



Commune de Seez

LE RECLUS

GESTION VIS-A-VIS DU RISQUE D'INONDATION ET DE LA RESTAURATION DES FONCTIONNALITES MILIEUX AQUATIQUES

ETUDE PRELIMINAIRE, ANALYSE DE DIFFERENTES SOLUTIONS POSSIBLES

Version Décembre 2011



Le pont de la route départementale N° 119



SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	4
1.1. OBJECTIF DE L'ETUDE.....	4
1.2. LES DONNEES DE BASE	4
2. ELEMENTS GENERAUX D'HYDROLOGIE ET DE TRANSPORT SOLIDE	5
2.1. GENERALITES	5
2.2. LES ETUDES CEDRAT	6
2.2.1. Celle de 1992	6
2.2.2. Celle de 2001	6
2.3. L'ETUDE SOGREAH DE 2000.....	6
2.4. L'ETUDE ETRM SUR LE TRANSPORT SOLIDE EN TARENDAISE	7
2.5. LES DONNEES HISTORIQUES.....	7
2.6. L'ANALYSE DU SERVICE RTM	7
2.6.1. Le débit liquide	7
2.6.2. Eléments généraux sur le transport solide.....	10
3. ESTIMATION DU TRANSPORT SOLIDE	15
3.1. LE PROFIL EN LONG GENERAL DU TORRENT ET SON INFLUENCE SUR LE TRANSPORT SOLIDE	15
3.2. LE PROFIL EN LONG DE LA PARTIE BASSE ET SON INFLUENCE SUR LE TRANSPORT SOLIDE	17
3.3. ESTIMATION DU CHARRIAGE.....	18
3.3.1. La formule de Lefort	18
4. LES ENJEUX ACTUELS LIES AU TORRENT ET LEUR EXPOSITION AUX RISQUES	21
4.1. LE PONT DE ST GERMAIN	22
4.2. LES CONSTRUCTIONS NOUVELLES EN RIVE GAUCHE DU RECLUS.....	22
4.3. LE PONT DE LA RD 1090	23
4.4. LES CONSTRUCTIONS LE LONG DU CHENAL EN ENROCHEMENTS SECS.....	23
4.5. LES CHALETS « BATAILLE ».....	24
4.6. LE PONT DE LA ROUTE DES ARCS.....	25
4.6.1. Situation actuelle	25
4.7. LES INSTALLATIONS ARTISANALES EN RIVE GAUCHE A L'AVAL DE LA ROUTE DES ARCS	26
5. POSSIBILITES D'OUVRAGES POUR LA MAITRISE DU TRANSPORT SOLIDE SUR LE CONE DE DEJECTION	28
5.1. PRINCIPES GENERAUX.....	28
5.2. LES SOLUTIONS NON RETENUES.....	28
5.3. TRAVAUX ENVISAGES.....	28
5.3.1. En amont du pont de la route des Arcs.....	28
5.3.2. Le raccordement au pont de la RD 119.....	30
5.3.3. L'optimisation du gabarit du pont de la RD 119.....	30
5.3.4. Un remodelage de part et d'autre du pont de la RD 119	31
5.3.5. Sur la section entre le pont de la RD 119 et la confluence.....	32
5.3.6. Cas particulier de la buse au niveau de la confluence	33
5.4. VERIFICATION DE L'INTERET DES TRAVAUX LORS D'UNE GROSSE CRUE	35
5.4.1. L'engravement en amont du pont de la RD 119.....	35
5.4.2. Influence des travaux en aval du pont de la RD 119 (P2 à P17).....	36
5.5. PRISE EN COMPTE D'UNE SUBMERSION DE LA DIGUE QUI LIMITE LA PLAGE DE DEPOT	37
5.5.1. Débit débordé	37
5.5.2. Principe de l'ouvrage projeté.....	37
5.5.3. Dimensionnement du fossé projeté	38
5.6. MAINTIEN SUR LE LONG TERME DES CARACTERISTIQUES DU PROJET	39
5.7. EVOLUTION POSSIBLE DES ZONES A URBANISER	40
6. PROPOSITIONS POUR UNE EVOLUTION DU ZONAGE PPR	41

6.1.	RAPPEL DU SCENARIO DE REFERENCE DU PPR ACTUEL	41
6.2.	NOUVEAU SCENARIO DE REFERENCE DU PPR APRES TRAVAUX	42
6.2.1.	<i>Chenal amont calé par les seuils</i>	42
6.2.2.	<i>Chenal entre les seuils et le pont de la RD 119</i>	42
6.2.3.	<i>Chenal entre le pont de la RD 119 et la confluence de l'Isère</i>	43
6.3.	NOUVEAU ZONAGE DU PPR.....	43
7.	AMELIORATION DE LA CONTINUTE ECOLOGIQUE ET RESTAURATION DES MILIEUX	45
7.1.	LE CONSTAT	45
7.1.1.	<i>L'habitat piscicole</i>	45
7.1.2.	<i>La circulation piscicole</i>	50
7.2.	PROPOSITIONS DE RESTAURATION DE LA CONTINUTE ECOLOGIQUE.....	52
7.2.1.	<i>Restauration partielle de la continuité écologique</i>	55
7.2.2.	<i>Restauration de la continuité écologique sur la zone endiguée</i>	56
7.3.	PROPOSITIONS D'AMELIORATION DE L'HABITAT PISCICOLE.....	62
7.3.1.	<i>En amont de la route des Arcs</i>	62
7.3.2.	<i>En aval de la route des Arcs</i>	63
7.4.	PROPOSITIONS LIEES A LA PRESENCE DU CRAPAUD CALAMITE	63
8.	COUT DES TRAVAUX PROPOSES	65
8.1.	ESTIMATION DU COUT DE L'ENSEMBLE DES TRAVAUX ENVISAGES (SOLUTION DE BASE)	65
8.1.1.	<i>Travaux liés à la protection des biens et personnes</i>	66
8.1.2.	<i>Travaux liés à la présence du pont de la RD</i>	66
8.1.3.	<i>Travaux liés à la renaturation</i>	67
8.2.	ESTIMATION DES VARIANTES ETUDIEES	67
8.2.1.	<i>Modification de l'emplacement du pont à la confluence</i>	67
8.2.2.	<i>Variante en aménageant les coursiers existants</i>	68
8.2.3.	<i>Variante avec refonte complète des seuils</i>	68
8.2.4.	<i>Variante avec restauration d'un espace de mobilité</i>	68
9.	SYNTHESE ET CONCLUSION	70
10.	ANNEXES	71

1. INTRODUCTION

1.1. Objectif de l'étude

Le Maire de la commune de Seez et le conseil général de la Savoie ont confié une mission au groupement service RTM de la Savoie et SAGE- ENVIRONNEMENT afin de mieux prendre en compte le risque d'inondation sur le cône de déjection du torrent du Reclus et si possible améliorer la continuité écologique du cours d'eau.

1.2. Les données de base

Le torrent du Reclus a déjà fait l'objet de plusieurs études depuis quelques décennies.

Le bureau CEDRAT a réalisé trois études liées à des projets de construction en 1992, 2001 et 2005 sous maîtrise d'ouvrage communale.

A la demande du service RTM, préalablement à l'élaboration du PPR (Plan de Prévention des Risques), le bureau d'étude SOGREAH a réalisé une étude générale en 2000.

En 2006, l'APTV a lancée les études préalables au projet de Contrat de Bassin Versant « Isère en Tarentaise » et en particulier l'étude piscicole dont la fiche action n°9 propose l'aménagement de la franchissabilité piscicole pour les seuils artificiels du Reclus sur son cône de déjection.

Cette étude comprendra donc :

1. **Une analyse des débits liquides et solides probables en forte crue. Il s'agira d'une synthèse des études antérieures complétée par les connaissances du service RTM.**
2. **Un complément d'analyse sur le transport solide.**
3. **Une analyse des principaux enjeux.**
4. **Une ou plusieurs propositions d'aménagement pour permettre de limiter les risques lors de phénomènes de temps de retour de cent ans.**
5. **L'analyse de la compatibilité de ces aménagements avec une amélioration de la continuité écologique et de restauration des milieux.**
6. **Une possibilité d'évolution du zonage PPR.**

Cette étude a été réalisée avec l'aide d'un plan topographique de novembre 1997 créé pour le zonage PPR volet inondation et d'un plan topo de fin 2010 spécifique à cette étude.

2. ELEMENTS GENERAUX D'HYDROLOGIE **ET DE TRANSPORT SOLIDE**

2.1. Généralités

Le torrent du Reclus qui prend sa source au col du St Bernard a un bassin versant de 27 km².

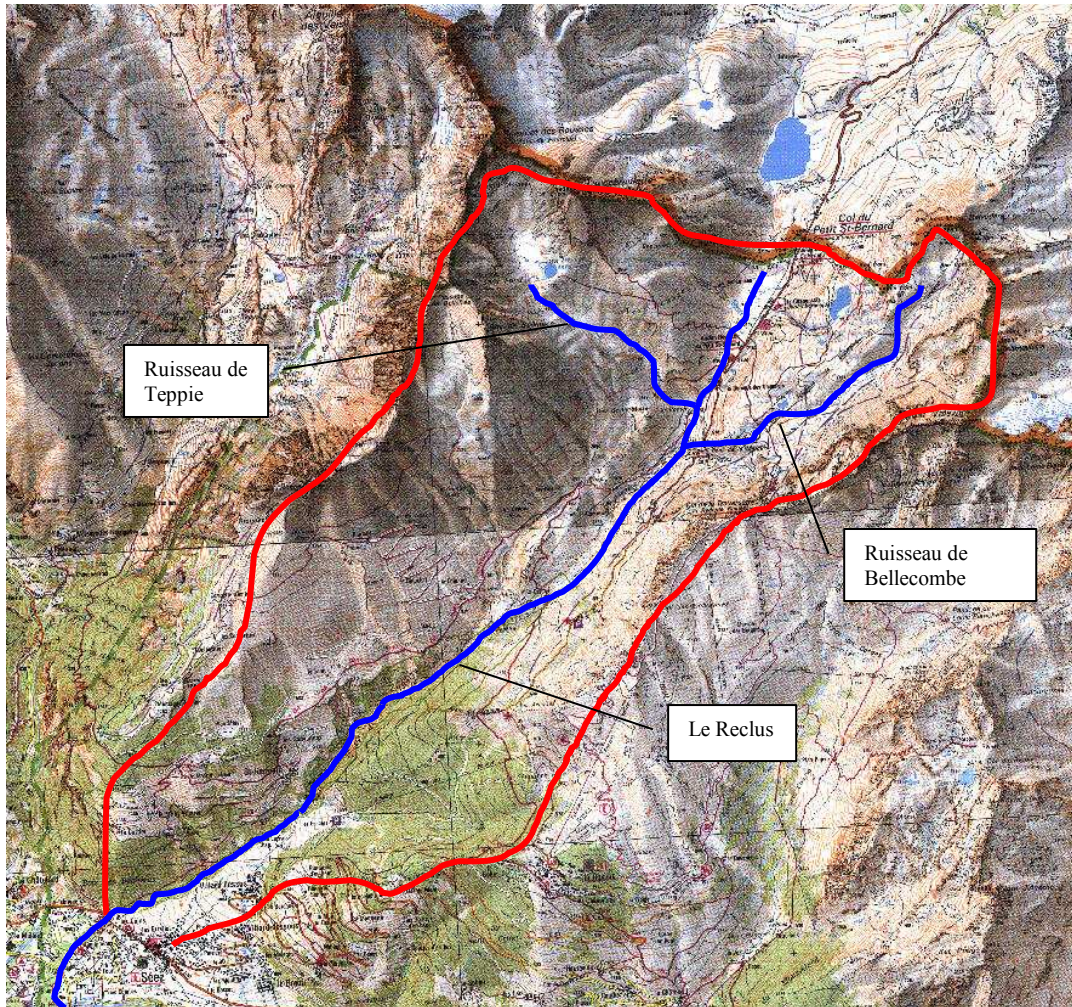


Figure 1 Le Bassin versant du Reclus selon la carte IGN au 1/25000 (échelle modifiée)

Le sommet de son bassin versant culmine à 2978 mètres d'altitude au « sommet des Rousses » alors qu'il conflue avec l'Isère à 804 mètres d'altitude. Le profil en long du cours d'eau est relativement régulier avec globalement des pentes qui se réduisent progressivement jusqu'à la confluence. La pente moyenne est relativement faible car de seulement 13.50 % entre la Chanousia (juste à l'aval du col du Petit St Bernard) et la confluence avec l'Isère.

Ce torrent se forme réellement vers 2000 mètres d'altitude après la confluence avec le ruisseau de « Teppie » sur la rive droite et celui de « Bellecombe » en rive gauche.

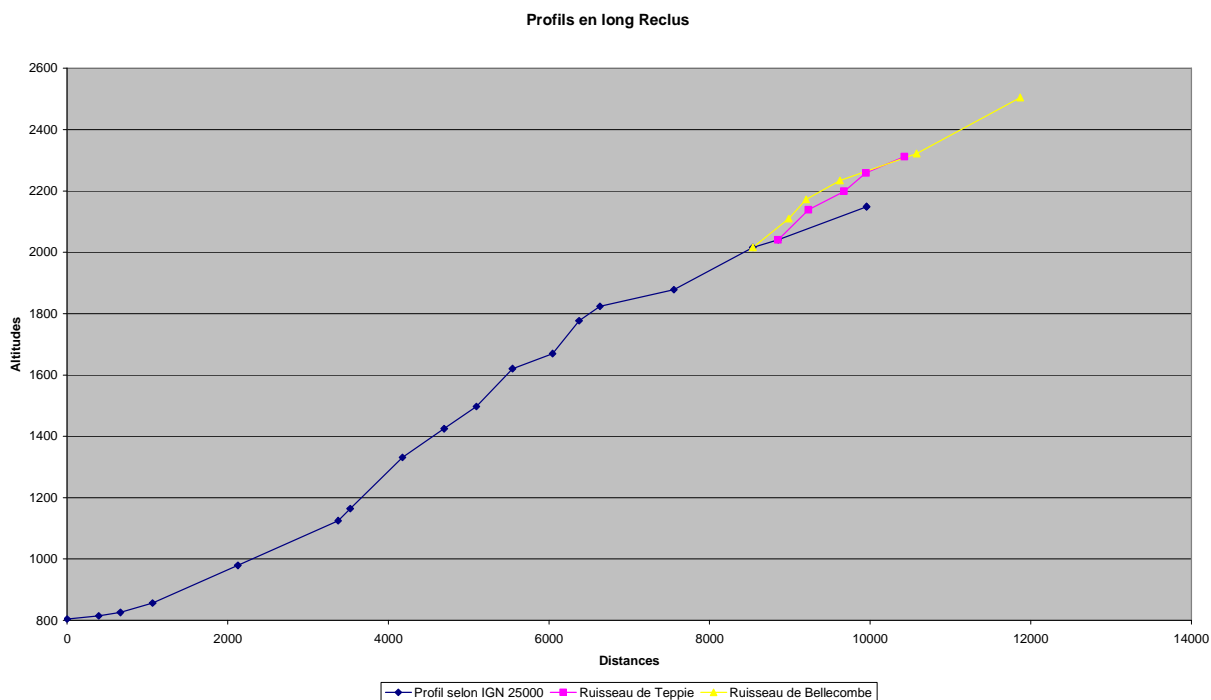


Figure 2 Profil en long général du cours d'eau

2.2. Les études CEDRAT

2.2.1. Celle de 1992

Elle a été faite afin de préciser les risques sur le bâtiment « Lonzi » qui se situerait en rive gauche du torrent juste en amont de la route départementale 119. Le bassin versant a été pris égal à 30.4 km². Le débit décennal a été estimé 23 m³/s par extrapolation de données connues sur d'autres bassins versant. Le Q 100 a été estimé à 50 m³/s à l'aide de la méthode du Gradex.

2.2.2. Celle de 2001

Elle a été écrite à la demande de la commune pour la réalisation d'une usine d'embouteillage en aval de la route des Arcs.

Le bassin versant a été pris comme étant égal à 29.6 km². Le débit décennal est estimé à 32 m³/s. Le centennal est calculé à 96 m³/s. Cette valeur, deux fois plus importante que celle calculée en 1992 proviendrait semble-t-il de valeurs de pluie majorées et de l'ajout d'une lame d'eau de 20 mm qui correspondrait à la fonte du manteau neigeux. Il semblerait que la durée de la crue ait été prise de quelques heures seulement. Ce seul paramètre peut expliquer des valeurs de débit beaucoup plus fortes que celles envisagées dans les autres études.

2.3. L'étude SOGREAH de 2000

Elle a été rédigée à la demande l'état (service RTM et DDE) préalablement à la rédaction du PPR. Le débit d'ordre décennal est estimé à 25, 30 m³/s alors que le débit d'ordre centennal est estimé entre 45 et 65 m³/s.

Le charriage de matériaux solides est estimé « important » sans que des valeurs n'aient été avancées.

2.4. L'étude ETRM sur le transport solide en Tarentaise

Dans le cadre de cette étude, ce bureau a suggéré une formule moyenne de débit liquide pour un temps de retour de 100 ans. En Tarentaise et en aval de Tignes, elle s'écrirait : $Q_{100} = 8 S$ puissance 0.57.

Son application donne une valeur de Q_{100} de 53 m³/s. Le Q_{10} serait de l'ordre de la moitié de cette valeur donc d'environ 26 m³/s. En toute objectivité, si les paramètres de calage de la formule sont bons, ces résultats devraient être plutôt en dessous des valeurs réelles.

En effet, le bassin du Reclus est plus soumis aux retours d'Est que la moyenne du bassin versant de l'Isère en aval de Tignes. Sur ce seul paramètre, le débit spécifique par ha devrait donc être supérieur à la moyenne des zones considérées.

2.5. Les données historiques

Paul Mougin, auteur de l'ouvrage « Les Torrents de Savoie » écrit en 1907, relate quatorze crues du Reclus entre 1733 et 1877. D'après les écrits de l'époque, il est difficile d'estimer l'intensité de ces événements. Des dégâts sont surtout relatés sur le pont de St germain et celui de la route principale (route nationale actuelle). Les événements majeurs semblent cependant être ceux de 1733 où 33 ha de terre ont été détruits ainsi que les bâtiments du hameau d'Entraigue et ceux de 1877 où une lave a obstrué le torrent du Versoyen. (A l'époque, ces deux torrents confluaient sur un cône de déjection commun avant de se jeter dans l'Isère)

A la fin du 19^{ème} siècle, Des travaux de correction du lit et de renaturation des versants ont été entrepris. Depuis, les seules crues significatives sont celle de 1966 où une lave torrentielle se forme et entraîne l'inondation de la blanchisserie « Lave Neige » et celle de 1996 où un dépôt d'environ 2000 m³ a été constaté au niveau de la rupture de pente à l'extrémité aval du chenal en enrochements.

2.6. L'analyse du service RTM

2.6.1. Le débit liquide

Des calculs de débits ont été de nouveau réalisés par le service RTM à l'aide de plusieurs des nombreuses formulations actuellement connues et pour une surface de bassin versant de 27 km² qui semble plus réaliste que d'autres précédemment avancées.

La valeur de la pluie décennale a été prise égale à 100 mm, donc celle mesurée à Versoye, (c'est-à-dire 84 mm) légèrement majorée pour tenir compte des retours d'Est à priori plus importants ici. La durée de la crue a été prise égale à sept heures.

S =	27.00 km ²	surface
L =	12.000 km	longueur du chemin hydraulique le plus long
Ip =	0.050 m/m	pente pondérée
Ph =	2978.00 m	altitude du point culminant
Pb =	800.00 m	altitude de l'exutoire
Hm =	1120.00 m	altitude moyenne
e =	0.35	coefficient d'écoulement
Pa =	800 mm	pluie moyenne annuelle
Pj10 =	100 mm	pluie journalière décennale
Ta =	13.0 °C	température moy. annuelle

	iv = 200	indice caractérisant l'état de végétalisation du bassin versant		
	a ₁₀ = 25.0	paramètre de Montana pour une durée de retour décennale		
méthode	paramètre	durée (h)	variables utilisées	domaine de validité
SCS BV rapides	D	2.39	S	0,1 ha < S < 15 km ²
SOCOSE BV à forte pente	D	6.31	S, L, Ph, Pb, Pj10, Pa	1 km ² < S < 200 km ²
SOCOSE	D	8.09	S, Pa, Pj10, Ta	0 km ² < S < 200 km ²
	VALEUR RETENUE :	7.00 heures		

Figure 3 Paramètres permettant de déterminer le temps de concentration

S = 27.00 km ²	R = 1.00	
L = 12.000 km	P _{j10} = 100 mm	
D = 7.00 h	P _{D10} = 60.00 mm	
Pa = 1000 mm	K = 1.03	
Ta = 13.0 °C	Cr = 0.35	
b = 0.60	J = 150 mm	
α = 0	IP = 3	
β = 0		
méthode	Qi10 (m ³ /s)	variables utilisées
Formule régionale	0.0	S, α, β
SOCOSE	15.7	S, P _{j10} , L, b, Pa, Ta
CRUPEDIX	21.8	S, P _{j10} , R
RATIONNELLE	22.5	S, D, P _{D10} , Cr
SCS	21.7	S, D, P _{D10} , K, IP, J
SCS simplifiée	19.6	S, D, P _{D10} , K
VALEUR RETENUE :	20.0 m ³ /s	

Restauration des
Terrains en
Montagne

Figure 4 Paramètres ayant permis la détermination de Q10

S = 27.00 km ²	G _q = 12.5 m ³ /s
D = 7.00 h	G _{pD} = 13.4 mm/ug
Q _{i10} = 20.0 m ³ /s	K = 1.03
Q _{i20} = 28.0 m ³ /s	Rh = 3
IP = 3	

Durée de retour (T)	P _{DT} (mm)	Cr _T	J _T (mm)
20 ans	60.0 mm	0.30	220 mm
50 ans	70.0 mm	0.35	215 mm
100 ans	100.0 mm	0.40	210 mm

Restauration des
Terrains en
Montagne

Méthode	Qi20 (m3/s)	Qi50 (m3/s)	Qi100 (m3/s)	variables utilisées
SOMMAIRE	méthode sommaire	Qi10 =	Régime hydrologique :	S, Rh
GRADEX (T _{seuil} = 10 ans)	K =	K Fuller =	GQD =	S, D, Qi10, GpD, K
GRADEX (T _{seuil} = 20 ans)	K =	K Fuller =	GQD =	S, D, Qi20, GpD, K
GRADEX PROGRESSIF	K Fuller =	GQD =	GQi =	S, D, Qi10, Gq, GpD, K
RATIONNELLE	i D 20 =	i D 50 =	i D 100 =	S, D, P _{D20} à 100, Cr ₂₀ à 100
SCS	Lame nette écoulée	12.2	18.2	S, D, K, P _{D20} à 100, J ₂₀ à 100

VALEURS RETENUES :	28.0 m ³ /s	35.0 m ³ /s	50.0 m ³ /s
--------------------	------------------------	------------------------	------------------------

Figure 5 Paramètres pour la détermination de Q100

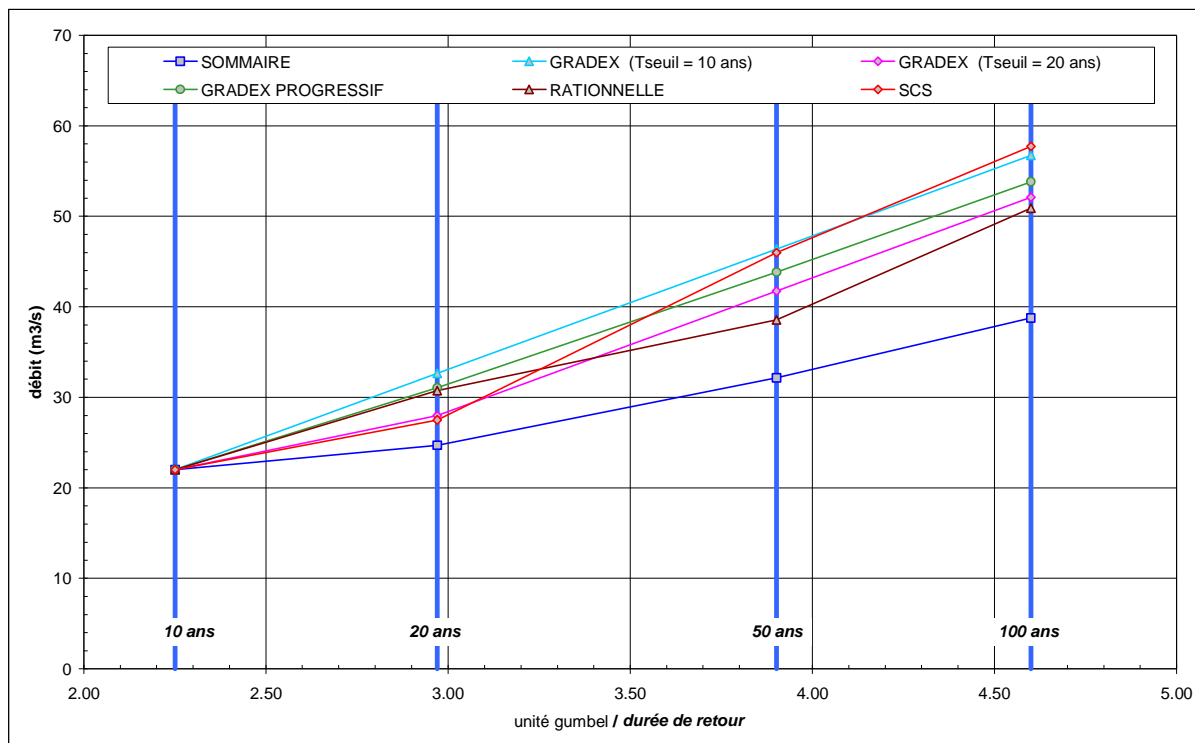


Figure 6 Graphe récapitulatif des diverses formules

On retiendra donc l'hydrogramme suivant :

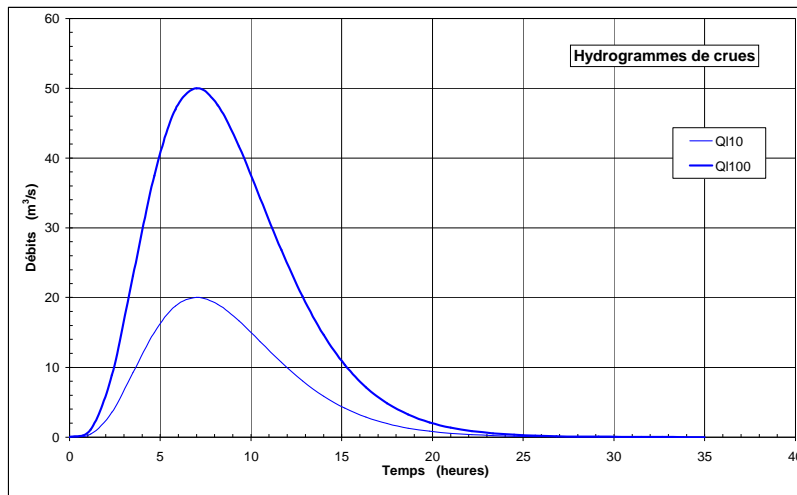


Figure 7 Hydrogramme liquide

Les valeurs de débits retenues sont de 20 et 50 m³/s en crue décennale et centennale. Elles sont en cohérence avec celles des précédents bureaux d'étude, hormis bien sûr la valeur de 96 m³ avancée par Cedrat en 2001 et qui nous semble totalement irréaliste avec une durée de crue très faible pour des pluies fortes combinées avec une fonte nivale. A notre sens, de tels débits auraient un temps de retour largement supérieur à 100 ans.

