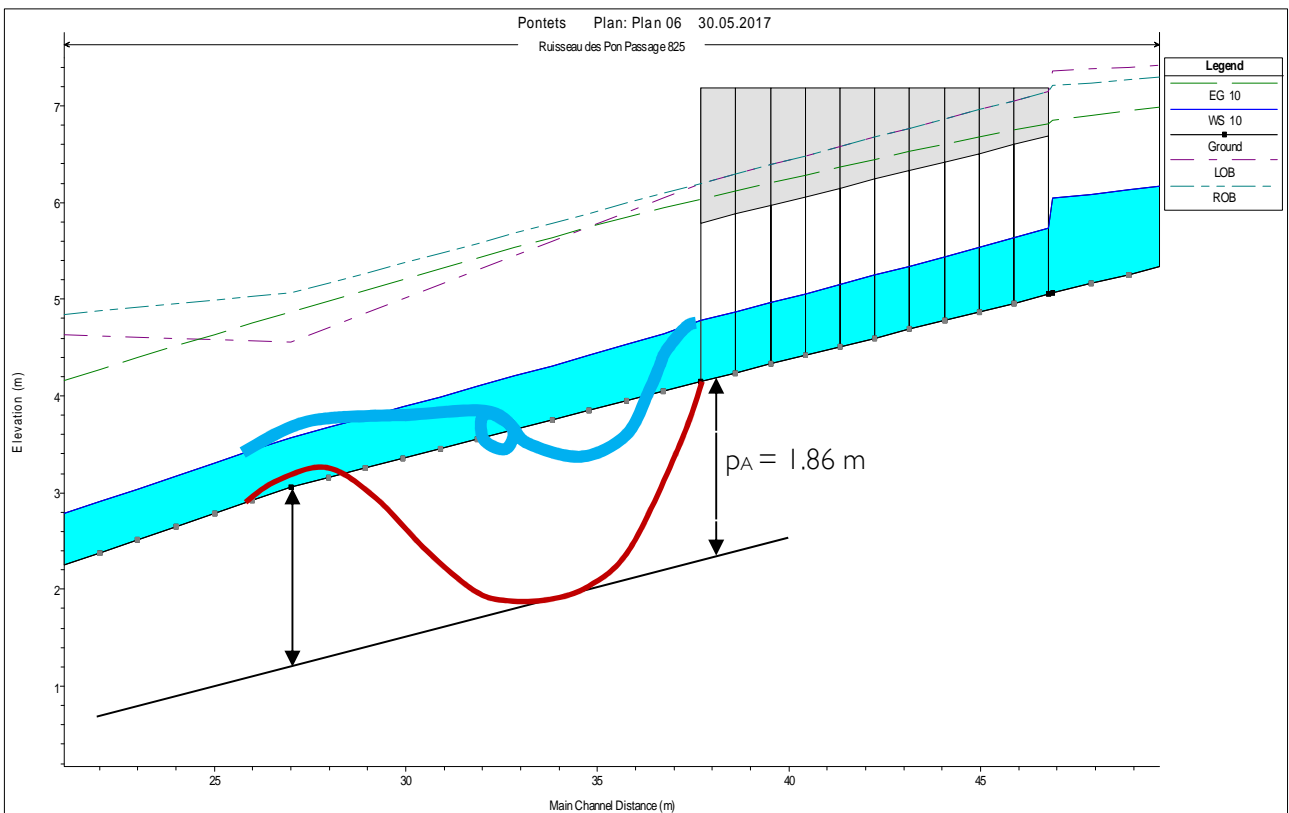


Fig. 5 : Affouillement en aval de la buse

L'affouillement en aval de l'ouvrage p_A peut se calculer à l'aide de la formule suivante :

$$p_A = 0.85\sqrt{qv} - 7.125d_{90} - h_w$$

q est le débit spécifique par mètre de largeur, v la vitesse à la sortie de la buse, h_w le tirant d'eau et d_{90} représente les grains les plus grossiers du fond. La profondeur de la fondation de la sortie de la buse devra être adaptée à la situation illustrée par la fig. 5.

Avec les paramètres hydrauliques tirés du calcul hydraulique et une valeur $d_{90} = 0.12$ m, on obtient

$$p_A = 1.86 \text{ m}$$

Comme le montre la fig. 5, il y a une certaine difficulté d'interprétation. La longueur de la cuvette d'affouillement n'est pas connue. Il faut donc déterminer de manière un peu qualitative l'endroit où se trouve le point le plus bas de la cuvette. Ce point coulisse sur une parallèle au fond théorique.

3. Zone de dépôt à l'altitude 810 mètres

La zone de dépôt, prévue initialement pour les matériaux charriés issus du ruisseau de l'Épinette doit être agrandie afin de pouvoir également recueillir les matériaux du Rio du Pontet. Cette zone de dépôt doit ainsi offrir une capacité pour environ 3000 m³ de matériaux, soit 1500 m³ de plus que dans la variante initiale.

Pour obtenir le volume nécessaire, ce sont près de 6000 m³ de matériaux qui doivent être excavés. Pour prévenir de l'érosion, des enrochements sont nécessaires à divers endroits en bordure de la zone de dépôt.

La zone de dépôt, avec une surface d'environ 2100m², se situe sur les articles 2823 (Commune de Treyvaux) et 2773 (Yerly Bois SA).

De la molasse affleurante, est visible par exemple à la confluence entre le ruisseau de l'Épinette et le rio du Pontet. De tels affleurements dans la zone de dépôt prévue ne peuvent actuellement pas être exclus et représentent une certaine incertitude dans la phase de planification actuelle.

4. Mesures d'entretien

Les mesures d'entretien concernent la forêt aux abords des cours d'eau dans le bassin versant, en amont des mesures décrites ci-dessus. Ces mesures sont à coordonner avec le programme d'interventions en forêts protectrices en cours dans le secteur.

