

# AMENAGEMENT DE LA DRANSE TRAVERSEE D'ORSIERES

## RAPPORT TECHNIQUE & DEVIS

Auteur du projet :


**Moret & Associés S.A.**  
 Bureau d'ingénieurs

Av. du Gd-St-Bernard 35    Tél. 027 722 65 51 - 027 722 29 23  
 Case postale 712    Fax 027 722 09 23  
 1920 Martigny 1    info@moret-associés.ch




**BG** Ingénieurs Conseils SA  
 Rue des Tonnelliers 11  
 CH-1950 Sion  
 Tél. +41 58 424 27 02  
 Fax +41 58 424 27 01  
 www.bg-21.com


**BTEE** SA  

**Silvaplus** SA

L'administration communale de \_\_\_\_\_ Orsières \_\_\_\_\_ certifie  
 que le présent projet, mis a l'enquête publique par insertion au Bulletin  
 officiel du 26 juin 2020, et affichage, a été déposé  
 au greffe communal du 26 juin 2020 au 27 juillet 2020  
 pour y être consulté.

Orsières le 26 juin 2020

Timbre de réception

| Date     | Projeté | Dessiné | Contrôlé | Visa |
|----------|---------|---------|----------|------|
| 19.12.19 | MRT     | LEZ     | MRT      | MRT  |
|          |         |         |          |      |
|          |         |         |          |      |

Projet du : Décembre 2109

TOUS LES PLANS DU DOSSIER SERONT  
EGALEMENT TIMBRES ET SIGNES  
PAR L'ADMINISTRATION COMMUNALE

L'ADMINISTRATION COMMUNALE

Le président

Sceau

Le secrétaire



Homologué par le Conseil d'Etat  
21 JUIN 2021  
en séance du .....

Droit de sceau: Fr. .... 11797.-

L'atteste:

Le chancelier d'Etat:



**Direction : Michel Roduit, Eur ing.**

Av. du Grand-St-Bernard 35

Case postale 712

**1920 Martigny 1**

Tel. 027 / 722 65 51

Fax 027 / 722 09 23

info@moret-associes.ch

**CHE-106.116.340 TVA**



## Commune d'Orsières

DRANSE D'ENTREMONT

# MESURES DE PROTECTION ET DE STABILISATION DES BERGES DANS LA TRAVERSEE D'ORSIERES

## *Rapport technique*

| Version       | -                                                                      | a                                                                      | b |
|---------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---|
| Document      | 8905.12 – RN003                                                        | 8905.12 – RN003A                                                       |   |
| Date          | 19.12.2019                                                             | 23.06.2020                                                             |   |
| Elaboration   | Léonard Evéquoz                                                        | Léonard Evéquoz                                                        |   |
| Visa          | Michel Roduit                                                          | Michel Roduit                                                          |   |
| Collaboration | Michel Roduit<br>Tobias Meile<br>Christine Cavallera<br>Pascal Lambiel | Michel Roduit<br>Tobias Meile<br>Christine Cavallera<br>Pascal Lambiel |   |
| Distribution  | Commune d'Orsières<br>SFCEP                                            | Commune d'Orsières<br>SFCEP                                            |   |

## **TABLE DES MATIÈRES**

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Introduction</b>                                                          | <b>1</b>  |
| 1.1 Objet du mandat                                                             | 1         |
| 1.2 Groupement                                                                  | 1         |
| 1.3 Documents de bases                                                          | 1         |
| <b>2. Etat actuel et contexte général</b>                                       | <b>3</b>  |
| 2.1 Périmètre d'étude                                                           | 3         |
| 2.2 Historique des dérangements et remise en état du lit et des berges          | 3         |
| 2.3 Etat actuel des berges                                                      | 7         |
| 2.4 Espace réservé aux eaux                                                     | 11        |
| <b>3. Phénomènes de danger</b>                                                  | <b>12</b> |
| 3.1 Débordements                                                                | 12        |
| 3.1.1 Hydrologie                                                                | 12        |
| 3.1.2 Risque de débordement                                                     | 13        |
| 3.2 Erosion de berge                                                            | 16        |
| 3.2.1 Incision                                                                  | 16        |
| 3.2.2 Arrachement                                                               | 16        |
| 3.2.3 Attaque ponctuelle                                                        | 17        |
| 3.2.4 Instabilités locales                                                      | 17        |
| <b>4. Dangers avant-mesure, potentiel de dommage et objectifs de protection</b> | <b>18</b> |
| 4.1 Méthodologie                                                                | 18        |
| 4.1.1 Stabilité du lit                                                          | 18        |
| 4.1.2 Stabilité des berges                                                      | 18        |
| 4.1.3 Cartographie du danger d'érosion de berge                                 | 19        |
| 4.2 Potentiel de dommages                                                       | 20        |
| 4.3 Objectifs de protection                                                     | 21        |
| <b>5. Planification des mesures</b>                                             | <b>22</b> |
| 5.1 Concept de protection                                                       | 22        |
| 5.2 Gabarit hydraulique                                                         | 22        |
| 5.3 Dimensionnement des enrochements                                            | 23        |
| 5.4 Horizon de plantations                                                      | 26        |
| 5.5 Résumé du dimensionnement                                                   | 27        |
| 5.6 Présentation des mesures sécuritaires par secteurs                          | 28        |
| 5.6.1 Secteur pont des Ides – passerelle Podemainge                             | 28        |
| 5.6.2 Secteur passerelle Podemainge – pont du Bourgeal                          | 34        |
| 5.6.3 Secteur pont du Bourgeal – pont route N21                                 | 40        |
| 5.7 Conséquences des mesures                                                    | 45        |
| 5.7.1 Expropriations                                                            | 45        |

|             |                                                                                  |           |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.7.2       | Danger après mesure et risques résiduels                                         | 45        |
| <b>6.</b>   | <b>Etat des cours d'eau et mesures environnementales</b>                         | <b>46</b> |
| <b>6.1</b>  | <b>Etat du cours d'eau</b>                                                       | <b>46</b> |
| 6.1.1       | Contexte général                                                                 | 46        |
| 6.1.2       | Evaluation écomorphologique et milieux riverains                                 | 46        |
| 6.1.3       | Végétation actuelle des berges                                                   | 47        |
| <b>6.2</b>  | <b>Potentiel de revitalisation</b>                                               | <b>48</b> |
| 6.2.1       | Généralités                                                                      | 48        |
| 6.2.2       | Mesures de revitalisations du cours d'eau                                        | 49        |
| 6.2.3       | Mesures de rétablissement du régime du charriage                                 | 50        |
| 6.2.4       | Mesures de rétablissement de la libre migration piscicole                        | 51        |
| <b>6.3</b>  | <b>Objectifs</b>                                                                 | <b>51</b> |
| <b>6.4</b>  | <b>Mesures générales d'aménagement du lit du cours d'eau</b>                     | <b>52</b> |
| <b>6.5</b>  | <b>Mesures générales d'aménagement des berges</b>                                | <b>52</b> |
| <b>6.6</b>  | <b>Mesures spécifiques d'entretien et/ou d'aménagement des berges</b>            | <b>53</b> |
| 6.6.1       | Secteur amont                                                                    | 53        |
| 6.6.1.1     | Tronçon 1 du km 7'433 au km 7'161                                                | 53        |
| 6.6.1.2     | Tronçon 2 du km 7'161 au km 6'994                                                | 55        |
| 6.6.1.3     | Tronçon 3 du km 6'994 au km 6'902                                                | 57        |
| 6.6.2       | Secteur central                                                                  | 58        |
| 6.6.3       | Secteur aval                                                                     | 58        |
| 6.6.3.1     | Rive gauche                                                                      | 59        |
| 6.6.3.2     | Rive droite                                                                      | 60        |
| 6.6.4       | Autres aménagements                                                              | 61        |
| <b>6.7</b>  | <b>Recommandations concernant les plantations</b>                                | <b>62</b> |
| 6.7.1       | Test de plantation d'hélophytes                                                  | 62        |
| 6.7.2       | Saules et buissons/arbustes en pied et/ou milieu de berge                        | 63        |
| 6.7.3       | Buissons/arbustes en milieu et sommet de berge.                                  | 63        |
| 6.7.4       | Arbres de plus haute futaie                                                      | 64        |
| <b>6.8</b>  | <b>Recommandations concernant l'ensemencement</b>                                | <b>64</b> |
| 6.8.1       | Cours d'eau et berges                                                            | 64        |
| 6.8.2       | Milieux riverains                                                                | 64        |
| <b>6.9</b>  | <b>Recommandations concernant la revitalisation des cordons boisés riverains</b> | <b>64</b> |
| <b>6.10</b> | <b>Recommandations concernant l'entretien</b>                                    | <b>65</b> |
| 6.10.1      | Végétation ligneuse des berges (saules)                                          | 65        |
| 6.10.1.1    | Recépage sélectif des saules                                                     | 65        |
| 6.10.1.2    | Recépage des essences arborescentes et arbustives à croissance rapide            | 65        |
| 6.10.1.3    | Entretien ponctuel                                                               | 65        |
| 6.10.2      | Zones boisées existantes                                                         | 65        |
| 6.10.3      | Végétation herbacée                                                              | 65        |
| 6.10.3.1    | Milieux riverains                                                                | 65        |
| 6.10.3.2    | Berges                                                                           | 65        |
| <b>6.11</b> | <b>Bois mort – bois flottant</b>                                                 | <b>65</b> |
| <b>6.12</b> | <b>Gestion des néophytes</b>                                                     | <b>66</b> |
| <b>6.13</b> | <b>Recommandations pour des mesures complémentaires favorables à la faune</b>    | <b>66</b> |
| <b>7.</b>   | <b>Estimation des coûts et rentabilité du projet</b>                             | <b>67</b> |
| <b>7.1</b>  | <b>Devis</b>                                                                     | <b>67</b> |
| <b>7.2</b>  | <b>Calcul de rentabilité – méthode EconoME</b>                                   | <b>67</b> |

|                                                                                                |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>8. Planification des étapes de travaux</b>                                                  | <b>70</b> |
| <b>9. Conclusion</b>                                                                           | <b>72</b> |
| <b>10. Annexes</b>                                                                             | <b>73</b> |
| <b>10.1 Mécanismes d'incision du lit, tiré de [3]</b>                                          | <b>73</b> |
| 10.1.1 Lit en régime (Selon Yalin)                                                             | 73        |
| 10.1.2 Exploitation des relevés de terrain                                                     | 73        |
| 10.1.3 Géométrie type des secteurs stables et en incision                                      | 75        |
| 10.1.4 Tendance à l'exhaussement                                                               | 75        |
| 10.1.5 Conclusion                                                                              | 75        |
| <b>10.2 Carte de dangers hydrologique (danger débordement + érosion min/max) avant mesures</b> | <b>76</b> |
| <b>10.3 Carte de dangers hydrologique (danger débordement + érosion) après mesures</b>         | <b>77</b> |
| <b>10.4 Fiche de revitalisation R-M3-014</b>                                                   | <b>78</b> |
| <b>10.5 Devis détaillé</b>                                                                     | <b>79</b> |

## 1. Introduction

### 1.1 Objet du mandat

La Commune d'Orsières (Maître d'ouvrage), accompagnée du SFCEP (appui au Maître d'ouvrage), a mandaté en date du 23 août 2011, l'association des bureaux Moret & Associés SA, Bonnard et Gardel Ingénieurs conseils (BG) et Bureau de Travaux et Etudes en Environnement (BTEE), pour la réalisation des études nécessaires à la sécurisation de la Dranse dans sa traversée de la zone urbaine d'Orsières.

Durant les épisodes pluvieux d'octobre 2000, mai 2008 et juillet 2015, la Dranse d'Entremont a causé de nombreux dommages tout au long de son parcours dans le village d'Orsières. Des études ont démarré, à la suite des crues de mai 2008, visant à comprendre les phénomènes de danger, qualifier les risques et élaborer un concept de mesure de protection.

Lors de visites de terrain, l'état des enrochements de berges constaté en 2013 s'était dégradé à un stade plus avancé menaçant la stabilité de la berge en cas de crue de la Dranse. Les protections de berges de trois secteurs prioritaires ont été stabilisées par des mesures d'urgences, réalisées en 2017.

A la suite du rendu du dossier d'avant-projet en février 2018, les mesures projetées ont été optimisées et précisées à l'échelle du parcellaire dans le projet d'ouvrage. Différents aspects y ont été intégrés pour répondre aux normes et exigences en vigueur pour former un dossier de mise à l'enquête, soit : des aspects d'aménagements du territoire, espace réservé aux eaux, intégration environnementale, prise en compte des projets communaux et de privés sur les berges, demandes de défrichements de berges, ainsi que des précisions hydrauliques et de rentabilité de projet.

### 1.2 Groupement

Le groupement mandaté est composé des bureaux Moret & Associés SA, BG Ingénieurs Valais SA, et BTEE SA. Afin de répondre au mieux aux objectifs du projet, le groupement s'est organisé comme suit :

|                                  |                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Moret & Associés SA              | - Pilotage du groupement<br>- Ouvrages : conception génie civil, intégration de la problématique hydraulique dans la conception des ouvrages, réalisation des plans et des devis |
| BG Ingénieurs Conseils Valais SA | - Calculs hydrauliques, conception hydraulique des ouvrages                                                                                                                      |
| BTEE SA                          | - Notice d'impact et intégration des aspects environnementaux du projet                                                                                                          |

Afin de réunir toutes les compétences nécessaires au bon déroulement du projet, le bureau Silvaplus S. a intégré le groupement pour y apporter ses connaissances dans le domaine forestier : délimitation du cadastre forestier, gestion des déboisements et préparation du dossier de défrichement.

### 1.3 Documents de bases

Le développement du présent dossier de mise à l'enquête publique fait suite aux premières étapes du projet :

- [1] Commune d'Orsières, Concept de protection et stabilisation des berges de la traversée d'Orsières, Dossier d'avant-projet, Février 2018
- [2] Commune d'Orsières, Mesures urgentes – Réfection des berges de la Dranse, Rapport d'exécution, Septembre 2017.
- [3] Commune d'Orsières, Stabilisation du lit de la Dranse à travers Orsières, Données de bases, Juin 2013.
- [4] Commune d'Orsières, Stabilisation du lit de la Dranse à travers Orsières, Concept de protection, Juin 2013.

- [5] Commune d'Orsières, Stabilisation de la Dranse à travers Orsières, Fiches de scénarios, Juillet 2012.
- [6] Commune d'Orsières, Carte des dangers – phénomènes hydrauliques et sédimentaires, Janvier 2012.

## 2. Etat actuel et contexte général

### 2.1 Périmètre d'étude

La traversée de la Dranse dans le village d'Orsières constitue le périmètre d'étude. Le linéaire est délimité à l'amont par le pont des Ides situé à l'aval de la centrale hydroélectrique des forces motrices d'Orsières et à l'aval par le pont de la route nationale N21.

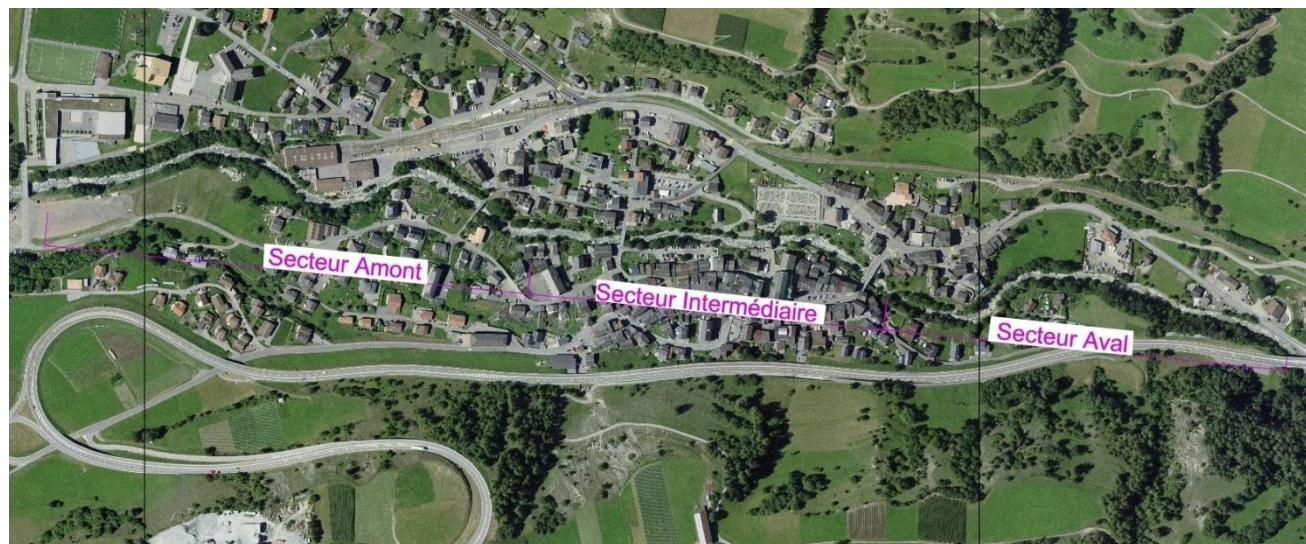


**Figure 2-1** Découpage de la Dranse d'Entremont en 3 secteurs

Le secteur d'étude s'étend sur un linéaire de 1.75 km. Le périmètre a été divisé en 3 secteurs aux problématiques similaires, utilisant les ponts comme limites topographiques.

1. Secteur amont : pont des Ides – passerelle Podemainge
2. Secteur intermédiaire : passerelle Podemainge – pont du Bourgeal
3. Secteur aval : pont du Bourgeal – pont de la route cantonale N21

La numérotation des travers le long de l'axe de la Dranse est fixée en plaçant le 0 à la confluence de la Dranse d'Entremont et la Dranse de Bagnes à Sembrancher.

### 2.2 Historique des dérangements et remise en état du lit et des berges

2001 : A la suite de l'épisode des crues d'octobre 2000, des mesures de protection ont été réalisées en 2001. Ces travaux d'enrochement avaient pour but de protéger la berge en rive droite au niveau de la place des Ides. La mesure prévoyait également l'exécution d'enrochements en rive gauche (Figure 2-2).