2.6.2. Eléments généraux sur le transport solide

Le transport solide et encore plus sa quantification sont peu abordés en détail dans les études précédentes, même celle de ETRM axée sur le sujet.

Ces dernières années ont vu les recherches progresser très nettement pour la quantification du transport solide par charriage dans les plaines alluviales, mais aussi pour les écoulements de laves dans les torrents franchement classés « à laves ».

Les travaux les plus significatifs ont été menés par M. Lefort sur le charriage et Coussot pour les laves.

Ici, l'exercice est très difficile du fait des caractéristiques géologiques du bassin versant mais aussi de son historique avec une correction torrentielle du bassin de réception et du haut du chenal d'écoulement depuis plus d'un siècle par le service RTM.

2.6.2.1. Particularités géologiques et historiques du bassin versant

2.6.2.1.1. La formation du cône

Le torrent du Reclus coule au niveau d'une faille géologique supposée qui se situe au contact des zones Briançonnaises et Subbriançonnaises. Comme souvent en pareil cas, ces zones de contacts sont injectées de gypse, roche soluble s'il en est, qui d'autre part favorise les mouvements de versants. Cette roche est visible alternativement sur les deux rives du torrent, du pont de St Germain jusque près du col du Petit St Bernard. Sa présence est aussi probable, au moins ponctuellement dans les versants sous les schistes et matériaux de couverture.

Ce contexte explique probablement la formation du cône de Seez qui résulte peut être d'un effondrement majeur lors du dernier recul des glaciers il y a près de 10 000 ans.

Plus proche nous (quelques milliers d'années), entre le pont de la route nationale et celui de St Germain, le Reclus a alors largement entaillé ces dépôts pour creuser son lit d'une bonne cinquantaine de mètres de largeur au moins sur quelques dizaines de mètres de hauteur, vers l'extrémité Ouest du cône en limite de versant.

2.6.2.1.2. Le bassin de réception

Au niveau du bassin de réception et dans un passé proche (quelques siècles), ce contexte géologique général a entraîné des mouvements de versants et des glissements de terrains qui sont venus se caler au fond du lit du torrent. Les plus connus sont celui de St Germain en rive droite et un autre vers Plan Gerbet en rive gauche.

Sans consolidations artificielles, ces butées de pieds de versants étaient affouillées et emportées lors des crues. Il s'ensuivait alors la formation de laves torrentielles puissantes qui descendaient jusqu'à la confluence avec l'Isère que le Reclus avait en commun avec le Versoyen à cette époque.

La crue récente la plus marquante est celle de 1877 avec une lave qui a obstrué le cours du Versoyen près de la confluence avec l'Isère.

A partir de cette époque, le Reclus a été intégré dans le « périmètre de restauration de la haute Isère » et 188 ha ont été acquis par l'Etat pour limiter l'érosion des sols.

De multiples travaux tendant à restaurer une couverture végétale ont été réalisés. Ils ont été complétés par la construction d'une multitude de seuils et barrages de correction torrentielle dans le lit et les principales ravines (57 inventoriés au début du 20^{ème} siècle). L'objectif de ces ouvrages était de fixer le niveau de fond du lit afin d'éviter son approfondissement lors des crues, évolution bien connue qui entraîne des déstabilisations de versants et de nouveaux apports au torrent qui permettent aux laves de s'autoalimenter.

Actuellement, l'essentiel du bassin versant est couvert de végétation. Des nombreux ouvrages construits, il ne subsiste que les principaux (ou ceux implantés dans des zones stables) donc 17 actuellement.

Tous entretenus et confortés ces dernières années, ils calent le fond du lit à l'aval des zones en glissement. Actuellement, s'ils ne sont pas détruits par une crue majeure, ils doivent permettre d'éviter qu'une petite lave torrentielle qui peut encore se former dans des ravines latérales ne vienne se recharger de matériaux fins au pied de zones en glissement pour grossir et atteindre les zones habitées.

2.6.2.2. Les dernières crues significatives

Deux crues importantes ont eu lieu au 20^{ème} siècle, la première en 1966 et la seconde en 1996. On ne sait pas grand-chose de la première si ce n'est qu'une lave torrentielle se serait formée et aurait entraîné quelques dégâts sur le cône de déjection.

La deuxième plus récente est mieux connue. Elle a eu lieu le 23 juillet 1996 après une période de pluie assez longue qui a saturé les terrains. Une averse plus forte a alors déclenché de nombreux phénomènes dans la vallée, les plus importants étant la crue de l'Arbonne à Bourg St Maurice et du Nant Cruet à St Foy Tarentaise.

Sur le Reclus, une lave torrentielle s'est formée vers la cote de 1600 mètres d'altitude. Les ouvrages de correction ont joué leur rôle en l'empêchant de se recharger jusqu'au niveau du pont de St Germain. Là un vieil ouvrage ainsi que ceux liés à la prise d'eau ont été détruits. La lave a donc repris de la puissance avec quelques fronts successifs qui ont pu être régulés par la bonne largeur du lit et la diminution de pente qui caractérisent la zone comprise entre le pont de St Germain et celui de la route nationale. Le dernier front s'est arrêté juste en amont de ce pont.

En aval, le transport solide devait être sous la forme d'un charriage hyperconcentré qui a fortement endommagé les seuils construits en enrochements secs. Les matériaux fins (à priori 2000 m³) se sont alors déposés dans la zone à faible pente comprise entre l'extrémité du chenal en enrochements et la confluence avec l'Isère.

2.6.2.3. Le transport solide à prendre en compte

2.6.2.3.1. Sous forme de lave torrentielle

La crue de 1996 peut être considérée comme étant une crue rare, même si sa fréquence était peut être inférieure à un phénomène centennal. Elle a montré que malgré les ouvrages de correction, une lave de faible intensité peut encore atteindre le cône de déjection au moins jusqu'au niveau du pont de la route nationale.

Il nous semble cependant difficile qu'une lave significative puisse descendre au-delà de la zone du pont avec des ouvrages de correction maintenus en état et sans évolution géologique significative qui pourrait se traduire par un effondrement en profondeur capable de réactiver un glissement de terrain latent comme celui de St Germain par exemple.

Dans la suite de cette étude, le transport solide sous forme de lave torrentielle ne sera donc pas pris en compte en aval du pont de la RD 1090.

Si une dégradation significative des conditions géologiques du bassin versant pouvait laisser craindre une déstabilisation importante, il serait nécessaire de réaliser des aménagements pour ralentir et faire se déposer les laves.

La section comprise entre le pont de la RD 1090 et celui de St Germain se prêterait bien à un tel aménagement. En effet le torrent a historiquement entaillé le cône sur au moins une cinquantaine de mètres de largeur et au moins une dizaine de mètres de hauteur.

Dans cette « faille », le torrent a recreusé un lit mineur de quelques mètres de largeur à quelques mètres en dessous du niveau général.

Les travaux consisteraient à araser les berges actuelles pour élargir le lit majeur. Un étalement des écoulements de laves se produirait, il diminuerait leur énergie en favorisant les dépôts.

Actuellement, une telle action ne nous semble cependant pas utile.



Tas de blocs résultant de l'arrêt d'un front de lave torrentielle

Photo 1 Pavage du lit dû à l'intense activité torrentielle passée



Abaissement possible des berges pour pouvoir favoriser le dépôt de laves

Photo 2 Le Reclus vers la cote 1000 m.



Photo 3 Deux tas de blocs issus d'un front de lave.

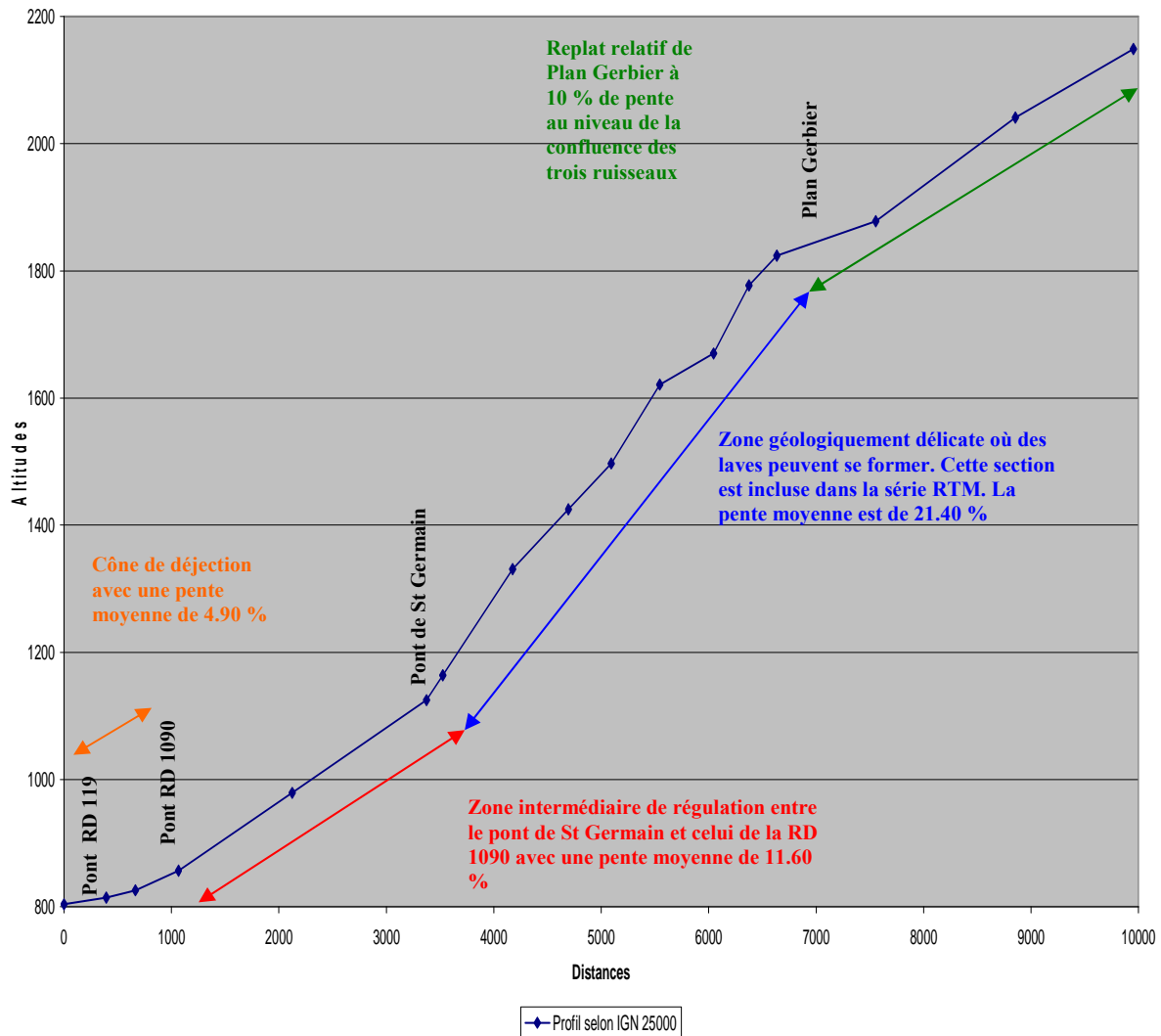
2.6.2.3.2. Sous forme de charriage

Actuellement, du fait du contexte exprimé plus haut, le transport solide est très faible et quasi inexistant avec un débit liquide inférieur à celui des valeurs décennales calculées. Avec des volumes plus importants, il provient de l'érosion générale des versants et de la reprise des matériaux fins transportés par des laves.

3. ESTIMATION DU TRANSPORT SOLIDE

Au-delà d'autres facteurs, l'influence des pentes en long est primordiale sur le transport solide.

3.1. Le profil en long général du torrent et son influence sur le transport solide



Ce profil en long général montre des pentes relativement faibles en amont de Plan Gerbier suivi par un secteur de pente moyenne plus forte (21.40%) jusqu'au pont de St Germain.

La section qui se situe entre le pont de St Germain et celui de la RD 1090 à une pente moins forte de 11.60%.

Enfin, la pente diminue progressivement de 7.65 à 2.60% de ce pont jusqu'à la confluence avec l'Isère.

En amont de Plan Gerbier, le transport solide doit être probablement très faible du fait d'un bassin versant d'une surface relativement limitée, mais surtout d'une partition des débits entre les trois ruisseaux (Reclus, Bellecombe et Teppie).

La partie comprise entre Plan gerbier et le pont de St Germain est celle où l'érosion est la plus intense et où des laves torrentielles peuvent se former.

Entre le pont de St Germain et celui de la RD 1090, la pente de 11.60 % est propice au ralentissement et au dépôt de la majeure partie des laves torrentielles. De très gros phénomènes peuvent cependant couler avec de telles pentes. En 1996, un front de lave s'était déposé à l'aval de cette section juste en amont de la RD 1090.

Plus bas, la pente diminuant encore, le transport solide sera en charriage.

Enfin, le profil en long avec une nette rupture de pente avant la confluence montre clairement que des laves torrentielles n'ont pas atteints l'Isère. Si tel était le cas, le profil serait régulier sur tout le cône sans cassure franche comme celle en aval du chenal aménagé.



Photo 4 Photo 5 La partie basse du chenal en enrochements et le seuil à la cote 807

3.2. Le profil en long de la partie basse et son influence sur le transport solide

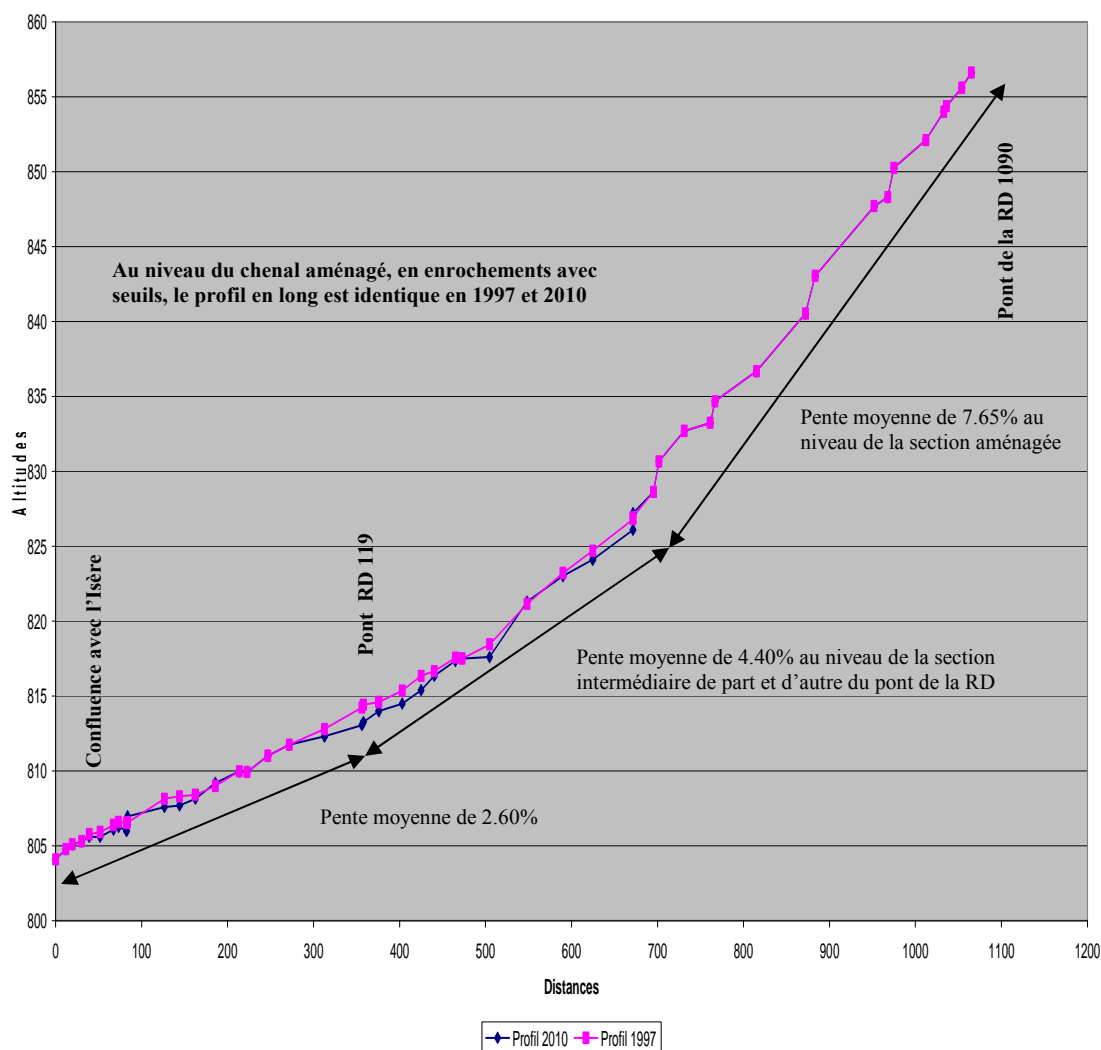


Figure 7 Profils en long en 1997 et 2010

En aval du pont de la RD 1090, un aménagement du lit a été réalisé au milieu des années 80. Le lit a été rectifié par la construction d'un chenal rectiligne de 7 mètres de largeur, protégé par des enrochements latéraux sur au moins deux mètres de hauteur. Plusieurs seuils en enrochements permettent de caler les protections latérales et le profil en long.

En aval de cet aménagement, la pente diminue nettement pour passer de près de 8% à 4.40% juste en amont du pont de la route des Arcs et enfin à 2.60% avant la confluence avec l'Isère.

Ces ruptures de pentes ont un rôle primordial sur la capacité de charriage du torrent qui est en liaison étroite avec la pente en long. On peut donc aisément déduire que des dépôts se produiront dans les sections de plus faible pente.

Le profil en long général actuel nous semble bien adapté au contexte de ce torrent et il ne sera pas proposé de le modifier significativement. Ce serait d'ailleurs difficile.

En ce qui concerne le seuil d'ancienne prise d'eau qui se situe à la cote 807, sa faible hauteur est sans incidence significative sur le cours d'eau. Il pourra donc être supprimé pour améliorer la continuité écologique.

3.3. Estimation du charriage

Le profil en long ci-dessus montre bien qu'en 1997, donc une année après la crue majeure de 1996, le niveau était d'environ 1 mètre au dessus de celui de fin 2010 avec un profil général plus régulier que celui de 2010 au niveau de la rupture de pente en aval du chenal.

On peut cependant penser qu'il ne reflète pas le profil juste après la crue de 1996. Des curages ont certainement eu lieu, à la fois pour protéger les riverains et rétablir un meilleur débouché du pont de la route des Arcs.

Du fait de la pente importante, de près de 8% jusqu'en aval du chenal en enrochements, les matériaux solides transitent dans un lit bien pavé ou calé par des seuils. Ils se déposent alors préférentiellement juste en aval à partir de la rupture de pente.

Sur ce torrent et du fait du contexte particulier expliqué plus haut, il est très difficile d'estimer de manière précise le charriage généré par une crue centennale.

3.3.1. La formule de Lefort

On peut cependant faire un calcul à l'aide de la formule de Lefort pour estimer **la capacité de transit** dans le lit en aval de la rupture de pente à l'extrémité du chenal en enrochements, dans les diverses sections.

Les différences de valeurs peuvent donner **des indications** sur les volumes susceptibles de se déposer et donc permettre d'estimer la capacité de transport dans les différentes sections jusqu'à l'Isère.

Normalement, la formule de Lefort a été calée pour estimer la capacité de charriage dans des lits alluviaux où la possibilité d'enfoncement du fond de lit est considérée comme illimitée.

Ses paramètres d'entrée sont essentiellement la pente en long du lit, le débit instantané, le temps de concentration, donc la durée de la crue et le diamètre moyen des matériaux.

Aucune crue récente et significative n'ayant eu lieu récemment, le diamètre moyen des matériaux transportés n'a pas été relevé sur le terrain mais estimé en fonction de cours d'eau proches où de telles mesures ont été réalisées.

Les conditions de validité de la formule de Lefort n'étant pas requises en amont de la zone de rupture de pente avec un pavage du lit en amont du pont de la RD 1090 ou un calage par des seuils dans le chenal enroché, les calculs ci-dessous ne doivent pas être considérés comme relatant le charriage potentiel.

Leur seul intérêt est seulement de quantifier les différences de capacités de transport en fonction de la diminution de pente entre l'extrémité du chenal et la confluence avec l'Isère. En aucun cas, les valeurs calculées ci-dessous ne doivent être prises comme représentant strictement le transport solide pour des crues de 10 et 100 ans de temps de retour. Ces résultats doivent cependant donner des indications pour les diverses pentes et temps de retour.

Des calculs ont été faits sur diverses sections avec la formule de Lefort avec des valeurs de pentes issues des levés de 1997 et de 2010 et un temps de concentration de 7 heures.

3.3.1.1. Calculs sur la section juste en aval du Chenal aménagé

Grandeurs (unités)	Temps de concentration (h)	Débit liquide maximum (m3/s)	Pente d'équilibre (%)	dm (m)	d90/d30	S	Qo (m3/s)	Volume solide (m3)
Décennal	7.0	20.0	4.4%	0.080	5.0	2.65	1.26	12 000
Centennal		50.0						38 000

Tableau 1 Application de la formule de Lefort sur la section qui se situe à l'aval du chenal

3.3.1.2. Calculs sur la section juste en amont du pont de la RD 119

Grandeurs (unités)	Temps de concentration (h)	Débit liquide maximum (m3/s)	Pente d'équilibre (%)	dm (m)	d90/d30	S	Qo (m3/s)	Volume solide (m3)
Décennal	7.0	20.0	2.6%	0.080	5.0	2.65	4.18	3 300
Centennal		50.0						13 000

Tableau 2 Calcul du charriage sur la section juste en amont de la confluence. (Levé de 2011 et temps de concentration de 7 heures)

Grandeurs (unités)	Temps de concentration (h)	Débit liquide maximum (m3/s)	Pente d'équilibre (%)	dm (m)	d90/d30	S	Qo (m3/s)	Volume solide (m3)
Décennal	7.0	20.0	3.1%	0.080	5.0	2.65	2.81	5 400
Centennal		50.0						19 000

Tableau 3 Application de la formule de Lefort au niveau de la section juste en amont du pont de la route des Arcs. (Levé de 1997 et temps de concentration de 7 heures)

3.3.1.3. Calculs sur la section entre le pont de la RD 119 et l'Isère

Grandeurs (unités)	Temps de concentration (h)	Débit liquide maximum (m3/s)	Pente d'équilibre (%)	dm (m)	d90/d30	S	Qo (m3/s)	Volume solide (m3)
Décennal	7.0	20.0	2.3%	0.080	5.0	2.65	5.50	2 200
Centennal		50.0						7 600

Tableau 4 La même formule appliquée sur la section entre le pont et la confluence avec l'Isère. (Levé de 2001 et temps de concentration de 5 heures)

3.3.1.4. Bilan des calculs

De ces tableaux, on peut donc déduire qu'en crue décennale (20 m3/s) et pour une crue d'une durée caractéristique de 7 heures, si des apports solides de près de 12 000 m3 sont constatés à l'aval du chenal, seulement 2 200 m3 arriveraient à la confluence avec l'Isère.

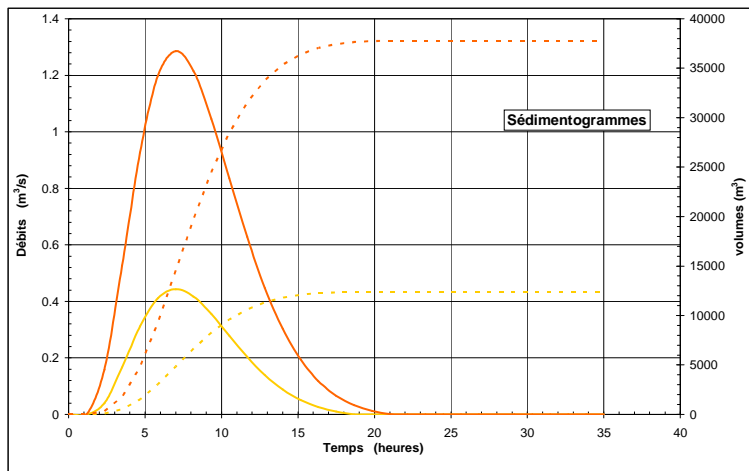
On peut donc en déduire que 9 800 m3 (12 000 – 2 200) se déposeraient dans le lit du Reclus en provoquant son débordement. Pour préserver les enjeux, ces matériaux solides devraient donc être stockés hors du lit mineur en amont du pont de la route départementale.

Les mêmes calculs avec des débits de 50 m3/s donneraient des valeurs de dépôt de 30 000 m3 en amont du pont de la route des Arcs.

Il faut rester extrêmement prudent avec ces résultats et surtout les valeurs brutes. Ils ont surtout le mérite de montrer qu'au niveau de la rupture de pente et en amont de la confluence, près de 80% du volume de matériaux se dépose.

3.3.1.4.1. Transport solide à prendre en compte

Comme indiqué plus haut, une quantification réaliste est extrêmement délicate. On peut cependant considérer qu'en absence de conditions aggravantes dans le bassin de réception (abandon des ouvrages de correction ou évolution géologique très importante), le volume de matériaux charriés pouvant transiter en aval du chenal en enrochement doit être de quelques milliers de m³ et ne devrait probablement pas atteindre ou dépasser 40 000 m³ lors d'une très forte crue. Dans ce cas extrême, 10 000 m³ au plus dépasseraient le pont de la route des Arcs. (Quelques milliers de m³ lors de la crue majeure de 1996).