5. Coûts de la variante

Un devis estimatif pour l'adaptation du passage de la route et la création de la zone de dépôt se trouve en annexe. Le devis pour l'adaptation du passage de la route est de CHF 95'000.-. Pour un meilleur profil d'écoulement, un autre type de buse est proposé et pour lequel il faut rajouter une somme d'un peu plus de 7'000.- (cf. devis estimatif en annexe).

Les coûts pour la zone de dépôt sont estimés à CHF 530'000.-. La possibilité de valorisation des matériaux d'excavation comporte certaines incertitudes. Par rapport au premier ordre de grandeur dans la notice de faisabilité, cette valorisation a été estimée plus basse. D'autre part, des enrochements supplémentaires ont été prévus pour prévenir des risques d'érosion (cf. devis estimatif en annexe).

Les mesures d'entretien, estimées à CHF 60'000.-, sont à coordonner avec le programme d'intervention en forêts protectrices en cours ainsi qu'avec la Section lacs et cours d'eau. Le mode de subventionnement n'est pas le même que pour l'adaptation du passage de la route et la création de la zone de dépôt.

6. Conclusion

La variante complémentaire présentée est techniquement réalisable. Comme pour la variante proposée dans l'étude préliminaire, il est à préciser que la mise en oeuvre de cette variante ne permet pas d'éviter des débordements au passage sous la scierie, en aval de la zone de dépôt, qui est d'une capacité insuffisante dès Q30 sans embâcle.

Fribourg, le 19 juin 2017

Bureau Nouvelle Forêt sàrl

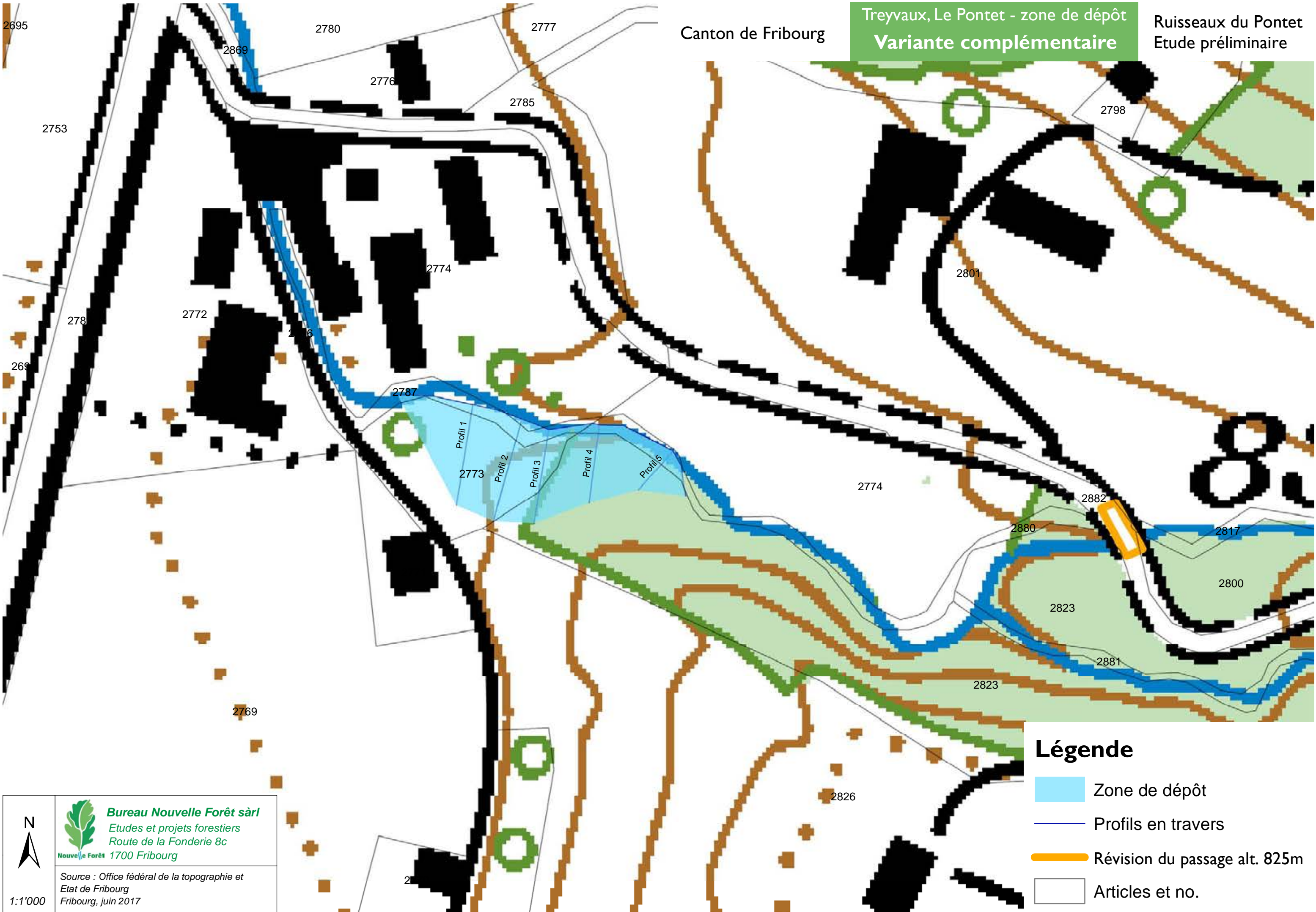


Yves Wiedmer,

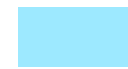



Ing. forestier EPFZ

7. Annexes

- Carte des mesures (1 : 1'000)
- Carte des mesures avec orthophoto (1 : 1'000)
- Schéma de la zone de dépôt à l'altitude 810 m
- Profils en travers de la zone dépôt à l'altitude 810 m
- Devis estimatif pour l'adaptation du passage de la route et la création de la zone de dépôt (bassin d'alluvions)