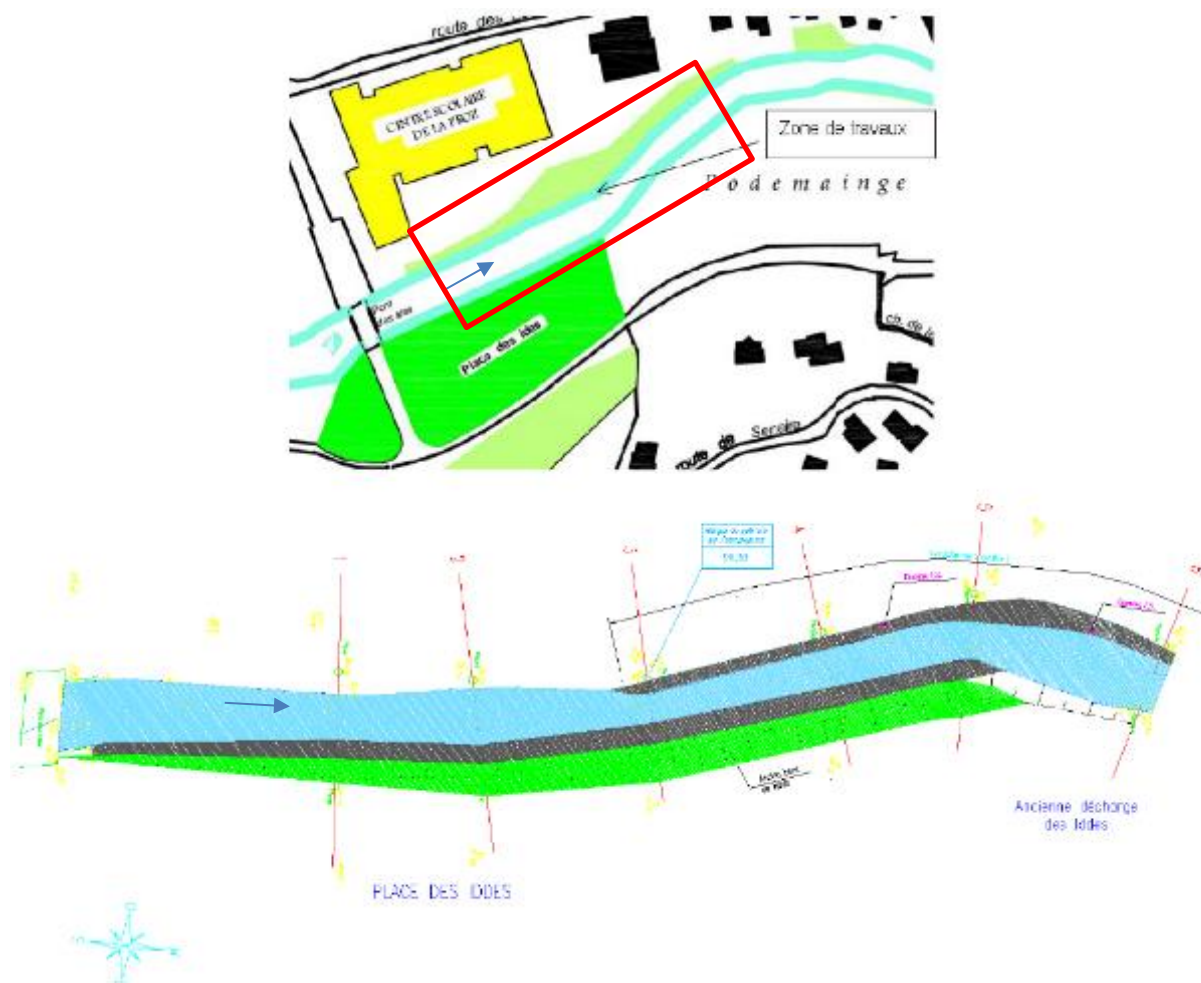


**Figure 2-2** Plan de situation des travaux de protection de la place des Ides

2003 : une inspection du lit et des berges de la Dranse a permis de mettre en évidence les points faibles suivants :

| Résultats de l'inspection de la Dranse de novembre 2003 |                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| zone                                                    | Résultats de l'inspection                                                                                                                                 |
| Centre scolaire de la Proz                              | Gros enrochement en bon état en rive gauche Berge naturelle en rive droite, pas d'objet sensible à protéger.                                              |
|                                                         | Seuil continu avec de gros blocs en bon état.                                                                                                             |
| Dépôt TMR                                               | Section critique                                                                                                                                          |
|                                                         | Seuil continu avec de gros blocs en bon état.                                                                                                             |
| Aval passerelle Podemainge                              | Enrochement en rive gauche à refaire, les blocs existants sont trop petits et le risque de dégâts est élevé vu la présence d'un immeuble localif.         |
|                                                         | Arrivée d'eau très fortement chargée en limon en rive droite. Dessablement des eaux de la gravière.                                                       |
| Aval passerelle Podemainge                              | Enrochement en rive droite déchaussé sur environ 30 m. Le pied de l'enrochement doit être repris. Un seuil peut être fait pour remonter le niveau du lit. |

|                         |                                                                             |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Amont pont du Châtelard | Enrochement en rive droite déchaussé sur environ 30 m                       |
|                         | Enrochement en rive gauche déchaussé sur environ 40 m                       |
|                         | La rampe de protection pour le mur en pierre en rive droite est déchaussée. |
|                         | A la hauteur du pont la section est critique, un profil doit être levé.     |
| Amont pont du Cimetière | En rive droite gros blocs en porte-à-faux.                                  |
| Aval pont du Bourgeal   | Le nouvel enrochement en rive gauche est en bon état.                       |
|                         | Enrochement en rive droite à faire sur environ 20 m                         |
| Garage Bérard           | Petit enrochement en rive gauche en bon état.                               |
|                         | Berge naturelle en rive droite                                              |

**Tableau 2-1** Inspection des berges de la Dranse, novembre 2003

2008 : A la suite des crues du mois de mai, une nouvelle visite a été organisée. Les évolutions suivantes ont été mises en évidence :

- A Som-La-Proz, les enrochements sont en bon état mais recouverts partiellement de végétation, l'affaissement en rive droite reste inchangé et un déchaussement est apparu sous la semelle du pont en rive gauche.
- En aval du pont du Bourgeal, un déchaussement de l'enrochement sur 15 m en rive gauche a été observé.

2009 : Les travaux de réfection et de protection ont permis la correction des désordres listés dans le tableau suivant :

| Désordres et travaux de réfection de la Dranse dans Orsières - 2009 |                                                      |                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| zone                                                                | désordres                                            | mesures mises en place                                                             |
| Aval passerelle Podemainge                                          | déchaussement en rive droite sur 30 m                | rétablissement des enrochements déchaussés - seuils                                |
| Amont pont Chatelard                                                | déchaussement rive droite sur 30 m                   | rétablissement des enrochements déchaussés                                         |
|                                                                     | déchaussement rive gauche sur 40 m                   |                                                                                    |
| Aval pont Bourgeal                                                  | dégradation des enrochements en rive droite sur 20 m | enrochements dans les zones dégradées - rétablissement des enrochements déchaussés |
|                                                                     | déchaussement en rive gauche sur 15 m                |                                                                                    |
|                                                                     | dégradation des enrochements en rive gauche sur 10 m |                                                                                    |

**Tableau 2-2** Liste des désordres observés dans la Dranse à Orsières et remise en état

2011 : Un relevé a été réalisé sur tout le linéaire de la traversée d'Orsières. Les désordres suivants ont été observés :

| Désordres                                                                         | Zone                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Altération des seuils (modification de l'agencement des blocs ou départ de blocs) | Entre la passerelle Podemainge et le pont du Chatelard |
|                                                                                   | Entre les ponts du Chatelard et du Cimetière           |
| Incision ou tendance à l'incision                                                 | Place des Ides                                         |

|              |                                                                                                                                      |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | Dépôt TMR (au virage suivant le dépôt du TMR, la rive droite paraît particulièrement sensible et présente des risques d'instabilité) |
|              | Passerelle Podemaigne                                                                                                                |
|              | Entre pont du Chatelard et pont du Bourgeal                                                                                          |
| Exhaussement | En aval de la traversée de la Dranse par la N21                                                                                      |

**Tableau 2-3** Liste des désordres relevés en 2011

A ces phénomènes s'ajoutent de nombreuses instabilités locales des berges, voire des déchaussements.

2017 : Au cours de visites de terrain réalisées en 2016 dans le cadre de l'avant-projet, la constatation d'une dégradation des zones incisées a nécessité une intervention d'urgence dans plusieurs secteurs.

Les travaux ont été réalisés entre fin février 2017 et début avril 2017 et portaient sur les secteurs suivants :

- Secteur de la menuiserie
  - Pk 6848 – Pk 6785 : destruction des enrochements bétonnés de la rive droite et mise en place d'enrochements non bétonnés.



- 

Génie civil - Génie rural - Génie sanitaire - Béton armé - Signalisation  
Topographie - Travaux géométriques - Aménagements sportifs

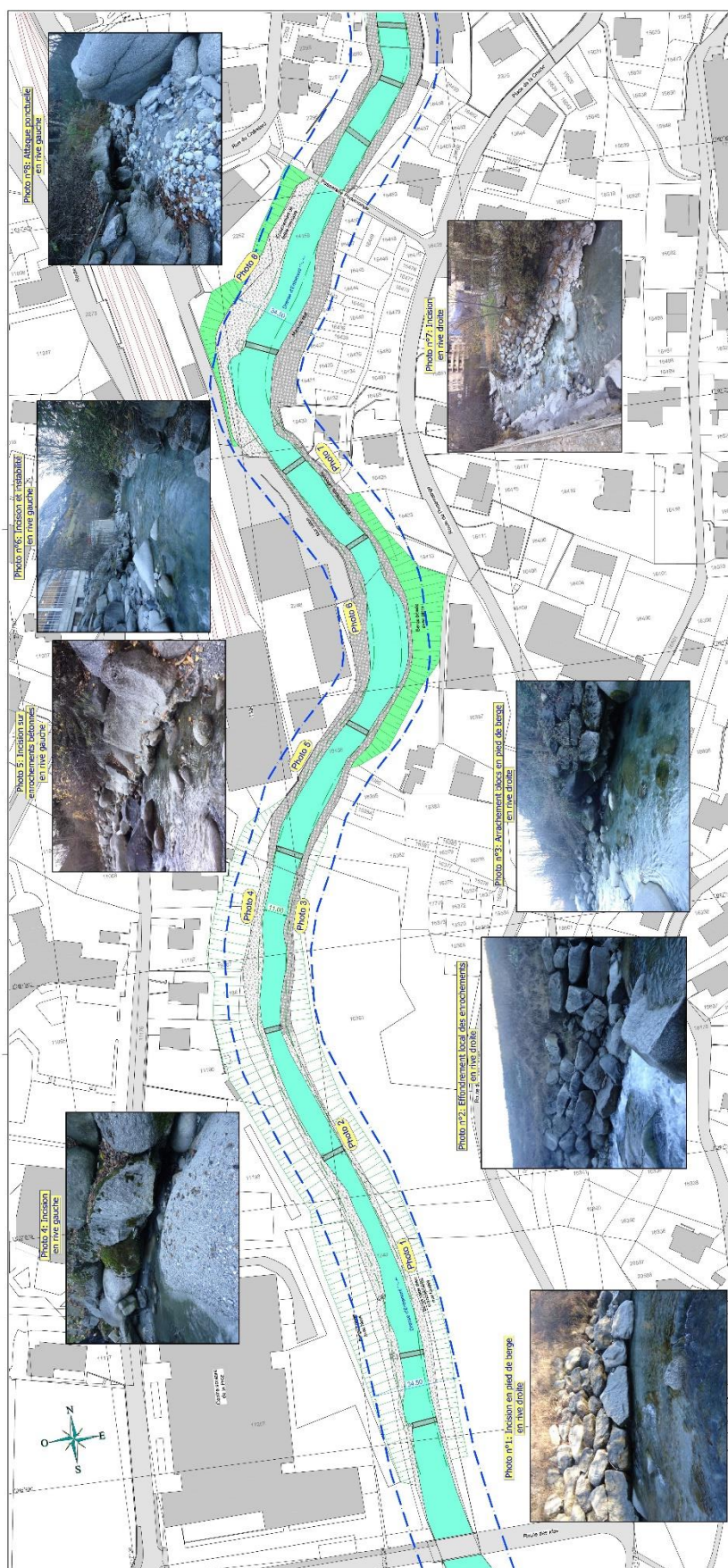


**Figure 2-6: Etat des berges dans la partie amont**



Figure 2-7: Etat des berges dans la partie intermédiaire

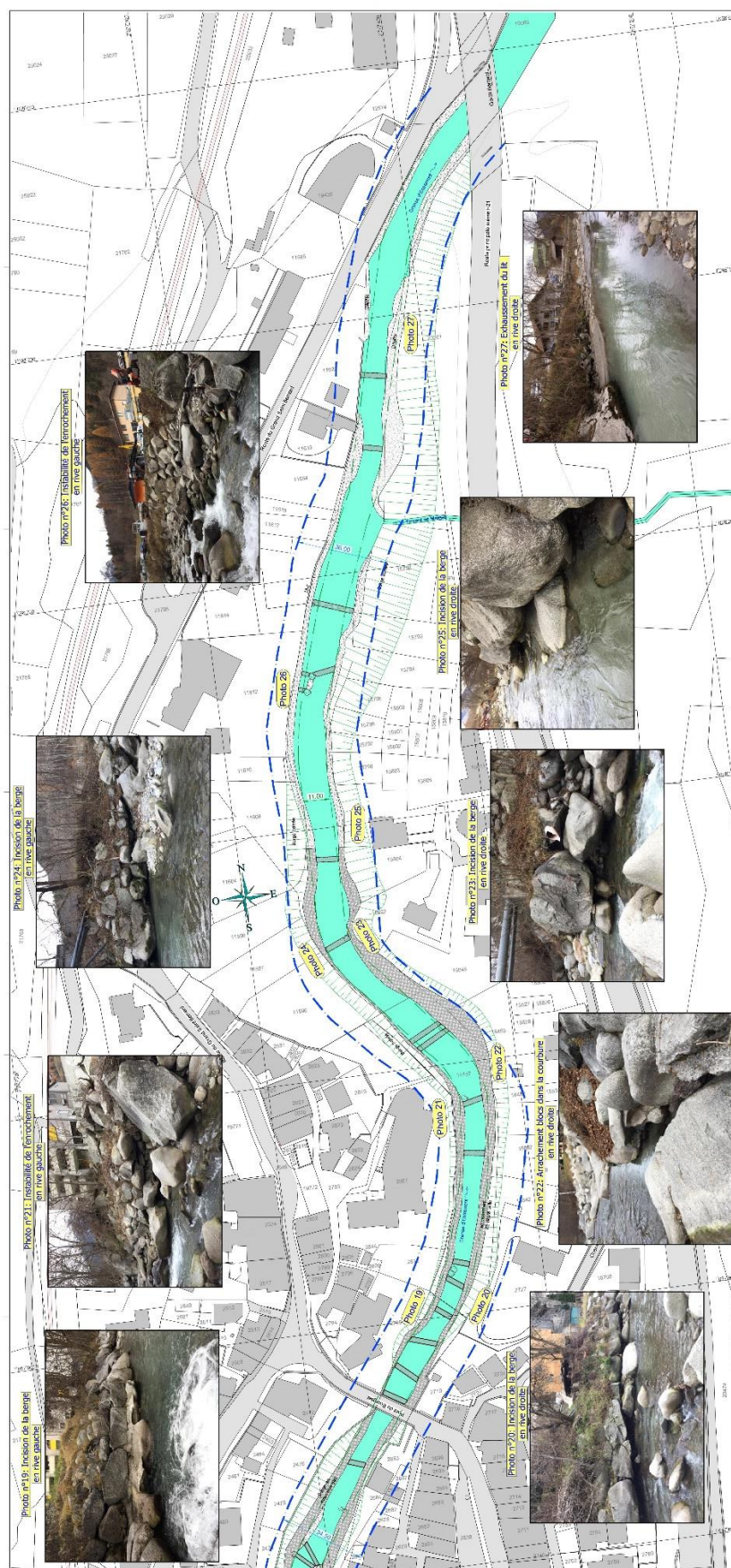


Figure 2-8: Etat des berges partie aval

## 2.4 Espace réservé aux eaux

La délimitation de l'espace réservé aux eaux (ERE) a été réalisée par le bureau HydroCosmos à Vernayaz. Il a été mis à l'enquête publique le 05.10.2018. Pour rappel, selon l'art. 26a de la loi fédérale sur les eaux (LEaux), l'espace réservé aux eaux a pour objectifs de :

- Garantir les fonctions naturelles des cours d'eau ;
- Garantir la protection contre les crues ;
- Garantir l'utilisation des cours d'eau.

Pour le tronçon de la Dranse d'Entremont dans la traversée d'Orsières, les calculs donnent les résultats suivants :

Largeur naturelle du lit : 11 m

ERE art. 41a OEaux :  $2.5 \cdot 11 + 7 = 34.5$  m

Dans la partie aval plus plane, cet espace atteint 36 m. C'est ainsi cette distance qui est représentée sur les plans du présent dossier de mise à l'enquête publique.

### 3. Phénomènes de danger

Deux processus dangereux ont été considéré dans l'analyse des dangers hydrologiques lié aux crues de la Dranse : le risque de débordement et le risque d'érosion de berge pouvant conduire à une rupture du talus.

#### 3.1 Débordements

##### 3.1.1 Hydrologie

Les débits de crues ont été déterminés dans l'étude des données de base [3] :

- Sur la base de comparaison avec des études réalisées pour d'autres bassins versants, tels que celui de la Dranse de Bagnes, ou de rapports d'assainissement comme ceux du val de Bagnes et du val d'Entremont. Ces différentes données ont été traduites en termes de débits spécifiques afin de pouvoir être comparées entre elles.
- A l'aide de la méthode GradEx 24h pour déterminer les débits des crues extrêmes (avec un pivot à 30 ans)
- En tenant compte de la contribution du barrage des Toules sur la Dranse d'Entremont

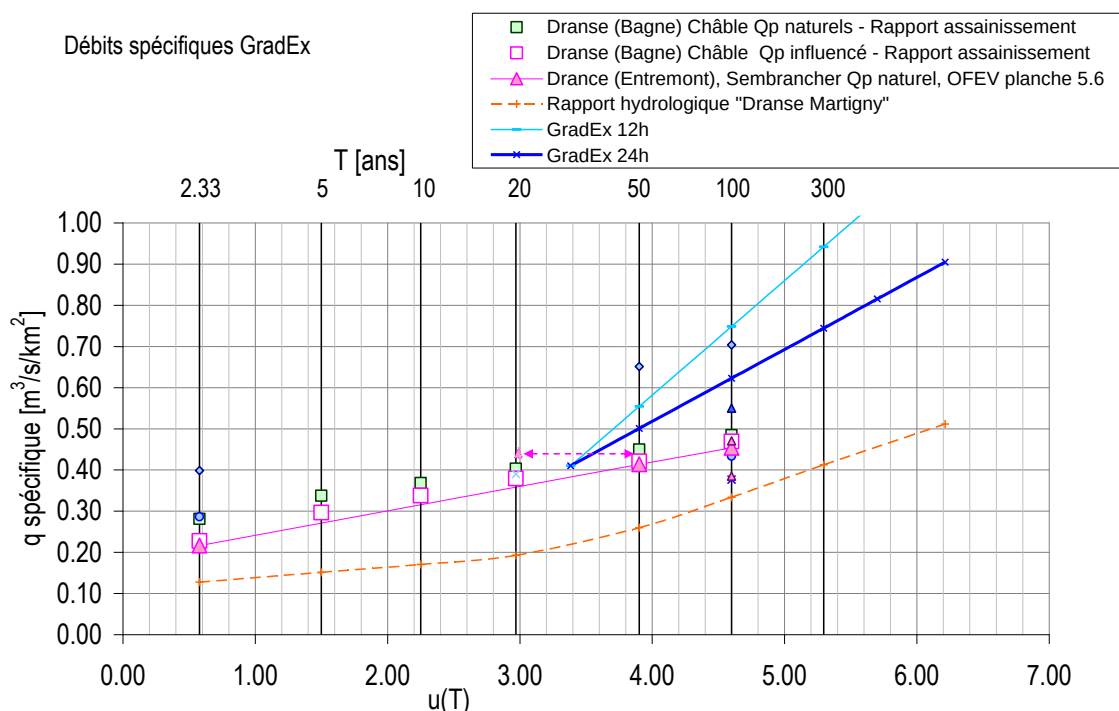


**Figure 3-1 :** Les résultats de la méthode GradEx en comparaison avec toutes les autres sources de données

Concernant les débits de projet à partir du  $Q_{50}$ , le laminage de crue par le barrage des Toules est estimé incomplet. Enfin, pour une crue extrême, il est nul. Les débits considérés pour chaque temps de retour sont représentés dans le tableau suivant :

| T [ans] | q spécifique<br>[m³/s/km²] | Participation BV<br>Toule | Q(T)<br>[m³/s] |
|---------|----------------------------|---------------------------|----------------|
| 10      | 0.297                      | 0                         | 66             |
| 30      | 0.389                      | 0                         | 89             |
| 100     | 0.555                      | 0.2                       | 135            |
| 300     | 0.66                       | 0.95                      | 196            |
| 1000    | 0.900                      | 1.0                       | 250            |