*En traits gras, débits liquides
en Q10 et Q100, en pointillés,
débits solides en Q10 et Q100*

Figure 8 Sédimentogramme pour une crue centennale avec transport solide de près de 40 000 m³ au niveau de la rupture de pente

4. LES ENJEUX ACTUELS LIES AU TORRENT ET LEUR EXPOSITION AUX RISQUES

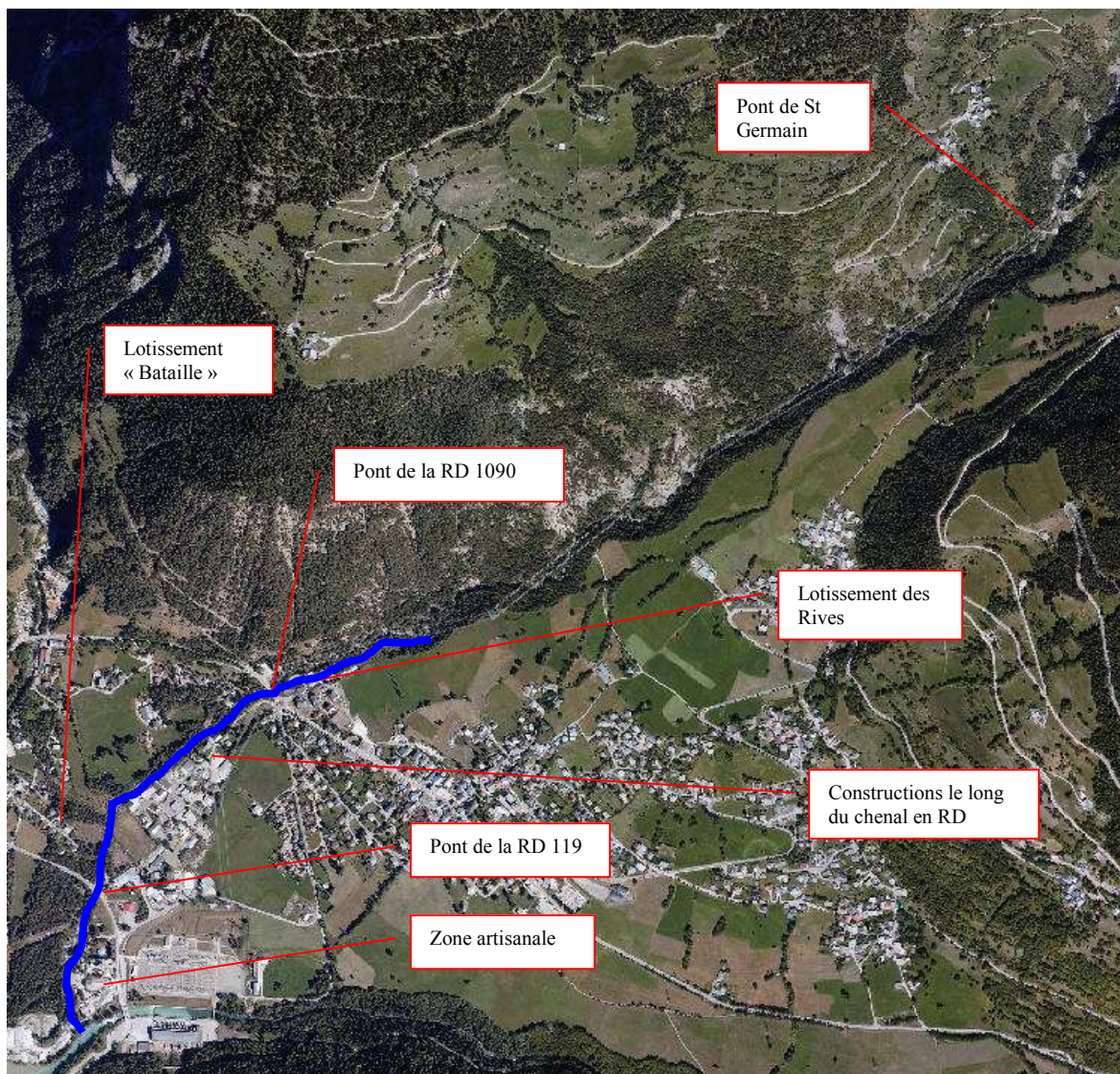


Photo 6 *Vue générale du cône de déjection*

Les enjeux liés à ce torrent sont les voies de communication et ceux liés à l'occupation humaine. De l'amont vers l'aval on trouve donc :

- ❖ Le pont de St Germain.
- ❖ Les urbanisations nouvelles qui se situent en rive gauche du torrent en amont du pont de la route nationale.
- ❖ Le pont de la RD 1090.
- ❖ Les constructions récentes le long du chenal en enrochements.
- ❖ Les chalets « Bataille » qui se situent en rive droite et le long de la route des Arcs.

- ❖ Le pont de la route des Arcs (RD 119).
- ❖ Les installations industrielles qui se situent en rive gauche du cours d'eau en aval de la route des Arcs.

4.1. Le pont de St Germain

Il s'agit d'un ouvrage récent, totalement rénové après la crue de 1996. Il a une section d'environ 48 m² (largeur de 8 m et hauteur sous poutre de 6 m). Il paraît bien dimensionné et capable de résister à une grosse crue. De toute manière, une éventuelle destruction n'aurait pas de conséquence en aval.



Photo 7 Le pont de la route de St Germain

4.2. Les constructions nouvelles en rive gauche du Reclus

Ce lotissement assez récent se situe en rive gauche du torrent et juste en amont du pont de la RD 1090. Ici le lit a une largeur d'environ 8 mètres et il est très encaissé par rapport aux bâtiments. Le risque d'atteinte de ceux-ci nous semble extrêmement faible et seulement lié à un très gros dépôt de lave juste en amont du pont. Sachant que ces dépôts solides sont favorisés par des diminutions de pentes en long, pour diminuer ce risque déjà très faible, il est possible de supprimer le seuil naturel qui rehausse le niveau du fond d'environ 1.50 m à ce niveau.



Photo 8 Photo 9 Le seuil naturel en blocs

4.3. Le pont de la RD 1090

Il est dimensionné pour permettre le passage d'une crue très largement supérieure à un phénomène centennal. En effet sa section de près de 100 m² (8 m de largeur pour 6 de hauteur) est très largement dimensionnée.

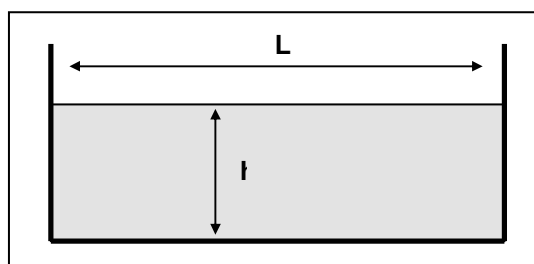


Photo 10 Le pont de la RD 1090

4.4. Les constructions le long du chenal en enrochements secs

Le chenal a été construit avec une largeur de 7 mètres. Ses berges sont enrochées sur une hauteur minimale de 2 mètres selon une pente de talus de 2h/3v. Sa section utile d'au moins 20 m² offre un gabarit très largement suffisant pour permettre le passage d'un écoulement lié à une très forte crue. Un calcul de débit a été réalisé à l'aide de la formule de Manning Strickler avec un coefficient K de 15.

COURS D'EAU :	Chenal Reclus
PROFIL :	
K :	15
L :	7.00 m
i :	0.077 m/m



	ÉCOULEMENT UNIFORME	ÉCOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	1.60 m	1.72 m
charge : H	2.59 m	2.58 m
vitesse : V	4.4 m/s	4.1 m/s

surface : S	11.20 m ²	12.04 m ²
Froude : Fr	1.12	1.00
Débit : Q	49.5 m ³ /s	

Ce tableau montre qu'un débit liquide de 50 m³/s induirait une lame d'eau de 1.60 mètre de hauteur.

Un tel écoulement aurait une forte énergie qui pourrait éventuellement endommager les protections en enrochements secs, même si les travaux réalisés en 1996 après la crue ont permis de conforter les protections et seuils avec du béton.

De nombreuses constructions se sont installées très près du torrent. Elles pourraient subir quelques désordres en cas de déstabilisation d'une partie des protections de berges. Pour les constructions futures, Il sera donc nécessaire de garder une bande inconstructible d'au moins 10 mètres par rapport aux berges du Reclus.



Photo 11 Un seuil du chenal

4.5. Les chalets « Bataille »

Ce lotissement a été implanté en rive droite du torrent en aval de la rupture de pente qui correspond à l'extrémité aval de la section aménagée. En cas de charriage intense, le lit actuel du Reclus serait totalement obstrué compte tenu de la capacité de transport insuffisante du torrent en comparaison des apports solides effectifs. Des écoulements liquides seraient donc dirigés vers ces chalets.

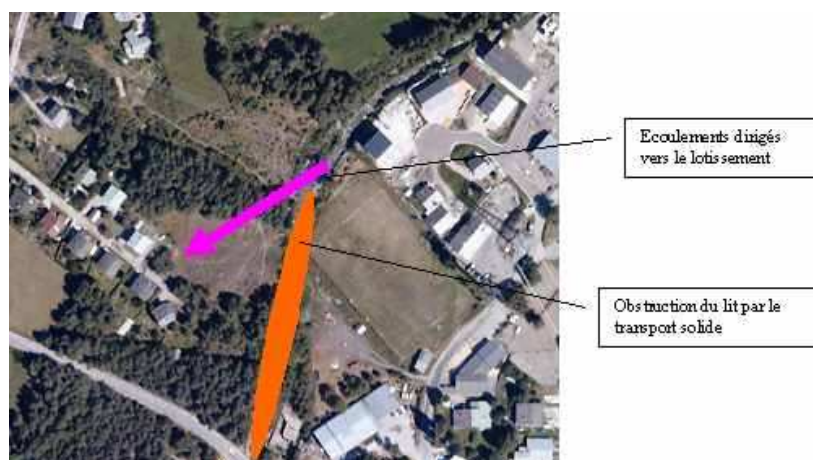


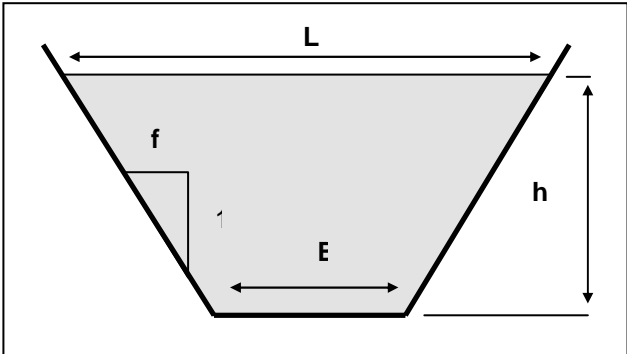
Photo 12 Situation actuelle en cas de crue avec fort charriage

A notre sens, il s'agit de l'enjeu principal lié à ce torrent. D'éventuelles interventions devront donc être faites en priorité pour la protection de ces habitations. La solution passe par le creusement d'une zone de régulation (solution développée dans le § suivant).

4.6. Le pont de la route des Arcs

4.6.1. Situation actuelle

Comme pour la section en amont, un calcul hydraulique a été fait à l'aide de la formule de Manning Strickler avec un coefficient K de 20 pour tenir compte d'une granulométrie plus faible qu'en amont dans le chenal où cette valeur a été prise égale à 15.

COURS D'EAU :	Reclus	
PROFIL :	Sous pont CD	
K :	20	
B :	8.40 m	
f :	1.10	
i :	0.026 m/m	

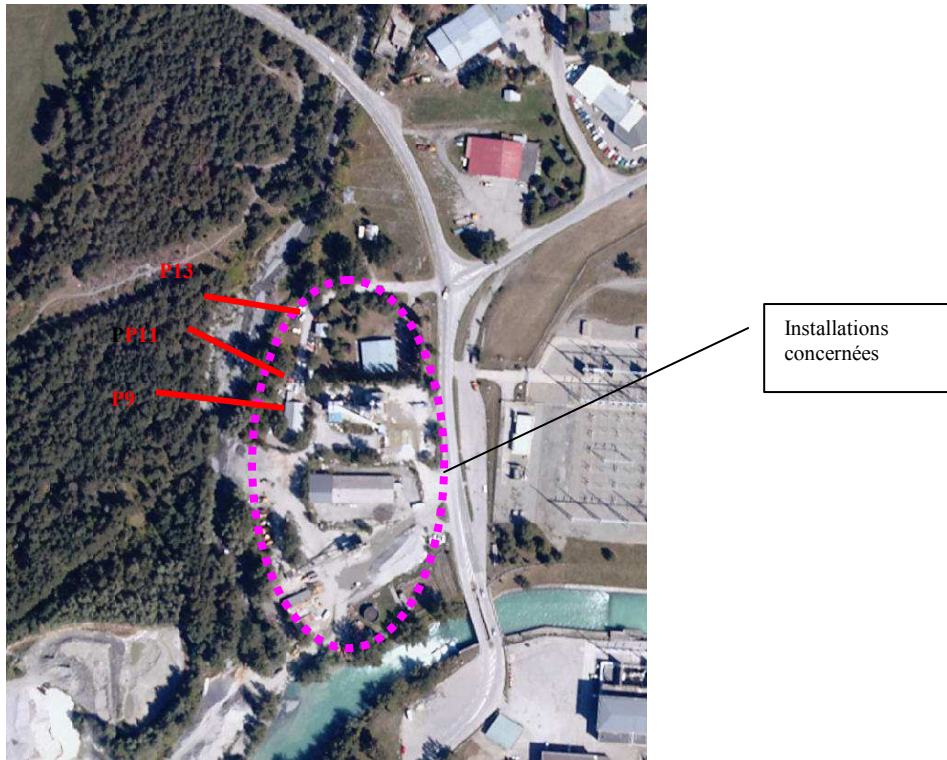
	ÉCOULEMENT UNIFORME	ÉCOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	1.45 m	1.45 m
charge : H	2.08 m	2.08 m
vitesse : V	3.5 m/s	3.5 m/s
surface : S	14.49 m ²	14.55 m ²
largeur au miroir : L	11.59 m	11.60 m
Froude : Fr	1.01	1.00
Débit : Q	51.0 m ³ /s	

On constate qu'avec la section actuelle et sans dépôt dans le lit, la lame d'eau aurait une hauteur de 1.45 m et coulerait à une vitesse de 3.5 m/s qui correspond à un écoulement critique. Celui-ci correspond au débit maximal pour une énergie spécifique donnée, ou à une énergie spécifique minimale pour un débit donné.

La hauteur de charge est de 2.08 m. Cette valeur correspond à une remontée de niveau ponctuelle liée à un obstacle. Elle doit être prise en compte pour le dimensionnement des ouvrages de franchissement.

Cette hauteur d'eau est à rapprocher de celle disponible actuellement sous le pont qui est de 2.30 mètres. On peut donc en déduire qu'en absence de transport solide, ce pont est bien dimensionné. Ce calcul est bien entendu théorique car un transport solide significatif accompagnera une crue liquide. Comme nous l'avons vu plus haut, des matériaux se déposeront dans le lit et diminueront notablement la section utile. Nous pouvons penser qu'en cas de grosse crue, le lit puisse être entièrement comblé.

4.7. Les installations artisanales en rive gauche à l'aval de la route des Arcs



Un calcul a été fait des profils 2 à 17 correspondant aux enjeux de la zone artisanale, sans prendre en compte un débordement au niveau du pont de la RD 119.

A partir de la largeur actuelle du chenal, le niveau d'engrèvement correspondant au dépôt de 10000 m³ de matériaux attendus en Q100 correspondrait à une hauteur moyenne de dépôt de 1.7m.

On a en suite calculé la hauteur de la lame d'eau Q100 sur cet engrèvement. Cette valeur a été mise en relation avec la hauteur de berge Rive Gauche.

Reclus : revanche Rive gauche pour Q100

Situation actuelle engrèvement 1m

Profil	p= pente moy des berges %	fruit : 1/p	largeur fond engravé 1m	pente en long	H Q100	H berge RG	revanche RG
2	53	1,89	7,00	2,60%	1,5	0,20	-1,3
3	54	1,85	11,10	2,60%	1,18	0,00	-1,18
5	43	2,33	11,80	2,60%	1,14	0,00	-1,14
7	46	2,17	15,20	2,60%	0,99	-0,70	-1,69
9	47	2,13	27,20	2,60%	0,71	0,80	0,09
11	41	2,44	33,90	2,60%	0,62	0,50	-0,12
13	44	2,27	18,00	2,60%	0,9	0,10	-0,8
15	46	2,17	13,60	2,60%	1	0,50	-0,5
17	23	4,35	12,30	2,60%	1,1	1,30	0,2

H = hauteur au dessus de l'engrèvement de 1,7m

P7 : cote de berge en pied de digue, qui s'interrompt entre P7 et P6 à cette cote

en rouge : revanche inférieure à 0,5m

Ce calcul est pessimiste car le débit de pointe se produit (cf sédimentogramme de la figure 8, page 20) avant le maximum d'engrèvement du lit.

Les hauteurs débordées en particulier ne sont pas réelles puisqu'un étalement se produira dès la cote de débordement atteinte, l'écoulement n'étant plus contraint par les berges. Ce calcul donne tout de même des ordres de grandeur

On constate donc pour ce scénario **un débordement massif sur la rive gauche,**

Il confirme le zonage du PPR, et justifie les limitations aux urbanisations nouvelles prescrites.

5. POSSIBILITES D'OUVRAGES POUR LA MAITRISE DU TRANSPORT SOLIDE SUR LE CONE DE DEJECTION

5.1. Principes généraux

Les calculs hydrauliques ont montré que la diminution de la pente en amont du pont de la RD 119 aura pour conséquence le dépôt de plusieurs milliers de m³ de matériaux lors d'une forte crue.

L'objectif des travaux proposés sera donc en premier lieu d'ouvrir un large espace de régulation depuis l'extrémité aval du chenal en enrochements, donc de la franche rupture de pente jusqu'à la confluence. Ils permettront de stocker temporairement les matériaux dans cette zone.

Des aménagements complémentaires seront proposés en aval du pont.

5.2. Les solutions non retenues

Du point de vue strictement hydraulique, le pont de la RD 119 est un obstacle majeur lors d'une forte crue. Il serait donc souhaitable de le modifier profondément ou de le supprimer.

Ces solutions n'ont pas été retenues car elles ne nous semblent peu pertinentes.

La modification du pont pourrait se faire par un élargissement en gardant un même niveau de tablier. Même si la section était largement améliorée, cette modification ne pourrait à elle seule garantir une absence de débordement du fait des incertitudes liées aux obstructions lors de crues.

Il serait aussi possible d'augmenter son tirant d'air, donc sa hauteur. De part et d'autre de l'ouvrage, il faudrait alors modifier le profil en long de la route par un remblai. Il constituerait un barrage en cas de dépassement de la crue de projet et débordement de l'ouvrage.

En conclusion, il nous semble préférable de garder le pont actuel et d'admettre une possible submersion lors d'une crue de fréquence rare.

5.3. Travaux envisagés

5.3.1. En amont du pont de la route des Arcs

La première partie de cette étude a bien montré le rôle majeur mené d'un part par le transport solide, mais aussi les effets de la rupture de pente sur le dépôt des matériaux de charriage vers l'extrémité aval du chenal aménagé.

En gardant le niveau de fond de lit actuel, il est possible de créer une zone de régulation par élargissement de la rive droite. Sans rehausser le niveau de la berge de cette rive, la capacité de

cette zone pourrait atteindre assez facilement près de 30 000 m³ jusqu'au pont de la route départementale 119. En rehaussant la berge de rive droite de 1 mètre, cette capacité atteindrait 40 000 m³. Ces valeurs nous semblent adaptées pour prendre en compte un transport solide lié à une crue de 100 ans de temps de retour.

En amont du pont, cette zone de régulation serait calée à 1.00 m au dessus du fond du lit. Elle ne serait donc en eau que lors des crues importantes qui rehausseraient le fond par les dépôts.

La berge de rive droite aurait une très faible pente de l'ordre de 2L/1H pour permettre un accès aisé à cette terrasse submersible qui pourrait être exploitée en prairie par exemple. Cette berge pourrait être protégée par une carapace d'enrochements, même si cette protection ne nous semble pas indispensable ici.

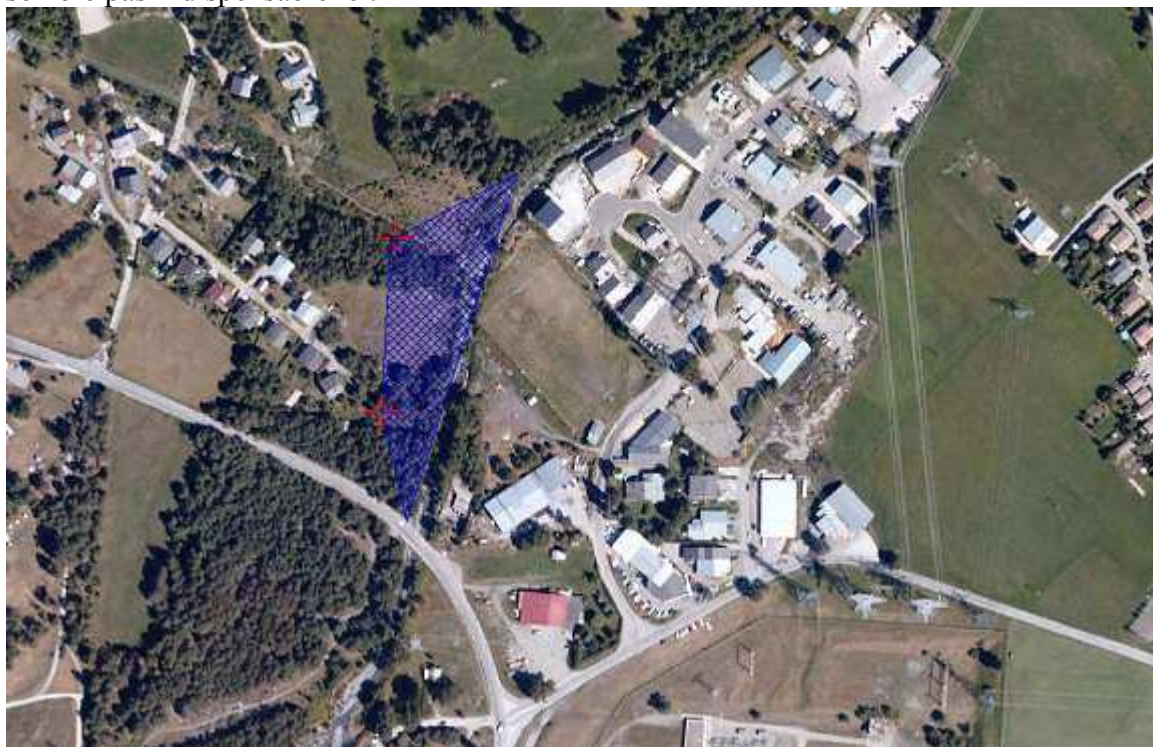


Photo 13 Emplacement possible d'une zone de régulation

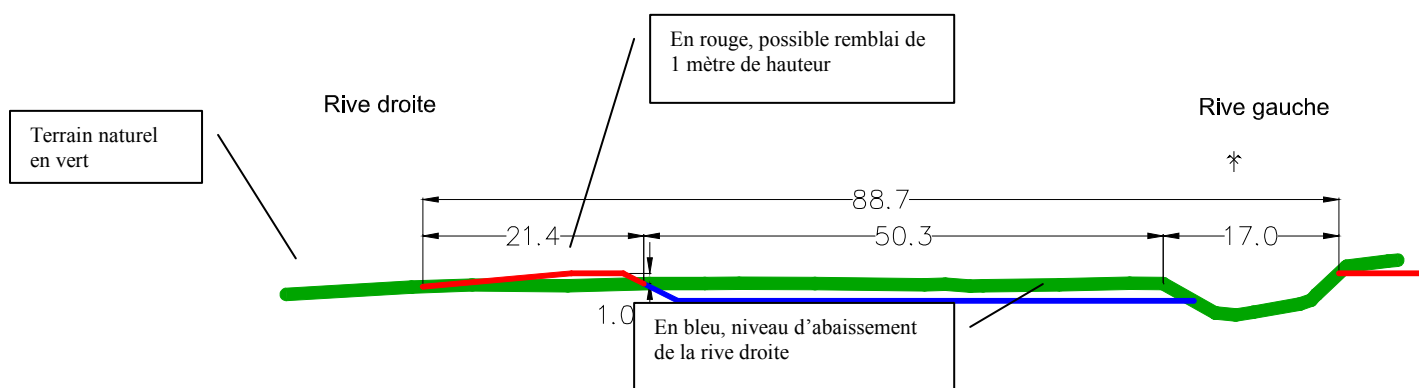


Figure 9 Profil type de la zone de régulation en amont du CD

5.3.2. Le raccordement au pont de la RD 119

Malgré l'ouverture de la zone de régulation, théoriquement apte à permettre le dépôt de plusieurs dizaines de milliers de m³ qui se déposeraient lors d'une crue exceptionnelle, il est nécessaire de prévoir un dépassement de la crue de projet avec une obstruction du pont par des dépôts solides ou des arbres par exemple.

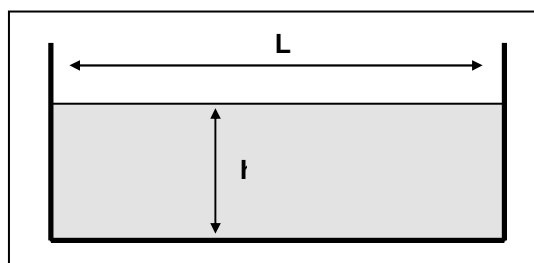
Pour cela, la levée de terre de 1 mètre de hauteur, prévue en rive droite pour limiter la zone de régulation ne se refermera pas au niveau du pont. Elle sera ici parallèle au Reclus. Elle permettra donc de guider d'éventuels débordements vers l'ouvrage en empêchant des écoulements dans des zones loin du lit.

En rive gauche, la berge sera remblayée pour dépasser la rive droite de 1.50 m.

5.3.3. L'optimisation du gabarit du pont de la RD 119

De part et d'autre des culées, des enrochements ont été mis en place. On peut penser que ces blocs sont là par crainte d'affouillement des pieds droits. Ce risque est ici totalement inexistant du fait des conditions hydrauliques. Il sera donc proposé d'enlever ces blocs pour que le pont retrouve sa pleine capacité. Un calcul a donc été fait avec un espace libre entre les culées.