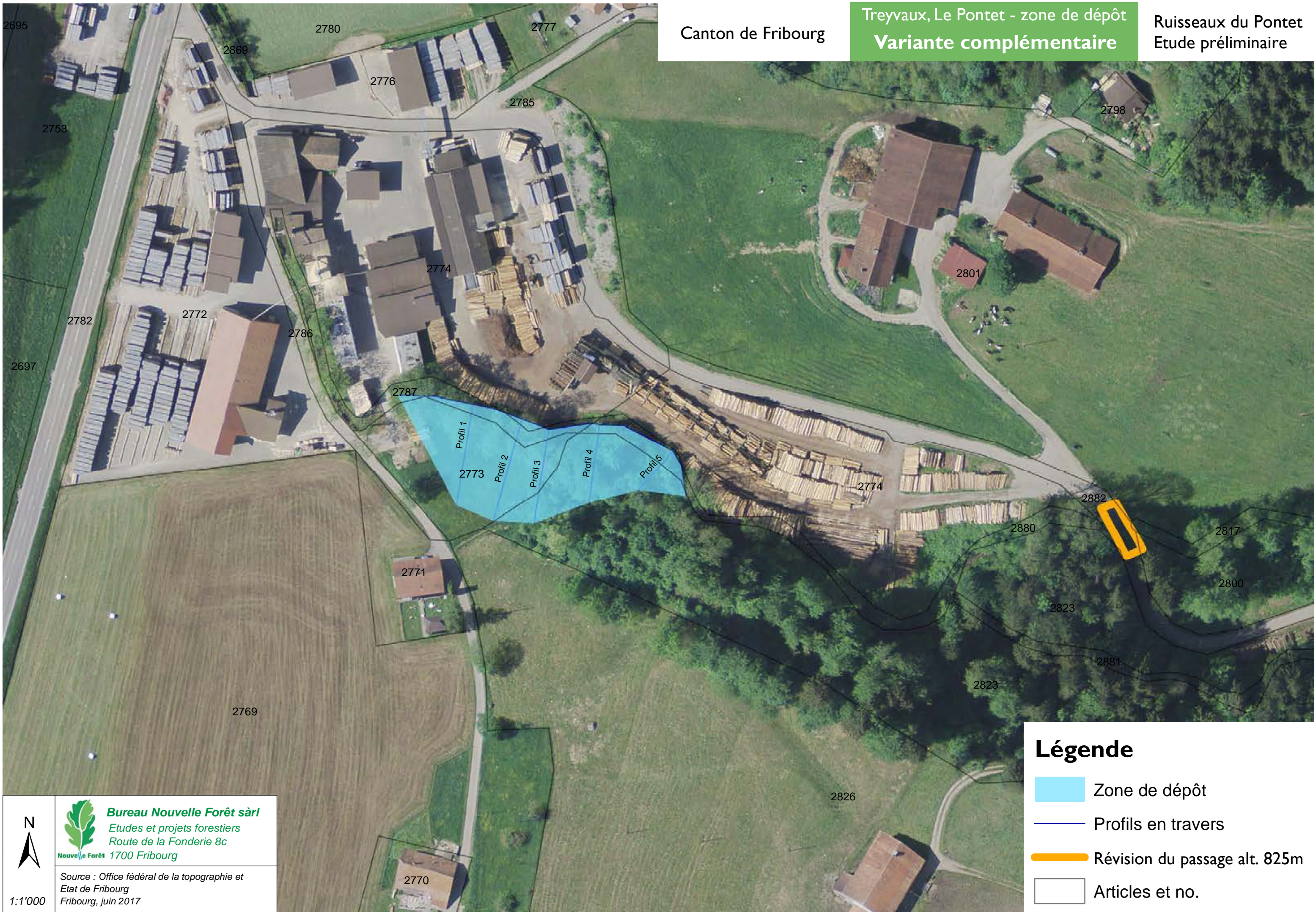
Légende

-  Zone de dépôt
-  Profils en travers
-  Révision du passage alt. 825m
-  Articles et no.

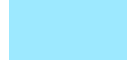



**Bureau Nouvelle Forêt sàrl**
Etudes et projets forestiers
Route de la Fonderie 8c
Nouvelle Forêt 1700 Fribourg

Source : Office fédéral de la topographie et
Etat de Fribourg
Fribourg, juin 2017

1:1'000



Légende

-  Zone de dépôt
-  Profils en travers
-  Révision du passage alt. 825m
-  Articles et no.