**Tableau 3-1** Débits du projet, tirés de [3]

### 3.1.2 Risque de débordement

Le risque de débordement a été étudié dans le cadre de l'avant-projet sur la base d'une modélisation hydraulique 1D de la Dranse, en simulant des crues de périodes de retour adaptées aux cartes de danger (T30, T100, T300 et extrême). La modélisation a été réalisée un linéaire de 1.8 km, basée sur une cinquantaine de profils en travers levés par Géodranse. Elle démarre à l'amont du village d'Orsières et de la Dranse d'Entremont (PK 7433) et se termine en aval du village d'Orsières (PK 5680). Le profil en long de la Dranse montre une pente caractéristique des torrents de montagne :

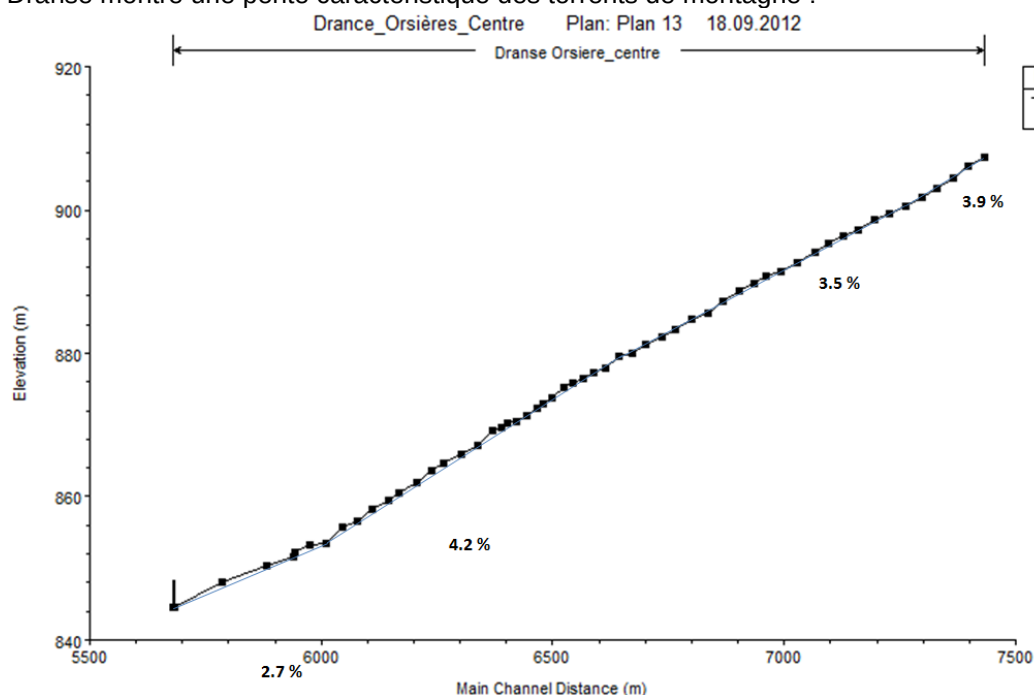


**Figure 3-2** Profil en long de la Dranse d'Orsières avec approximation de pente

Le calcul hydraulique permet d'obtenir des niveaux de crues de temps de retour 3, 100 et 300 ans ainsi que la crue extrême, et de le comparer aux niveaux des berges afin de caractériser la présence de débordements. La figure 3-2 donne le profil en long pour une crue centennale dans la situation actuelle de la Dranse à Orsières.

L'écoulement est fortement torrentiel sur tout le tronçon étudié. Seuls les endroits avec obstacle majeur à l'écoulement peuvent passer au-dessus de la hauteur critique (dans certains cas présentant de fortes turbulences, le niveau de débordement peut atteindre la ligne d'énergie). Les obstacles à l'écoulement peuvent être une pile de pont ou un seuil trop haut. La présence de débris (bois flottant et sédiment abondant) peut aussi générer ce genre de perturbation sur l'écoulement.

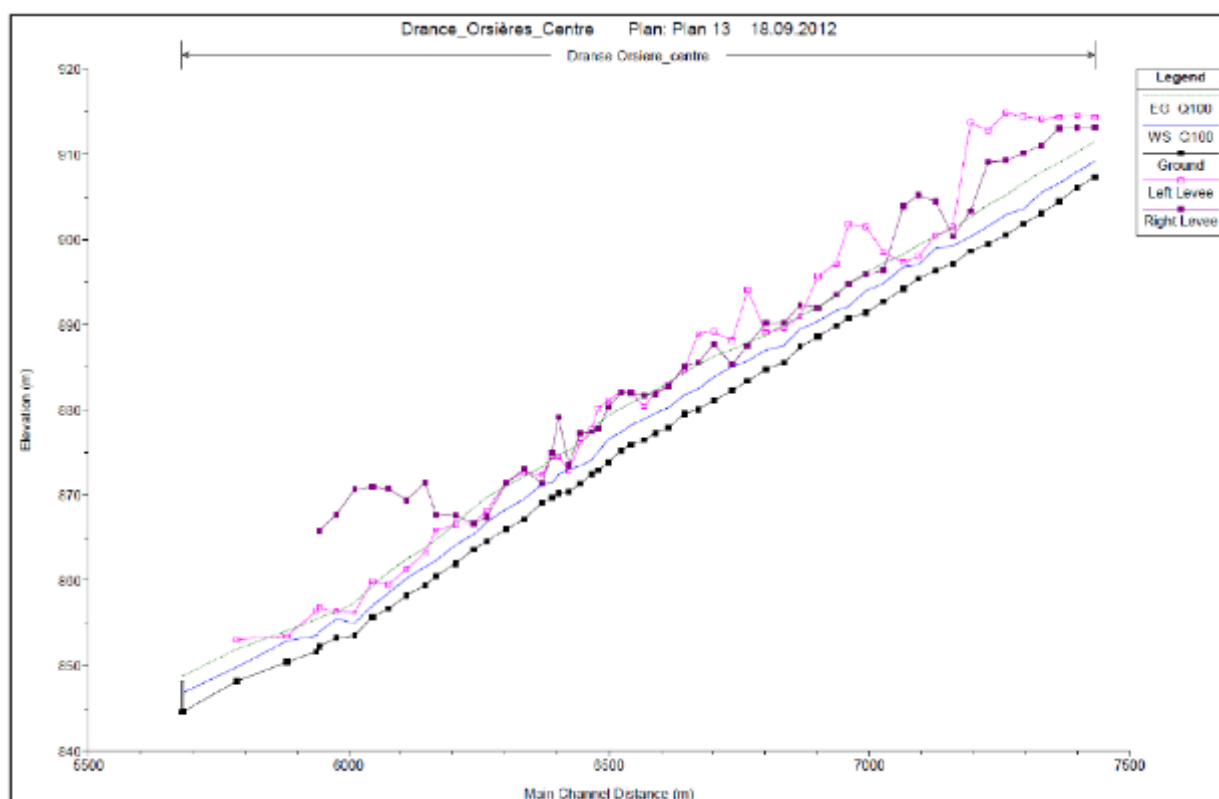


**Figure 3-3** Profil en long pour la crue centennale

Sur ce profil, le niveau d'eau de la crue centennale est généralement contenu sous le niveau des berges en rive droite et gauche, excepté très localement et sur quelques points faibles. Le risque d'inondation obtenu est très faible dans la traversée de la Dranse dans la commune d'Orsières. L'étendue des inondations n'est jamais supérieure à quelques mètres, et la crue centennale ne touche aucun bâtiment. Les points faibles déterminés sont les suivants :

- PK 7100-7050, au droit des bâtiments TMR
- PK 6737, en amont du pont du Chatelard

D'après le rapport [3], le risque d'embâcles au niveau des ponts dans Orsières est plus faible que le risque de débordement. Cela s'explique par le fait que les ponts sont construits assez haut et que les piles n'empiètent pas, ou très peu, sur le lit. Par conséquent, le tirant d'air restant est toujours supérieur à 1 m en considérant le niveau d'eau ou la hauteur critique.

Les cas les plus critiques sont le pont du Châtelard et celui du Bourgeal. L'étude hydraulique [3] ne révèle cependant aucun risque de mise en charge dû à un rétrécissement des sections par embâcle (diminution de la hauteur sous le pont de 1 m). Les risques d'embâcle aux tronçons en amont de ces ponts (à partir de 50 m en amont) ont été pris en compte dans l'établissement des scénarios d'inondation.

La carte des dangers hydrologique compile les résultats des scénarios de débordements définis dans [4]. Pour le dimensionnement des mesures liées le risque de débordement, une revanche par rapport à la crue centennale sera aussi considérée.

En conclusion, le principal risque pour la Dranse à Orsières n'est donc pas le risque de débordement, qui n'existe que très localement, mais l'érosion latérale, l'instabilité des rives et l'incision du lit (cf. chapitre 3.2).

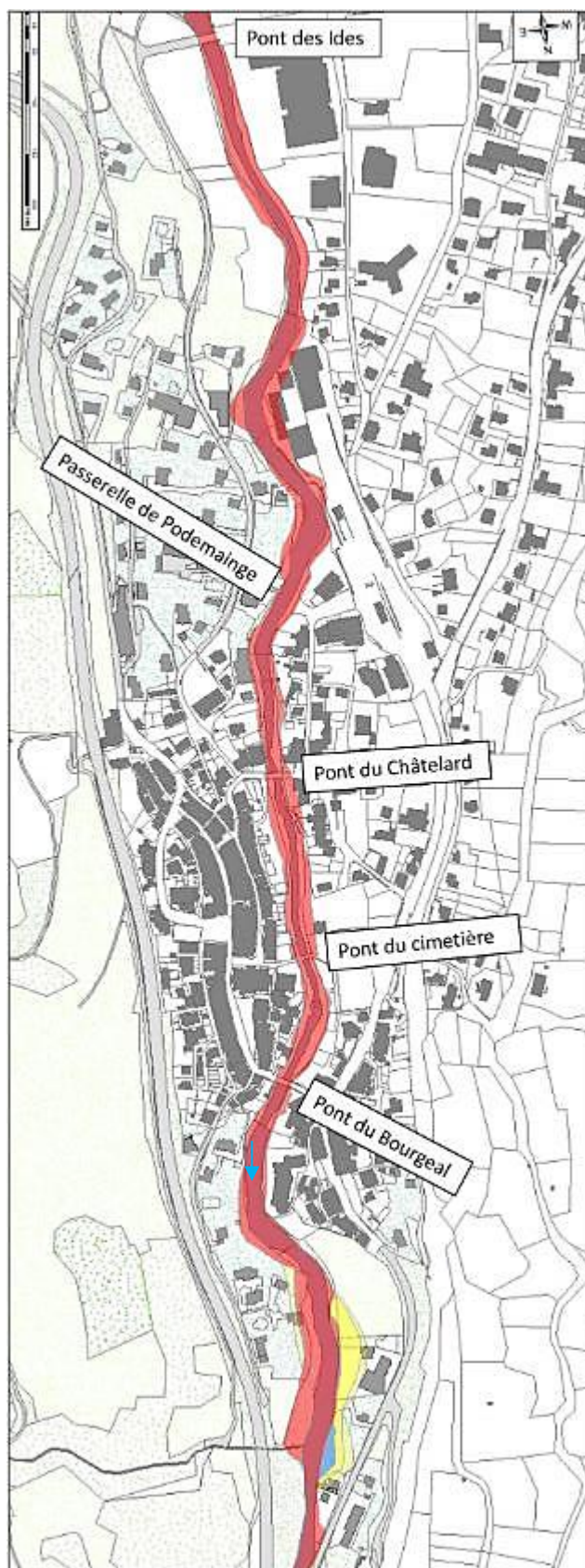


**Figure 3-4** Carte des dangers de crue pour la Dranse dans la traversée du village d'Orsières

### 3.2 Erosion de berge

L'érosion de berge résulte de l'action de plusieurs phénomènes déstabilisant, agissant parfois simultanément, décrits dans les chapitres suivants. Les mécanismes d'incision ainsi que la détermination de la largeur de régime, détaillé dans le rapport [3] est rappelé en [annexe 1](#).

#### 3.2.1 Incision

L'incision est un enfoncement généralisé du fond d'un cours d'eau. Ce phénomène est le résultat d'une érosion régressive (qui se propage vers l'amont) ou progressive (qui se propage vers l'aval). L'incision est le problème majeur rencontré dans la Dranse à Orsières. De nombreux secteurs sont touchés sur des linéaires importants (au niveau de la place des Iddes, du dépôt TMR, de la passerelle Podemainge et entre le pont du Chatelard et le pont du Bourgeal). On observe également des zones d'incision locale. Ce phénomène d'incision est observé dans les secteurs étroits, de largeurs trop faibles (inférieures à la largeur de régime, 10-12 m). Les variations de pente sur le linéaire de la Dranse dans Orsières sont trop faibles (20% au maximum hors secteur en exhaussement) pour que son impact au niveau de l'incision se fasse ressentir.

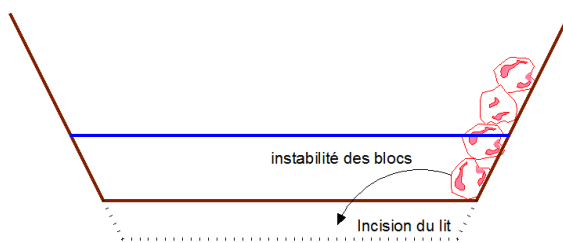


**Figure 3-5** Instabilité des blocs causée par l'incision du lit

#### 3.2.2 Arrachement

Des vides dans les enrochements des berges témoignent d'arrachements locaux. Ces arrachements de blocs ont été constatés le long des berges, particulièrement dans des zones présentant également un danger vis-à-vis de l'incision. Ces phénomènes sont causés à la fois par des enrochements sous-dimensionnés (Figure 3-6) et par l'incision en pied de protection (Figure 3-5).

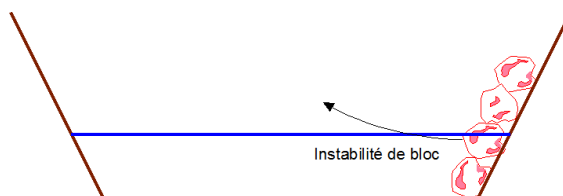


**Figure 3-6** Instabilité des blocs du fait des conditions hydrauliques (sous-dimensionnement des blocs)

La majorité des arrachements ont lieu sur des berges dont la taille d'enrochements est relativement faible (de l'ordre de 50 cm) et dans des zones instables, mais toutes les berges réunissant ces conditions ne sont pas forcément touchées. De plus, les résultats obtenus en utilisant la formule de Maynard semble sous-estimer la résistance des blocs à l'arrachement. En effet, des berges constituées de blocs de dimensions trop faibles théoriquement ne subissent pas d'arrachement. Ceci peut s'expliquer par le fait que les blocs sont agencés et mis en place de manière à minimiser les forces qui leur sont appliquées. De plus, certains enrochements sont également bétonnés.

En conclusion, il ressort que si la taille des enrochements joue un rôle important dans la résistance à l'arrachement, de même que les conditions hydrauliques (la vitesse d'écoulement est plus importante dans les secteurs incisés), l'agencement des blocs est également un facteur important et peut expliquer des différences de comportement ainsi que des écarts vis-à-vis du dimensionnement théorique, applicable à des enrochements juste déposés et non agencés.

### 3.2.3 Attaque ponctuelle

Ce phénomène survient en cas de courbure du torrent : l'augmentation de la vitesse du côté extérieur de la courbe engendre une augmentation des contraintes de cisaillement locales. Ceci a pour conséquence un arrachement localisé des blocs de rive.

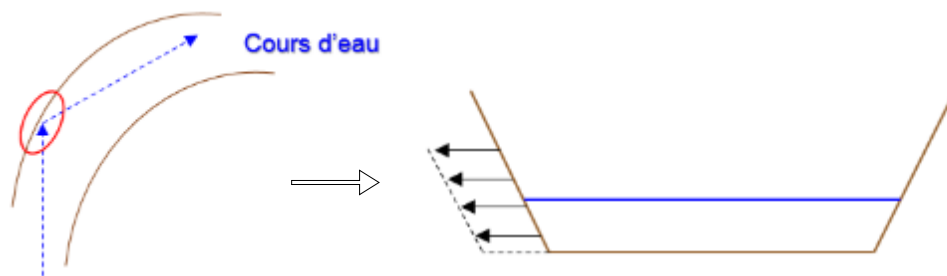


**Figure 3-7** Attaque ponctuelle en courbe

### 3.2.4 Instabilités locales

Les enrochements des berges sont soumis à deux formes d'instabilité :

- La première résulte de l'incision du lit qui entraîne une déstabilisation des enrochements en pied de berge (Figure 3-5)
- La seconde résulte de l'instabilité du bloc en lui-même, du fait des conditions hydrauliques. Une fois les berges incisées, le pied de berge n'étant plus protégé, c'est l'ensemble de l'ouvrage qui est déstabilisé. Ce phénomène peut mener à des ruptures de berges ou glissement de terrain. L'affouillement en pied de mur peut mener au risque potentiel d'effondrement du mur, selon la profondeur de ses fondations.

Les seuils permettent la dissipation d'une partie de l'énergie transportée par le torrent. Cette énergie se dissipe à l'aval des seuils, sous forme de remous. Cependant, les berges aux abords de ces seuils étant bétonnées, les remous engendrent des instabilités locales avec risque d'arrachement du pied de berge. L'ensemble de la berge étant bétonnée, une remise en place des enrochements est impossible. On observe alors des casquettes bétonnées au droit de certains seuils. Ces phénomènes sont observables entre la passerelle Podemainge et le pont du Châtelard, ainsi qu'entre le pont du Châtelard et celui du cimetière.

Enfin, certains seuils sont également altérés, c'est-à-dire que des modifications dans l'agencement des blocs ou des départs de blocs ne leur permettent plus de remplir leur fonction de seuil (diminution de la pente).

## 4. Dangers avant-mesure, potentiel de dommage et objectifs de protection

Les zones en danger de crue ayant été décrites dans le chapitre 3.1.2, ce chapitre traite des dangers liés au phénomène d'érosion du lit et d'instabilité des berges. Il s'agit d'identifier les secteurs en danger d'érosion.