COURS D'EAU :	Reclus
PROFIL :	Pont CD Optimisé
K :	20
L :	13.00 m
i :	0.026 m/m



	ÉCOULEMENT UNIFORME	ÉCOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	1.20 m	1.16 m
charge : H	1.74 m	1.74 m
vitesse : V	3.3 m/s	3.4 m/s
surface : S	15.60 m ²	15.06 m ²
Froude : Fr	0.95	1.00
Débit : Q	50.7 m ³ /s	

Ce tableau montre que cette optimisation du profil en travers au niveau du pont permet d'abaisser la ligne d'eau de 25 cm.



Cette photo montre des blocs et matériaux divers en pied de piles qui limitent la capacité de l'ouvrage

Actuellement aux abords du pont, les enjeux principaux se situent en rive gauche. Il a donc été pris le parti de réduire au maximum les débordements sur cette rive, au dépend de l'autre.

Pour cela, le mur actuel de rive gauche en enrochement en amont du pont sera rehaussé alors que le bâtiment jamais terminé sera remblayé pour permettre un bon entonnement.

Cette protection aura tendance à diriger les écoulements sur le pont en cas d'obstruction de l'ouvrage.

En rive droite, le raccordement de la zone de régulation sera progressif, mais surtout ouvert vers l'aval afin de conduire un débordement vers la route.

Au-delà de la route, un remodelage des abords des deux rives permettra un rapide retour au lit.

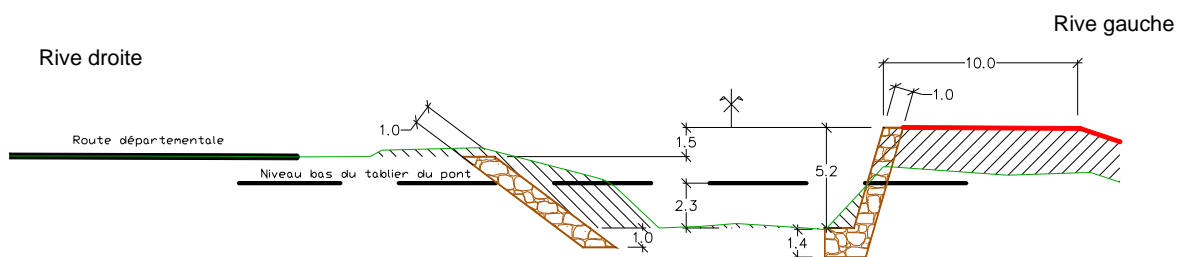


Figure 11 Le profil en travers N°20 en amont du pont

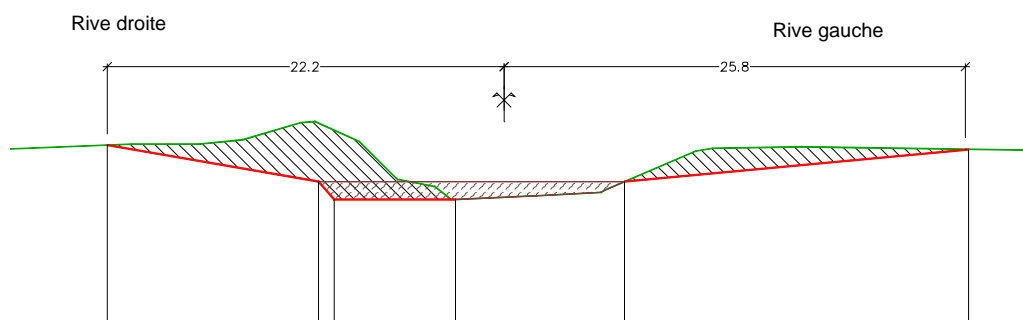


Figure 12 Le profil en travers N°18 en aval du pont

5.3.5. Sur la section entre le pont de la RD 119 et la confluence

En aval du pont et comme en amont, il est possible d'élargir le lit majeur en rive droite jusqu'au niveau de la confluence avec l'Isère.

Actuellement, le lit majeur est cependant relativement large sur la plus grande partie de la section, sauf au niveau de la confluence avec l'Isère. Au prix de quelques travaux de recalibrage du lit majeur, il sera possible de prévoir une zone de stockage de près de 10 000 m³ de matériaux, valeur a priori très largement suffisante car comme nous l'avons vu plus haut, 80% des matériaux se déposent en amont du pont. Dans la définition des travaux, un élargissement du lit sera proposé pour qu'un volume de matériaux de près de 10 000 m³ puisse se déposer sur une épaisseur moyenne d'environ un mètre.

Rive droite

Rive gauche

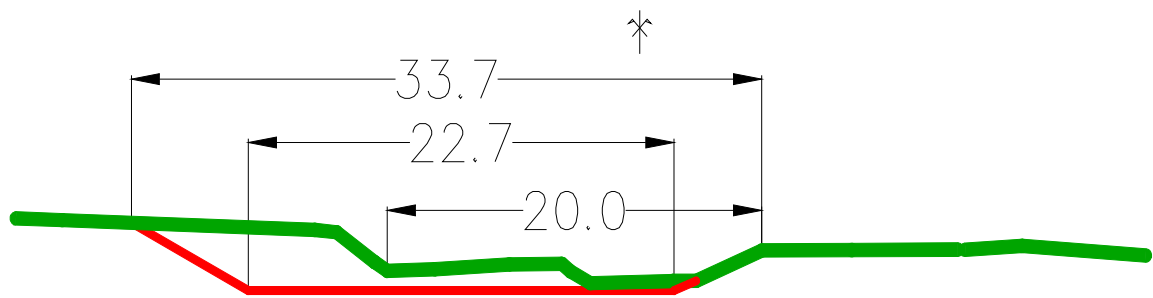


Figure 13 Le profil en travers type en aval du pont

Contrairement à la partie en amont du pont, sur cette section jusqu'à l'Isère, l'élargissement pourrait se faire au niveau du fond du lit actuel pour permettre une diversification de milieu.

En effet, du fait de la largeur du lit, les écoulements habituels pourraient largement méandrer dans un lit majeur pour partie restauré ce qui permettrait une forte diversification du milieu.



Photo 14 Le recalibrage du lit majeur à l'aval de la route départementale

5.3.6. Cas particulier de la buse au niveau de la confluence

5.3.6.1. Situation actuelle

Enfin, juste au niveau du confluent avec l'Isère, il existe un franchissement du torrent constitué d'une buse de fort diamètre (\varnothing 2000). L'effet de cet ouvrage est probablement important en favorisant une sédimentation en amont lors des grosses eaux.



Photo 15 L'ouvrage avec sa buse

Les calculs réalisés montrent cependant qu'une bonne partie du transport solide lors d'une forte crue se sera déposée largement en amont de cet ouvrage et qu'il n'a donc probablement pas un rôle significatif vis-à-vis du transport solide lors de ces événements. Sa modification peut alors être considérée comme non prioritaire vis-à-vis de ce critère.

Par contre, son influence lors d'événements de fréquence plus habituelle comme par exemple une crue annuelle ou bisannuelle, type crue morphogène, ne doit pas être négligeable et notamment si elle est concomitante avec une élévation du niveau de la retenue lors d'une crue de l'Isère. Le remous provoqué par le rétrécissement lié à la buse et/ou par le niveau élevé de l'Isère peut alors favoriser les dépôts en amont dans le Reclus et en particulier entre le seuil et la buse.

Le transport solide n'est donc probablement pas assuré correctement à ce niveau ce qui remet en cause la continuité écologique.

5.3.6.2. Ouvrage proposé au même emplacement

Il est envisagé de remplacer cette buse par un pont qui pourrait être constitué de deux piles en enrochements liées au béton et d'un platelage en béton armé ou constitué de supports métalliques et de traverses en bois. Au niveau du fond, la largeur serait d'environ cinq mètres.

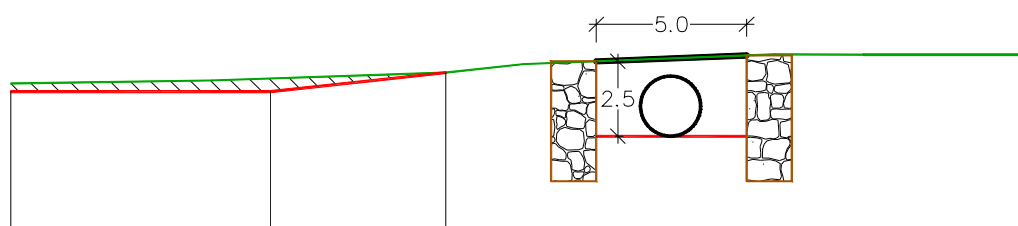


Figure 8 Schéma de principe du pont envisagé

5.3.6.3. Ouvrage proposé plus haut dans le lit

Pour permettre une mobilité de la confluence et par la même un fonctionnement plus naturel, il est possible de déplacer ce pont une centaine de mètres plus en amont. Ses caractéristiques seraient cependant sensiblement les mêmes.

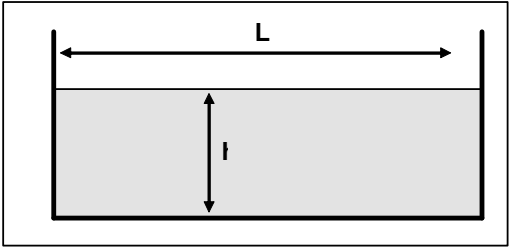
5.4. Vérification de l'intérêt des travaux lors d'une grosse crue

5.4.1. L'engrèvement en amont du pont de la RD 119

Modéliser l'engrèvement d'un torrent lors d'une crue est très difficile du fait des nombreuses incertitudes. L'expérience nous montre cependant que les dépôts les plus importants se produisent au niveau de la rupture de pente dans la partie supérieure d'une plage. Ce dépôt a tendance à diminuer plus en aval vers les ouvrages qui rétrécissent la largeur du lit.

Un remplissage total de la plage de régulation impliquerait des dépôts de près de 3 à 4 mètres au sommet et vers le centre de l'ouvrage. On peut estimer qu'environ 1.50 m de matériaux puisse se déposer au niveau du pont. Un calcul hydraulique a donc été fait au niveau de l'ouvrage avec un engrèvement de 1.50 m sur un profil optimisé. Cet engrèvement est considéré comme se réduisant progressivement vers l'aval pour être proche de zéro vers la confluence avec l'Isère. La pente en long passerait donc de 2.6 à 2.7%.

COURS D'EAU : Chenal Reclus		
PROFIL : Pont RD 119 dépôt 1.50 m		
K : 20		
L : 13.00 m		
i : 0.027 m/m		



	ECOULEMENT UNIFORME	ECOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	1.20 m	1.17 m
charge : H	1.76 m	1.76 m
vitesse : V	3.5 m/s	3.4 m/s
surface : S	14.95 m²	15.27 m²
Froude : Fr	1.03	1.00
Débit : Q	51.7 m³/s	

Dans ce cas, le niveau de la lame d'eau centennale atteindrait 2.70 m (1.50 + 1.20) par rapport au fond du lit alors que l'espace libre sous le pont n'est que de 2.30 mètres.

Notons qu'un engrèvement de 1.50 m est tout à fait plausible lors d'une forte crue. Le levé de 1997 (donc après la crue de 1996) montre qu'il était alors de 1 mètre par rapport à la situation actuelle.

Notons également que les dépôts les plus importants se produiront au bout de 7 heures dans l'hypothèse retenue et qu'au bout de 10 heures de crue, le débit sera alors de 38 m³/s. Au bout de 10 heures, 70% des matériaux se seraient alors déposés, le dépôt serait donc de 1 mètre au lieu de 1.50 pour le dépôt en fin de crue. Le niveau de la ligne d'eau serait donc à 2 mètres par rapport au fond du lit et il n'y aurait pas de débordement.

Ces calculs sont théoriques et ils ne peuvent à eux seuls refléter la réalité d'un engravement dû à une crue du Reclus. Par sécurité, on considérera donc qu'un débordement au niveau du pont est possible lors d'une grosse crue.

5.4.2. Influence des travaux en aval du pont de la RD 119 (P2 à P17)

Un calcul hydraulique a été réalisé avec le profil en travers « projet » et un engravement du lit d'un mètre, qui correspond au dépôt d'environ 10000 m³ de matériaux sur une épaisseur moyenne de 1m, sur lequel on fait transiter le débit liquide Q100. On examine la revanche de la berge rive gauche au point le plus bas, **sans tenir compte des endiguements sommaires existants, qui seraient probablement détruits en crue.**

Ces hypothèses sont sécuritaires dans la mesure où le niveau d'engravement ne sera pas atteint à la pointe de débit mais en fin de crue, avec des débits plus faibles.

Reclus : revanche Rive gauche pour Q100
Situation après élargissement du lit,
engravement 1m

Profil	p= pente moy des berges %	fruit : 1/p	largeur fond engravé 1m	pente en long	H Q100	H berge RG	revanche RG
2	53	1,89	33,50	2,60%	0,63	0,90	0,27
3	54	1,85	31,60	2,60%	0,65	0,64	-0,01
5	43	2,33	27,80	2,60%	0,7	0,63	-0,07
7	46	2,17	27,50	2,60%	0,71	0,07	-0,64
9	47	2,13	38,40	2,60%	0,58	1,50	0,92
11	41	2,44	38,30	2,60%	0,58	1,22	0,64
13	44	2,27	27,30	2,60%	0,71	0,88	0,17
15	46	2,17	24,40	2,60%	0,76	1,22	0,46
17	23	4,35	20,90	2,60%	0,81	2,01	1,2

H = hauteur au dessus de l'engravement de 1m

P7 : cote de berge en pied de digue, qui s'interrompt entre P7 et P6 à cette cote

en rouge : revanche inférieure à 0,5m

On constate alors que les débordements sont limités de faible hauteur, sauf au P7 où se trouve un point bas entre P6 et P7, et au P13 (chalet ACCA).

On peut donc considérer compte tenu des hypothèses sécuritaires ci -dessus, que l'aléa de débordement en amont du P7 devient faible.

Notons que les enjeux (garage automobile) de la rive gauche sont protégés par une levée de terre d'environ 1.50 à 2.00 mètres, mais qu'au niveau de ce profil, cette levée de terre a été arasée pour permettre l'implantation d'un chalet pour l'ACCA !!

Cette marge est faible mais théoriquement suffisante, sachant qu'un dépôt de 1 m représente environ 9800 m³ et ne pourra être occasionné que par une très forte crue. Un nouveau débit de pointe de 50 m³ sur un lit engravé de 1 mètre qui se présenterait rapidement après le premier évènement ne pourrait que résulter d'un épisode d'un temps de retour largement supérieur au siècle ou d'une absence d'entretien sur le moyen terme. Compte tenu des incertitudes sur la répartition des dépôts en crue dans le lit, le risque de débordement à ce niveau est toutefois considéré comme possible.



Photo 16 Le bord du Reclus en amont du garage

5.5. Prise en compte d'une submersion de la digue qui limite la plage de dépôt

Selon la doctrine nationale, tout ouvrage de protection peut être dépassé un jour lors d'un phénomène de fréquence très rare. Cette étude prend en compte une forte crue accompagnée d'un charriage de l'ordre de 40 000 m³. Un tel événement doit avoir au moins 100 ans de temps de retour. En cas de dépassement, il est probable que les écoulements seraient guidés vers l'aval dans l'axe du pont de la route départementale.

On peut cependant imaginer un déversement sur la crête de la digue de rive droite. Les aménagements ci dessous permettent de prendre en compte ces écoulements afin qu'ils n'affectent pas les habitations proches.

5.5.1. Débit débordé

Le débit centennal de pointe estimé par l'étude de 2010 a été fixé à 50 m³/s. Il a été considéré que 10% de ce débit, donc 5 m³/s pourrait déverser sur la digue.

5.5.2. Principe de l'ouvrage projeté

Il est envisagé le creusement d'un fossé derrière la digue. Il serait capable de recueillir ce débit de 5 m³/s et de le conduire en aval loin des zones habitées.

En aval de la plage de dépôt envisagée, la route crée un obstacle aux écoulements. On pourrait envisager une traversée souterraine de la route par une buse par exemple. Cette solution n'a pas été retenue car en crue extrême la probabilité d'obstruction des conduits hydrauliques est très forte.

Il a donc été pris le parti de conduire les eaux débordées en pied de digue jusqu'à la route et de faire couler ces écoulements sur celle-ci. En aval de la route départementale, le reprofilage sera adapté pour ramener ces débordements au lit principal.

Le profil a été envisagé le plus évasé possible. Cette manière de faire a l'avantage de limiter les hauteurs d'eau, donc les érosions potentielles en cas de fonctionnement, mais surtout de pouvoir permettre un entretien facile par des engins à moteur (faucheuses, tondeuses...)

5.5.3. Dimensionnement du fossé projeté

5.5.3.1. Sur la partie amont

Il aura une largeur en fond de 3 mètres pour une profondeur de 50 cm. Sa largeur au miroir sera de 7.50 mètres.

COURS D'EAU : Reclus	
PROFIL : fossé à P28	
K : 30	
B : 3.00 m	
f : 4.10	
i : 0.022 m/m	

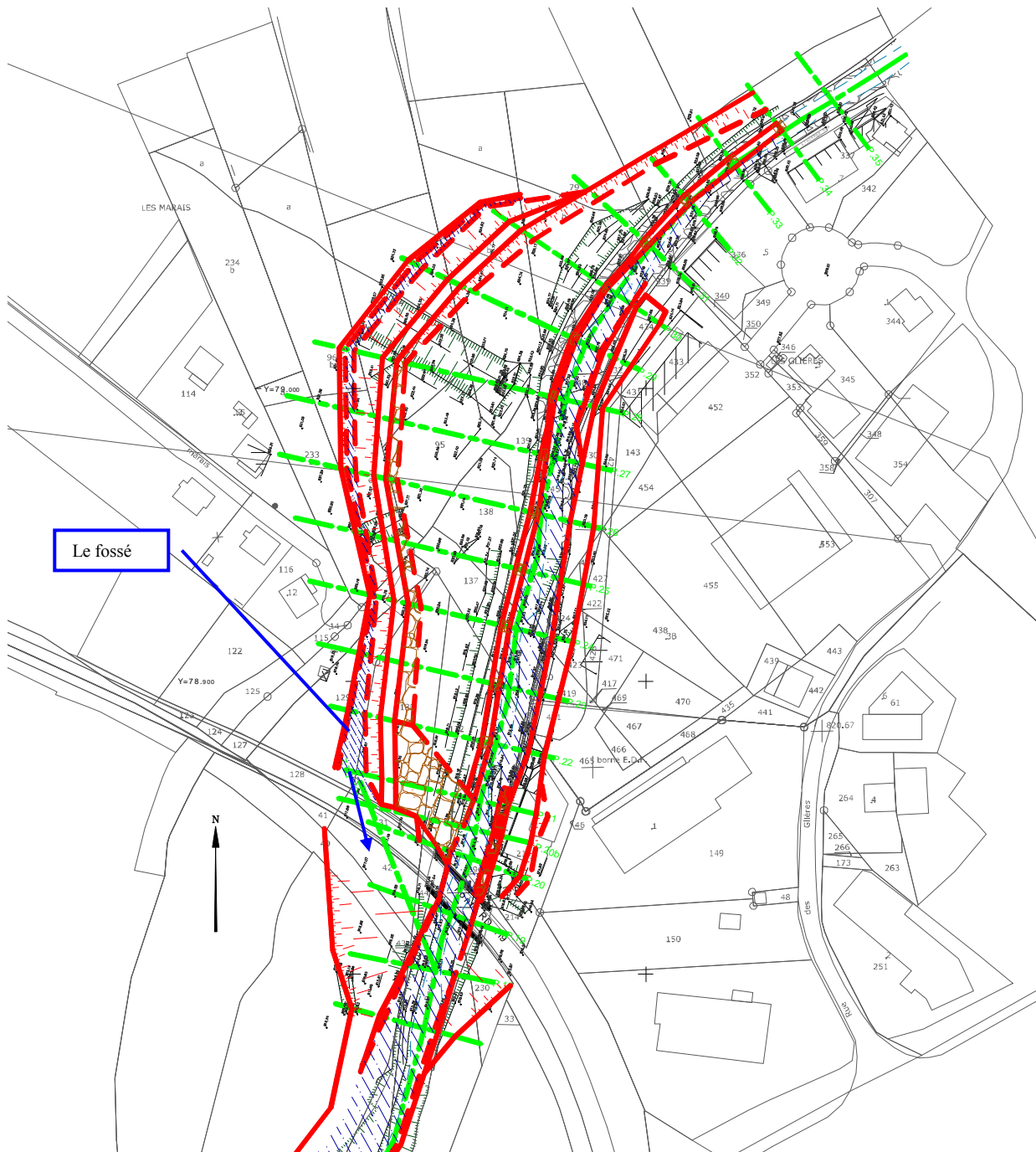
	ÉCOULEMENT UNIFORME	ÉCOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	0.50 m	0.55 m
charge : H	0.75 m	0.74 m
vitesse : V	2.2 m/s	1.9 m/s
surface : S	2.53 m ²	2.90 m ²
largeur au miroir : L	7.10 m	7.52 m
Froude : Fr	1.19	1.00
Débit : Q	5.6 m ³ /s	

5.5.3.2. Sur la partie aval

Il aura une largeur en fond de 5.30 mètres pour une profondeur de 40 cm. Sa largeur au miroir sera de 8.90 mètres.

COURS D'EAU : Reclus	
PROFIL : fossé à P22	
K : 30	
B : 5.30 m	
f : 4.50	
i : 0.022 m/m	

	ÉCOULEMENT UNIFORME	ÉCOULEMENT CRITIQUE
hauteur : h	0.40 m	0.44 m
charge : H	0.62 m	0.61 m
vitesse : V	2.1 m/s	1.8 m/s
surface : S	2.84 m ²	3.21 m ²
largeur au miroir : L	8.90 m	9.27 m
Froude : Fr	1.18	1.00
Débit : Q	5.9 m ³ /s	



5.6. Maintien sur le long terme des caractéristiques du projet

Du fait du profil en long général du torrent, des dépôts solides auront lieu même lors de crues assez ordinaires.

Il est cependant important de garder les caractéristiques géométriques des aménagements comme prévu dans ce rapport. Les documents graphiques auront valeur de « profils de référence ».

Après la constatation de dépôts de matériaux de plus d'un mètre de hauteur, il sera nécessaire de procéder à des curages avec évacuation.

5.7. Evolution possible des zones à urbaniser

Les travaux envisagés devraient permettre de contenir les débits liquides et solides en amont du pont du CD 119. Malgré tout, un débordement au niveau de l'ouvrage nous semble possible par obstruction au moins partielle de celui-ci. Les travaux prévus permettront de ramener au lit l'essentiel des écoulements débordés, mais il sera nécessaire de prendre en compte les écoulements résiduels qui suivront tout de même la route, en pente vers l'ISERE. Mais l'aléa de débordement sera alors maîtrisable par des prescriptions constructives adaptées.

Sous réserve de garder une bande non urbanisée le long du torrent, il nous semble possible d'ouvrir à l'urbanisation une grande surface sur la rive droite du cours d'eau, dont les berges sont plus hautes que celle de la rive gauche en aval du pont de la RD 119.

En pratique, la nouvelle zone urbanisable pourrait se développer au-delà de l'ancien lit du Reclus qui est bien visible.