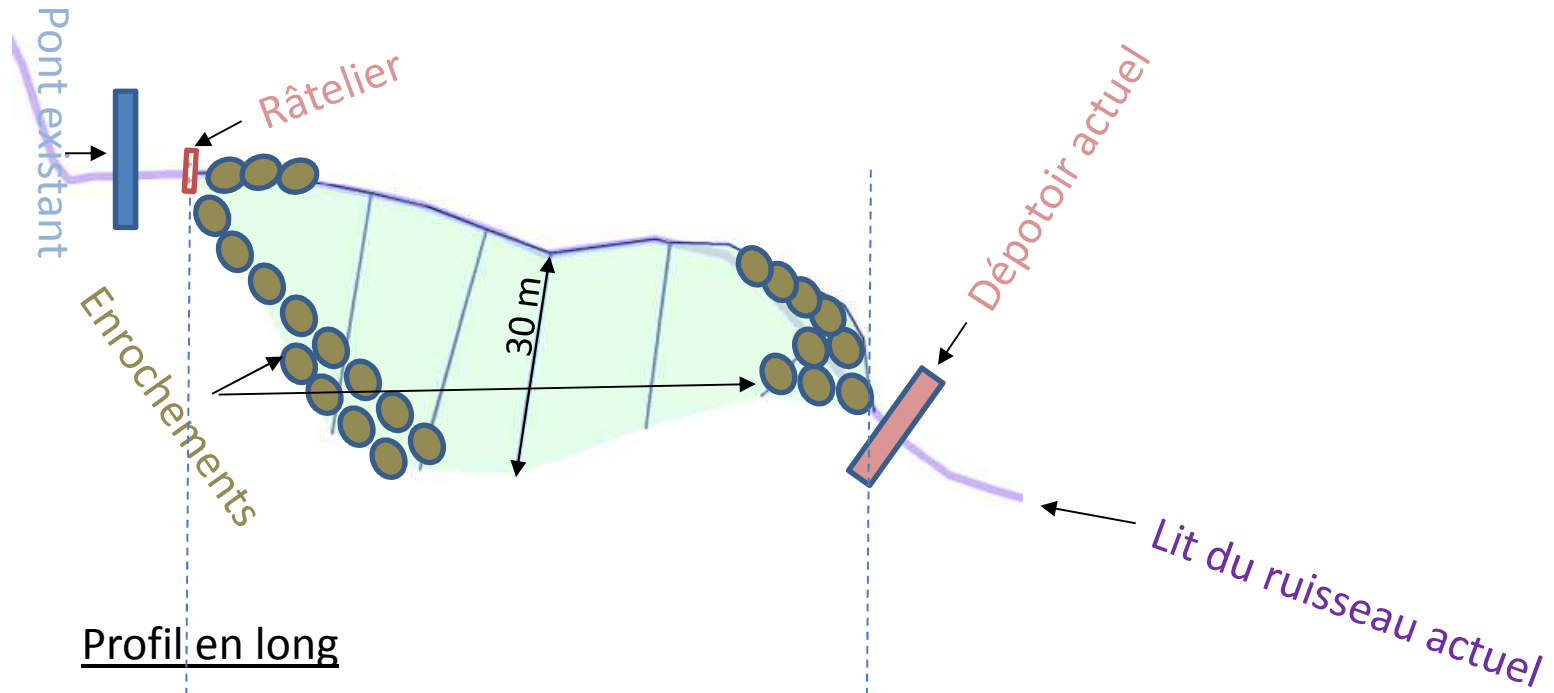
 **Bureau Nouvelle Forêt sàrl**
Etudes et projets forestiers
Route de la Fonderie 8c
Nouvelle Forêt 1700 Fribourg

Source : Office fédéral de la topographie et
Etat de Fribourg
Fribourg, juin 2017

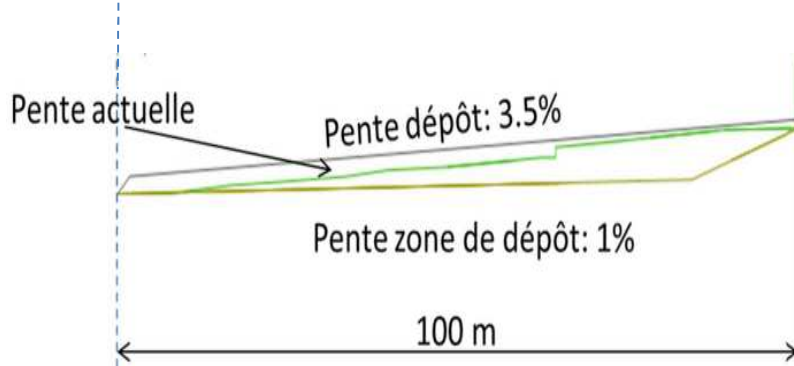
1:1'000

Schéma de la zone de dépôt à l'altitude 810 m (dimensions approximatives)