### 4.1 Méthodologie

#### 4.1.1 Stabilité du lit

Les relevés et observations sur le terrain, ainsi que le modèle HEC-RAS, amènent les conclusions suivantes quant à la stabilité du lit de la Dranse dans Orsières :

- La largeur du lit est le facteur principal de stabilité ou d'instabilité, la largeur de stabilité est de l'ordre de 12 m ;
- Dans le cas où la largeur est inférieure à 12 m, si la pente du lit est supérieure à la pente de stabilité de l'ordre de ~4% le lit est stable, dans le cas contraire il y a risque d'incision ;
- La géométrie de la section a également un impact. En effet, des talus de pente plus faible permettent la mise en place d'enrochements non bétonnés qui ralentissent le phénomène d'incision.

#### 4.1.2 Stabilité des berges

Le risque d'érosion est analysé en fonction de la stabilité du lit et des berges du cours d'eau. Selon « FAN und KOHS 2015. Empfehlung zur Beurteilung der Gefahr von Ufererosion an Fließgewässern », la vulnérabilité des berges est définie selon les éléments suivants:

- Etude de la situation existante → (§ 3.2 et [annexe 1](#))
- Etude de la morphologie du cours d'eau : analyse du changement de la forme du lit et du tracé du cours d'eau suite à une crue → la morphologie du lit est celle d'un torrent de montagne, de nombreux seuils et blocs de grande taille dissipent l'énergie du cours d'eau. Les berges sont enrochées sur tout le linéaire. L'état de ces enrochements est critique et peut provoquer une rupture de la berge
- Identification des situations de risques : érosion par affouillement du pied des berges / érosion directe des berges liées à la force d'écoulement (contrainte de cisaillement) / érosion du sommet des berges (mesures de stabilisation existantes en pied de berge) → l'ensemble des phénomènes décrits aux figures suivantes est susceptible de se produire sur les berges de la Dranse. L'état de dégradation des protections de berges est déterminant dans cette appréciation.

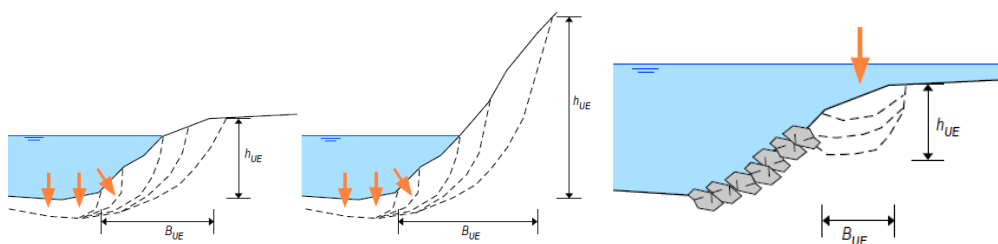


Figure 4-1 Erosion par affouillement du pied de berge / érosion du sommet de berge

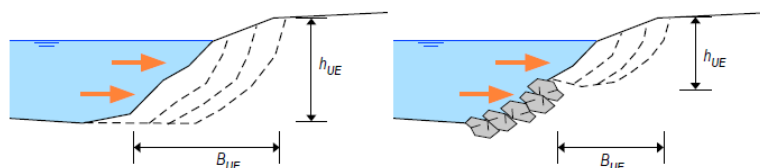


**Figure 4-2** Erosion direct des berges liées à la force d'écoulement

- Impact des érosions : si l'intensité des charges est facilement appréciable avec la hauteur de berge touchée, intensité forte  $h_{UE} > 2\text{m}$  sur l'entier du linéaire de la Dranse, l'emprise des niches et difficilement appréciable

#### 4.1.3 Cartographie du danger d'érosion de berge

La détermination de l'emprise spatiale des érosions de berge n'est pas aisée car elle comprend une addition de phénomènes possibles. Afin de pouvoir estimer cette emprise deux approches ont été développées :

- Une approche minimale : l'emprise en sommet de berge est déterminée par une pente d'équilibre de la berge de  $2v/3h$  depuis le pied de berge potentiellement érodé

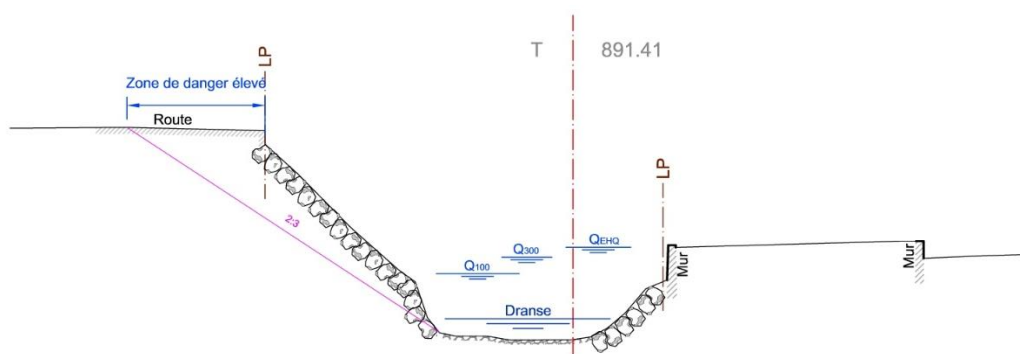


**Figure 4-3** Illustration de la détermination de l'emprise spatiale minimale

- Une approche maximale en tenant compte de l'addition de l'ensemble des phénomènes (glissement de berges dû à une rupture du pied de talus / déplacement du lit du cours d'eau dans les courbes / attaques ponctuelles, réflexions de l'écoulement sur les berges). Cette approche porte à considérer l'ensemble de l'espace cours d'eau (ERE), soit 34.5 m.

L'emprise maximale (considération de l'ERE) correspond à environ 3x la largeur de régime du cours d'eau. Cet ordre de grandeur correspond à des emprises similaires pour des intempéries valaisannes (du type Navisence 2018).

Cette démarche a été appliquée aux berges de la Dranse, principalement aménagées avec des murs ou des enrochements bétonnés. En cas d'érosion du pied de berge, les blocs d'enrochement sont ainsi maintenus en dessus du niveau du lit, « flottant ». En cas de rupture c'est toute la berge qui est déstabilisée. Une intensité élevée est ainsi attribuée à l'ensemble des berges identifiées comme instable.

La carte des dangers hydrologiques avec les surfaces d'érosion minimale et maximale est présentée en [annexe 2](#).

## 4.2 Potentiel de dommages

Le potentiel de dommage est calculé à l'aide la méthode EconoME et sa version en ligne 5.0 de l'Office fédéral de l'environnement. A l'intérieur des différents périmètres définis au chapitre précédent un inventaire des objets vulnérables au danger est réalisé :

- Ponctuel : bâtiments en général (habitation, locaux commerciaux, garage, etc.)
- Linéaire : voies de communication (route cantonale, communale, chemin)
- Surface : aménagement du sol (par exemple type de culture)

Le potentiel de dommage représente le risque humain et le risque aux biens matériels. Il est calculé en fonction d'un coefficient d'occupation, d'un facteur de présence et de la probabilité d'occurrence spatiale des scénarios de danger. Ce calcul donne les résultats suivants pour les différents scénarios de danger.

| Synthèse de l'ampleur des dégâts sans aversion |                                                                    |                                                                        |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                                                | Ampleur des dommages selon le scénario                             |                                                                        |
|                                                |                                                                    | Risque complémentaire-cumulatif/année                                  |
| Catégorie                                      | Scénario 100<br>Personnes / Biens matériels<br>Totalité des dégâts | Risque en CHF/an<br>Personnes / Biens matériels<br>Totalité des dégâts |
| Bâtiments                                      | 473 088 CHF / 1 585 712 CHF<br><b>2 058 800 CHF</b>                | 4 731 CHF / 15 857 CHF<br><b>20 588 CHF</b>                            |
| Objets spéciaux                                | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                      | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                          |
| Trafic routier                                 | 0 CHF / 26 338 CHF<br><b>26 338 CHF</b>                            | 0 CHF / 263 CHF<br><b>263 CHF</b>                                      |
| Lignes et conduites                            | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                      | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                          |
| Remontées mécaniques                           | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                      | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                          |
| Agriculture, forêt et espaces verts            | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                      | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                          |
| Trafic ferroviaire                             | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                      | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                          |
| Objets spéciaux Rail                           | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                      | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                          |
| Personnes                                      | 0.07168 Tf                                                         | 0.00072 Tf                                                             |
| Personnes (monétarisé)                         | 473 088 CHF                                                        | 4 731 CHF                                                              |
| Biens matériels                                | 1 612 050 CHF                                                      | 16 120 CHF                                                             |
| Somme                                          | 2 085 138 CHF                                                      | 20 851 CHF                                                             |

**Tableau 4-1 :** Analyse des conséquences du scénario érosion de berge dans l'emprise minimale

| Synthèse de l'ampleur des dégâts sans aversion |                                                                    |                                                                        |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                                                | Ampleur des dommages selon le scénario                             |                                                                        |
|                                                |                                                                    | Risque complémentaire-cumulatif/année                                  |
| Catégorie                                      | Scénario 100<br>Personnes / Biens matériels<br>Totalité des dégâts | Risque en CHF/an<br>Personnes / Biens matériels<br>Totalité des dégâts |
| Bâtiments                                      | 1 324 647 CHF / 6 623 410 CHF<br><b>7 948 057 CHF</b>              | 13 246 CHF / 66 234 CHF<br><b>79 481 CHF</b>                           |
| Objets spéciaux                                | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                      | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                          |
| Trafic routier                                 | 0 CHF / 33 723 CHF<br><b>33 723 CHF</b>                            | 0 CHF / 337 CHF<br><b>337 CHF</b>                                      |
| Lignes et conduites                            | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                      | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                          |
| Remontées mécaniques                           | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                      | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                          |
| Agriculture, forêt et espaces verts            | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                      | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                          |
| Trafic ferroviaire                             | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                      | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                          |
| Objets spéciaux Rail                           | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                      | 0 CHF / 0 CHF<br><b>0 CHF</b>                                          |
| Personnes                                      | 0.2007 Tf                                                          | 0.00201 Tf                                                             |
| Personnes (monétarisé)                         | 1 324 647 CHF                                                      | 13 246 CHF                                                             |
| Biens matériels                                | 6 657 133 CHF                                                      | 66 571 CHF                                                             |
| Somme                                          | 7 981 779 CHF                                                      | 79 818 CHF                                                             |

**Tableau 4-2 :** Analyse des conséquences du scénario érosion de berge dans l'emprise maximale (ERE)

### 4.3 Objectifs de protection

Les objectifs de protection sont déterminés selon les recommandations de l'OFEV (Tableau 4-3).

**Légende**

|                                                                                   |                                                       |                                |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------|-----|
|  | = protection complète                                 | = aucune intensité admissible  | = 0 |
|  | = protection contre les intensités moyennes et fortes | = intensité faible admissible  | = 1 |
|  | = protection contre les intensités fortes             | = intensité moyenne admissible | = 2 |
|  | = pas de protection                                   | = intensité forte admissible   | = 3 |

| Catégorie d'objets |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                              |                                                                                  | Objectifs de protection       |                |                      |                          |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------------|--------------------------|
| Nr.                | Biens                                                                                                                                                   | Infrastructures                                                                                                                                                                              | Valeurs naturelles                                                               | Période de retour [en années] |                |                      |                          |
|                    |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                              |                                                                                  | 1-30<br>fréquent              | 30-100<br>rare | 100-300<br>très rare | >300<br>extrême-<br>rare |
| 1                  |                                                                                                                                                         | Itinéraires de randonnée en montagne ou à ski (selon cartes du CAS, etc.)                                                                                                                    | Paysages naturels                                                                | 3                             | 3              | 3                    | 3                        |
| 2.1                |                                                                                                                                                         | Chemins pédestres et pistes de ski de fond commerciaux, chemins agricoles, conduites d'importance communale                                                                                  |                                                                                  | 2                             | 3              | 3                    | 3                        |
| 2.2                | Bâtiments inhabités (remises, granges, etc.)                                                                                                            | Voies de communication d'importance communale, conduites d'importance cantonale                                                                                                              | Forêt protectrice, terrain agricole                                              | 2                             | 2              | 3                    | 3                        |
| 2.3                | Bâtiments et hameaux habités temporairement ou en permanence, étables, bergeries, etc.                                                                  | Voies de communication d'importance cantonale ou de grande importance communale, conduites d'importance nationale, chemins de fer de montagne, domaines skiables et d'exercices pour le ski. | Forêt protectrice dans la mesure où elle protège des regroupements d'habitations | 1                             | 1              | 2                    | 3                        |
| 3.1                |                                                                                                                                                         | Voies de communication d'importance nationale ou de grande importance cantonale, téléskis et télésièges                                                                                      |                                                                                  | 0                             | 1              | 2                    | 3                        |
| 3.2                | Regroupements d'habitations, terrains affectés à l'industrie et à l'artisanat, zones à bâtir, terrains de camping, installations de sport et de loisirs | Stations des divers moyens de transport                                                                                                                                                      |                                                                                  | 0                             | 0              | 1                    | 2                        |
| 3.3                | Risques spéciaux, vulnérabilité particulière ou dommages secondaires.                                                                                   | Risques spéciaux, vulnérabilité particulière ou dommages secondaires.                                                                                                                        |                                                                                  | Détermination au cas par cas  |                |                      |                          |

**Tableau 4-3** Détermination des objectifs de protection (recommandation OFEV)

Les infrastructures présentes sur la zone d'étude sont les routes et chemin communaux ainsi que plusieurs habitations. Le phénomène de rupture de berge étant d'intensité forte, tous les objets vulnérables aux phénomènes de rupture de berge doivent être protégés contre des phénomènes d'occurrence centennale.

## 5. Planification des mesures

Le but des aménagements projetés est d'assurer une stabilité à long terme des berges du cours d'eau. Un effort particulier est fait pour garantir les fonctions environnementales du cours d'eau et de se rapprocher de son état naturel, la traversée d'Orsières étant fortement aménagée.

### 5.1 Concept de protection

Une série de mesures ont été développées dans le cadre du dossier d'avant-projet [1] et du concept de protection [4]. Les mesures de protection concernent principalement le risque d'instabilité des berges, par incision en pied et arrachement, ainsi que le risque de débordement. Elles doivent par conséquent être adaptées à ces deux types de danger. Le Tableau 5-1 résume la méthodologie.

| Danger                                                                                                  | Concept de protection                      | Mesures                                                                                                                                                                          | Contraintes                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Incision du lit</li> <li>Arrachement en pied de berge</li> </ul> | Diminution de la vitesse de l'écoulement   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Réfections des zones endommagées</li> <li>Elargissement à la largeur de régime (10 à 12 m)</li> <li>Diminuer la pente (seuils)</li> </ul> | <p>Emprise disponible pour élargissement.</p> <p>Si rehaussement de la ligne d'eau, pas d'aggravation ou de création de risque d'inondation.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Débordement</li> </ul>                                           | Augmentation de la capacité du cours d'eau | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rehaussement des berges</li> <li>Elargissement</li> </ul>                                                                                 | <p>Emprise disponible pour élargissement.</p> <p>Pas de risque supplémentaire de déstabilisation des berges et d'incision du lit.</p>            |

**Tableau 5-1** Principe d'évaluation des mesures de protection possibles

Des mesures d'entretien du cours d'eau sont prévues dans le cadre des aménagements de berges. Il s'agit principalement d'éviter la présence de bois morts dans le lit de la Dranse et de diversifier la strate arbustive au profit d'une végétation buissonnante et herbeuse.

### 5.2 Gabarit hydraulique

Le gabarit hydraulique est, de manière globale, suffisant sur tout le linéaire étudié. Les mesures visent donc essentiellement à diminuer les hauteurs d'eau, les vitesses d'écoulement et les forces agissant sur le lit et les rives. L'état après mesures a été modélisé avec le logiciel HEC-Ras pour connaître les conditions d'écoulements (hauteurs, vitesses, forces). Cette modélisation a permis d'analyser l'effet des variantes l'élargissement, de modification des pentes de talus et de rehaussement des berges. Le projet d'ouvrage tel que présenté a été optimisé en plusieurs itérations.

L'objectif de dimensionnement est fixé à Q100 en tenant compte également d'une revanche. La revanche a été calculée sur la base des recommandations de la CIPC. Son calcul comporte trois composantes :

- Une composante  $f_w$  qui prend en compte les incertitudes sur le fond du lit et sur la hauteur d'eau.
- Une composante  $f_v$  qui prend en compte les ondulations et les phénomènes de remous.
- Une composante  $f_t$  pour les ouvrages qui est sélectionnée en fonction de la disponibilité des flottants à l'amont et du type de surface de l'intrados.

Les différentes composantes sont définies dans les formules ci-après :

$$f_w = \sqrt{\sigma_{wz}^2 + \sigma_{wh}^2}$$

Avec  $\sigma_{wz}$  et  $\sigma_{wh}$  les incertitudes respectivement sur le niveau du fond et sur la hauteur d'eau.

$\sigma_{wz}$  a été choisi égal à 0.2 m, compte tenu des relevées réalisées.  $\sigma_{wh}$  est déterminé avec la formule suivante, obtenue sur la base d'échantillons de mesures.

$$\sigma_{wh} = 0.06 + 0.06h$$

Avec h, la hauteur d'eau en m.

Le terme  $f_v$  est l'énergie cinétique :

$$f_v = \frac{v^2}{2g}$$

Avec v, la vitesse moyenne en m/s.

En raison du négligeable risque de mise en charge dû à un rétrécissement des sections par embâcle, la composante  $f_t$  a été considérée nulle.

Finalement la revanche est calculée par la formule suivante :

$$f_e = \sqrt{f_w^2 + f_v^2 + f_t^2}$$

La Figure 5-1 présente les résultats obtenus pour les crues centennale et tri-centennale pour la variante retenue.

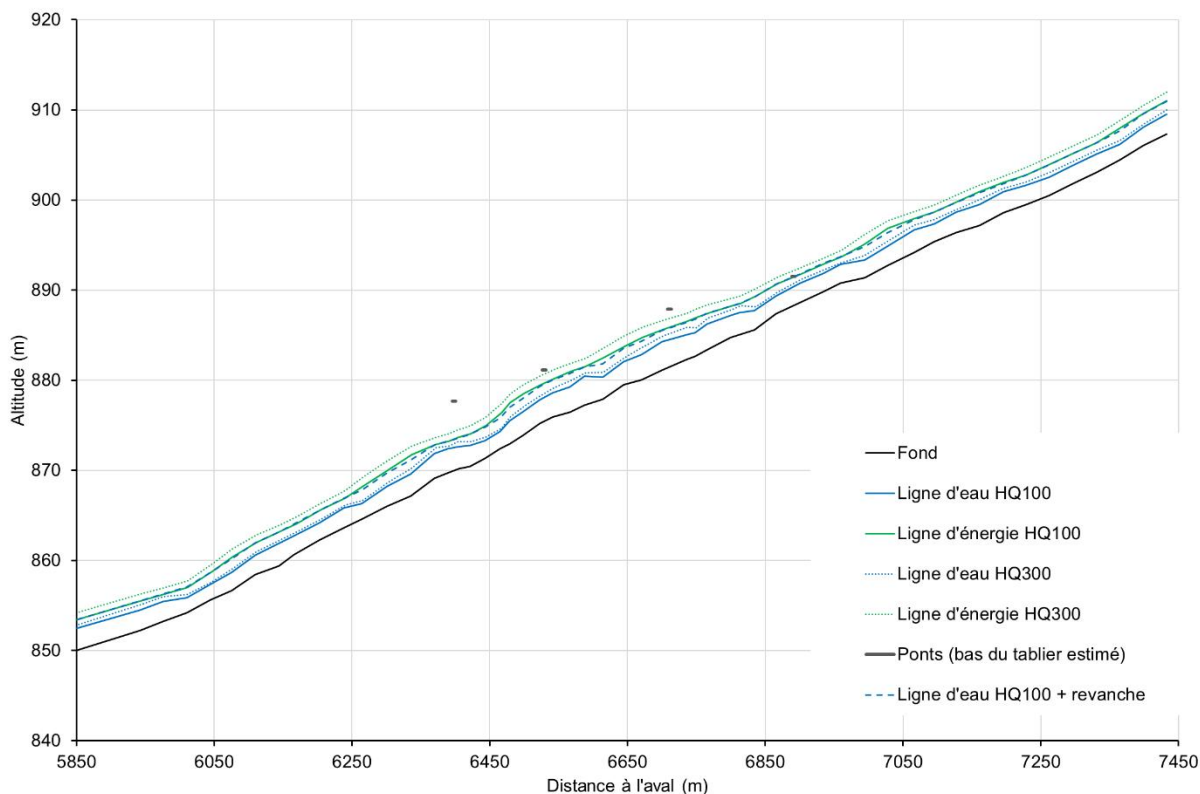


**Figure 5-1:** Résultat de modélisation après mesures pour les crues centennale et tri-centennale

Les calculs ont permis : 1) de s'assurer du gabarit hydraulique suffisant 2) de déterminer les hauteurs des murs / digues aux endroits avec débordements potentiels 3) de dimensionner la taille des enrochements nécessaires.