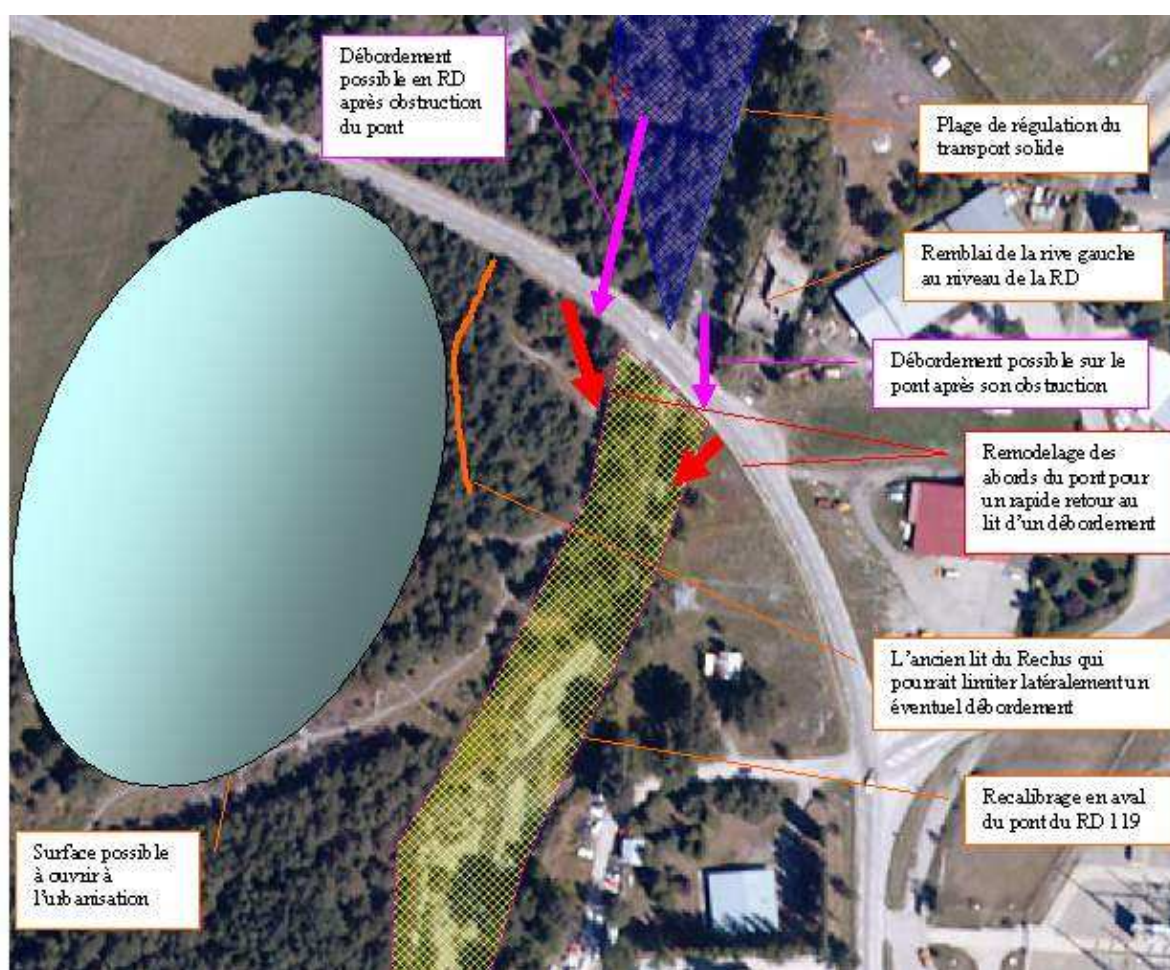


Figure 9 Proposition schématique des travaux possibles et de l'évolution des zones à urbaniser

6. PROPOSITIONS POUR UNE EVOLUTION DU ZONAGE PPR

6.1. Rappel du scénario de référence du PPR actuel

Les différentes études et les observations de terrain réalisées en 2007, suite aux derniers travaux d'endiguement on permis d'analyser les risques de débordement ou de changement de lit sur l'ensemble du cône de déjection **avec un débit centennal de 96 m³/s** :

1. En amont du pont de la RD 1090 : risque négligeable de débordement malgré des dépôts de laves observées en 1996 ;
2. Au niveau du pont de la RD 1090 : aucun risque de mise en charge ou de débordement (revanche de 2m) ;
3. Au niveau du camping du Reclus : risque localisé de débordement dès la crue trentennale sur le boulodrome (C1-4) ;
4. Au niveau de la zone artisanale : en rive droite, la berge enrochée n'excède guère 2 m de hauteur, or le cumul « engravement plus hauteur d'eau au débit maximal centennal » devrait atteindre ou dépasser légèrement cette valeur. En crue centennale, des débordements très intenses sont donc possibles suivant d'anciens chenaux de crue (C3-3). Ils seront moins intenses en se diffusant ensuite dans les prés jusqu'au large fossé antichars (C2-3). En rive gauche, la berge est partout suffisante mais sans revanche à hauteur de MJ Charpente. De plus, les enrochements libres sans sabot peuvent localement s'effondrer lors d'une crue centennale et faire reculer la berge jusqu'en limite des bâtiments artisanaux les plus proches du Reclus.
5. A hauteur de l'ancien stade de foot, l'engravement maximum y serait de 1,5 m au débit maximal centennal (pente faible). La ligne d'eau pourrait donc atteindre 3,5 m à compter du fond du lit avant la crue. Si la hauteur de la rive gauche est désormais à 5 m avec les récents travaux d'endiguement, en rive droite, celle-ci baisse brutalement de 4 à 2 m au niveau d'un extradoss (facteur aggravant). Un risque de débordement existe donc dès la crue vingtennale en rive droite, avec une extension vers les chalets récents et un possible changement de lit en crue centennale (C3-3).
6. Entre l'ancien stade de foot et la RD 119 : en rive gauche et en partie amont, la nouvelle digue est d'une hauteur suffisante (+4,5m), d'autant que les débordements se produiront préférentiellement sur la berge opposée, beaucoup plus basse. Les terrains à l'arrière ont été remblayés jusqu'à la cote de cette digue et sont désormais à l'abri d'une crue centennale (C0). En aval, la rive gauche non endiguée devient nettement plus basse que la rive droite et des débordements sont à craindre (C3-3) avec de possibles retours sans vitesse en bordure de la zone remblayée (C2-3).
7. Au niveau du pont de la RD 119 et en aval : la pente n'étant que de 3%, l'engravement du lit sera très important (3 m) et le pont pourrait être mis en charge dès la crue décennale, provoquant des débordements généralisés à l'amont et à l'aval, dès la crue cinquantennale (C3-4), préférentiellement en rive gauche, sur la station d'épuration.

8. A noter que l'influence du Reclus sur les zones inondables de l'Isère est peu importante (cf. volet inondation du PPR)

6.2. Nouveau scénario de référence du PPR après travaux

Les approches des débits centennaux et des transports solides de cette étude conduisent à préciser le scénario qui serait retenu une fois les travaux réalisés.

Le débit liquide serait de 20 et 50 m³/s en crue décennale et centennale. Le volume de matériaux charriés pouvant transiter en aval du chenal en enrochement est prit égal à 40 000m³.

Dans ce cas, 10 000 m³ dépasseraient le pont du CD.

6.2.1. Chenal amont calé par les seuils

Pas de débordement, la capacité du chenal étant jugée suffisante pour le transit des débits liquides et solides sans dépôt significatif sur ce tronçon. Mais les risques de dégradation des seuils et protections de berges en enrochements secs, conduisent à respecter une bande de sécurité d'environ 10m inconstructible.

6.2.2. Chenal entre les seuils et le pont de la RD 119

C'est la zone retenue pour aménager la plage de dépôts, d'une capacité théorique de plus de 30000 m³.

Rive gauche :

L'étalement des matériaux dans cet ouvrage en rive droite annule les risques de débordement en rive gauche. Les risques de dégradation des protections de cette berge conduisent à maintenir une bande de sécurité d'environ 10m inconstructible ou de maintien du bâti existant.

Le relèvement de la berge en amont du pont, environ 1m au dessus de la cote du tablier du pont, qui comble le creux existant, constitue un ouvrage non submersible en raison de l'étalement des écoulements sur le pont en cas d'embâcle, et au droit de l'ouvrage en rive droite dans la plage de dépôt. La protection de la berge par des enrochements et un talus de 10m de largeur, raccordé au TN en pente douce garantissent l'absence d'écoulement en amont du pont.

Rive droite :

La berge de la plage de dépôt, est protégée de l'érosion en partie basse par les enrochements, elle n'est pas érodable, et ne constitue pas une digue, car elle est raccordée en pente douce au terrain naturel. Une bande inconstructible est conservée pour les accès engins en cas de nécessité de curage ou d'entretien des protections de berge.

En amont du pont, le raccordement de la plage de dépôt au pont constitue une zone de débordement sur la RD en cas d'obstruction de l'ouvrage.

Sous la ligne électrique, une zone inconstructible est maintenue, en raison de cette ligne, mais aussi comme zone de dépôt provisoire de matériaux en cas de remplissage de la plage, ceci afin de retrouver un niveau de sécurité suffisant le plus vite possible après une crue. Elle est limitée à l'aval par le fossé antichars qui débouche dans la plage de dépôt, constituant une sécurité supplémentaire pour le lotissement Bataille pour un événement au delà du scénario de référence

En limite de la commune de Bourg St Maurice on conserve les prescriptions liées au débordement du torrent du Versoyen, jusqu'à la route qui remonte à "La Fabrique".

6.2.3. Chenal entre le pont de la RD 119 et la confluence de l'Isère

Rive gauche :

Une bande inconstructible est maintenue pour les risques d'érosion de berges.

En aval de la RD 119, les risques de faibles écoulements conduisent à maintenir une zone constructible avec prescriptions sur les façades, jusqu'au P13.

En aval de P13 (chalet chasseurs et garage), le débordement pouvant y être important, la zone de maintien du bâti existant est maintenue, elle rejoint la zone inondable définie par la crue centennale de l'Isère

Rive droite :

Une bande inconstructible est maintenue pour les risques d'érosion de berges. En aval du pont de la RD119, elle s'élargit pour contenir la zone de retour des eaux débordées du pont en cas d'embâcle.

6.3. Nouveau zonage du PPR

Les 2 plans en annexe indiquent le zonage retenu :

Les fiches du règlement applicables sont celles du PPR actuel pour les fiches :

- ❖ **Ni** : zone inondable inconstructible
- ❖ **1.08** : zone constructible, déjà urbanisée, avec prescriptions principales suivantes : Façade amont aveugle sur 0,5m et résistante à 5 kpa ; Façades latérales aveugles sur 0,5m et résistante à 3 kpa ; Façade aval avec des planchers habitables à plus de 0.5 m du terrain naturel.

Fiches nouvelles :

- ❖ **1.09** : La zone est constructible. Pas de prescription d'urbanisme concernant les nouveaux bâtiments (bâti futur) ni les aménagements et extensions des bâtiments existants (bâti existant).

Prescriptions :

Surveillance et entretien régulier du lit du cours d'eau (billonnage des arbres pouvant être emportés par les crues, récolte et évacuation des bois morts, curage suite à des dépôts de crue ...). Cette prescription s'ajoute à l'obligation de maintenir, le cas échéant, les défenses déportées existantes en état d'efficacité optimum (cf. paragraphe 3.4.1.3. du présent règlement).

- ❖ **1.06** : Maintien du bâti à usage de bureaux ou d'ateliers existants (aménagement possible dans le volume existant, sans changement de destination à l'exception de toute modification de celle-ci entraînant une diminution de la vulnérabilité). Extensions (cf. 3.4.2.7.) possibles du bâti à usage de bureaux ou d'ateliers existants, dans le cadre de travaux de mise aux normes techniques des bâtiments avec les recommandations et/ou prescriptions définies dans le tableau ci-dessous. Les autres installations de type industriel sont autorisées

Bâti existant à usage de bureaux			
	Bâti existant en l'état	Projets d'aménagements	Projets d'extensions
Façades de classe ❶ : (faisant face à l'écoulement)			
sur les 1 premier mètre : - aveugles et étanches, - façades résistant de façon homogène à une surpression dynamique de 10 kPa,	R	P	P
Façades de classe ❷ : (dans l'axe de l'écoulement)			
sur le premier mètre : - aveugles et étanches, - façades résistant de façon homogène à une surpression dynamique de 5 kPa.	R	P	P
Façades de classe ❸ : (tournant dos à l'écoulement)			
- premiers niveaux planchers situés au minimum à plus de 1 mètre au dessus du terrain naturel ou des voies de circulation au droit du projet quand celles-ci constituent un axe de vif écoulement.	R	R	P

7. AMELIORATION DE LA CONTINUITÉ **ÉCOLOGIQUE ET RESTAURATION DES** **MILIEUX**

Le torrent du Reclus, classé en première catégorie piscicole, est intéressant au niveau piscicole en raison :

- ❖ d'un fort potentiel pour la reproduction de la truite fario et cela d'autant plus que le bassin de Bourg-Saint-Maurice abrite une population de truite fario rattachée au rameau évolutif méditerranéen et qui présente, de fait, un très fort caractère patrimonial associé à des enjeux biologiques importants,
- ❖ de la position de son confluent avec l'Isère en queue du barrage de Montrigon qui lui confère une forte attractivité en termes de site de reproduction comme de zone refuge pour la population se développant dans le bassin de Bourg-Saint-Maurice,
- ❖ d'un potentiel de colonisation important sur la partie aval pour le chabot, espèce compagne de la truite fario, qui se trouve ici en limite de son aire de répartition,
- ❖ de ses eaux de bonne qualité en raison d'une pression modérée des activités humaines sur son bassin versant.

Une reconnaissance du Reclus, d'un point situé en amont du pont de la RD 1090 jusqu'au confluent de l'Isère, a été réalisée en période d'étiage hivernal afin de préciser les conditions de circulation piscicole actuelles comme les facteurs déterminant la qualité de l'habitat piscicole.

7.1. Le constat

7.1.1. L'habitat piscicole

La qualité de l'habitat piscicole est très bonne en amont du pont de la RD 1090. L'écoulement se fait principalement dans un lit unique entre 1,5 et 5 m de largeur avec un faciès d'écoulement de type rapides/cascades basses sur blocs métriques. La granulométrie est fortement diversifiée même si la dominante est très grossière.

Les très nombreux abris hydrauliques permettent un tri granulométrique favorisant l'installation de nombreuses frayères potentielles notamment au niveau des très nombreuses fosses d'affouillement qui se développent au pied de chaque cascade.

Les vitesses d'écoulement comme les hauteurs d'eau sont très diversifiées. Les hauteurs maximales sont voisines de 0,8 m (profondeur moyenne d'environ 0,3 m) et les vitesses maximales sont, au niveau des pincements, supérieures à 1,5 m/s (vitesse moyenne d'environ 0,6 m/s).



La ripisylve est abondante en sommet de berge mais ne participe pas directement à la qualité de l'habitat dans la mesure où les pieds de berge sont uniquement constitués de blocs.

Cette qualité de l'habitat piscicole est confirmée par les données d'un inventaire réalisé en 2009 par la Fédération de Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique au lieu-dit « Les Coins » donc en amont proche du pont de la RD 1090. Ces données font état d'une population conforme et fonctionnelle avec une densité (334 ind./10 ares) et une biomasse (138 kg/ha) élevées.

Par contre on ne dispose d'aucune donnée piscicole sur le secteur fortement aménagé du Reclus qui débute au pont de la RD 1090.

C'est à partir du pont de la RD 1090 que les caractéristiques de l'écoulement et la qualité de l'habitat piscicole évoluent moins favorablement et cela jusqu'au confluent avec l'Isère.

En effet, le principal facteur de cet état est lié à l'artificialisation généralisée du lit : berges protégées par des enrochements continus, disparition des blocs métriques et plurimétriques du lit mouillé, stabilisation du lit par des seuils.

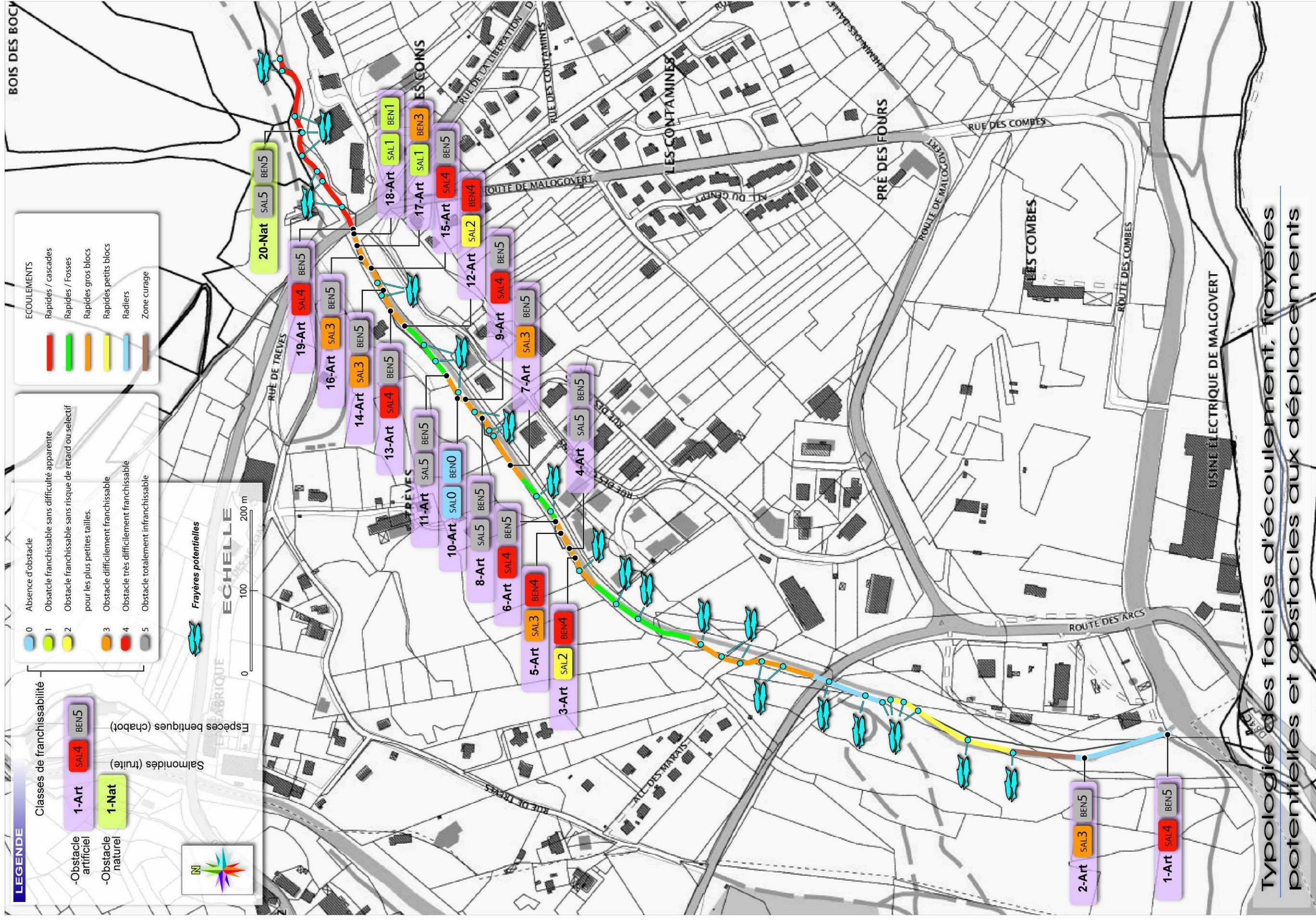


Il en résulte une homogénéisation des écoulements et de la granulométrie qui déterminent alors des conditions d'habitat moins favorables principalement pour les stades alevins et adultes de la Truite fario. A cela s'ajoute le fait que pratiquement tous les seuils existants constituent des obstacles à la circulation piscicole et donc à la continuité écologique.

Cette situation est particulièrement développée entre le pont de la RD 1090 et celui de la RD 119 (pont de la route des Arcs) qui concentre les contraintes puisque sont présents 17 des 20 obstacles artificiels et plus de 80% du linéaire de berge est enroché. Cela résulte donc des contraintes hydrauliques qui ont conduit à retirer du lit tout frein à l'écoulement des crues. Cependant, l'endiguement latéral compense pour partie cette artificialisation des écoulements car il évite un étalement trop important de la lame d'eau ce qui permet de maintenir des hauteurs d'eau diversifiées et même assez importantes dans le chenal, favorables en particulier à la stabulation des adultes.

Une des autres conséquences de l'homogénéisation des conditions d'écoulement est la réduction de la diversité granulométrique en particulier pour toutes les classes comprises entre les graviers fins et les cailloux grossiers¹. Or ces classes de taille constituent le support préférentiel des zones de reproduction de la truite fario. Cette réduction est liée à l'absence d'obstacles de taille suffisante pour créer des abris hydrauliques conséquents permettant un tri granulométrique.

¹ Echelle de Wentworth modifiée.



Typologie des faciès d'écoulement, frayères potentielles et obstacles aux déplacements

LEGENDE

Classes de franchissabilité

- Obstacle artificiel: 1-Art (SAL4 BEN5)
- Obstacle naturel: 1-Nat (SAL4 BEN5)

Esèces benthiques (chabot)

Salmonides (truite)

0 Absence d'obstacle

1 Obstacle franchissable sans difficulté apparente

2 Obstacle franchissable sans risque de retard ou selectif pour les plus petites tailles.

3 Obstacle difficilement franchissable

4 Obstacle très difficilement franchissable

5 Obstacle totalement infranchissable

Fayères potentielles

ECOULEMENTS

- Rapides / cascades
- Rapides / Fosses
- Rapides gros blocs
- Rapides petits blocs
- Radliers
- Zone curage



De plus, cette homogénéisation n'est pas systématique dans la mesure où sur de petites portions ont été mis en place des aménagements piscicoles sous la forme de blocs métriques disposés dans le lit.

La plupart de ces blocs sont actuellement hors d'eau et participent peu à la diversification des écoulements. Cependant, ils permettent de concentrer l'écoulement contre l'enrochement de la rive gauche et compensent ainsi leur taille et placement inadéquats.



Deux secteurs présentent ainsi des aménagements piscicoles ce qui permet de développer un faciès de type rapides/fosses particulièrement favorable aux adultes en raison d'une hauteur d'eau moyenne plus importante. Ces deux secteurs se positionnent sur des zones ponctuelles où la pente du cours d'eau est sensiblement plus faible.

Le dernier secteur aménagé précède une singularité hydraulique dans la mesure où sur un linéaire relativement faible la pente augmente significativement et le lit majeur entre les berges enrochées perd environ deux mètres de largeur.



De plus, sur 50 m environ sont présents quatre seuils dont trois sont infranchissables en conditions normales. Ils préfigurent le changement de la pente du lit qui s'instaure par la suite ainsi que la disparition des protections sur la rive droite.

A partir de là et jusqu'au pont de la RD 119 le linéaire d'environ 300 m se répartit approximativement à part égal entre deux faciès d'écoulement : les rapides/fosses sur la partie amont du linéaire la moins pentue et des rapides sur la partie aval en raison d'une pente plus forte.

Sur cette partie du Reclus le faciès de type rapides/fosses présente une qualité d'habitat moins élevée que celui présent sur les secteurs aménagés plus en amont. Cet état de fait résulte d'un étalement plus important de la lame d'eau, entre 4 et 5 m, car latéralement le lit est moins contraint et les blocs présents de taille moins importante.



Les hauteurs d'eau sont donc plus faibles et plus pénalisantes pour le stade adulte. Par contre, l'association étalement du lit et blocs permet au tri granulométrique de s'effectuer d'où la présence de frayères potentielles.

Sur la partie aval l'augmentation de la pente et la présence de blocs dans un lit latéralement plus contraint permettent l'installation d'un faciès rapides. Celui-ci bénéficie d'un lit mineur plus étroit, compris entre 1,5 et 3 m, que sur le faciès précédent ce qui compense largement, en termes de qualité d'habitat piscicole, un nombre de fosses moins important.



Ces conditions d'écoulement diversifiées sont favorables aux différents stades de développement de la truite fario mais disparaissent à l'approche du pont de la RD 119 en raison de la diminution de la pente et aussi probablement parce que les blocs ont été retirés du lit pour favoriser l'écoulement au niveau de l'ouvrage.

Avec ce dernier et la réduction de la pente les conditions d'écoulements et donc d'habitat piscicole évoluent avec une réduction importante de la diversité granulométrique. Globalement, cela se traduit par une hauteur d'eau moyenne plus faible qu'en amont du pont et surtout la disparition complète des blocs.

Donc même si l'environnement général du cours d'eau s'améliore en raison de la disparition des protections de berge la qualité piscicole ne s'améliore pas significativement.



L'étalement de la lame d'eau en particulier sur les radiers et l'absence de caches (les gros blocs ont disparus) comme de hauteurs d'eau suffisantes pour les adultes sont des contraintes sur la qualité de l'habitat piscicole de la truite fario en particulier pour le stade adulte. Néanmoins cette situation peut être considérée

comme normale dans la mesure où le

Reclus, à ce niveau et sur environ 150 m, retrouve un fonctionnement normal lié à la présence d'un lit mobile.

Mais cette situation normale s'interrompt brutalement avec la présence d'une zone de curage puis de deux obstacles artificiels très problématiques pour la circulation piscicole dont un seuil et un ouvrage de franchissement du Reclus.



Contrairement aux différents seuils présents sur la zone amont celui présent en amont du confluent ne semble avoir aucun rôle hydraulique dans la protection des biens et des personnes. Son rôle semble se borner à la diminution locale de la pente du cours d'eau permettant d'augmenter l'efficacité du piège à graviers situé à son amont.

7.1.2. La circulation piscicole

Aux corrections torrentielles du Reclus s'ajoutent des problèmes de circulation piscicole en raison de la nécessité de bloquer l'évolution du fond du lit.

De plus les zones de développement comme de reproduction les plus favorables car non aménagées se positionnent pour l'essentiel en amont du pont de la RD 1090, il est nécessaire que les poissons puissent y accéder.

Actuellement ce n'est pas le cas en raison d'un certain nombre d'obstacles artificiels qui sont soit totalement infranchissables, soit difficilement franchissables et cela dès le confluent avec l'Isère.

L'estimation de la franchissabilité d'un obstacle, artificiel comme naturel, au regard des populations piscicoles présentes, truites fario et chabot, a été appréciée à partir de la grille de lecture utilisée par l'OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES² dans le cadre du recensement national des ouvrages transversaux (ROE : Référentiel des Obstacles à l'Écoulement).

Classe	Qualification	Critères de base
0	Absence d'obstacle	Ouvrage ruiné, effacé, sans impact
1	Obstacle franchissable sans difficulté apparente	Libre circulation assurée à tous niveaux de débit en période de migration
2	Obstacle franchissable mais risque de retard ou sélectif pour les plus petites tailles	Ouvrage franchissable mais impact en débits ou T° limitants ou sélectif selon la taille des poissons
3	Obstacle difficilement franchissable	Impact important en conditions moyennes (débits habituels, température favorable, ...)
4	Obstacle très difficilement franchissable	Passage possible en situation exceptionnelle (hydraulicité induisant un effacement ou contournement, manœuvre exceptionnelle de vannes, ...)
5	Obstacle totalement infranchissable	Obstacle total à la montaison en toutes situations

Figure 10 : Grille de définition des classes de franchissabilité.

Les différents obstacles à la continuité écologique du Reclus sur le secteur d'étude sont positionnés sur le document cartographique présenté. Ils sont repris dans le tableau page suivante de l'aval vers l'amont avec leurs principales caractéristiques.

² Demange H. & Roche P. (2008) Aide à l'évaluation de la franchissabilité des obstacles à la montaison. ONEMA DR Lyon coordination de bassin Rhône-Méditerranée, 10 pp.

N°	Nature	Classe de franchissabilité		Dénivelé m	Distance au précédent
		Truite	Chabot		
1	buse	4	5	0,8	0,0
2	seuil	3	5	0,8	75,3
3	seuil stabilisation ?	2	4	0,3	575,6
4	seuil stabilisation	5	5	1,2	16,8
5	seuil stabilisation	3	4	0,5	17,2
6	seuil stabilisation	5	5	1,7	16,5
7	seuil stabilisation	3	5	1,2	76,6
8	seuil stabilisation	5	5	1,0	58,3
9	seuil stabilisation	5	5	1,0	26,3
10	seuil stabilisation	0	0	0,1	7,5
11	seuil stabilisation	5	5	1,7	26,2
12	seuil stabilisation	2	4	0,4	71,7
13	seuil stabilisation	4	5	1,7	16,5
14	seuil stabilisation	3	5	1,0	19,6
15	seuil stabilisation	4	5	1,2	25,0
16	seuil stabilisation	3	5	1,0	11,3
17	seuil stabilisation	1	3	0,3	17,7
18	contre-seuil	1	1	0,1	13,2
19	seuil stabilisation	3	5	0,9	4,3
20	ride blocs	5	5	1,0	115,1

Tableau 5 : Caractéristiques des obstacles à la continuité écologique.

Dans la situation actuelle la circulation des petites espèces benthiques, ici le chabot, est totalement impossible et cela dès le confluent. L'accès à la zone naturellement colonisable par l'espèce c'est-à-dire approximativement jusqu'au seuil 4 lui est totalement interdit.

Pour la truite la situation est sensiblement identique. L'accès de l'espèce au Reclus est sérieusement entravé dès le confluent. Cependant, le blocage des poissons ne doit pas être total car lorsque le niveau de la retenue est haut et que le débit du Reclus est suffisamment bas pour limiter l'augmentation des vitesses dans la buse il est possible que certains individus arrivent à franchir ce point dur, d'où la justification de la classe 4.