Vue aérienne



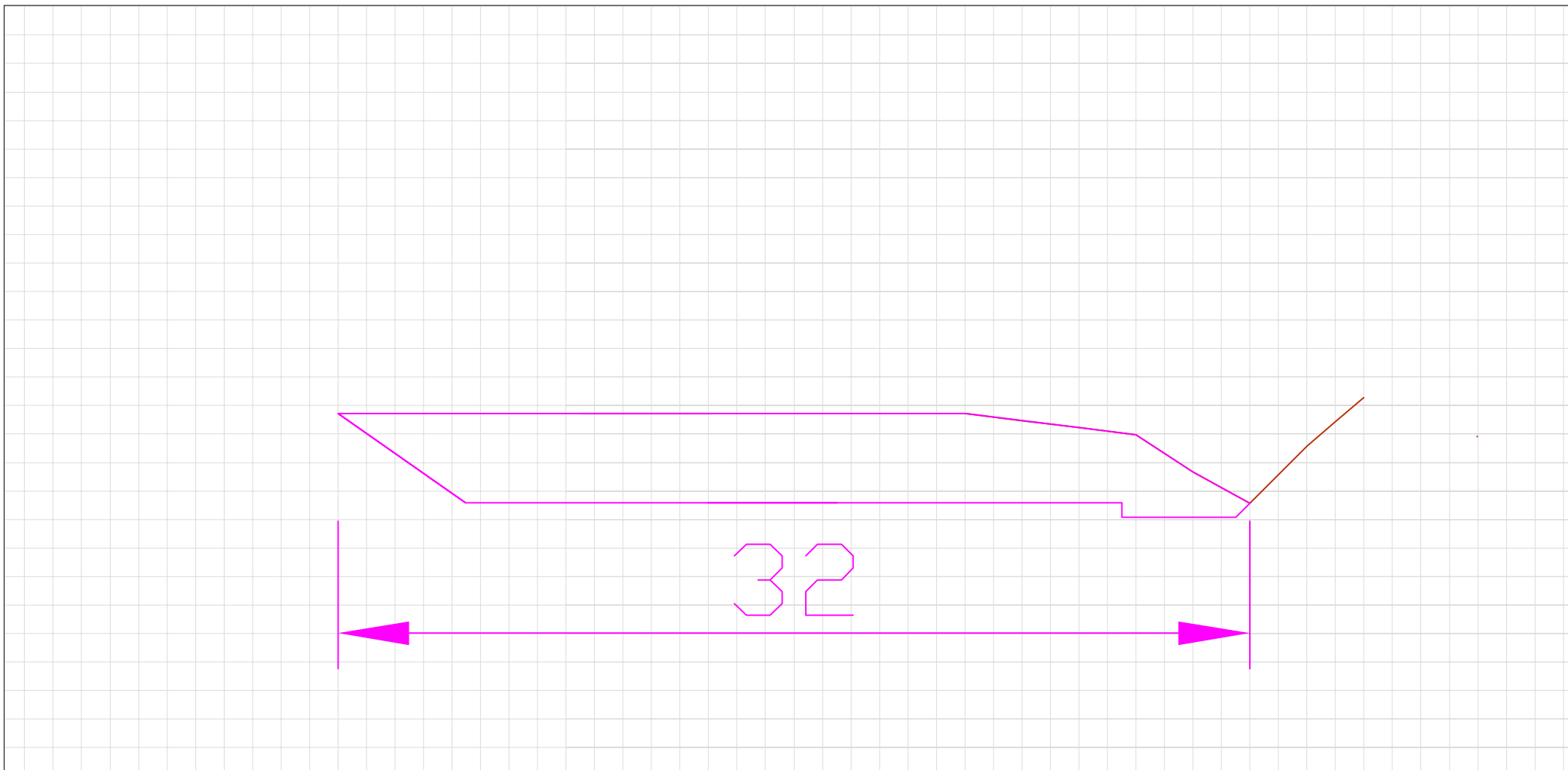
Profil en long



Profils de la zone de dépôt à l'altitude 810 m avec matériaux à excaver (indications en mètres)