### 5.3 Dimensionnement des enrochements

Les deux méthodes pour le dimensionnement des enrochements de l'AVP ont été complétées par une troisième dans le projet d'ouvrage : la méthode Maynard (1, AVP) et Caltrans / ASCE (2, AVP) et Stevens (3, PO). Le bloc résiste aux contraintes de cisaillement de l'écoulement par son poids propre. Les méthodes se décrivent comme se suit :

(1) Maynard :

$$\frac{D_{30}}{h} = S_f C_s C_V C_T \left( \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma_s - \gamma}} \frac{v}{\sqrt{K_1 g h}} \right)^{5/2}$$

$D_{30}$  : est le diamètre de bloc équivalent tel que 30% des blocs soient plus légers

$S_f$  : est un coefficient sécurité. La valeur minimale proposée est de 1.1

$C_s$  : est un coefficient de stabilité du granulat. Il est proposé de prendre  $C_s=0.30$  pour des blocs anguleux et  $C_s=0.375$  pour des blocs arrondis ( $D_{85}/D_{15}$  entre 1.7 et 5.2).

$C_V$  : représente l'effet de l'hétérogénéité des vitesses dans la section. Les valeurs recommandées sont :

$C_V = 1.00$  pour les chenaux droits ou à l'intérieur des courbes

$C_V = 1.283 - 0.2 \cdot \log(R/W)$  pour l'extérieur des courbes de rayon  $R$  de largeur  $W$  ( $C_V = 1.00$  pour  $R/W > 26$ )

$C_V = 1.25$  à l'aval de sections en dur ou à l'extrémité de digues ou d'épis.

$C_T$  : représente l'effet de l'épaisseur de la couche de blocs. On admet  $C_T = 1.00$  si la couche a une épaisseur d'au moins 1 T avec  $T = \max(D_{100}, 1.5 D_{50})$ . Si la couche est d'épaisseur 1.5T, alors le diamètre des blocs peut être réduit d'un facteur  $C_T$  valant 0.85 si  $D_{85}/D_{15} = 2.5$ , 0.75 si  $D_{85}/D_{15} = 5$ . Pour une couche d'épaisseur 2 T, on peut adopter  $C_T = 0.70$  ( $D_{85}/D_{15} = 2.5$ ) ou  $C_T = 0.52$  ( $D_{85}/D_{15} = 5$ ).

$K_1$  : correction de la contrainte tractrice sur les berges. Il est recommandé pour le dimensionnement de prendre  $K_1 = 0.70$  pour des talus à  $3h/2v$ ,  $K_1 = 0.90$  lorsqu'ils s'adoucissent à  $2h/1v$ .

$\gamma$  : densité de l'eau

$\gamma_s$  : densité des blocs

$g$  : accélération de la pesanteur

$V$  : vitesse moyenne locale

$h$  : profondeur moyenne locale

Il est considéré que  $D_{50} = 1.2 \cdot D_{30}$ .

(2) Caltrans / ASCE :

Cette méthode détermine le poids  $W_{50}$  (kg) stable de bloc à installer :

$$W_{50} = \frac{0.113 G_s V^6}{(G_s - 1)^3 \sin(r - \alpha)^3}$$

$G_s$  : densité relative des pierres =  $(\gamma_s/\gamma)$

$\alpha$  : angle de la berge avec l'horizontale

$r$  :  $70^\circ$ , angle de limite d'application de la formule

Le diamètre est ensuite estimé considérant le bloc comme une sphère

$$D_{50} = (6W_{50}/\pi \cdot G_s)^{1/3}$$

(3) Stevens

Cette méthode dimensionne en cherchant un coefficient de sécurité  $S$  d'au minimum 1 :

$$S = \frac{1}{2 \tan \alpha} \left( \sqrt{\xi^2 + 4} - \xi \right)$$

$$\xi = \frac{\eta}{\tan \alpha \cos \alpha}$$

$$\eta = \frac{7.7hJ}{(G_s - 1)D_{50}}$$

J : pente de la ligne d'énergie

Les deux méthodes utilisées dans l'AVP ont permis de déterminer la taille des enrochements de berge. On distinguera les secteurs stables, caractérisés par une largeur de l'ordre de 12 mètres, une vitesse d'écoulement moyenne de 6.5 m/s et des hauteurs d'eau d'environ 1.5 m, et les secteurs instables, caractérisés par une largeur inférieure à 10 m, une vitesse d'écoulement moyenne de 7.5 m/s et des hauteurs d'eau d'environ 1.9 m.

|          |               | m=1 | m=2 | m=3  | m=4  | m=5  |
|----------|---------------|-----|-----|------|------|------|
| Stable   | Maynard (d30) | 2   | 1.3 | 1.1  | 1    | 1    |
|          | ASCE (d50)    | 1.3 | 1   | 0.98 | 0.95 | 0.95 |
| Instable | Maynard (d30) | 2.7 | 1.7 | 1.45 | 1.4  | 1.4  |
|          | ASCE (d50)    | 1.7 | 1.4 | 1.3  | 1.25 | 1.25 |

**Tableau 5-2 : dimensionnement des blocs de berge**

Le diamètre moyen des enrochements de berge est de l'ordre de 1 m dans Orsières, atteignant jusqu'à plus de 2 m localement et les pentes des berges non bétonnées sont de l'ordre 1v :2h.

Dans le cas des secteurs stables vis-à-vis de l'incision, les diamètres de dimensionnement et diamètres observés sont équivalents et on observe peu d'arrachements. La zone touchée concerne uniquement l'aval du pont du Bourgeal.

Le mode de pose de l'enrochement est également déterminant : leur pente d'équilibre est de 2v :3h et fondé à son pied par un bloc enterré. Cette fondation garanti la stabilité de l'enrochement faisant office de butée d'une part, et prévenant un abaissement futur du lit de la Dranse d'autre part. Offrant ainsi une protection modulable du cours d'eau.

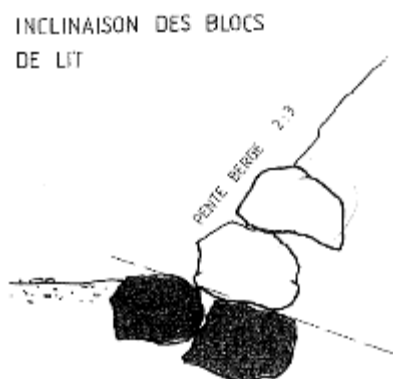


**Figure 5-2** Positionnement des enrochements pour une pente de berge de 2:3

Sur l'ensemble du lit de la Dranse, les pentes de berges seront, dans la mesure du possible, talutée à 2:3, afin d'éviter les enrochements bétonnés. En effet, en liant ainsi les blocs, on obtient des éléments de protection semblables à une dalle placée en rive. Ces éléments, une fois soumis à la poussée dynamique de l'eau, peuvent être facilement transportés par l'écoulement. De plus, le risque d'affouillement du pied de l'empierrement est plus prononcé lorsqu'il s'agit d'un élément rigide qui ne peut pas glisser dans la fosse d'érosion et ainsi retarder le phénomène.

Les calculs selon (3) Stevens du projet d'ouvrage confirment l'ordre de grandeur des diamètres déjà trouvés pour l'AVP. Des pentes plus raides que "2 vertical / 3 horizontal" sont à éviter, puis il est nécessaire de travailler avec des blocs entre 1.2 m allant jusqu'à 1.5 m dans les rives.

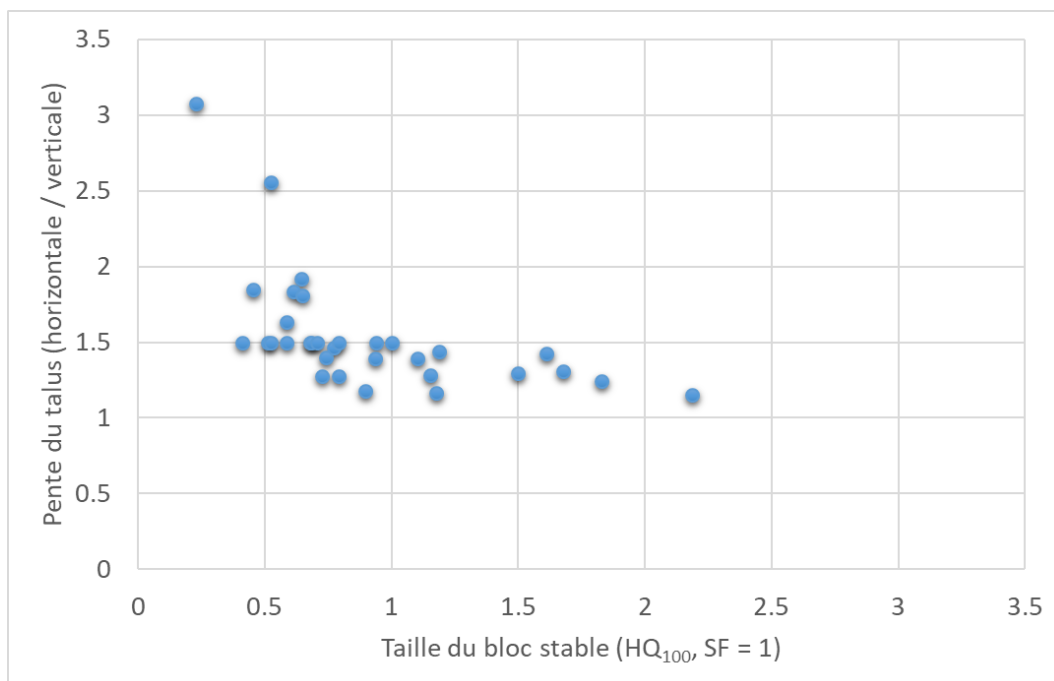


**Figure 5-3 :** Taille du bloc stable de la berge en fonction de la pente du talus (horizontale / verticale), approche Stevens avec un facteur de sécurité SF = 1

#### 5.4 Horizon de plantations

Comme décrit plus en détail dans le chapitre §6.5, des plantations d'arbustes et d'arbres seront réalisés comme mesures environnementales. Pour éviter que ces plantations soient emportées par le courant, il est préconisé que cette limite se trouve à partir des forces tractrices agissants sur les berges de 150 N/m<sup>2</sup> pour la crue centennale et 200 N/m<sup>2</sup> pour la crue tri-centennale.

La force tractrice est donnée par :

$$\tau = h \rho g J$$

Avec h, la hauteur d'eau en m,  $\rho$  la densité de l'eau (kg/m<sup>3</sup>) et J la pente de la ligne d'énergie.

Les niveaux présentés dans la Figure 5-4 correspondent aux niveaux d'horizon de forces tractrices pour les crues centennale et tri-centennale.

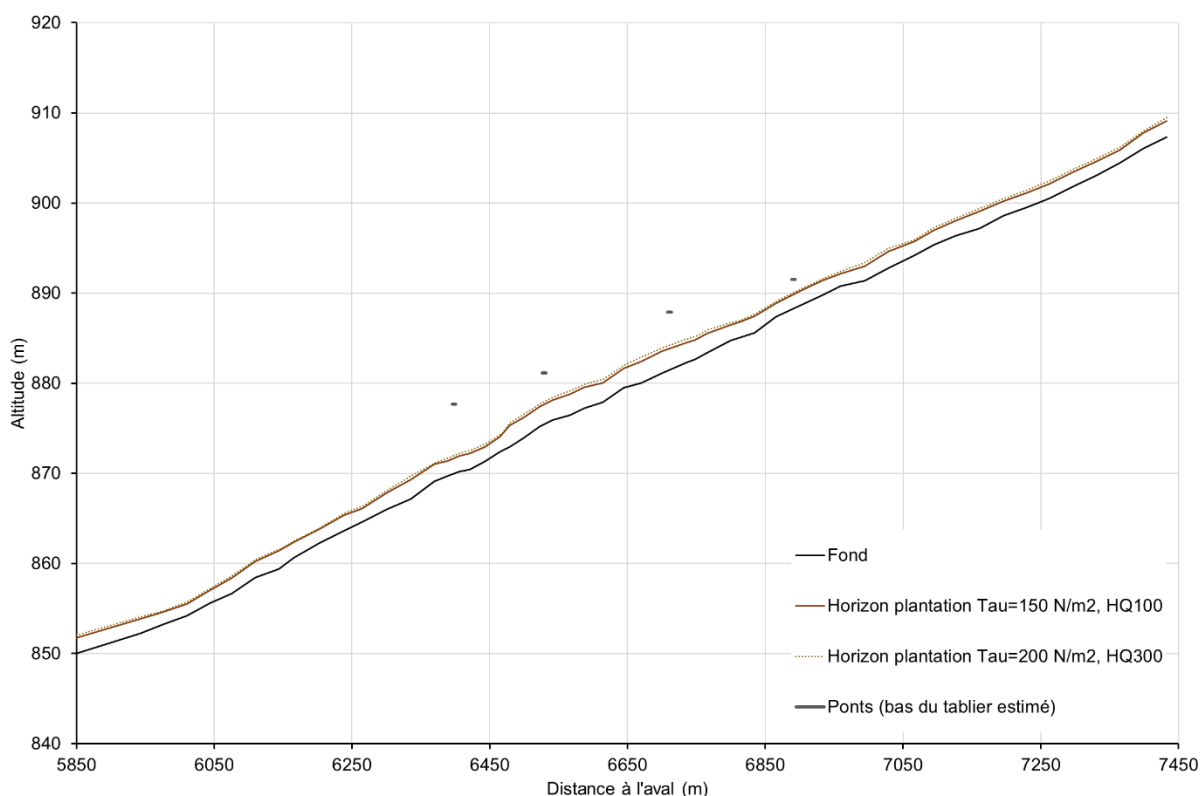


**Figure 5-4 : Horizons de plantation pour les crues centennale et tri centennale**

### 5.5 Résumé du dimensionnement

Les règles de dimensionnement pour la stabilisation de la Dranse à Orsières se résument comme suit :

- Le lit :
  - Les gros blocs (résiduels) structurant le lit et rajoutant les rugosités nécessaires sont à conserver. Il faut être attentif à ce point dans l'exécution.
  - Pour garantir la stabilité du lit en dehors des secteurs avec des seuils, le diamètre moyen des blocs du lit doit être entre 1.1 et 1.5 m. L'apport de granulométries en grande quantité, lors de la construction, avec des diamètres inférieurs est à éviter (sauf pour pistes de chantier dans le lit et pour les couches de filtres nécessaires pour la pose des enrochements).
- Les rives :
  - Des enrochements ayant un diamètre moyen entre 1.2 et 1.5 m seront nécessaire pour les enrochements libres et des pentes de talus de "2 vertical / 3 horizontal".
  - Les plus gros blocs sont à poser dans la partie basse de la rive, conformément à la figure 5-4.
  - La protection par des blocs doit atteindre un niveau d'environ 2.0 m en dessus de lit moyen de la rivière, qui correspond approximativement à la ligne d'eau pour HQ100.
  - Entre 2.0 m et 2.5 à 3.0 m, un aménagement avec des plantations résistants à l'écoulement est possible. Au-delà des 3.3 à 3.5 m le choix des espèces pour la plantation indifférente de leur résistance à l'écoulement.
  - Ces détails constructifs sont à préciser dans le projet d'exécution.

## 5.6 Présentation des mesures sécuritaires par secteurs

Les mesures présentées au chapitre précédent sont développées secteur par secteur.

### 5.6.1 Secteur pont des Ides – passerelle Podemainge

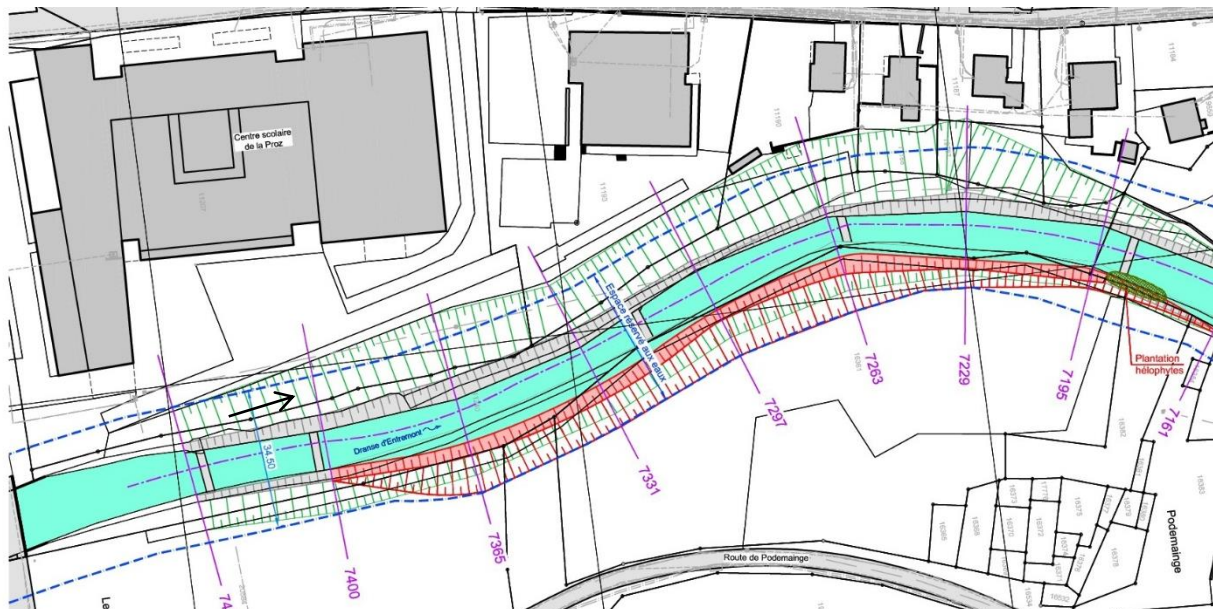


**Figure 5-5** Plan de situation pour les mesures du PK 7400 à 7161

Ce tronçon est marqué par une incision locale du lit en rive droite qui provoque une déstabilisation des blocs en pied de berge.