Néanmoins, la conjonction de ces paramètres avec, en plus, la période de reproduction rend peu crédible la possibilité d'un accès régulier et la présence de l'obstacle suivant à moins de 80 m en amont du confluent ne facilite pas l'accès à la seule zone actuellement colonisable depuis l'Isère.

En admettant que des poissons puissent éventuellement franchir les deux premiers obstacles ils ont alors accès à un linéaire de 592 m sur lesquels des frayères potentielles sont présentes mais où la qualité de l'habitat n'est pas très favorable aux adultes sur la moitié du linéaire en raison de faibles hauteurs d'eau et du manque d'abris.

A partir du seuil 4 et jusqu'au seuil 15 se développe un secteur vraiment problématique à la circulation piscicole puisque sur les douze seuils présents cinq sont en classe 5 et 2 en classe 4 pour la truite. Ce cumul est rédhibitoire et cela d'autant plus que sur le linéaire concerné d'environ 361 m cela représente en moyenne un seuil de classe 4 ou 5 tous les 52 ml environ.



En amont du seuil 15 les conditions de la continuité écologique s'améliorent puisque sur les quatre seuils présents jusqu'au pont de la RD 1090 seuls deux en classe 3 posent des difficultés et cela sur 46 ml environ.

Au-delà du pont de la RD 1090 le Reclus retrouve un lit et des berges naturelles et donc toutes ses potentialités en termes d'habitats comme de frayères. Néanmoins, une ride transversale de blocs s'est formée à 115 m en amont du seuil 19 et constitue un obstacle naturel totalement infranchissable (classe 5).



Cette ride bloque donc totalement l'accès à la zone amont du Reclus.

7.2. Propositions de restauration de la continuité écologique

Les propositions de restauration de la continuité écologique, partielle ou complète, qui suivent reposent sur les bases suivantes :

- ❖ en amont du pont de la RD 1090 le Reclus dispose d'une population de truite fario conforme (334 ind/10 ares, 138 kg/ha)³ et fonctionnelle⁴ rattachée au rameau évolutif atlantique (REA) car issue des pratiques d'alevinages antérieures à partir de poissons issus de piscicultures commerciales. Le développement de cette population sur la zone amont du Reclus est probablement lié à la conjonction de plusieurs facteurs ayant fragilisés la population d'origine rattachée au rameau évolutif méditerranéen (REM), comme un évènement de type lave torrentielle, puis conduit à son remplacement sous les effets conjugués de l'alevinage répétitif et/ou du réensemencement depuis une zone refuge (ruisseau des Ecludets ?) et de l'interruption des possibilités de circulation des géniteurs REM préservés du Reclus aval et/ou de l'Isère⁵. Il est également important de préciser que les données de 2009 sur la population en amont du pont de la RD 1090 sont

³ Données septembre 2009 FEDERATION DE SAVOIE POUR LA PECHE ET LA PROTECTION DU MILIEU AQUATIQUE.

⁴ Conforme se dit d'une population dont les différentes composantes, densité, biomasse, sont en rapport avec le type écologique du cours d'eau et fonctionnelle parce qu'elle peut accomplir, sans apports extérieurs (alevinage), la totalité de son cycle biologique.

⁵ Les données biologiques et notamment génétiques utilisées dans ce rapport reposent sur des travaux scientifiques publiés et reconnus, disponibles pour l'essentiel dans une thèse : Etude pluridisciplinaire des populations de truite commune (*Salmo trutta* L.) des torrents haut-savoyards soumises à repeuplements : diversité intra-spécifique, évaluation de pratiques de gestion et ingénierie de la conservation de populations natives (A. CAUDRON 2008) disponible en téléchargement sur le site : <http://www.pechehautesavoie.com>

difficilement extrapolables à tout le linéaire amont du Reclus car la pêche d'inventaire à été réalisée entre le pont et l'obstacle naturel infranchissable référencé dans le présent document. Néanmoins, les inventaires piscicoles⁶ réalisés en août 2011 entre le pont de la RD 1090 et le confluent de l'Isère mettent en évidence que la population de truite se développant en amont du Reclus présente une très forte dynamique qui permet de compenser les déficits qui sont induits par l'isolation de cette partie du Reclus très fortement artificialisée.

- ❖ dans l'Isère et peut être sur le Reclus aval présence d'une population de truite fario rattachée au REM sur laquelle repose de forts enjeux patrimoniaux puisqu'elle est autochtone. De plus, la conservation de cette variété génétique répond non seulement aux enjeux de la préservation de la biodiversité qui impliquent, dans ce cas de figure, de réduire les possibilités de « pollution » génétique par contact entre les populations des deux rameaux évolutifs mais aussi à l'orientation fondamentale 6C(2) : agir pour la préservation et la valorisation des espèces autochtones du SCHEMA DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX (SDAGE)⁷ du bassin Rhône-Méditerranée,
- ❖ historiquement la population de chabot devait être présente sur la partie inférieure du Reclus à l'image de la répartition de cette espèce sur le Versoyen. Cependant aucune donnée bibliographique ne permet de confirmer ou d'infirmer cette répartition avant aménagement. Il est cependant possible d'envisager que cette espèce ait été présente sur le Reclus jusqu'à hauteur du pont de la RD 1090,
- ❖ la partie inférieure du reclus doit être considérée comme une zone refuge prioritaire, pour la truite comme pour le chabot, eu égard à la présence sur l'Isère en amont proche du confluent avec le Reclus d'obstacles aux déplacements,
- ❖ la partie chenalisée du Reclus entre le pont de la RD 1090 et le seuil 3 est associée à des contraintes de stabilité du fond et des berges qui interdisent toutes possibilités de restauration d'un espace de mobilité latéral à connotation « naturelle » en particulier en rive droite sans remettre en cause la stabilité globale de l'aménagement hydraulique comme l'urbanisation latérale existante. Ce point fera l'objet d'un développement particulier par la suite (se reporter au chapitre sur la restauration complète de la continuité écologique),
- ❖ le Reclus n'est pas concerné par un classement en réservoir biologique,
- ❖ le Reclus n'est pas non plus concerné par les propositions de classement en liste 1 ou liste 2 du Grenelle de l'Environnement,
- ❖ la restauration de la circulation piscicole du Reclus sur le secteur chenalisé fait l'objet d'une fiche action dans le cadre du Contrat de Bassin Isère en Tarentaise⁸ tout en soulignant la nécessaire préservation de la souche locale de truite fario.

A partir des éléments listés précédemment trois propositions de restauration de la continuité écologique ou de simple amélioration sont proposées sur la zone d'étude :

⁶ Se reporter au document présenté en annexe : Eléments d'interprétation des inventaires piscicoles réalisés sur le Reclus en août 2011.

⁷ Bassin Rhône-Méditerranée - SCHEMA DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX 2010 – 2015 - Approuvé par le Préfet coordonnateur de bassin le 20 novembre 2009.

⁸ Contrat de bassin Isère en Tarentaise – Etude piscicole – Mai 2007 – APTV.

- ❖ une proposition de restauration partielle permettant d'ouvrir le Reclus sur le secteur aval de la zone d'étude,
- ❖ des propositions de restauration complète et partielle le secteur amont de la zone d'étude.

Néanmoins, quelle que soit la proposition, amélioration comme restauration de la continuité écologique, émerge une problématique liée à la présence de populations de truite fario génétiquement différenciées dont l'une, autochtone, présente un caractère patrimonial nécessitant une protection au regard des enjeux de la préservation de la biodiversité piscicole et de l'orientation fondamentale 6C(2) : agir pour la préservation et la valorisation des espèces autochtones du SDAGE et qui impliquent **impérativement** l'établissement de mesures de gestion piscicole qui vont au-delà du propos du présent rapport.

A titre d'information, il est possible d'avancer quelques pistes qui ont déjà été mises en œuvre sur d'autres bassins versants alpins et qui pourraient être retenues en tant que mesures réductrices dans le cadre du dossier loi sur l'eau :

- ❖ attendre un désastre écologique comme une lave torrentielle, avant la restauration de la continuité, affectant très fortement la population amont comme cela s'est probablement déjà passé lorsque le REA a remplacé le REM historiquement présent pour mettre en place un transfert de géniteurs REM. Cette méthode de transfert de géniteurs REM est très efficace lorsque la population allochtone est très affaiblie d'où, dans le cas présent, une forte contrainte temporelle liée à la faible fréquence d'un tel événement hydraulique,
- ❖ suppression de la population allochtone amont par pêches électriques successives (plusieurs passages dans l'année ou sur plusieurs années sur toute la zone piscicole, y compris affluents) avec transfert des individus vers un nouveau milieu où ils n'exerceront pas de perturbations écologiques et génétiques. L'implantation d'une population native peut se faire alors comme précédemment par transfert de géniteurs REM. La contrainte de temps est ici moins problématique car les interventions par pêches électriques peuvent être envisagées assez rapidement en période d'étiage. Par contre l'effort à consentir en termes de moyens, humains et techniques, est très important car il faut pouvoir réaliser au minimum entre trois et quatre passages et de plus dans le cas présent sur des linéaires importants (environ 5 000 m sur le Reclus auxquels s'ajoutent environ 1 500 m sur les Ecludets) et des zones d'accès difficiles,
- ❖ réaliser un repeuplement de réhabilitation REM comme stratégie de réhabilitation d'une population autochtone sur la partie du Reclus colonisée par une population REA fonctionnelle. Cette stratégie qui pourrait apparaître la moins contraignante en particulier en termes de délais ne pourra être utilisée dans le cas présent (en tout cas pas à court terme) car les instances de la pêche du département n'ont à ce jour pas les moyens humains et matériels pour la production de juvéniles produits par un stock de géniteurs captifs élevés en pisciculture et issus de géniteurs sauvages REM prélevés dans la population autochtone concernée de l'Isère.

Cette liste n'est pas exhaustive et la gestion des populations REA fonctionnelles en particulier sur des zones amont à populations REM est une problématique complexe qui engage des moyens humains, techniques et financiers dépassant largement le cadre local d'où une anticipation indispensable.

7.2.1. Restauration partielle de la continuité écologique

La restauration partielle de la continuité écologique proposée prend en compte :

- ❖ la restauration de la circulation piscicole entre le confluent de l'Isère et le seuil 4 du Reclus,
- ❖ l'effacement de l'obstacle naturel en amont du pont de la RD 1090,
- ❖ l'arrêt des extractions de matériaux sur le Reclus aval.

Cette proposition est basée sur deux raisons principales détaillées pour partie ci-après. Si techniquement l'aménagement du franchissement piscicole des obstacles dans la zone chenalisée est possible (voire ci-après) cela nécessitera un volume de blocs très important et donc un investissement sans commune mesure avec un gain biologique assez réduit notamment pour la zone endiguée du secteur d'étude comme le confirme les résultats des inventaires piscicoles réalisés en août 2011 puisque la population de truite fario présente est de bonne qualité.

Le paramètre le plus important à prendre en compte est lié à la présence de part et d'autre des seuils infranchissables de deux populations de truite fario qu'il faut éviter de mettre en contact afin de limiter au maximum toute pollution du patrimoine génétique de la variété autochtone appartenant au REM. Si la population amont fonctionnelle rattachée au REA est à l'origine d'un apport d'individus sous forme d'alevins de l'année par dévalaison (à la condition que l'habitat disponible soit saturé) ces derniers ont peu de chance de s'implanter et encore moins de « contaminer » la population autochtone.

Par contre, à l'inverse avec le rétablissement d'une communication fonctionnelle entre les deux populations, les géniteurs du REM pourraient rentrer en contact avec ceux du REA et entraîner une production accrue d'hybrides entre les deux formes pénalisant ainsi encore plus la préservation des caractéristiques génétiques de la variété autochtone.

Il est également important de rappeler qu'à ces enjeux biologiques s'ajoutent deux autres éléments liés au fait que le Reclus n'est pas concerné par un classement en réservoir biologique et qu'il n'est pas non plus concerné par les propositions de classement en liste 1 et liste 2 du Grenelle de l'Environnement. De fait, cette proposition de restauration partielle n'entre pas en contradiction avec le classement du cours d'eau, ni sa sensibilité biologique.

De plus, cette proposition n'est pas en contradiction avec l'orientation fondamentale 6C(2) du SDAGE qui privilégie la protection des souches locales et cela d'autant plus s'il y est associé des mesures de gestion piscicole évoquées précédemment.

7.2.1.1. Restauration de la circulation piscicole sur le Reclus aval

Cela concerne donc le linéaire compris entre le confluent et le seuil 4 soit environ 678 m avec :

- ❖ l'effacement des seuils 2 et 3,
- ❖ le remplacement de l'ouvrage de franchissement actuel au niveau du confluent par un pont dont l'ouverture devra permettre la restauration du transit de la charge de fond ainsi qu'un fonctionnement naturel du confluent en liaison avec restauration de la dynamique naturelle du Reclus proposée.

Ces propositions ouvriraient donc près de 680 m de Reclus aux reproducteurs de l'Isère sur lesquels ils trouveront de nombreuses frayères et constituerait aussi une zone refuge de première importance. De plus, entre le pont de la RD 119 et le seuil 4 les caractéristiques des écoulements sont particulièrement favorables à l'implantation d'une population de truite fario contrairement à la partie en aval du pont où la présence d'un lit mobile est moins favorable à la stabulation des adultes en raison de l'absence naturelle de caches adaptées.

Ces points ont été confirmés par les résultats des inventaires piscicoles réalisés en août 2011.

7.2.1.2. Restauration de la circulation piscicole en amont de la RD 1090

La restauration de la circulation piscicole en amont de la RD 1090 par la suppression du verrou naturel existant permettrait une amélioration substantielle de la population présente en aval et actuellement confinée.

Cette ouverture se ferait donc au bénéfice de la population de truite présente en amont du Reclus et ne poserait aucun problème technique particulier puisqu'il suffira d'enlever le bloc du milieu pour le dégager sur un des côtés.

7.2.1.3. Interdiction des extractions de matériaux

La restauration de la continuité écologique sur le Reclus aval comme l'amélioration de la qualité de l'habitat piscicole ne pourra s'envisager avec le maintien de l'extraction des matériaux, qu'elle soit autorisée ou non, en dehors de situations particulières et sous contrôle de l'administration.

7.2.2. Restauration de la continuité écologique sur la zone endiguée

Les propositions de restauration de la continuité écologique qui vont suivre concernent uniquement le secteur fortement aménagé se développant entre le pont de la RD 1090 en amont et le seuil n° 4 en limite aval ; le cours du Reclus entre ce seuil et le confluent de l'Isère a été traité dans les propositions présentées dans le chapitre précédent et s'ajouteront donc nécessairement aux présentes propositions pour assurer le traitement plus ou moins complet de la continuité écologique entre le confluent de l'Isère et le pont de la RD 1090.

7.2.2.1. Restauration d'un espace de mobilité

La présence d'une bande de sécurité de 10 m de large en sommet de berge permet d'envisager différentes possibilités qui vont être successivement traitées ci-après.

La première possibilité consisterait à rétablir sur la zone chenalisée un espace de mobilité pour le Reclus sur un secteur où la pente moyenne actuelle de la rivière est de 7,7 % sur des matériaux peu stables du cône de déjection.

Cette proposition sous entend donc la suppression de la protection rive droite, seule possibilité de restaurer un espace de mobilité en berge en profitant de la bande de sécurité de 10 m de large présente en sommet de berge et par conséquent la suppression des seuils existants puisqu'ils ne seraient plus fixés sur une des deux berges. Il apparaît que cette solution, bien qu'a priori elle permettrait une restauration complète de la circulation piscicole, n'est absolument pas réaliste car en générant une forte incision du lit elle remettrait en cause sa stabilité mais aussi celle des deux berges et en particulier la rive gauche qui supporte une urbanisation importante.

De plus, lors des crues de fréquence rapprochée les écoulements seraient renvoyés vers la rive droite en raison de la protection présente en rive gauche ce qui entraînerait également une érosion latérale très importante qui pourrait largement dépasser les 10 m initialement dévolus remettant en cause la présence du camping et augmentant, lors des crues importantes, les risques d'inondation des chalets « Bataille » situés plus en aval.

Des solutions intermédiaires peuvent également être envisagées sur la base d'une restauration d'un espace de « liberté » plus limité dans le sens où la présence de la bande de sécurité de 10 m de large présente en sommet de berge peut permettre, sans remise en cause des protections indispensables à la stabilité du lit et des berges, un agrandissement latéral du lit.

Les avantages de ce principe par rapport à la situation actuelle seraient, sans résoudre le problème de la circulation piscicole, de diminuer les contraintes hydrauliques sur les ouvrages mais aussi sur le milieu naturel. En effet un élargissement du gabarit permettrait une diminution sensible des vitesses d'écoulement en crue, peut être de l'ordre de 1 à 2 m/s sur des vitesses actuellement estimées de l'ordre de 5,0 m/s, ce qui permettrait de minimiser les effets négatifs de vitesses élevées sur la structure physique des habitats et sur la population de truite (destruction plus ou moins complète des habitats par effet de chasse sur les matériaux et dévalaison forcée des poissons qui ne disposent pas, à ce niveau, de zones refuge).

Deux variantes sont éligibles dans cette catégorie :

- ❖ le profil en travers type de la situation actuelle serait reproduit mais avec un élargissement de 10 m ce qui induirait le rallongement de tous les seuils existants et la refonte de la protection de la nouvelle berge rive droite à l'identique de l'actuelle (enrochements liaisonnés). Le principe d'aménagement (n°1) est représenté sur la figure ci-contre.

Les gains escomptés ne se retrouveraient qu'au niveau du compartiment hydraulique et pas ou peu au niveau biologique. En effet, l'élargissement de la section d'écoulement entraînerait un étalement de la lame d'eau en écoulement normal avec une diminution importante des hauteurs d'eau moyennes qui affecterait fortement la bonne qualité piscicole⁹ mise en évidence sur ce secteur.

- ❖ avec la conservation du gabarit actuel du lit pour des crues de fréquence rapprochée, par exemple jusqu'à la crue biennale, la qualité piscicole mise en évidence pourrait être conservée. L'objectif de diminution des contraintes hydrauliques sur le milieu lors des grandes crues serait alors obtenu par la mise en place d'un élargissement du lit sous la forme « banquette » tel que figuré sur le principe d'aménagement n° 2 présenté sur le document ci-contre.

Cela se traduirait donc par une conservation de la qualité piscicole actuelle en situation d'écoulement normal et une diminution modérée des contraintes liées à des vitesses sur cette partie du lit lors des crues importantes. Cependant, compte-tenu de la pente importante du cours d'eau sur ce secteur comme des vitesses attendues lors des crues importantes il n'est pas envisageable de ne pas protéger la « banquette » comme la rive droite par autre chose que des enrochements liaisonnés. En effet, les techniques végétales ne sont absolument pas adaptées pour ce type de cours d'eau car les vitesses

⁹ Se reporter aux résultats présentés en annexe dans la note sur les inventaires piscicoles réalisés en août 2011 sur le Reclus.

en crue sont trop élevées même avec la mise en place de géotextiles. De fait et plus encore que la variante précédente les surcoûts liés aux protections en enrochements liaisonnés de la banquette comme de la berge rive droite seraient sans commune mesure avec le gain biologique et cela d'autant plus qu'aucune des deux variantes proposées ne résout les problèmes de circulation piscicole.

Le principe d'aménagement de ces deux variantes est présenté sur le document page suivante.

7.2.2.2. Adaptation du coursier de tous les seuils à la capacité de franchissement de la truite fario

Cette proposition est basée sur l'aménagement du franchissement piscicole des obstacles dans la zone chenalisée constitués par 12 seuils se développant sur un linéaire d'environ 375 m, soit un seuil tous les 31 m, pour un dénivelé cumulé de l'ordre de 14 m.

Le principe retenu est celui de la mise en place de rampes en enrochements jointifs¹⁰. Ces rampes ou coursiers seront adaptés aux capacités de franchissement de la truite fario. Dans le cas présent, la pente du coursier ne pourra être supérieure à 7 % en raison du nombre élevé de seuils sur un linéaire assez réduit avec des vitesses maximales comprises entre 1,5 et 1,8 m/s (max : 2,0 m/s). De plus, l'extrémité aval du coursier devra être bloquée par des très gros blocs afin d'assurer la stabilisation de l'ouvrage dans le temps.

La figure suivante présente le principe d'aménagement.

Entre 7 et 10 % on avoisine les capacités maximales de la truite fario ce qui entrainerait sur une si courte distance et compte tenu du nombre de coursiers à aménager un épuisement des poissons et donc des difficultés de franchissement supplémentaires. De plus, l'adaptation de certains des coursiers avec une pente maximale de 7 % conduirait à la mise en place de rampes en enrochements jointifs sur lesquelles les poissons n'auraient pratiquement aucune possibilité de repos. Or, les recommandations en vigueur, pour assurer une franchissabilité dans de bonnes conditions, conduisent à ne pas réaliser pour la truite fario, de coursier en enrochements jointifs d'une longueur maximale supérieure à 10 m ce qui pour un certain nombre de seuils en raison de la pente recommandée (7%) et de la pente du lit à rattrapée ne sera pas possible.

Néanmoins, certaines précautions lors de la mise en œuvre de rampes en enrochements jointifs sur des linéaires supérieurs à 10 m peuvent être prises pour faciliter la remontée des poissons mais elles conduisent à augmenter le coût de la maîtrise d'œuvre. En effet car chaque rampe devra être l'objet de contrôles réguliers lors de leur mise en place de façon à assurer la compatibilité entre le placement des blocs et l'objectif de la rampe.

¹⁰ Guide technique pour la conception des passes « naturelles ». Rapport GHAAPE RA.06.05-V1. Décembre 2006.

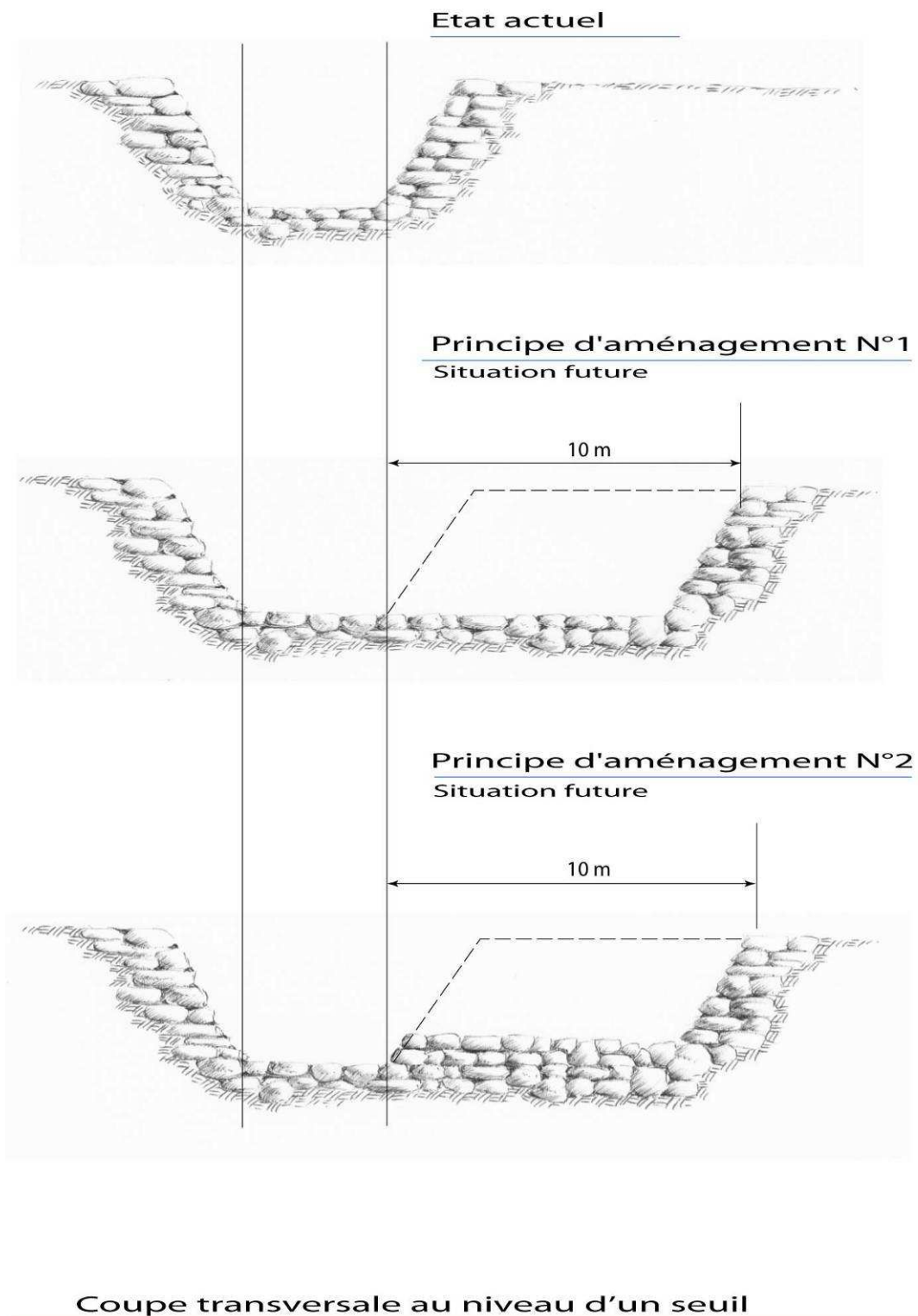


Figure 11 : Principes d'adaptation du profil en travers.

Compte-tenu du cumul des ouvrages à aménager sur un linéaire assez faible avec des pentes maximales de coursiers voisines de 7 % cette proposition présente, en dehors des aspects liés aux difficultés techniques et financières, des inconvénients biologiques certains comme il l'a été précisé précédemment mais également une artificialisation qui pourrait être qualifiée d'excessive puisque l'aménagement de tous les coursiers conduira à paver le fond du lit sur plus de 50 % du linéaire concerné ; cela représentera près de 200 ml cumulés pour un linéaire total aménagé de l'ordre de 380 m.