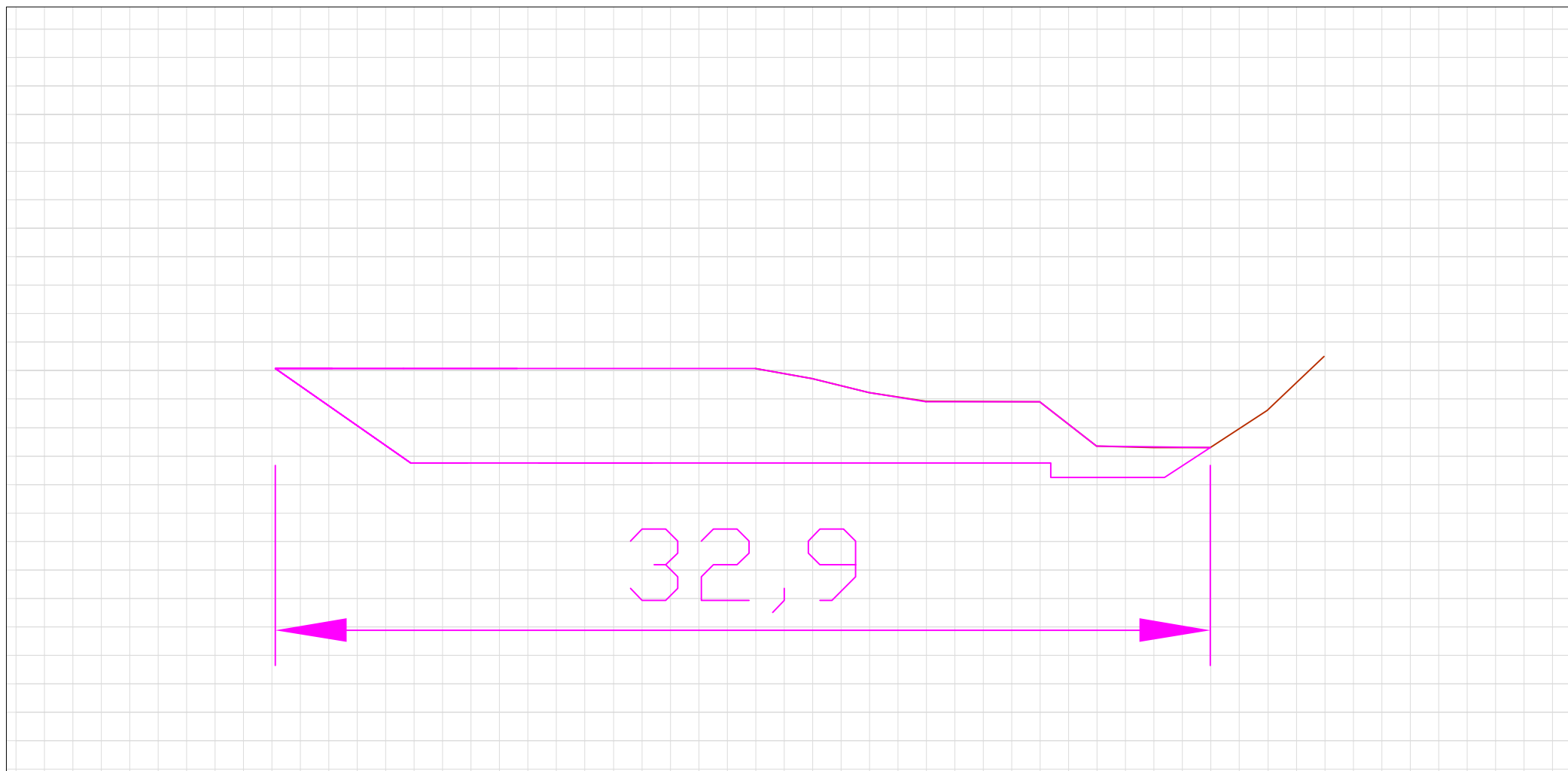
Profil I



Echelle : 1: 200

Fribourg, 3 novembre 2016

Profil 2

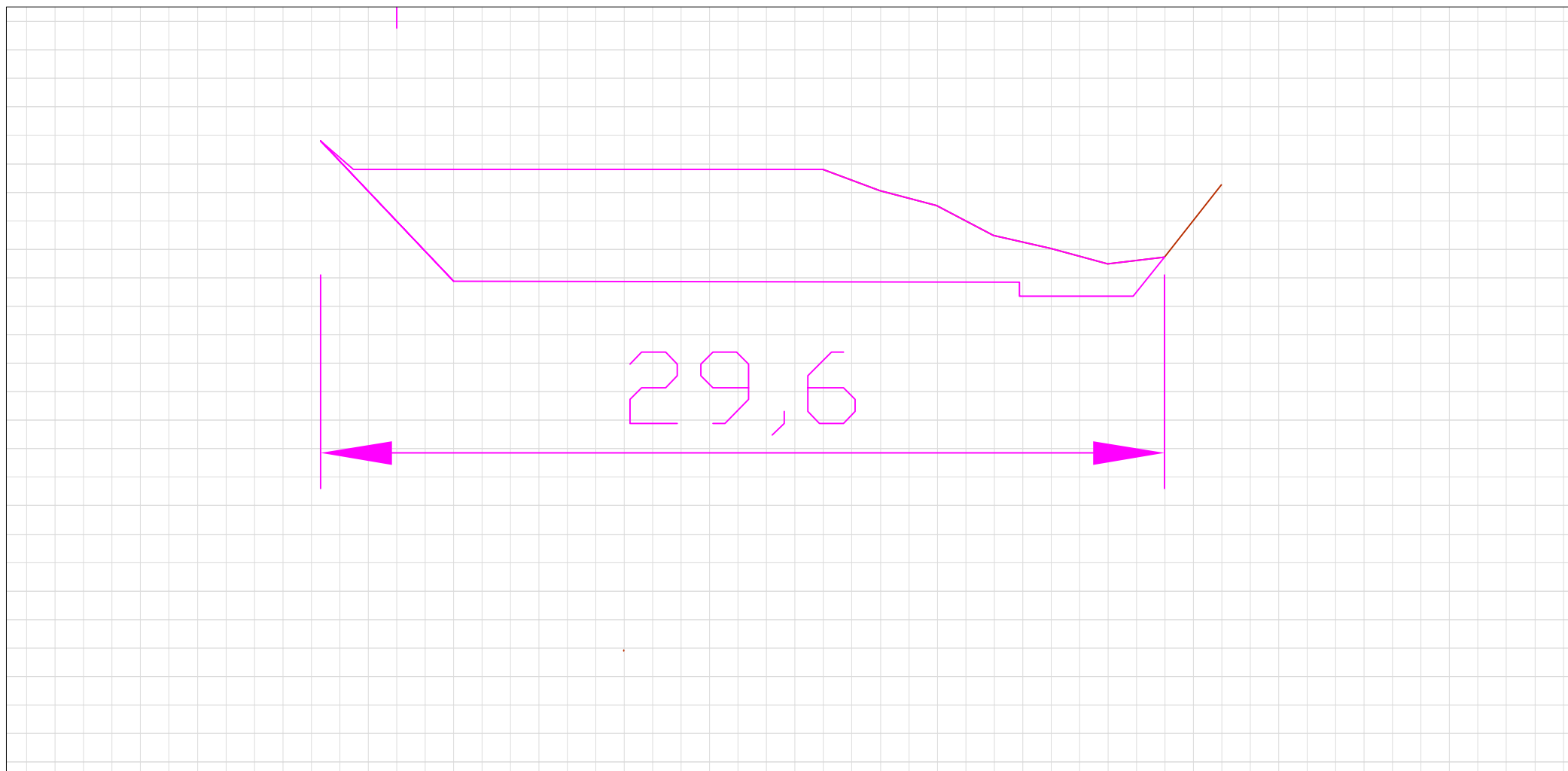


Echelle : 1: 200

Fribourg, 3 novembre 2016

Bureau Nouvelle Forêt sàrl
Route de la Fonderie 8c
1700 Fribourg
www.nouvelleforet.ch