**Image 5-1** Incision en pied de berge (photo de gauche) et effondrement local de la berge (droite)



**Image 5-2** Arrachement de blocs en pied de berge (source d'instabilisation)

La mesure projetée consiste en un élargissement du lit à la largeur de régime comprise entre 10 et 12 m. De plus, la courbure de la Dranse en rive droite sera adoucie pour limiter toute attaque ponctuelle à l'intérieur de la courbure. Cet élargissement est prévu sur environ 200 ml.

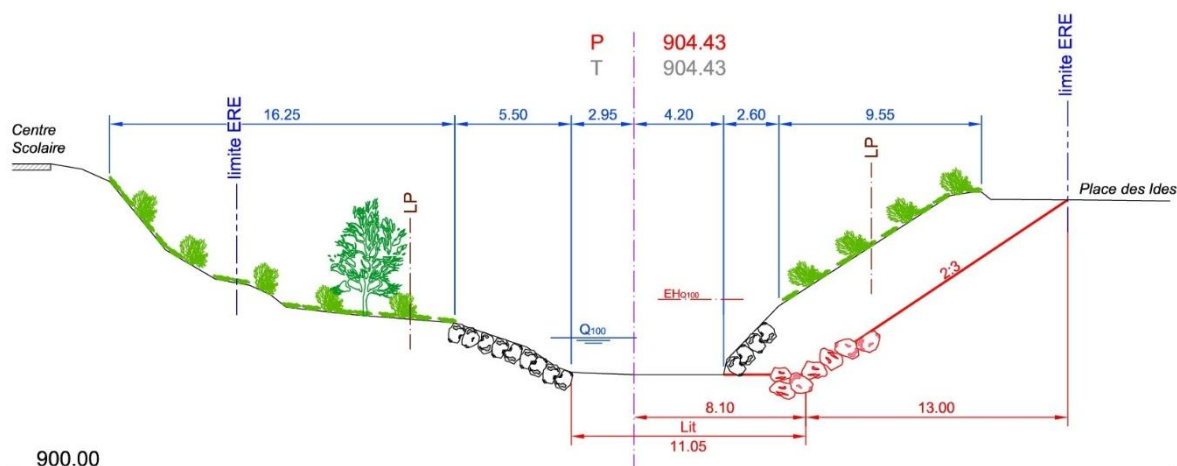


**Figure 5-6** Profil type PK 7400 à 7161

La berge est aménagée pour répondre aux objectifs fixés dans la planification des revitalisations cantonales, cet aspect est décrit plus en détail dans le chapitre 6, la fiche est présentée en [annexe 3](#). Une plantation d'hélophyte est également proposée sous forme de test, afin de se rendre compte de la durabilité de cette implantation au fil des crues de la Dranse.

Le secteur aménagé suivant (PK 7161-6994) se situe juste au niveau du virage en amont du dépôt de TMR SA jusqu'à l'habitation de M. Sébastien Lovey sur la parcelle n°16'430. A l'amont, la berge est érodée principalement en rive gauche (à l'intérieur de la courbure). La largeur du torrent diminue fortement au niveau de ce virage ce qui augmente le risque d'érosion.

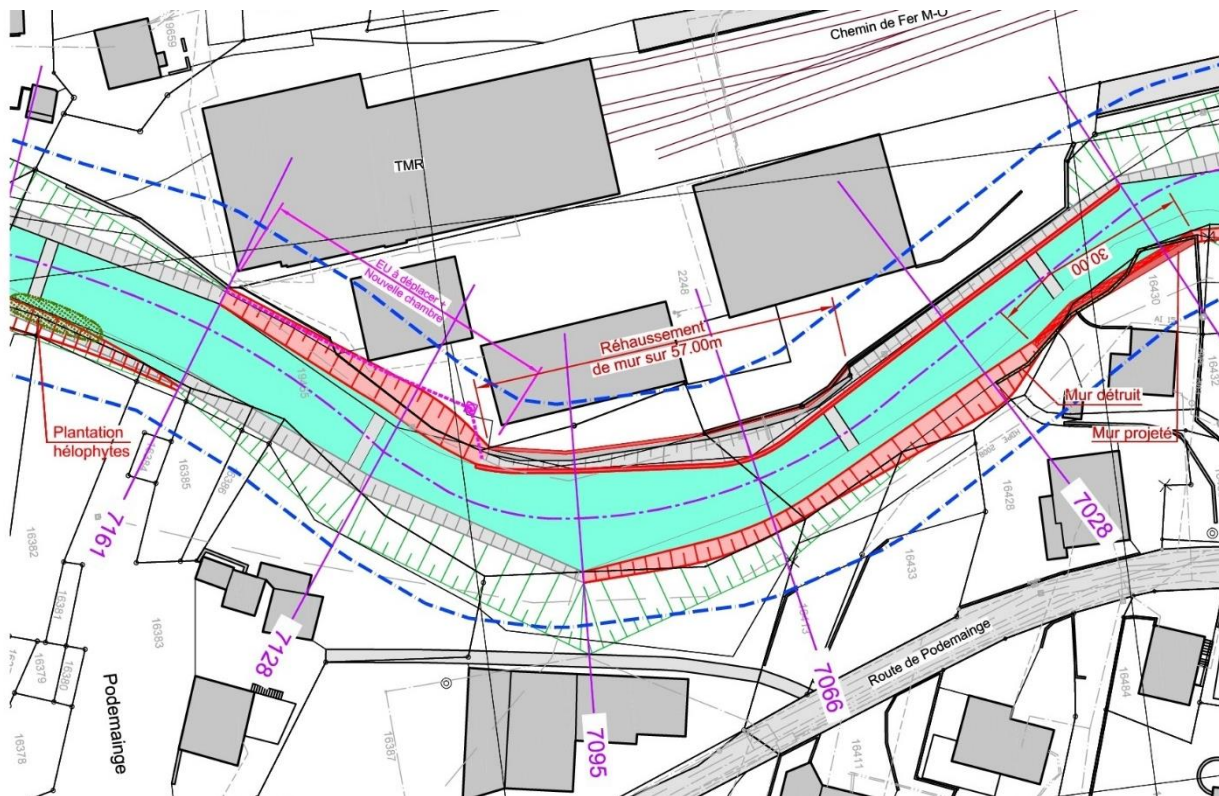


**Figure 5-7** Secteur des dépôts TMR et de l'habitation de S. Lovey

A l'amont (KM 7161 à ~7111) une diminution de la courbure du lit de la Dranse avec élargissement est prévue. Une conduite d'eaux usées est présente dans la berge et doit être déplacée. Cette intervention se fera en consultation du plan général d'évacuation des eaux communal (PGEE) afin d'intégrer les éventuelles mesures dans ce secteur. Le bétonnage de la conduite ou la pose d'un double manteau sera alors précisé.

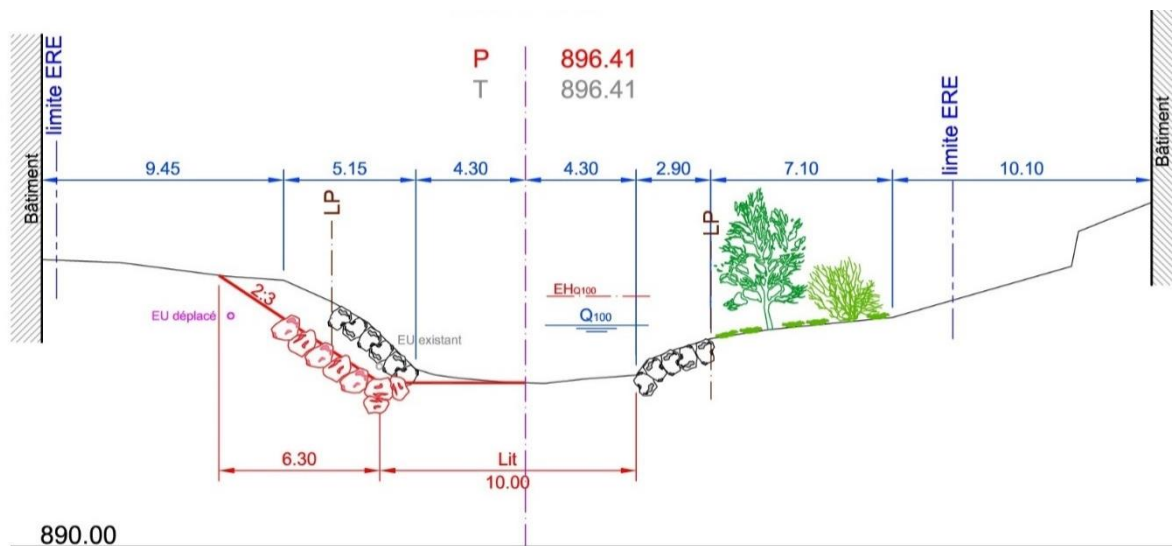


**Figure 5-8** Profil type de l'aménagement à l'amont des dépôts de TMR SA

Un risque de débordement au niveau du dépôt des TMR (PK 7111 à 7044) a été identifié dans la carte des dangers hydrologiques. Dès la crue centennale, des débordements peuvent se produire au niveau du sommet de berge bétonné.



**Image 5-3** Muret de protection du sommet de berge en rive gauche à réhausser

Ce risque peut être supprimé en rehaussant le mur en rive gauche jusqu'à la hauteur de la ligne d'énergie de la crue centennale. Des mesures spécifiques doivent également être entreprise pour empêcher toute entrée d'eau au niveau de la place du dépôt (pose d'un clapet anti-retour sur les évacuations d'eau en direction du cours d'eau).

A cela s'ajoute une mesure de remise en état du pied de la berge en rive gauche : à l'aval du dépôt de TMR SA, la largeur du torrent augmente mais les enrochements bétonnés en rive gauche ont subi une forte incision.



**Image 5-4** Incision et instabilité en rive gauche

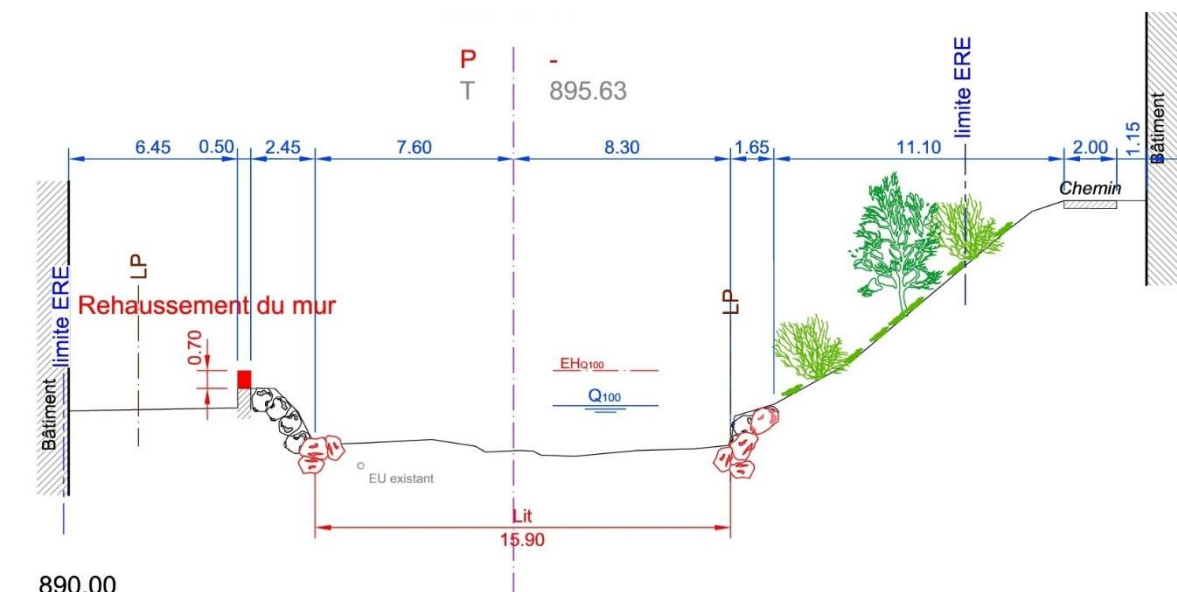


**Figure 5-9** Profil type du rehaussement du mur, dans le secteur des dépôts de TMR SA

Le concept de protection des berges, proposé en rive droite, revient à reconstituer un pied de berge en enrochement de gros diamètre (environ 1 m), selon une pente de 2v :3h. La base de l'enrochement est placée à environ 1 m sous le fond actuel. Cette fondation garanti la stabilité de l'enrochement faisant office de butée d'une part, et prévenant un abaissement futur du lit de la Dranse d'autre part. La structure ainsi obtenue est toujours mobile permettant un réagencement des blocs au gré des sollicitations futures.

Plus en aval, le torrent est à nouveau canalisé avec des enrochements bétonnés sur les deux rives. Les deux rives présentent également des incisions.



**Image 5-5** Incision en rive droite au niveau de l'habitation de Sébastien Lovey – parcelle n°16'430

Au niveau du secteur de l'habitation, étant donné la faible largeur de la Dranse au droit de la parcelle 16'430, la rive droite est fortement sollicitée. Un compromis a été trouvé avec le propriétaire pour obtenir l'expropriation nécessaire à la garantie de la largeur de régime.



**Image 5-6** Situation de la parcelle n°16'430 – le nouveau sommet de berge est représenté en trait-tillé rouge

Un élargissement en rive droite est ainsi projeté, avec une diminution de la courbure permettant de prévenir à la fois le phénomène d'incision mais également celui d'arrachement des blocs. L'enrochement bétonné relativement raide au niveau de l'habitation est remplacé par un mur de soutènement sur un linéaire de 30 m.

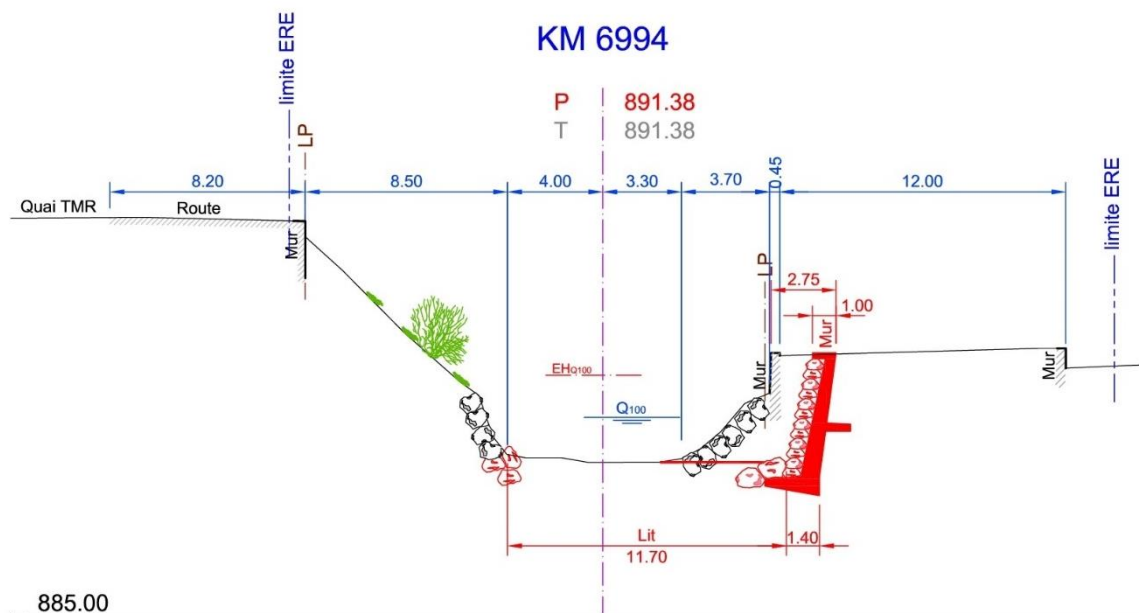


**Figure 5-10** Profil type aménagement de la rive droite au niveau de la parcelle n°16'430

Plus à l'aval, le pied de berge de la rive droite est remis en état dans la zone des jardins. Une deuxième plantation d'hélophyte est proposée dans ce secteur. Des mesures environnementales sont également prévues dans la partie plus plane en rive gauche.

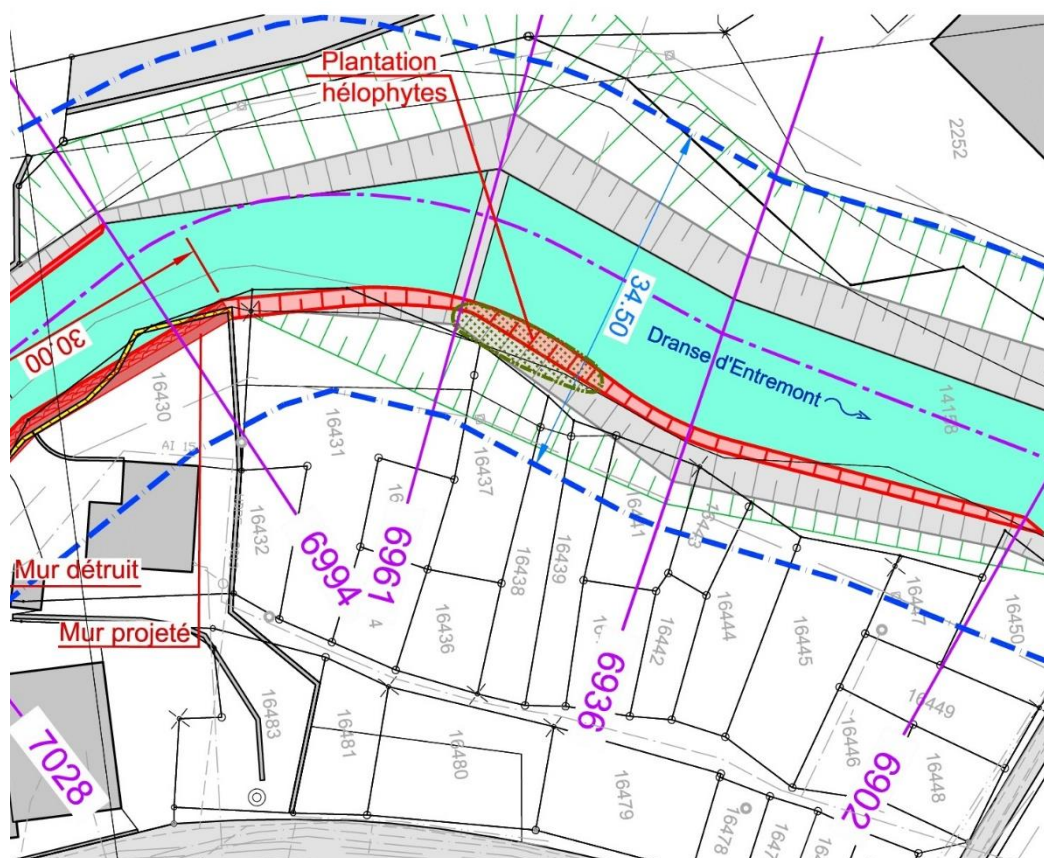


Figure 5-11 : Situation des travaux projetés à l'amont de la passerelle de Podemainge

#### 5.6.2 Secteur passerelle Podemainge – pont du Bourgeal

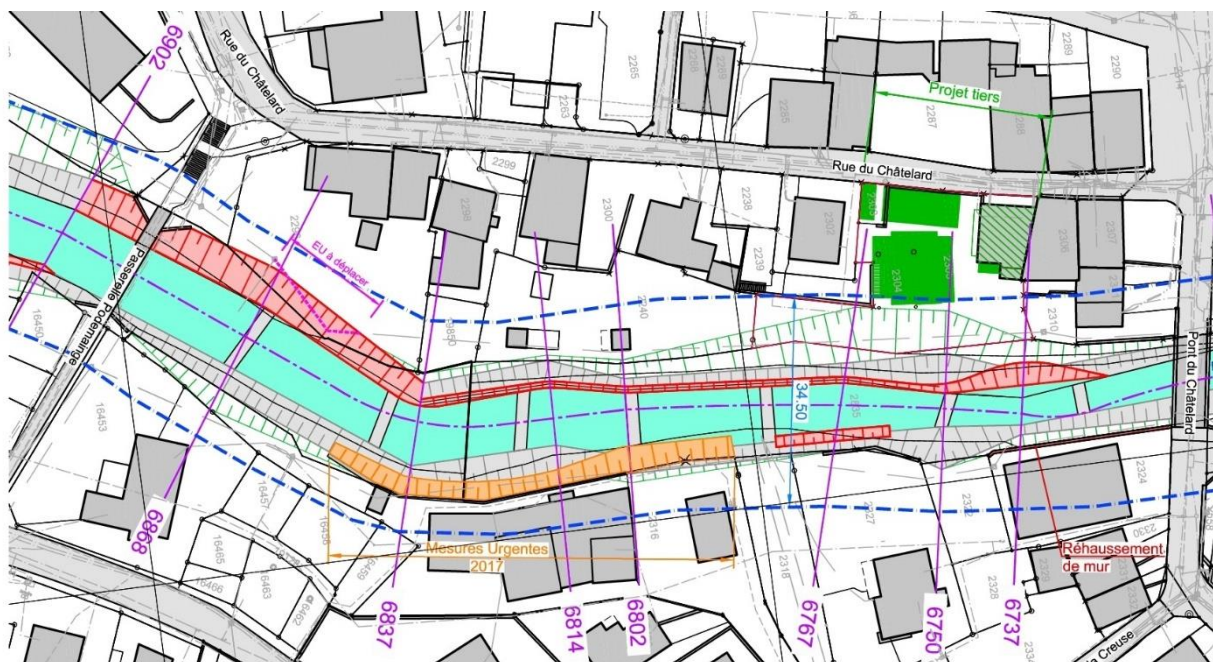


Figure 5-12 Plan de situation du tronçon Passerelle de Podemainge – Pont du Châtelard

Le secteur à l'aval de la passerelle de Podemainge est caractérisé par une incision en rive gauche et la présence d'un mur bétonné.