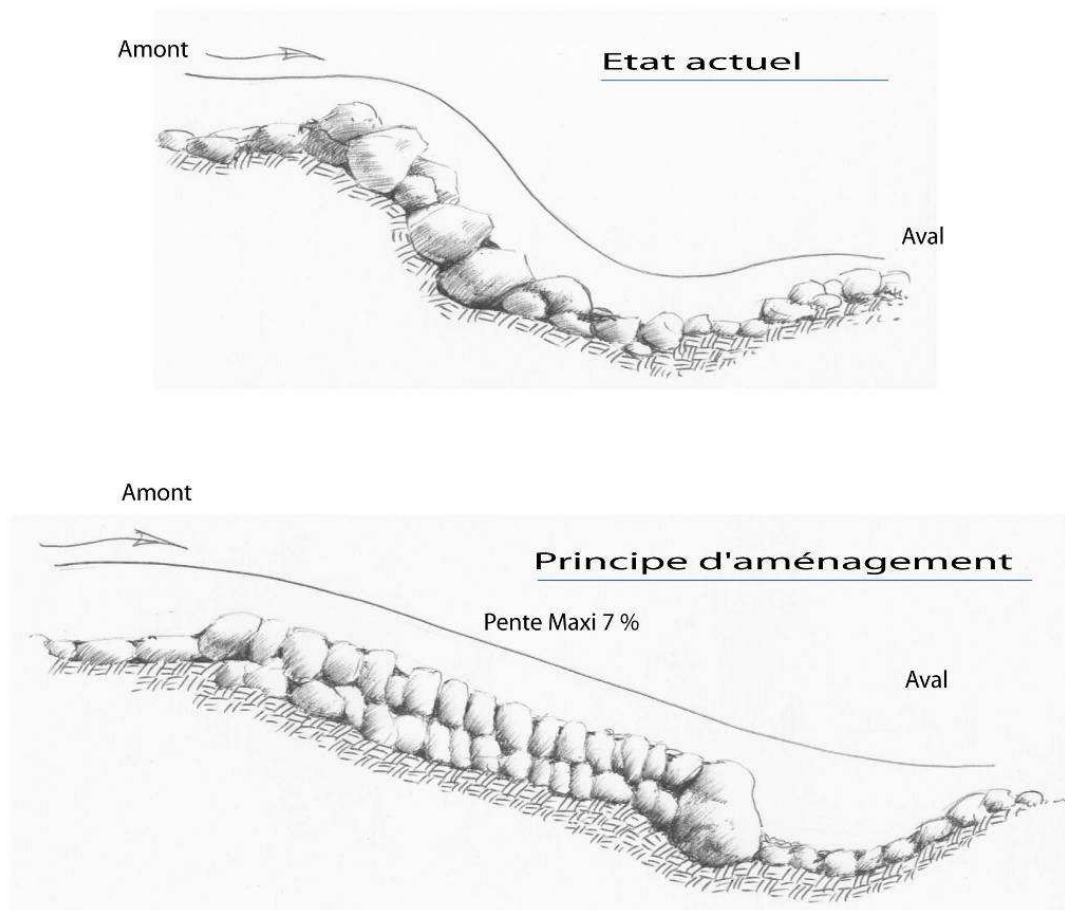


Figure 12 : Principe d'adaptation du coursier d'un seuil à la circulation piscicole.

Cette proposition ambitieuse traitant de tous les seuils peut être l'objet de deux variantes :

- ❖ une variante basée sur la sélection des seuils à aménager sur la base de leur classe de franchissabilité sur le même principe que précédemment. En effet et bien que les conditions de franchissabilité d'un ouvrage de classe 3 restent néanmoins problématiques dans certaines conditions hydrologiques, il est possible d'admettre que la priorité d'aménagement puisse porter uniquement sur les seuils de classe 4 et 5 ce qui réduit alors leur nombre à 7 (de l'aval vers l'amont) : S4, S6, S8, S9, S11, S13 et S15.

Comme ce sont les ouvrages présentant les dénivelés verticaux les plus importants, le gain biologique relatif à une moindre artificialisation du milieu sera peu important

puisque l'aménagement des coursiers sélectionnés conduira à paver le fond du lit sur environ 160 ml soit de l'ordre de 40 ml de moins que pour la version complète énoncée précédemment. Pour les mêmes raisons, le « gain » financier correspondant ne sera pas suffisamment important comme justification de cette variante,

- ❖ une variante basée sur l'ouverture d'un linéaire de 185 m à la circulation piscicole par l'aménagement des seuils 4 et 6 en complément de la proposition de restauration de la libre circulation piscicole sur le Reclus aval ce qui représenterait alors un gain de 27% d'habitat favorable supplémentaires.

Contrairement aux précédentes propositions dans cette catégorie il ne serait aménagé de rampe en enrochements jointifs que sur deux seuils ce qui permettrait de relativiser à la fois le coût et les contraintes liées à une artificialisation excessive du milieu suite au développement excessif des rampes.

7.2.2.3. Refonte complète

Cette proposition pour la restauration de la continuité sur la partie chenalisée prend en compte les difficultés liées à la proposition précédente complète et repose sur le découpage du dénivelé total de la zone chenalisée en petites chutes verticales successives franchissables par la truite fario.

Cette proposition revient donc à reprendre complètement le système de stabilisation du lit actuel pour le fractionner plus régulièrement par des seuils définissant une hauteur maximale de saut de 0,4 m.

Le dénivelé total sur les 375 ml concerné est d'environ 29 m. Si ce dernier est alors fractionné par des chutes unitaires de 0,4 m de hauteur franchissables par les adultes reproducteurs cela représente la mise en place de 73 seuils successifs. Chaque seuil serait alors associé à une fosse de dissipation permettant la stabulation des poissons adultes, entre autre, ménageant ainsi de nombreuses possibilités de repos régulièrement réparties.

Ainsi les conditions de la restauration de la continuité écologique seraient nettement plus favorables aux principaux intéressés en transit tout en permettant la mise en place d'un habitat piscicole tout à fait propice à la pérennisation d'une population de qualité sur ce secteur fortement aménagé ce que ne permettait pas la solution précédente, en tout cas pas sur un linéaire aussi important. La faible pente séparant deux seuils successifs ($375 \text{ ml} / 73 \text{ seuils} = 5 \text{ m}$ entre deux seuils) en association avec les blocs qui seront maintenus dans le lit mouillé de l'espace inter-seuils et la granulométrie diversifiée déjà présente sont des éléments fortement contributifs à la restauration de conditions favorables à l'installation d'une population piscicole de qualité.

La figure suivante présente le principe d'aménagement.

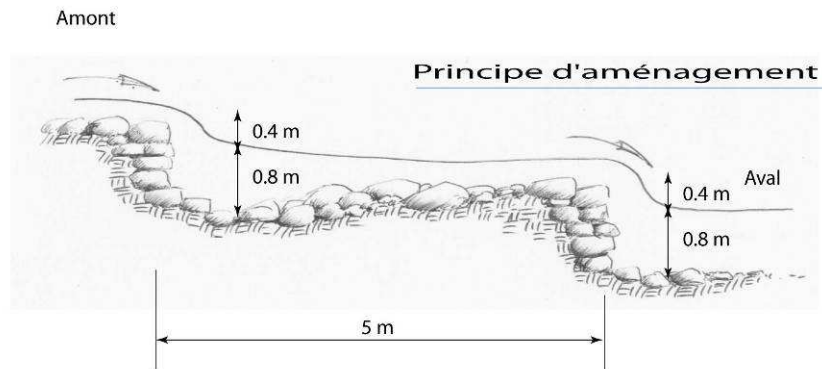


Figure 13 : Principe d'adaptation des seuils successifs.

7.3. Propositions d'amélioration de l'habitat piscicole

Ces propositions complètent ou corrigent celles faites par le RTM pour le réaménagement des lits entre le secteur chenalisé du Reclus et le confluent de l'Isère afin de prendre en compte les enjeux biologiques de ce secteur.

7.3.1. En amont de la route des Arcs

Sur ce secteur il est envisagé en gardant le niveau de fond de lit actuel de créer une zone de régulation par élargissement du lit majeur côté rive droite. Cette zone de régulation serait calée à 1,0 m au dessus du fond du lit actuel et pourrait être exploitée en prairie puisqu'en raison de son rôle les boisements en essences de bois dur seraient préjudiciables à son fonctionnement.

Actuellement sur ce secteur l'habitat piscicole bénéficie de la présence d'une pente plus soutenue qu'en aval du pont de la RD 119 et de la présence de blocs. Ces deux éléments permettent à des écoulements diversifiés de se mettre en place dans un lit mouillé latéralement fixé et relativement étroit.

Ce sont ces caractéristiques qu'il sera indispensable de maintenir. Pour cela lors des travaux de terrassement la berge résiduelle rive droite séparant le lit mouillé de la terrasse de régulation ne devra pas être touchée car la taille importante de la granulométrie actuelle comme la présence d'une ripisylve sont des facteurs de stabilité qu'il est important de préserver.

Durant les travaux tout devra être mis en œuvre afin de conserver la très bonne qualité de la population de truite fario et en particulier qu'aucuns des blocs présents dans le lit mouillé et/ou en bordure ne devra être retirés, que la largeur du lit devra être maintenue à l'identique de la situation actuelle afin de conserver des caractéristiques d'habitat favorables à la truite fario comme au chabot.

Si nécessaire selon la conformation de la berge résiduelle il sera mis en œuvre des plantations adaptées.

7.3.2. En aval de la route des Arcs

En aval du pont et comme en amont, il est possible d'élargir le lit majeur en rive droite jusqu'au niveau de la confluence avec l'Isère afin de prévoir une zone de stockage complémentaire à celle de l'amont et qui nécessitera des travaux de recalibrage du lit majeur.

Contrairement à la partie en amont du pont, sur cette section jusqu'à l'Isère, l'élargissement pourrait se faire au niveau du fond du lit actuel. Cette condition permettrait au Reclus de retrouver ici un type d'écoulement naturellement présent sur les parties basses des cônes de déjection lorsqu'ils ne sont pas aménagés.

Du fait de la faible pente du lit et de la largeur de l'espace mis à disposition, les écoulements habituels pourraient alors méandrer dans un lit majeur pour partie restauré ce qui permettrait une forte diversification du milieu.

Ce nouveau lit majeur, contrairement à la terrasse de régulation en amont du pont, devra rester pour l'essentiel minéral ce qui nécessitera un entretien régulier de la végétation de façon à éliminer prioritairement les essences à bois dur. L'évolution du lit mouillé par rapport à la situation actuelle sera bénéfique à tous les niveaux aux conditions que :

- ❖ toute extraction de matériaux y soit interdite en situation normale c'est-à-dire hors événement pour lesquels les propositions hydrauliques ont été dimensionnées ou alors dans un cadre réglementaire lié à une situation particulière,
- ❖ la rectification du lit majeur proposée soit mise en place jusqu'au confluent avec l'Isère ce qui aura pour conséquence la mise en place d'un ouvrage de franchissement adapté et disposant d'une grande ouverture.

La nouvelle berge du lit majeur devra faire l'objet d'un talutage facilitant sa revégétalisation avec des espèces adaptées. De plus, lors des travaux en raison de la qualité de la population de truite mise en évidence sur ce secteur en 2011, le lit mouillé ne pourra être dévié, ni modifié sauf de la zone d'extraction au confluent de l'Isère. Néanmoins, sur ce linéaire des précautions devront être prises au préalable en raison du confinement du Reclus qui ne permettra pas aux engins de se déplacer en dehors du lit mouillé.

7.4. Propositions liées à la présence du crapaud calamite

Cette espèce, protégée dans le cadre de la réglementation communautaire (Directive Habitats-Faune-Flore : Annexe IV), dans le cadre de la réglementation internationale (Convention de Berne : Annexe II), et dans le cadre de la réglementation nationale (arrêté du 19 novembre 2007, article II), a été contactée sur le site de la carrière, en rive droite du Reclus, dans des flaques d'eau qui constituent son habitat de reproduction.



Le Crapaud calamite est fortement lié aux sites d'extraction nouvellement créés. Il s'agit avant tout de gravières, mais également de sablières et de glaisières, de carrières, ... donc exclusivement de milieux secondaires, aménagés par l'homme. En tant qu'espèce pionnière, le

Crapaud calamite apparaît spontanément sur des prés inondés ou dans les flaques d'eau de pluie sur les chantiers, autant de sites extrêmement temporaires. Une fois qu'une mare qu'un plan d'eau, vieux de quelques années, se retrouve envahi par la végétation, il est délaissé par l'espèce.

La stratégie de reproduction du Crapaud calamite repose sur une exploitation rapide des petits plans d'eau, souvent temporaires, mais qui présentent l'avantage de se réchauffer rapidement et de ne contenir que peu ou pas de prédateurs. Les larves se développent très rapidement et supportent sans dommage des températures de plus de 30° C. Le développement complet des larves prend 3 à 6 semaines.

Dans le cas présent et comme la présence de l'espèce est confirmée à proximité (juillet 2011 sur la carrière) il est possible de proposer des aménagements dans l'enveloppe du lit majeur reconstitué du Reclus en aval du pont de la RD 119.

Il s'agira d'assurer la création de milieux de reproduction favorables au crapaud calamite avec dans un premier temps la création d'habitats de reproduction « artificiels » par creusement de flaques dans le plancher du lit majeur recalibré (abaissé par rapport à la situation actuelle donc proche de la nappe d'accompagnement) en bordure du talus rive droite. Cela permettra une colonisation spontanée par le crapaud calamite et une extension de ses sites de pontes aujourd'hui confinés à la carrière.

Dans un second temps la nouvelle dynamique de fonctionnement du Reclus sur cette zone devrait engendrer, suite aux crues, l'établissement de chenaux secondaires qui devraient être favorables à l'espèce. Ces « flaques » seraient bien sur à reconstituer chaque fois qu'un événement torrentiel important nécessiterait le curage des dépôts de matériaux dans le lit majeur.

De plus, comme d'autres espèces d'amphibiens fréquentent le lit et/ou se développent à proximité entre le pont de la RD 119 et le confluent de l'Isère des mesures de protection devront être prises lors des travaux comme par exemple : choix de la période de travaux, pose de filets d'isolement, déplacement d'individus, ...

8. COUT DES TRAVAUX PROPOSES

Au stade de étude préliminaire, les travaux sont estimés par grands postes de dépenses, en distinguant ceux qui relèvent de la protection des biens et des personnes (plage de dépôt, aménagement du pont RD 119, de ceux qui intéressent la restauration des milieux aquatiques, et hors procédures et acquisitions foncières.

8.1. Estimation du coût de l'ensemble des travaux envisagés (solution de base)

Cette estimation prend en compte une adaptation piscicole du chenal en enrochements sur les deux premiers seuils et le déplacement vers l'amont de l'emplacement du passage aval (buse près de la confluence).

N°	Prestation	Quantités	Prix unitaire HT	Dépenses
1	Travaux généraux et installation de chantier	1.00 u	10 000.00€	10 000.00€
2	Coupe des bois d'emprise, dessouchage, décapage et remise en place de la terre végétale	20000.00 m ²	0.50€	10 000.00€
3	Terrassement en déblai avec valorisation	32903.00 m ³	3.00€	98 709.00€
4	Terrassement en remblai	4417.00 m ³	1.50€	6 625.50€
5	Enrochements	2259.00 t	100.00€	225 900.00€
6	Reconstruction du pont de la confluence plus en amont	1.00 u	70 000.00€	70 000.00€
7	Suppression seuil 1	1.00 u	Pour mémoire	Pour mémoire
8	Suppression seuil naturel en amont de la RD 1090	1.00 u	1 000.00€	1 000.00€
9	Engazonnement	15000.00 m ²	0.60€	9 000.00€
10	Dossier de récolement	1.00 u	1 000.00€	1 000.00€
		Sous total H.T.		432 234.50€
		Imprévus 13.36%		57 765.50€
		Estimation prévisionnelle HT.		480 000.00€

Souvent les travaux participent à l'amélioration des conditions d'écoulement à la fois vis-à-vis de la sécurité des biens et personnes, de la route et améliorent aussi la vie aquatique. Au niveau de la répartition des dépenses, il est proposé de répartir les coûts par secteurs.

La commune prendrait en charge la partie haute, le Conseil Général de la Savoie, le secteur du pont et quarante mètres de part et d'autre, alors que les dépenses liées à la renaturation concerneraient la partie basse jusqu'à la confluence.

Ces travaux peuvent être répartis entre les « bénéficiaires » de la façon suivante :

8.1.1. Travaux liés à la protection des biens et personnes

N°	Prestation	Quantités	Prix unitaire HT	Dépenses
1	Travaux généraux et installation de chantier	0.33 u	10 000.00€	3 300.00€
2	Coupe des bois d'emprise, dessouchage, décapage et remise en place de la terre végétale	10000.00 m ²	0.50€	5 000.00€
3	Terrassement en déblai avec valorisation	15979.00 m ³	3.00€	47 937.00€
4	Terrassement en remblai	1679.00 m ³	1.50€	2 518.50€
5	Enrochements	834.00 t	100.00€	83 400.00€
6	Reconstruction du pont de la confluence plus en amont	0.00 u	70 000.00€	0.00€
7	Suppression seuil 1	0.00 u	Pour mémoire	Pour mémoire
8	Suppression seuil naturel en amont de la RD 1090	0.00 u	1 000.00€	0.00€
9	Engazonnement	7500.00 m ²	0.60€	4 500.00€
10	Dossier de récolement	0.33 u	1 000.00€	330.00€
		Sous total H.T.		146 985.50€
		Imprévus 8.85%		13 014.50€
		Estimation prévisionnelle HT.		160 000.00€

8.1.2. Travaux liés à la présence du pont de la RD

N°	Prestation	Quantités	Prix unitaire HT	Dépenses
1	Travaux généraux et installation de chantier	0.33 u	10 000.00€	3 300.00€
2	Coupe des bois d'emprise, dessouchage, décapage et remise en place de la terre végétale	0.00 m ²	0.50€	0.00€
3	Terrassement en déblai avec valorisation	3465.00 m ³	3.00€	10 395.00€
4	Terrassement en remblai	1134.00 m ³	1.50€	1 701.00€
5	Enrochements	1224.50 t	100.00€	122 450.00€
6	Reconstruction du pont de la confluence plus en amont	0.00 u	70 000.00€	0.00€
7	Suppression seuil 1	0.00 u	Pour mémoire	Pour mémoire
8	Suppression seuil naturel en amont de la RD 1090	0.00 u	1 000.00€	0.00€
9	Engazonnement	0.00 m ²	0.60€	0.00€
10	Dossier de récolement	0.33 u	1 000.00€	330.00€
		Sous total H.T.		138 176.00€
		Imprévus 8.56%		11 824.00€
		Estimation prévisionnelle HT.		150 000.00€

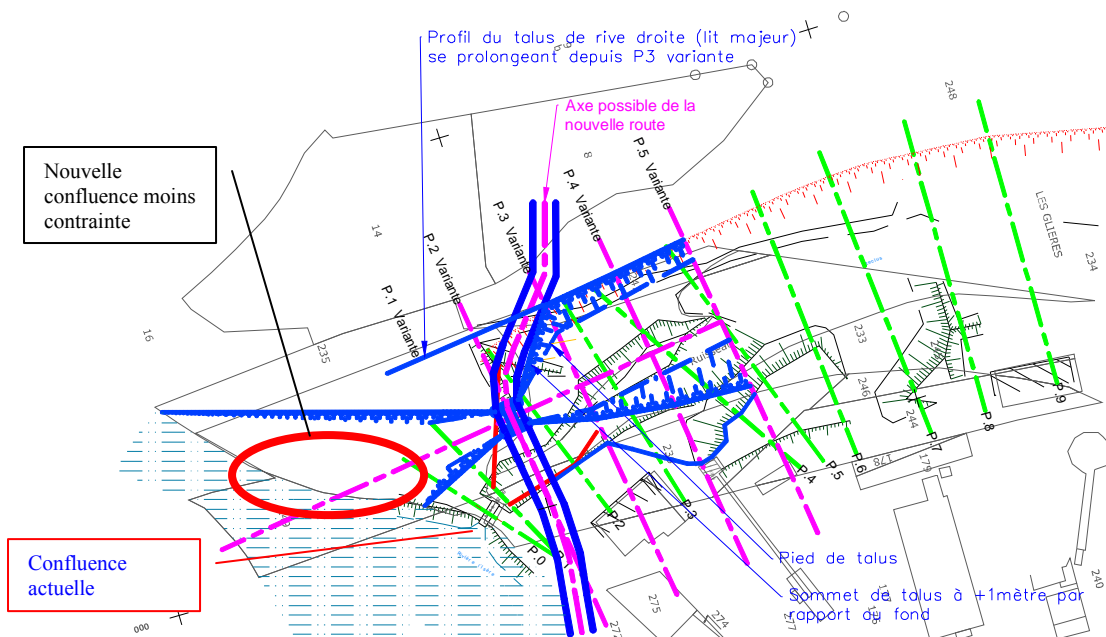
8.1.3. Travaux liés à la renaturation

N°	Prestation	Quantités	Prix unitaire HT	Dépenses
1	Travaux généraux et installation de chantier	0.34 u	10 000.00€	3 400.00€
2	Coupe des bois d'emprise, dessouchage, décapage et remise en place de la terre végétale	10000.00 m ²	0.50€	5 000.00€
3	Terrassement en déblai avec valorisation	13459.00 m ³	3.00€	40 377.00€
4	Terrassement en remblai	1604.00 m ³	1.50€	2 406.00€
5	Enrochements	200.00 t	100.00€	20 000.00€
6	Reconstruction du pont de la confluence plus en amont	1.00 u	70 000.00€	70 000.00€
7	Suppression seuil 1	1.00 u	Pour mémoire	Pour mémoire
8	Suppression seuil naturel en amont de la RD 1090	1.00 u	1 000.00€	1 000.00€
9	Engazonnement	7500.00 m ²	0.60€	4 500.00€
10	Dossier de récolement	0.34 u	1 000.00€	340.00€
		Sous total H.T.		147 023.00€
		Imprévus 8.83%		12 977.00€
		Estimation prévisionnelle HT.		160 000.00€

8.2. Estimation des variantes étudiées

8.2.1. Modification de l'emplacement du pont à la confluence

Il nous semble possible de « remonter » le pont projeté d'une trentaine de mètres par rapport à la confluence actuelle. Ce nouveau positionnement permettrait de modifier la confluence qui serait moins perpendiculaire à l'Isère, mais aussi de laisser un lit moins contraint.



Il a été pris le parti de garder un pont de relativement faible largeur entre les deux piles (6 m). Une plus grande portée, techniquement possible et écologiquement plus intéressante représenterait une dépense bien plus importante.

Le coût de cette modification de tracé nous semble négligeable à l'échelle d'un tel projet et ne doit représenter que quelques milliers d'Euros. Elle est cependant intégrée dans le chiffrage des travaux.

8.2.2. Variante en aménageant les coursiers existants

L'allongement des coursiers du chenal, solution envisagée mais écologiquement mal adaptée demanderait la mise en place d'environ 1320 m³ de blocs pour un montant d'environ 132 000 €. Avec cette variante, le montant des travaux de renaturation s'élèverait donc à environ **292 000 € ht.**

8.2.3. Variante avec refonte complète des seuils

Cette solution demanderait de totalement détruire le chenal existant et de reconstruire une série de seuils de 40 cm de hauteur. Il y aurait donc théoriquement 77 seuils espacés approximativement de 5 mètres. Ces seuils doivent être en enrochements liés au béton pour garantir leur stabilité lors de fortes crues.

L'épaisseur de chaque ouvrage serait de 1.50 m à la base pour 1.00 m en crête. La fondation ne serait que de 80 cm. Cette solution nécessite donc la mise en place de 1160 m³ de blocs liés au béton estimés à 150€/m³.

Poste	Dépense
Travaux généraux	20 000.00€
Enrochements	174 000.00€
Terrassement	40 120.00€
Dérivation des eaux	50 000.00€
	284 120.00€

Arrondi à **300 000.00€**

Le coût de cette solution serait important et de l'ordre de 300 000 € HT. Avec cette variante, le montant des travaux de renaturation s'élèverait donc à environ **460 000 € HT.**

8.2.4. Variante avec restauration d'un espace de mobilité

Cet aménagement pourrait être réalisé sur une centaine de mètres de longueur. Le lit serait doublé en largeur pour atteindre environ 14 ml.

Afin d'éviter des affouillements lors des grosses eaux et pour ne pas construire de nouveaux seuils il faudrait réaliser un enrochement intégral du lit.

Ces travaux nécessiteraient le terrassement de 5300 m³ de terre et la mise en place de 4200 m³ de blocs.

Le coût total de cette variante s'élèverait donc à environ 440 000€ auquel il faudrait rajouter les 160 000 € prévu dans la version de base. La dépense totale liée à la renaturation serait donc de **600 000 €ht.**

Cette estimation ne prend pas en compte l'acquisition foncière d'une bande de terrain de 10 mètres, indispensable sur le bord d'un tel torrent pour d'éventuelles interventions d'urgence.

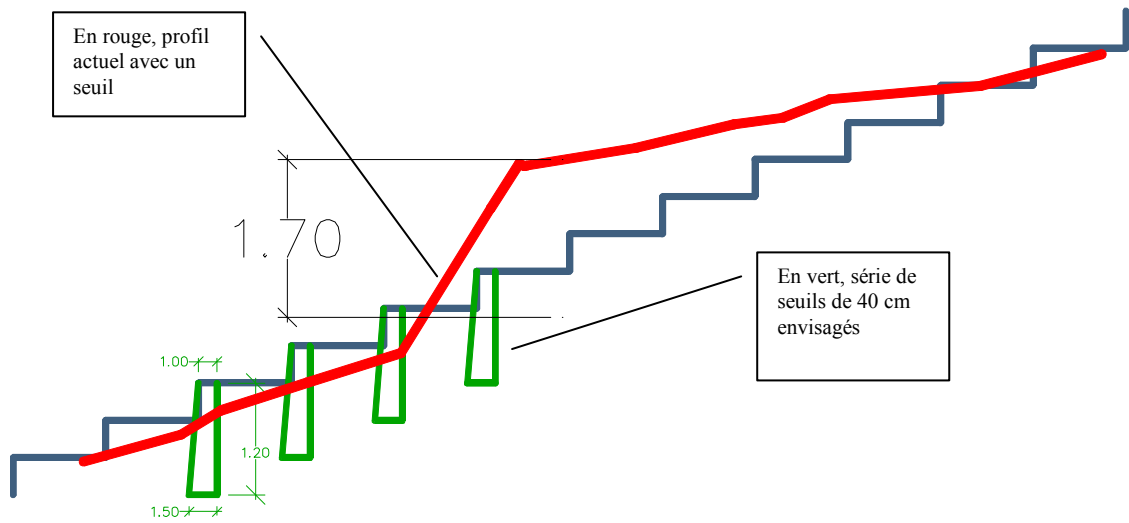


Figure 14 Principe de refonte totale du chenal

9. SYNTHESE ET CONCLUSION

Cette nouvelle étude sur le torrent du Reclus a tenté de répondre à deux objectifs, combiner une amélioration de la sécurité des biens et personnes pour des crues de fréquences rares avec une amélioration de la continuité écologique du cours d'eau.