Profil 3



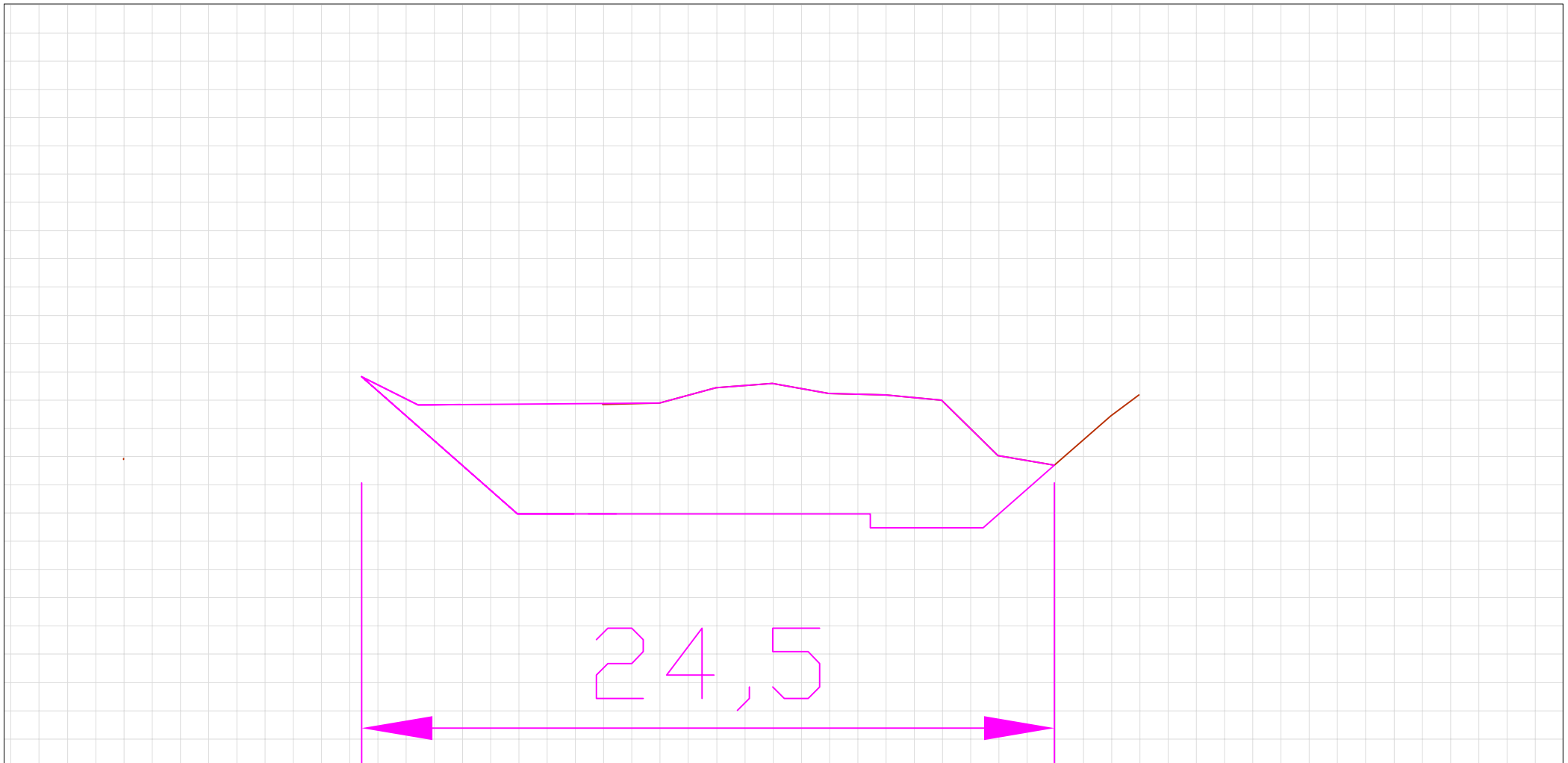
Echelle : 1: 200

Fribourg, 3 novembre 2016

Bureau Nouvelle Forêt sàrl
Route de la Fonderie 8c
1700 Fribourg

www.nouvelleforet.ch

Profil 4



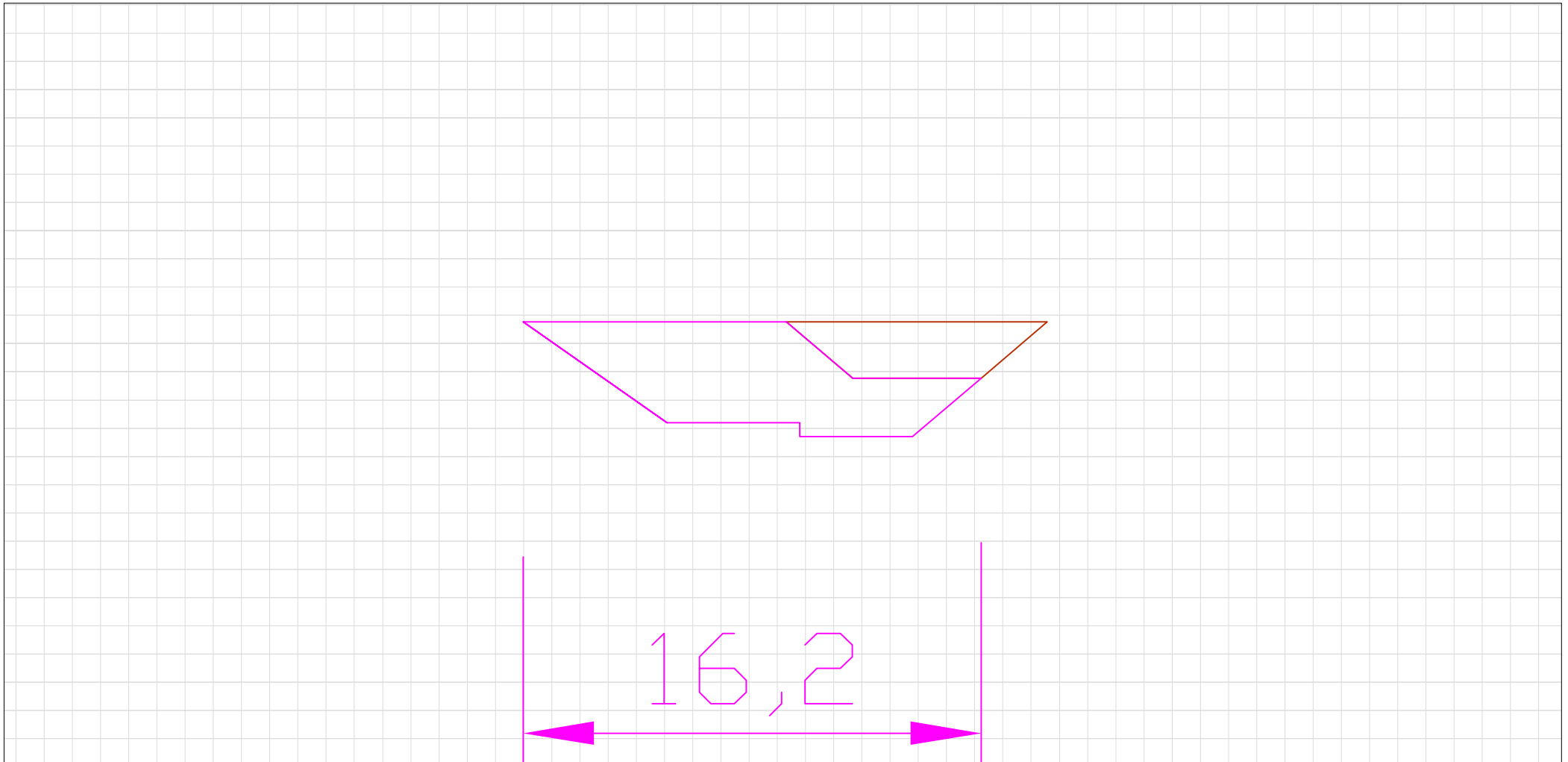
Echelle : 1: 200

Fribourg, 3 novembre 2016

Bureau Nouvelle Forêt sàrl
Route de la Fonderie 8c
1700 Fribourg

www.nouvelleforet.ch

Profil 5



Echelle : 1: 200

Fribourg, 3 novembre 2016

Bureau Nouvelle Forêt sàrl
Route de la Fonderie 8c
1700 Fribourg

www.nouvelleforet.ch

17-27

COMMUNE DE TREYVAUX

Ruisseaux du Pontet

Protection contre les crues

- Adaptation du passage de route altitude 825 msm
- Création d'un bassin d'alluvions altitude 810 msm

Devis estimatif juin 2017

Base Etude préliminaire Nouvelle Forêt
« variante complémentaire »

Bulle, le 14 juin 2017/JD/pk

gex & dorthe ingénieurs consultants sàrl
rue de la Lécheretta 1
case postale 356
1630 Bulle
Tél. 026 913 73 75 / fax 026 913 73 76
gex-dorthe@gex-dorthe.ch

17-27 Ruisseaux du Pontet, Treyvaux

Devis

Passage de route altitude 825 msm

signalisation routière	gl	1	500.00	500.00
installation de chantier	gl	1	15'000.00	15'000.00
dépose glissières	gl	1	1'000.00	1'000.00
défrichage	gl	1	1'000.00	1'000.00
démontage murs existants	m ³	16	250.00	4'000.00
dégrapage enrobé et évacuation	m ²	40	30.00	1'200.00
coupe enrobé	m'	8	35.00	280.00
excavation pleine masse	m ³	210	10.00	2'100.00
remblayage	m ³	120	15.00	1'800.00
evacuation matériel exédentaire	m ³	90	35.00	3'150.00
façon de digue provisoire	m ³	25	50.00	1'250.00
semelle de fondation en béton	m ³	10	250.00	2'500.00
coffrage	m ²	20	60.00	1'200.00
ferrailage	kg	500	1.80	900.00
bétonnage de clavage	m'	20	50.00	1'000.00
fourniture et pose buse Sytec TKB9	m'	10	1'350.00	13'500.00
façon de pavage en blocs	to	40	150.00	6'000.00
protection aval affouillement	to	12	150.00	1'800.00
béton de pose	m ³	5	200.00	1'000.00