**Image 5-7** Incision en rive gauche à l'aval de la passerelle de Podemainge

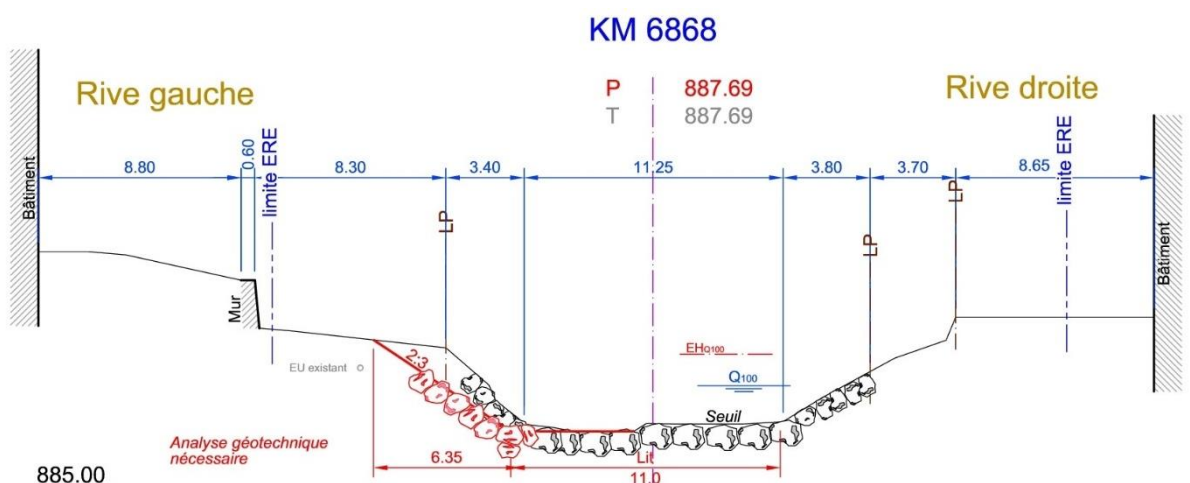


**Figure 5-13** Profil type de la mesure projetée à l'aval de la passerelle de Podemainge

Dans ce secteur, l'élargissement du lit en rive gauche sur environ 35 m est projeté. Le mur en maçonnerie est remplacé par des enrochements non bétonnés. L'intervention dans ce secteur nécessite une analyse géotechnique complémentaire afin de s'assurer de la stabilité de la rive gauche. Un collecteur d'égout est également à déplacer.

Plus à l'aval, l'accélération de l'écoulement et la faible largeur du cours d'eau provoquent un phénomène d'incision locale. Une intervention ponctuelle en pied de berge sera réalisée à partir du PK 6837.



**Image 5-8** Incision de la berge bétonnée en rive gauche

De plus, au droit du seuil situé au pied de la parcelle n°2318 on constate une importante dégradation des berges. Les berges semblent déchaussées (image suivante). Les enrochements existants devront être remplacés par des enrochements non bétonnés sur environ 35 m.



**Image 5-9** Grandes incisions au droit des seuils

Plus en aval, la rive gauche de la Dranse est particulièrement raide ce qui engendre un fort risque de déstabilisation de la berge potentiellement causé par une incision en pied de berge.



**Image 5-10** Rive gauche au niveau du PK 6767

Dans ce secteur, la section rétrécie au niveau du pont du Châtelard fait office de section de contrôle, provoquant un remous à l'amont. L'augmentation de la largeur du lit perd ainsi de son efficacité et n'a que peu d'influence sur les lignes d'eaux. La géométrie actuelle est ainsi conservée avec un léger élargissement en rive gauche au niveau du profil PK 6737 et un talutage à 2v /3h de la berge.

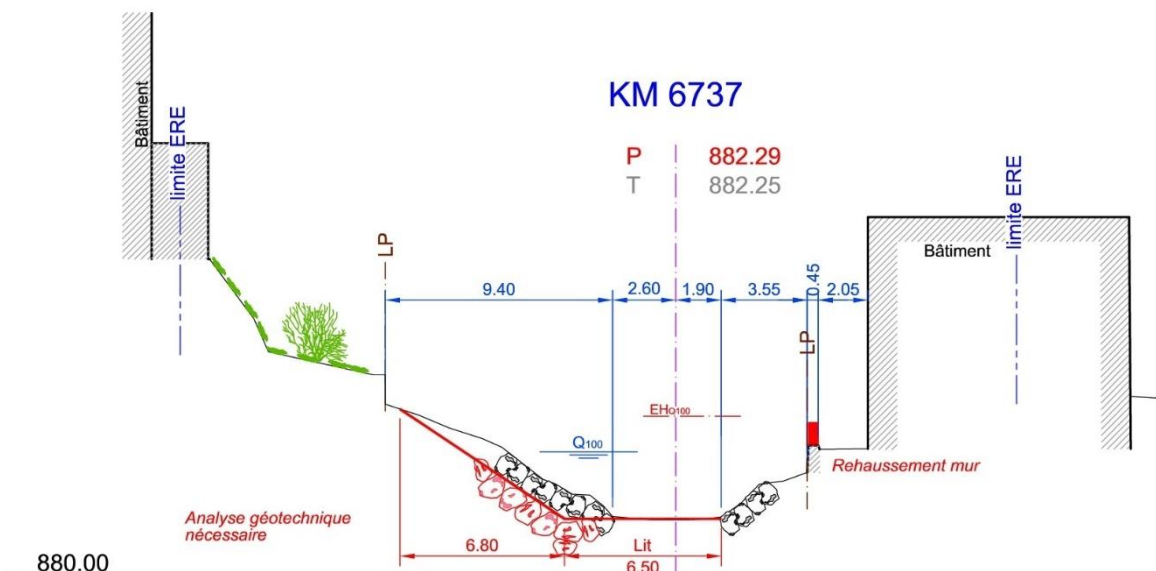


**Figure 5-14** Aménagement projeté au niveau du PK 6737

La rive gauche nécessite un rehaussement au niveau de la parcelle n°2324 pour prévenir tout débordement.

La situation des aménagements projetés dans le secteur Pont du Châtelard au Pont du Cimetière est présentée ci-dessous :



**Figure 5-15** Plan de situation du secteur Pont du Châtelard au Pont du Cimetière

Comme le montre les photos de l'Image 5-11, ce secteur est particulièrement contraint avec des murs de soutènement sur chacune des berges. La faible largeur du lit entraîne des phénomènes d'incision et d'arrachement local des blocs en pied de mur (rive gauche). A terme, ce phénomène risque d'engendrer une instabilité du mur par affouillement en pied.



**Image 5-11** Vue de la Dranse depuis le pont du Châtelard (gauche) et vue de la rive gauche (droite)

Plus en aval, au niveau des seuils, on constate une incision généralisée sur les deux rives avec arrachement local au pied des berges.



**Image 5-12** Etat des seuils au droit des enrochements non bétonnés

Dans ce tronçon, les fortes contraintes liés aux aménagements en sommet de berge réduit les possibilités d'aménagement. L'unique action possible est la création de seuils afin de minimiser l'érosion du lit (par

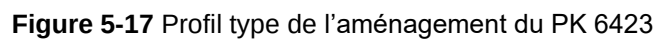
diminution de sa pente). Les enrochements bétonnés seront remplacés par des enrochements non bétonnés en rive droite et rive gauche sur environ 100 m, selon la méthode de protection des berges. 5 seuils sont ainsi projetés à une distance de 20 m d'intervalle. 3 seuils existants sont également à remettre en état. La fonction de ces seuils est de fixer le profil en long et éviter ainsi toute érosion du lit pouvant mener à des affouillements du pied des murs.

En amont du pont du cimetière, les interventions réalisées au début 2017 ont permis de stabiliser la berge en rive droite à l'intérieur de la courbure. Cependant, en aval de ce virage, le torrent est très artificialisé, les enrochements sont marqués, la largeur du lit et sa variabilité sont réduites.



**Figure 5-16** Situation des aménagements projetés en amont du pont du Bourgeal

Un projet de parking a été autorisé, comprenant la destruction de l'ancienne forge et la réalisation d'un mur de soutènement. Ce projet a été coordonné avec l'aménagement de la Dranse et le mur se trouve ainsi intégré à la protection de berge avec une largeur suffisante de lit. Une analyse géotechnique a également été réalisée par les requérants pour garantir la stabilité du nouveau mur.



En aval du pont du Bourgeal, les enrochements bétonnés sont particulièrement endommagés et forment des casquettes bétonnées au-dessus du niveau d'eau, notamment au droit des seuils (Image 5-13). De fortes incisions s'étendent également sur l'ensemble de la rive droite.

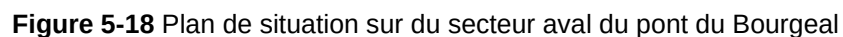




**Image 5-13** Enrochements bétonnés à l'aval du seuil (aval Bourgeal)



**Image 5-14** Incision du lit en rive droite (aval Bourgeal)

La mesure projetée consiste à remettre en état les enrochements existants et à remplacer les enrochements bétonnés par des enrochements libres.

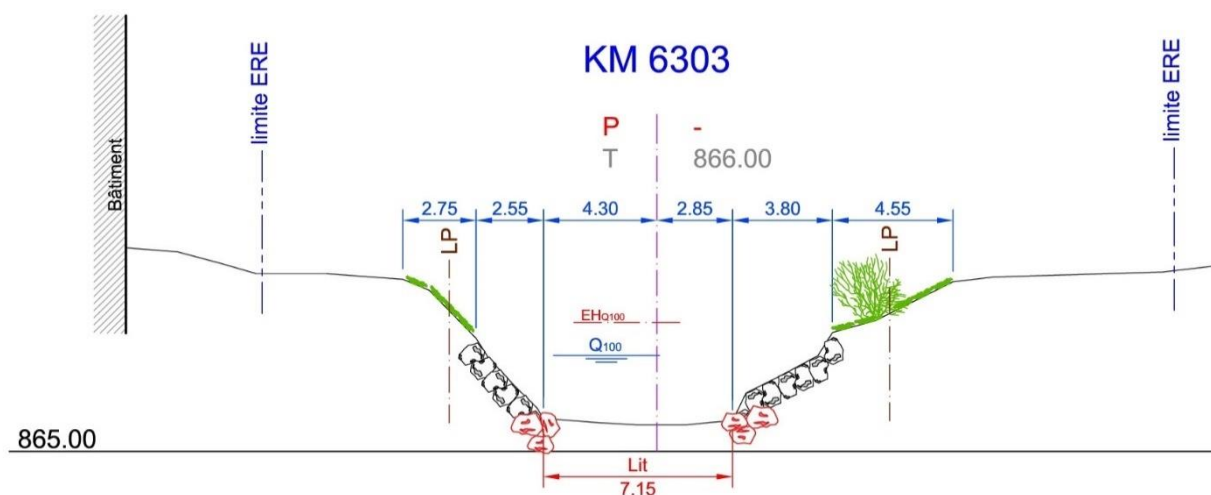


**Figure 5-19** Profil type des aménagements projetés à l'aval du pont du Bourgeal

Dans ce secteur légèrement en courbe, la modélisation hydraulique 1D a montré qu'un élargissement du lit n'améliorera pas le comportement hydraulique général. Cet élargissement ponctuel provoque en effet des changements d'écoulement pouvant conduire à des ressauts augmentant la sollicitation du fond et le risque d'érosion locale. Une mesure de remise en état des enrochements est ainsi préconisée.



**Image 5-15** Secteur courbure en rive gauche PK 6266



**Image 5-16** Enrochements en rive gauche déstabilisés

La réfection des pieds de berges est urgente pour l'ensemble du secteur PK 6200-6050, car les blocs sont susceptibles d'être arrachés dans ce secteur dès Q100.

A l'aval de ce secteur, un élargissement de la Dranse à sa largeur de régime est projeté. La rive gauche du cours d'eau est ainsi réaménagée.



**Figure 5-20** Plan de situation du secteur aval

Afin de pérenniser un accès au cours d'eau pour des raisons d'entretien, une piste a été intégrée dans le projet. Ce dernier secteur est une zone d'exhaussement situé à l'aval d'Orsières au niveau du changement de pente du lit (de 3.5% à 2.7 %). Cette diminution de pente engendre un ralentissement de l'écoulement et une diminution de la capacité de charriage favorisant la déposition des matériaux. La mesure proposée pour ce secteur consiste en un entretien des dépôts, en laissant toutefois se développer une morphologie fluviale dans les limites de la sécurité du secteur. Une partie des matériaux déposés provient également des laves torrentielles du torrent de Malingue en rive droite.



Image 5-17 Diminution de la vitesse d'écoulement et exhaussement du lit

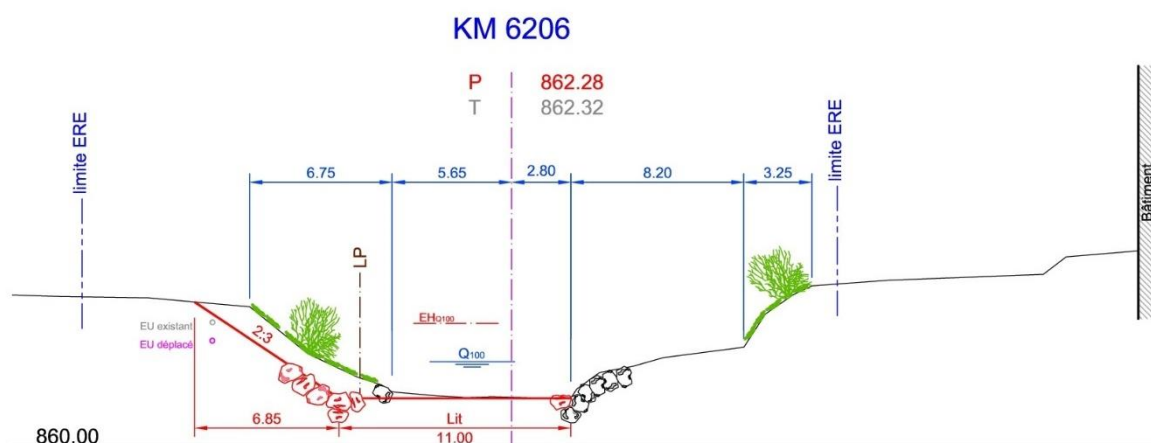


Figure 5-21 Profil type de l'aménagement du secteur aval

La parcelle 11'619 est touchée par un danger de crue moyen à faible. Afin de limiter les débordements, un rehaussement du mur est en RG sur environ 15 m est projeté.

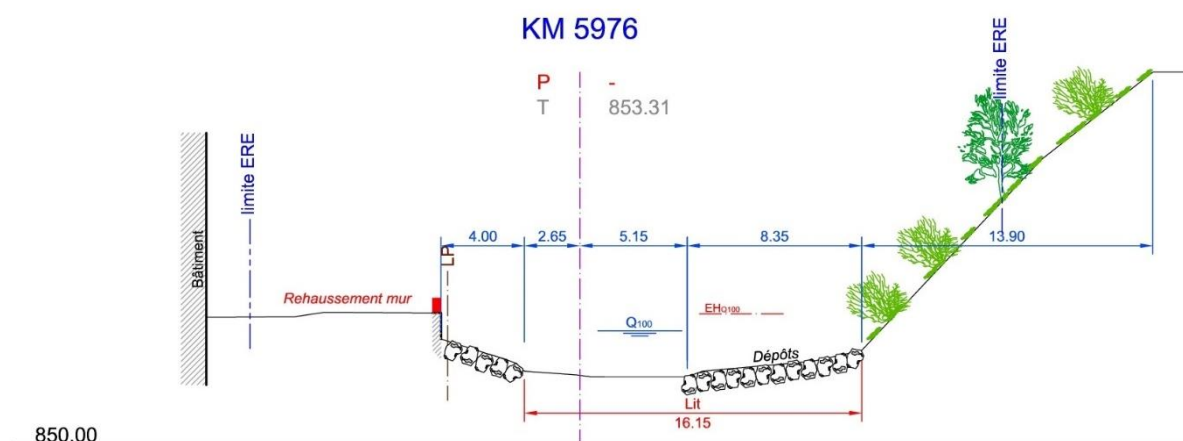


Figure 5-22 Profil type de l'aménagement du PK 5976

## 5.7 Conséquences des mesures

Les impacts et conséquences de la mise en œuvre des mesures sont maintenant analysés selon différents aspects :

- La notice d'impact, présentée en pièce n°19 du dossier, détaille les conséquences des mesures sur l'environnement ;
- Le dossier de défrichement présente les aspects forestiers et demande de défrichements liés aux aménagements et accès de chantier en pièce n°20.

Les conséquences sur l'aménagement du territoire, les dangers après-mesures et la gestion du risque résiduel sont présentés aux paragraphes suivants.