Pour un bassin versant de 27 km², les débits de fréquence décennale et centennale sont estimés à 20 et 50 m³/s

Le transport solide associé est très difficile à quantifier. Sans aggravation significative de la situation géologique dans le bassin versant et sous réserve du maintien en état de la correction torrentielle actuelle, il devrait être modéré et sous forme de charriage sur le cône de déjection.

Le risque actuel de submersion sur les « chalets Bataille » et de la zone artisanale nous semble cependant actuellement fort. Il est induit par une rupture de pente et une possible obstruction du pont de la RD119.

Il est donc envisagé un remodelage d'ampleur du lit de part et d'autre du pont de cette route. Il devrait permettre le passage sans encombre d'une forte crue accompagnée d'un transport solide de près de 50 000 m³ de matériaux.

Enfin, les actions envisagées permettent de protéger les enjeux exposés et de rendre constructibles de nouvelles zones historiquement touchées par des divagations du torrent.

La continuité écologique comme les habitats des diverses espèces aquatiques seront facilement améliorés par la suppression d'un seuil vers la confluence, d'un seuil naturel en amont de la RD 1090, le remplacement d'une buse qui bloque toute remontée de poisson à la confluence avec l'Isère ainsi que diverses actions plus ponctuelles.

Des solutions ont été envisagées pour permettre une remontée des poissons au niveau du chenal en enrochements. Elles nous semblent techniquement très difficiles, très coûteuses et elles conduisent à artificialiser encore plus ce secteur qui constitue actuellement un très bon habitat pour la faune piscicole comme l'ont montrées les pêches électriques.

Les chargés d'études

D. Jullien, service RTM Cadre technique (conception et rédaction générale).

C. Péteuil, service RTM ingénieur hydraulicien (relecture partielle).

P. Macabies, service RTM IDTEF (relecture et le volet urbanisme).

P. Vaudaux, bureau SAGE Environnement, hydrobiologiste

Transmis par

Le chef du service RTM Savoie

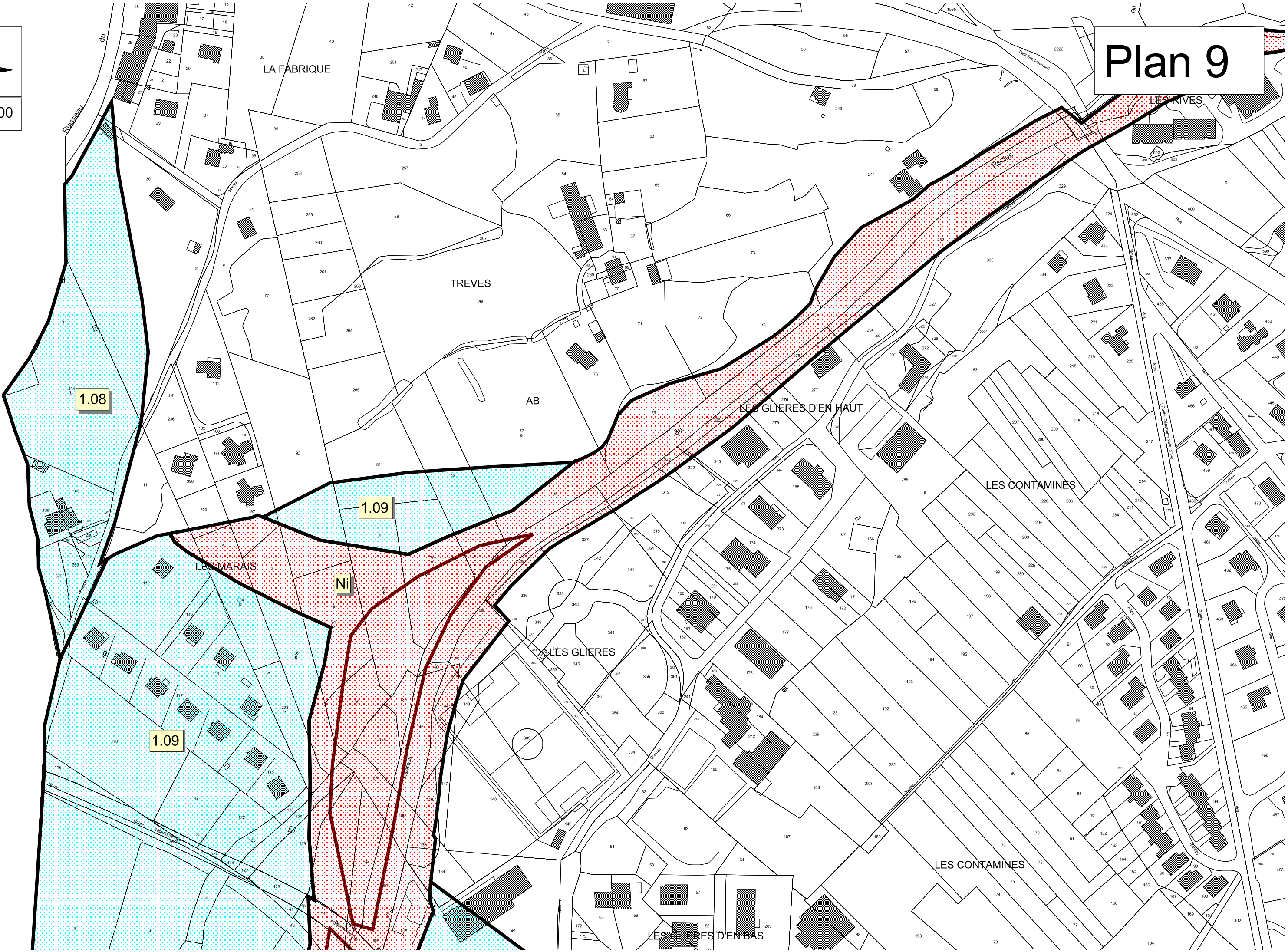
L. VOISIN

10. ANNEXES

- ❖ Plan masse au 1/1000 des aménagements en aval de la série de seuils
- ❖ Profil en long au 1/200 des aménagements en aval de la série de seuils
- ❖ Profils en travers types au 1/200 des aménagements en aval de la série de seuils (n°2 variante, 3,13,20b,26, 28)
- ❖ PPR : Plans de zonage alternatifs : feuilles 9 et 10



Plan 9



1.08

1.09

1.09

Ni

LA FABRIQUE

TREVES

AB

LES GLIERES D'EN HAUT

LES CONTAMINES

LES MARAIS

LES GLIERES

LES CONTAMINES

LES GLIERES D'EN BAS

LES RIVES

COMMUNE DE SEEZ

Torrent du Reclus

Gestion vis-à-vis du risque d'inondation et
la restauration des fonctionnalités milieux aquatiques
Etude préliminaire
analyse de différentes solutions possibles

PLAN DE MASSE

Echelle : 1/1000



MAITRE D'OEUVRE

Office National des Forêts
Service R.T.M. Savoie
42 Quai Charles Roissard
73026 CHAMBERY Cedex

Plan topographique établi par:
Cabinet COLLET
73 470 NANCES

Date du levé : janvier 2007

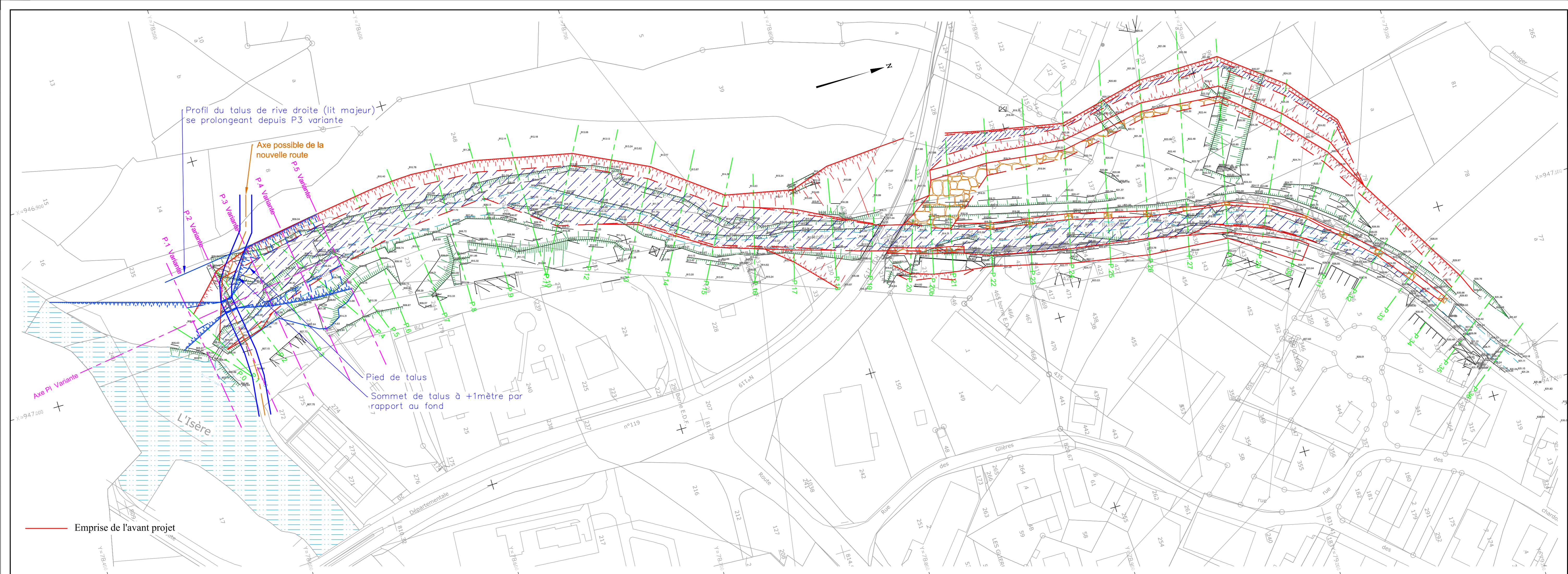
Date du projet : 14 avril 2011

Modification

Indice	Date	Nature
A	31/05/2011	Remplacement buse aval par pont
B	22/09/2011	Fossé
C		
D		
E		
F		
G		

Dessinateur - Projeteur
O. BAGREAUX - D. JULLIEN

Fichier DAO : D0-44 Seez Etude
Ref dossier :



COMMUNE DE SEEZ

Torrent du Reclus

Gestion vis-à-vis du risque d'inondation et la restauration des fonctionnalités milieux aquatiques

Etude préliminaire analyse de différentes solutions possibles

PROFIL EN LONG

Echelles : X:1/1000 Y:1/200



MAITRE D'OEUVRE
Office National des Forêts
Service R.T.M. Savoie
42 Quai Charles Roissard
73026 CHAMBERY Cedex

Plan topographique établi par:
Cabinet COLLET
73 470 NANCES

Date du levé : janvier 2007
Date du projet : 14 avril 2011

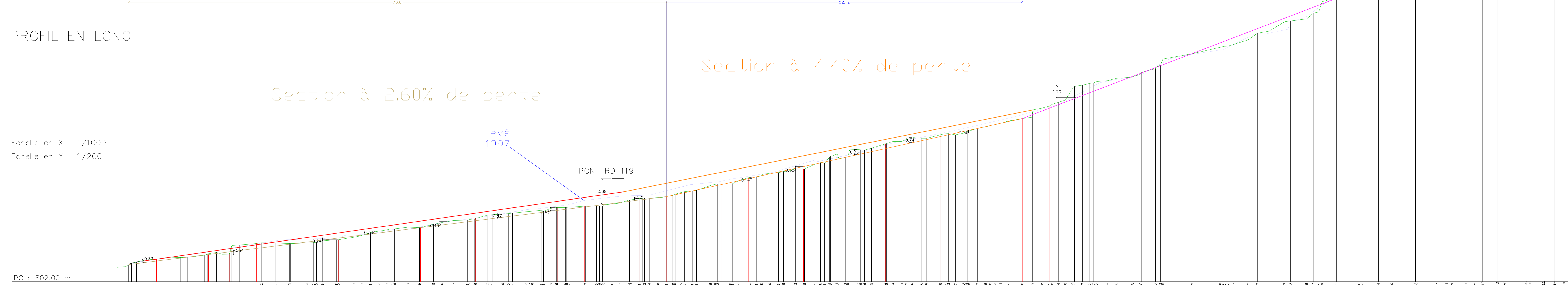
Dessinateur - Projeteur
O. BAGREUX - D. JULIEN

Indice	Date	Nature
A	31/05/2011	Remplacement buse aval par pont
B		
C	22/09/2011	Fossé
D		
E		
F		
G		

Fichier DAO : D0-44 Seez Etude Indice A
Ref dossier :

PROFIL EN LONG

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/200






DIST. CUMULEES T.N.	504.10	0.00	504.20	6.80	504.30	13.60	504.40	20.40	504.50	27.20	504.60	34.00	504.70	40.80	504.80	47.60	504.90	54.40	505.00	61.20	505.10	68.00	505.20	74.80	505.30	81.60	505.40	88.40	505.50	95.20	505.60	102.00	505.70	108.80	505.80	115.60	505.90	122.40	506.00	129.20	506.10	136.00	506.20	142.80	506.30	149.60	506.40	156.40	506.50	163.20	506.60	170.00	506.70	176.80	506.80	183.60	506.90	190.40	507.00	197.20	507.10	204.00	507.20	210.80	507.30	217.60	507.40	224.40	507.50	231.20	507.60	238.00	507.70	244.80	507.80	251.60	507.90	258.40	508.00	265.20	508.10	272.00	508.20	278.80	508.30	285.60	508.40	292.40	508.50	299.20	508.60	306.00	508.70	312.80	508.80	319.60	508.90	326.40	509.00	333.20	509.10	340.00	509.20	346.80	509.30	353.60	509.40	360.40	509.50	367.20	509.60	374.00	509.70	380.80	509.80	387.60	509.90	394.40	510.00	401.20	510.10	408.00	510.20	414.80	510.30	421.60	510.40	428.40	510.50	435.20	510.60	442.00	510.70	448.80	510.80	455.60	510.90	462.40	511.00	469.20	511.10	476.00	511.20	482.80	511.30	489.60	511.40	496.40	511.50	503.20	511.60	510.00	511.70	516.80	511.80	522.60	511.90	528.40	512.00	534.20	512.10	540.00	512.20	545.80	512.30	551.60	512.40	557.40	512.50	563.20	512.60	569.00	512.70	574.80	512.80	580.60	512.90	586.40	513.00	592.20	513.10	598.00	513.20	603.80	513.30	609.60	513.40	615.40	513.50	621.20	513.60	627.00	513.70	632.80	513.80	638.60	513.90	644.40	514.00	650.20	514.10	656.00	514.20	661.80	514.30	667.60	514.40	673.40	514.50	679.20	514.60	685.00	514.70	690.80	514.80	696.60	514.90	702.40	515.00	708.20	515.10	714.00	515.20	719.80	515.30	725.60	515.40	731.40	515.50	737.20	515.60	743.00	515.70	748.80	515.80	754.60	515.90	760.40	516.00	766.20	516.10	772.00	516.20	777.80	516.30	783.60	516.40	789.40	516.50	795.20	516.60	801.00	516.70	806.80	516.80	812.60	516.90	818.40	517.00	824.20	517.10	830.00	517.20	835.80	517.30	841.60	517.40	847.40	517.50	853.20	517.60	859.00	517.70	864.80	517.80	870.60	517.90	876.40	518.00	882.20	518.10	888.00	518.20	893.80	518.30	899.60	518.40	905.40	518.50	911.20	518.60	917.00	518.70	922.80	518.80	928.60	518.90	934.40	519.00	940.20	519.10	946.00	519.20	951.80	519.30	957.60	519.40	963.40	519.50	969.20	519.60	975.00	519.70	980.80	519.80	986.60	519.90	992.40	520.00	998.20	520.10	1004.00	520.20	1009.80	520.30	1015.60	520.40	1021.40	520.50	1027.20	520.60	1033.00	520.70	1038.80	520.80	1044.60	520.90	1050.40	521.00	1056.20	521.10	1062.00	521.20	1067.80	521.30	1073.60	521.40	1079.40	521.50	1085.20	521.60	1091.00	521.70	1096.80	521.80	1102.60	521.90	1108.40	522.00	1114.20	522.10	1120.00	522.20	1125.80	522.30	1131.60	522.40	1137.40	522.50	1143.20	522.60	1149.00	522.70	1154.80	522.80	1160.60	522.90	1166.40	523.00	1172.20	523.10	1178.00	523.20	1183.80	523.30	1189.60	523.40	1195.40	523.50	1201.20	523.60	1207.00	523.70	1212.80	523.80	1218.60	523.90	1224.40	524.00	1230.20	524.10	1236.00	524.20	1241.80	524.30	1247.60	524.40	1253.40	524.50	1259.20	524.60	1265.00	524.70	1270.80	524.80	1276.60	524.90	1282.40	525.00	1288.20	525.10	1294.00	525.20	1300.00	525.30	1306.00	525.40	1312.00	525.50	1318.00	525.60	1324.00	525.70	1330.00	525.80	1336.00	525.90	1342.00	526.00	1348.00	526.10	1354.00	526.20	1360.00	526.30	1366.00	526.40	1372.00	526.50	1378.00	526.60	1384.00	526.70	1390.00	526.80	1396.00	526.90	1402.00	527.00	1408.00	527.10	1414.00	527.20	1420.00	527.30	1426.00	527.40	1432.00	527.50	1438.00	527.60	1444.00	527.70	1450.00	527.80	1456.00	527.90	1462.00	528.00	1468.00	528.10	1474.00	528.20	1480.00	528.30	1486.00	528.40	1492.00	528.50	1498.00	528.60	1504.00	528.70	1510.00	528.80	1516.00	528.90	1522.00	529.00	1528.00	529.10	1534.00	529.20	1540.00	529.30	1546.00	529.40	1552.00	529.50	1558.00	529.60	1564.00	529.70	1570.00	529.80	1576.00	529.90	1582.00	530.00	1588.00	530.10	1594.00	530.20	1600.00	530.30	1606.00	530.40	1612.00	530.50	1618.00	530.60	1624.00	530.70	1630.00	530.80	1636.00	530.90	1642.00	531.00	1648.00	531.10	1654.00	531.20	1660.00	531.30	1666.00	531.40	1672.00	531.50	1678.00	531.60	1684.00	531.70	1690.00	531.80	1696.00	531.90	1702.00	532.00	1708.00	532.10	1714.00	532.20	1720.00	532.30	1726.00	532.40	1732.00	532.50	1738.00	532.60	1744.00	532.70	1750.00	532.80	1756.00	532.90	1762.00	533.00	1768.00	533.10	1774.00	533.20	1780.00	533.30	1786.00	533.40	1792.00	533.50	1798.00	533.60	1804.00	533.70	1810.00	533.80	1816.00	533.90	1822.00	534.00	1828.00	534.10	1834.00	534.20	1840.00	534.30	1846.00	534.40	1852.00	534.50	1858.00	534.60	1864.00	534.70	1870.00	534.80	1876.00	534.90	1882.00	535.00	1888.00	535.10	1894.00	535.20	1900.00	535.30	1906.00	535.40	1912.00	535.50	1918.00	535.60	1924.00	535.70	1930.00	535.80	1936.00	535.90	1942.00	536.00	1948.00	536.10	1954.00	536.20	1960.00	536.30	1966.00	536.40	1972.00	536.50	1978.00	536.60	1984.00	536.70	1990.00	536.80	1996.00	536.90	2002.00	537.00	2008.00	537.10	2014.00	537.20	2020.00	537.30	2026.00	537.40	2032.00	537.50	2038.00	537.60	2044.00	537.70	2050.00	537.80	2056.00	537.90	2062.00	538.00	2068.00	538.10	2074.00	538.20	2080.00	538.30	2086.00	538.40	2092.00	538.50	2098.00	538.60	2104.00	538.70	2110.00	538.80	2116.00	538.90	2122.00	539.00	2128.00	539.10	2134.00	539.20	2140.00	539.30	2146.00	539.40	2152.00	539.50	2158.00	539.60	2164.00	539.70	2170.00	539.80	2176.00	539.90	2182.00	540.00	2188.00	540.10	2194.00	540.20	2200.00	540.30	2206.00	540.40	2212.00	540.50	2218.00	540.60	2224.00	540.70	2230.00	540.80	2236.00	540.90	2242.00	541.00	2248.00	541.10	2254.00	541.20	2260.00	541.30	2266.00	541.40	2272.00	541.50	2278.00	541.60	2284.00	541.70	2290.00	541.80	2296.00	541.90	2302.00	542.00	2308.00	542.10	2314.00	542.20	2320.00	542.30	2326.00	542.40	2332.00	542.50	2338.00	542.60	2344.00	542.70	2350.00	542.80	2356.00	542.90	2362.00	543.00	2368.00	543.10	2374.00	543.20	2380.00	543.30	2386.00	543.40	2392.00	543.50	2398.00	543.60	2404.00	543.70	2410.00	543.80	2416.00	543.90	2422.00	544.00	2428.00	544.10	2434.00	544.20	2440.00	544.30	2446.00	544.40	2452.00	544.50	2458.00	544.60	2464.00	544.70	2470.00	544.80	2476.00	544.90	2482.00	545.00	2488.00	545.10	2494.00	545.20	2500.00	545.30	2506.00	545.40	2512.00	545.50	2518.00	545.60	2524.00	545.70	2530.00	545.80	2536.00	545.90	2542.00	546.00	2548.00	546.10	2554.00	546.20	2560.00	546.30	2566.00	546.40	2572.00	546.50	2578.00	546.60	2584.00	546.70	2590.00	546.80	2596.00	546.90	2602.00	547.00	2608.00	547.10	2614.00	547.20	2620.00	547.30	2626.00	547.40	2632.00	547.50	2638.00	547.60	2644.00	547.70	2650.00	547.80	2656.00	547.90	2662.00	548.00	2668.00	548.10	2674.00	548.20	2680.00	548.30	2686.00	548.40	2692.00	548.50	2698.00	548.60	2704.00	548.70	2710.00	548.80	2716.00	548.90	2722.00	549.00	2728.00	549.10	2734.00	549.20	2740.00	549.30	2746.00	549.40	2752.00	549.50	2758.00	549.60	2764.00	549.70	2770.00	549.80	2776.00	549.90	2782.00	550.00	2788.00	550.10	2794.00	550.20	2800.00	550.30	2806.00	550.40	2812.00	550.50	2818.00	550.60	2824.00	550.70	2830.00	550.80	2836.00	550.90	2842.00	551.00	2848.00	551.10	2854.00	551.20	2860.00	551.30	2866.00	551.40	2872.00	551.50	2878.00	551.60	2884.00	551.70	2890.00	551.80	2896.00	551.90	2902.00	552.00	2908.00	552.10	2914.00	552.20	2920.00	552.30	2926.00	552.40	2932.00	552.50	2938.00	552.60	2944.00	552.70	2950.00	552.80	2956.00	552.90	2962.00	553.00	2968.00	553.10	2974.00	553.20	2980.00
---------------------	--------	------	--------	------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------	--------	---------

Profil n°: 24

Echelle des longueurs : 1/200

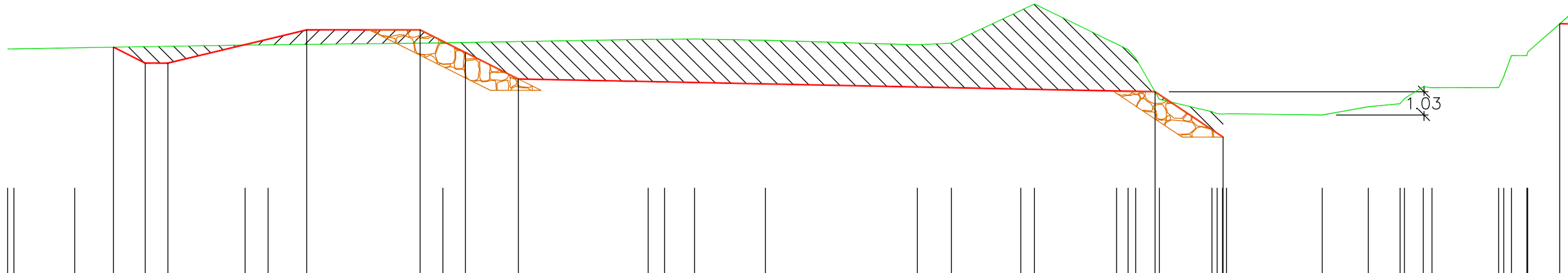
Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 463.29 m

-  Remblai (m²) : 4.4 m²
-  Déblai (m²) : 80.4 m²
-  Enroch. sec : 9.6 m²

Rive droite

Rive gauche



PC : 810.00 m




Altitudes TN	820.13	820.18	820.31	820.31	820.40	820.56	820.56	820.57	820.51	820.31	820.39	821.83	822.11	820.35	819.79	817.91	817.36	817.28	817.22	817.58	817.92	818.46	818.42	818.47	819.84	819.84	821.67	
Distances à l'axe TN	-55.99	-53.03	-45.52	-44.51	-36.80	-27.75	-27.03	-25.71	-22.58	-15.89	-14.39	-11.33	-10.73	-7.11	-6.69	-5.22	-2.89	-2.26	1.96	3.99	5.58	6.41	6.79	8.57	10.29	10.98	12.91	
Distances partielles TN	0.28	2.68	7.51	1.01	7.71	9.05	0.72	1.32	3.13	6.69	1.50	3.06	0.60	3.62	0.51	0.33	1.05	2.32	0.23	4.22	2.03	1.40	0.83	0.38	2.94	0.22	0.68	1.93
Altitudes Projet		820.21	819.51	819.51	820.97	820.97	819.97	818.81								818.25	816.25											821.24
Distances à l'axe Projet		-51.32	-49.92	-48.92	-42.81	-37.81	-35.81	-33.47								-5.41	-2.41											12.43
Distances partielles Projet		1.40	1.00	6.11	5.00	2.00	2.33									28.06	3.00											

Profil n°: 30

Echelle des longueurs : 1/200

Echelle des altitudes : 1/200

Abscisse : 583.75 m

-  Remblai (m²) : 10.2 m²
-  Déblai (m²) : 73.6 m²
-  Enroch. sec : 3.6 m²

Rive droite

Rive gauche