enrochement entrée/sortie buse	to	48	150.00	7'200.00
ventilation buse	pc	2	400.00	800.00
coffre route 40 m ²	m ³	20	60.00	1'200.00
planie fine	m ²	40	5.00	200.00
nouvel enrobé 80 mm	m ²	45	40.00	1'800.00
total travaux				70'380.00
divers et imprévus				7'000.00
honoraires				10'000.00
total ht				87'380.00
tva 8%				6'990.40
total ttc				94'370.40
total ttc arrondi				94'370.00

Remarques sur devis

Buse prévue Sytec TKB9 ventilée demi-cercle Ø 3500mm avec semelles cornières

Pour meilleur profil d'écoulement buse "Box" profil "trapézoïdal"

plus-value à prévoir

7'290.00

14 juin 2017/JD/pk

17-27 Ruisseaux du Pontet, Treyvaux

Devis

Aménagement zone de dépôt altitude 810 msm

installations générales	gl	1	25'000.00	25'000.00
façon d'accès provisoire	m ²	100	18.00	1'800.00
déboisement yc évacuation	m ²	1440	3.00	4'320.00
essouchage yc évacuation	m ²	1440	5.00	7'200.00
décapage de terre végétale	m ³	210	10.00	2'100.00
décapage d'humus forestier	m ³	216	12.00	2'592.00
fouille en pleine masse	m ³	5430	6.00	32'580.00
tri des matériaux	m ³	5430	1.00	5'430.00
mise en dépôt de blocs (5%)	m ³	271	2.00	542.00
valorisation matériaux excavation	m ³	515	-10.00	-5'150.00
excavation matériaux excavation DCMI-E	m ³	4764	30.00	142'920.00
réglage du fond de fouille	m ²	2140	2.00	4'280.00
fouilles en rigole pour enrochement	m ³	120	25.00	3'000.00
fourniture de blocs d'enrochement	to	900	50.00	45'000.00
fourniture de béton pour blocs	m ³	150	180.00	27'000.00
pose d'enrochement au béton	to	1300	65.00	84'500.00
façon de ratelier aval	gl	1	10'000.00	10'000.00
façon de digue (50cm)	m ³	120	20.00	2'400.00
total travaux				<u>395'514.00</u>
total travaux arrondi				395'510.00
divers et imprévus	10%			40'000.00
honoraires yc géomètre	12%			45'000.00
rachat terrain	800m ²			8'000.00
total ht				488'510.00
tva 8%				<u>39'080.80</u>
total ttc				<u>527'590.80</u>
total ttc arrondi				<u>527'590.00</u>