### 5.7.1 Expropriations

On remarque sur le cadastre actuel que de nombreuses parcelles privées empiètent dans le chenal de la Dranse. La loi cantonale sur l'aménagement des cours d'eau précise que les cours d'eau appartiennent au Communes (et le Rhône au Canton). Dans le cas de la Dranse d'Orsières, la Commune est propriétaire du cours d'eau mais n'as pas de maîtrise du foncier si certaines parcelles privées empiètent dans le cours d'eau. C'est dans cet esprit de régularisation de la situation qu'ont été projetées l'emprise des expropriations.

Le chenal de la Dranse est ainsi entièrement exproprié, au maximum jusqu'à la limite de l'ERE afin d'assurer à la commune une maîtrise complète du cours d'eau lui appartenant. Les plans d'expropriations sont présentés aux pièces 15 à 17. Il est important de souligner que seules les surfaces touchées par le projet ont été pris en compte dans les coûts d'expropriations des chapitres suivants.

### 5.7.2 Danger après mesure et risques résiduels

La carte des dangers après mesures représente l'état aménagé de la Dranse avec une suppression du risque d'érosion de berge à la suite des mesures de stabilisation. Les adaptations locales permettent également de réduire la zone rouge de débordement à proximité des bâtiments protégés. La carte des dangers après-mesures est présentée en [annexe 3](#).

Les risques résiduels au niveau du projet d'aménagement sont une dégradation prématurée des nouvelles protections de berges ou de dérangement de secteur jugés stable au moment de l'étude du projet d'ouvrage. Un parcours annuel des berges est nécessaire dans le cadre de l'entretien et après chaque épisode de crue dans le cadre de la remise en état. Le suivi de ces observations et le seul moyen d'anticiper le risque d'effondrement de berge qui représente un phénomène soudain.

## 6. Etat des cours d'eau et mesures environnementales

### 6.1 Etat du cours d'eau

#### 6.1.1 Contexte général

L'ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau (OACE, 1999) prévoit que les Cantons doivent délimiter non seulement les territoires dangereux, mais aussi l'espace nécessaire aux cours d'eau requis, tant pour garantir la protection contre les crues que pour assurer les fonctions écologiques des cours d'eau.

Une protection durable contre les crues doit se soucier d'une végétation des rives prospère et doit laisser suffisamment d'espace pour le développement d'une diversité naturelle des structures pour les habitats aquatiques, amphibiens et terrestres. Elle crée des liaisons entre les habitats.

La fiche de coordination F. 9/2 (*Aménagements et entretien de cours d'eau*) du plan directeur cantonal prévoit "d'assurer la sécurité contre les crues et de mettre en valeur les cours d'eau en prenant en compte tous les usages possibles du cours d'eau". Les principes suivants doivent être respectés :

- Réaliser les aménagements en prenant en considération les caractéristiques naturelles du cours d'eau, ainsi que ses fonctions écologiques (renaturation) et son potentiel économique ;
- Rétablir l'emprise naturelle des cours d'eau et valoriser la végétation riveraine, lorsque les conditions le permettent.

Les mesures visant à rétablir la dynamique naturelle des eaux et la trame des habitats naturels, en particulier la création, en quantité suffisante, de zones tampon et de transition entre la terre ferme et l'eau, sont prioritaires (art. 6, OACE). Les objectifs quantitatifs à atteindre sont définis dans la *méthode d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse "Ecomorphologie - niveau R" de l'OFEFP, 1998*.

L'analyse de l'état de la traversée de la Dranse à Orsières a fait l'objet d'une approche ciblée, en fixant des priorités d'intervention lors du parcours détaillé du réseau hydrographique et en procédant à une évaluation écomorphologique des tronçons prioritaires.

Les déficits écologiques ont été identifiés. Sont synthétisés ci-après les éléments qui concernent les secteurs d'intervention définis dans le cadre de cet avant-projet.

#### 6.1.2 Evaluation écomorphologique et milieux riverains

L'écomorphologie de la Dranse avait été étudiée à l'échelle régionale « Dranse d'Orsières – Ecomorphologie type R » du bureau BTEE SA datant du 15 novembre 2012. La Dranse d'Entremont se trouve dans un état écomorphologique satisfaisant dans sa traversée de la localité d'Orsières, alternant entre des secteurs peu atteints ou proches de l'état naturel, et des secteurs murés, très artificialisés.

L'estimation de l'écomorphologie du cours d'eau a été réalisée à la hauteur des cinq ponts du village d'Orsières, ainsi que sur quelques points permettant de compléter le relevé (Figure 6-1).

|                                          | 1                    | 2a             | 2b             | 3                    | 4                    | 5                   | 6                   | 7                    | 8              |
|------------------------------------------|----------------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------|
|                                          | pont des Ides        | 577.217/97.016 | 577.214/97.097 | pass. de Podemainge  | pont du Châtelard    | pont du Cimetière   | pont du Bourgeal    | 577.350/98.195       | 577.381/98.291 |
| largeur du lit                           | 15 m                 | 9 m            | 9 m            | 12 m                 | 10 m                 | 8 m                 | 13 m                | 12 m                 | 15 m           |
| variabilité de la largeur du lit mouillé | limitée              | limitée        | limitée        | prononcée            | prononcée            | limitée             | limitée             | prononcée            | prononcée      |
| aménagement du fond du lit               | aucun/faible         | aucun/faible   | aucun/faible   | faible (pts seuils)  | aucun/faible         | faible (pts seuils) | faible (pts seuils) | aucun                | aucun          |
| renforcement du pied de la berge         | naturel/enrochements | enrochements   | enrochements   | naturel/enrochements | naturel/enrochements | enrochements        | enrochements        | naturel/enrochements | naturel/murs   |
| largeur des rives                        | insuffisante         | insuffisante   | insuffisante   | suffisante           | insuffisante         | insuffisante        | insuffisante        | suffisante           | suffisante     |
| nature des rives                         | typique              | artificielle   | artificielle   | typique              | typique              | artificielle        | typique             | typique              | typique        |

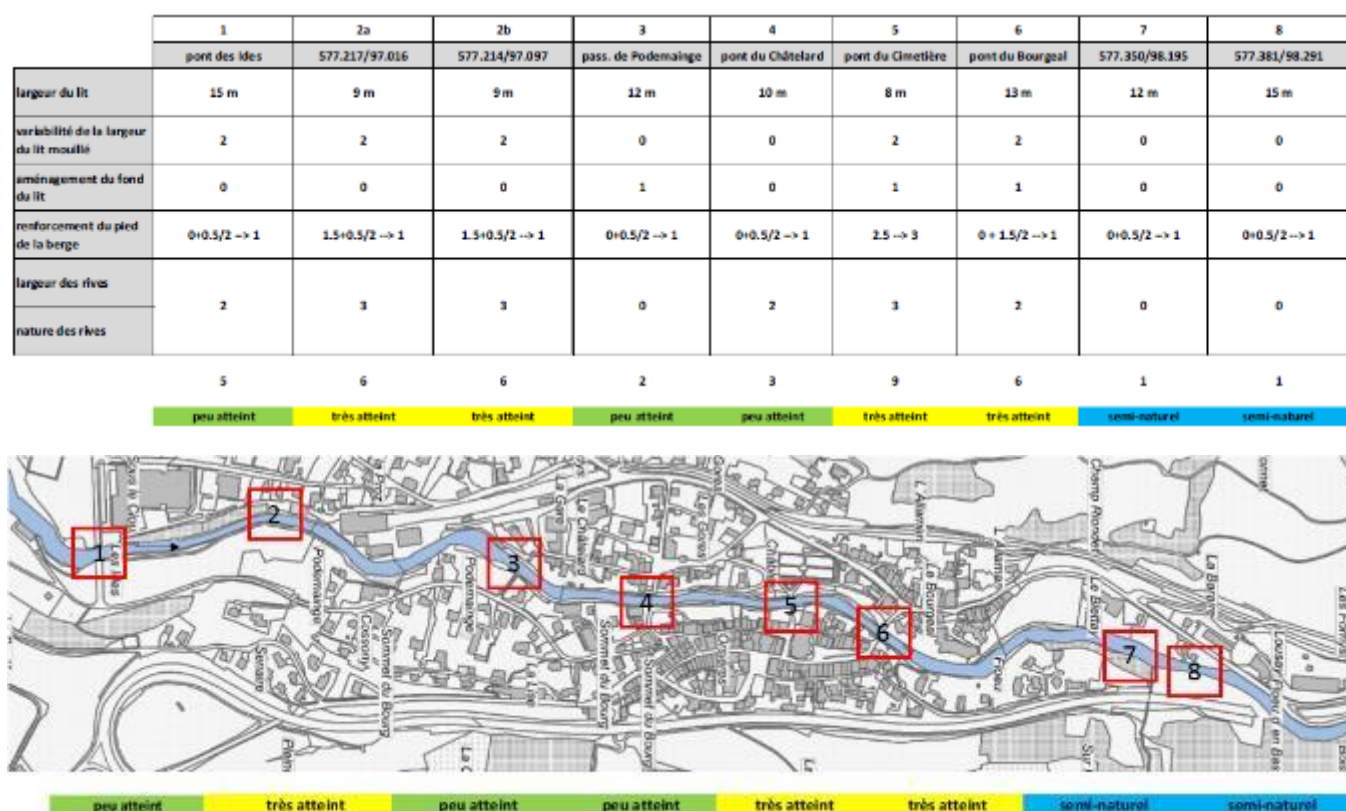


**Figure 6-1:** Etat morphologique de la Dranse dans sa traversée d'Orsières

Le secteur n°1 correspond au tronçon aval du Pont des Ides. Ce secteur est qualifié de « peu atteint » avec des rives proches de l'état naturel. Le secteur n°2 décrit les tronçons fortement artificialisés entre le pont des Ides et la passerelle de Podemainge. Le secteur n°3 correspond aux tronçons amont-aval de la passerelle de Podemainge. La largeur du lit étant globalement suffisante, ce secteur est « peu atteint ». Le secteur n°4 correspond aux tronçons amont-aval du pont du Châtelard. La largeur du lit est réduite mais le caractère naturel du tronçon prédomine, malgré la présence de murs. Les secteurs n°5 et 6 correspondent respectivement aux tronçons amont-aval du pont du cimetière et du pont du Bourgeal. Ces secteurs sont qualifiés de « très atteint » car les enrochements sont marqués, la largeur du lit et sa variabilité sont réduites. Enfin, le secteur n°7 correspond au tronçon en amont du passage de la Dranse sous le pont de la route N21. Il a été évalué comme semi-naturel.

### 6.1.3 Végétation actuelle des berges

Lors de la visite de terrain, les espèces ci-dessous ont été rencontrées sur l'ensemble des trois secteurs :

| Nom latin                      | Nom français                |
|--------------------------------|-----------------------------|
| <i>Betula pendula</i>          | Bouleau blanc               |
| <i>Prunus mahaleb</i>          | Merisier odorant            |
| <i>Salix caprea</i>            | Saule marsault              |
| <i>Rosa canina</i>             | Eglantier                   |
| <i>Fraxinus excelsior</i>      | Frêne commun                |
| <i>Corylus avellana</i>        | Noisetier                   |
| <i>Acer pseudoplatanus</i>     | Erable sycomore             |
| <i>Crataegus monogyna</i>      | Aubépine à un style         |
| <i>Lonicera xylosteum</i>      | Chèvrefeuille des haies     |
| <i>Cornus sanguinea</i>        | Cornouiller sanguin         |
| <i>Epilobium angustifolium</i> | Epilobe à feuilles étroites |
| <i>Senecio vulgaris</i>        | Séneçon commun              |
| <i>Urtica dioica</i>           | Ortie dioïque               |

|                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| <i>Geranium sylvaticum</i>     | Géranium des bois        |
| <i>Geranium robertianum</i>    | Géranium herbe à Robert  |
| <i>Vicia sp</i>                | Vesces                   |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> | Capsule bourse à pasteur |
| <i>Lamium maculatum</i>        | Lamier tacheté           |
| <i>Picea abies</i>             | Epicéa                   |
| <i>Euonymus europaeus</i>      | Fusain d'Europe          |
| <i>Populus tremula</i>         | Tremble                  |
| <b>Néophytes envahissants</b>  |                          |
| <i>Buddleja davidii</i>        | Arbre à papillons        |
| <i>Conyza canadensis</i>       | Vergerette du Canada     |
| <i>Solidago canadensis</i>     | Solidage du Canada       |

## 6.2 Potentiel de revitalisation

### 6.2.1 Généralités

Les mesures de renaturation de cours d'eau permettent d'importantes synergies avec les aménagements de protection contre les crues dans le cadre de l'avant-projet de sécurisation de la Dranse à Orsières. Elles offrent notamment des solutions à la remise en état des berges ainsi que des plus-values paysagères, sociales et touristiques.

La réussite des mesures de renaturation dépend de plusieurs facteurs liés au cours d'eau tels que la réduction des atteintes au régime de charriage, de l'impact des aménagements hydroélectriques, ainsi qu'un espace suffisant pour le développement d'une dynamique fluviale. Le périmètre d'action de la renaturation englobe tous les éléments influençant la qualité et la quantité d'eau et du transport solide, il dépasse ainsi le périmètre des zones de dangers et des mesures de protection.

La planification cantonale de renaturation a retenu une série de mesures sur la Dranse d'Entremont concernant la renaturation du cours d'eau, le rétablissement du régime de charriage ainsi que celui de la migration piscicole. La partie de la Dranse à l'intérieur du village d'Orsières est concernée par une mesure de revitalisation du cours d'eau.

## 6.2.2 Mesures de revitalisations du cours d'eau

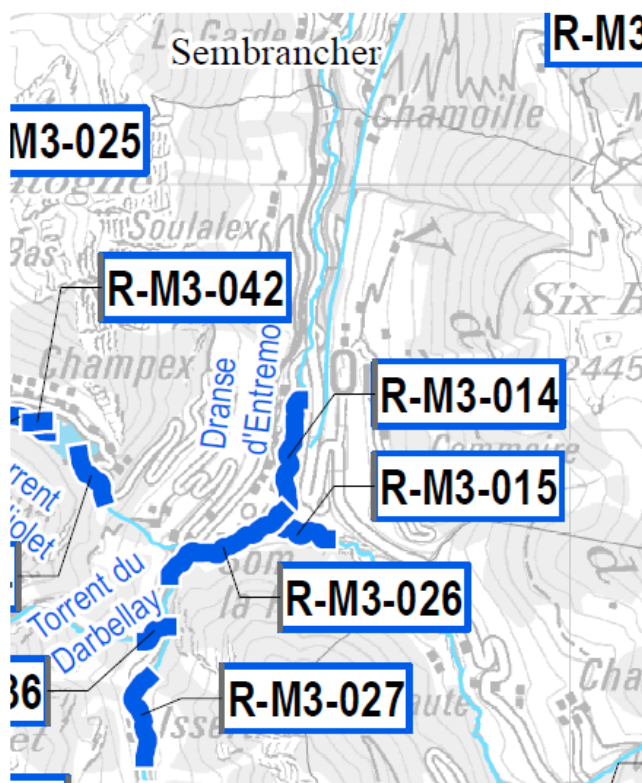


**Figure 6-2** Revitalisations du cours d'eau à Orsières

Description des mesures :

**R-M3-014:** Cette mesure vise à améliorer de la confluence de la Dranse d'Entremont avec la Dranse de Ferret en augmentation les surfaces d'interface terre-eau (alluvions périodiquement exondées). La longueur concernée représente 500 m selon planification, mais en réalité au maximum 400 m. La fiche de revitalisation est présentée à l'[annexe 4](#).



**Figure 6-3:** Revitalisations du cours d'eau à Orsières. Longueur max. possible (max. 400m).

Autres points :

- L'influence des mesures d'assainissement des débits résiduels Art. 80 ss (pour les concessions existantes) : l'achèvement des débits résiduels à court terme sera bénéfique aux conditions de la vie aquatique dans un tronçon revitalisé.

- L'Influence des mesures d'assainissement des débits résiduels Art. 31 ss (Renouvellement de concession et concessions nouvelles): l'assainissement des débits résiduels aura comme conséquence une amélioration supplémentaire des conditions hydrologiques.

### 6.2.3 Mesures de rétablissement du régime du charriage

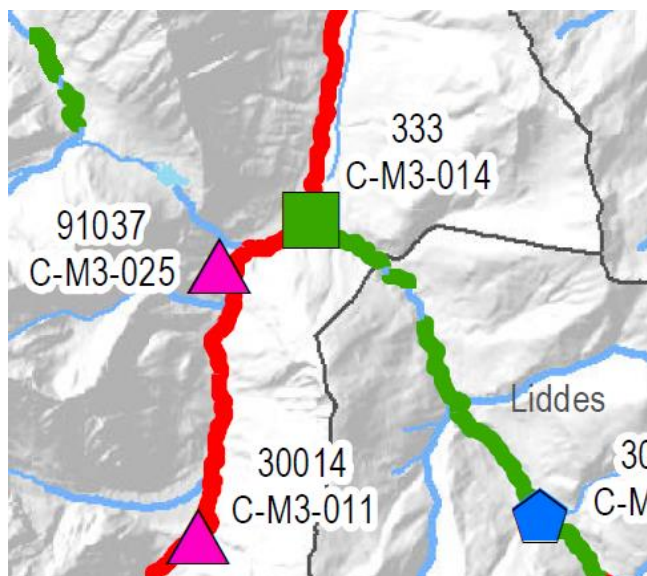


Figure 6-4: Rétablissement du régime du charriage

Description des mesures :

- Pas de mesures dans le périmètre
- Directement en amont C-M3-011:

|          |     |                |             |         |        |                |     |         |
|----------|-----|----------------|-------------|---------|--------|----------------|-----|---------|
| C-M3-014 | 333 | Captage        | Le Borratay | 577 200 | 96 780 | Force Motrices | oui | Captage |
|          |     | Entremont/Ferr |             |         |        | de             |     |         |
|          |     | et             |             |         |        | Sembranchet    |     |         |
|          |     |                |             |         |        | SA             |     |         |

|                                                              |       |  |  |        |                |       |          |         |                 |              |   |      |
|--------------------------------------------------------------|-------|--|--|--------|----------------|-------|----------|---------|-----------------|--------------|---|------|
| Crues artificielles à la prise SRE sur la Dranse d'Entremont | 1.e.4 |  |  | 40-60% | modéré - moyen | Elevé | Adéquate | 0.2 à 1 | Pas de conflit. | à priori oui | 2 | 2030 |
|--------------------------------------------------------------|-------|--|--|--------|----------------|-------|----------|---------|-----------------|--------------|---|------|

Autres points :

- Influence des mesures d'assainissement du charriage dans le Val Ferret : plusieurs mesures d'assainissement du charriage sont prévues en amont dans le Val Ferret et dans le Val d'Entremont. Ces mesures auront comme conséquence globale, à moyen ou long terme, de converger vers un régime de charriage plus naturel, jumelé à un régime hydrologique plus naturel.
- Influence du surplus de matériaux : dans le Val Ferret, il y a un surplus de matériaux lié d'une part à la dérivation d'une partie de l'eau vers Emosson, et d'autre part aux conditions géologiques et climatiques. Les matériaux qui ne peuvent pas être transportés sont gérés dans le Val Ferret par les extractions (artificielles) et dépositions ("naturelles") dans des zones alluviales.
- Coordination avec l'assainissement des débits résiduels (voir ci-haut).

#### 6.2.4 Mesures de rétablissement de la libre migration piscicole

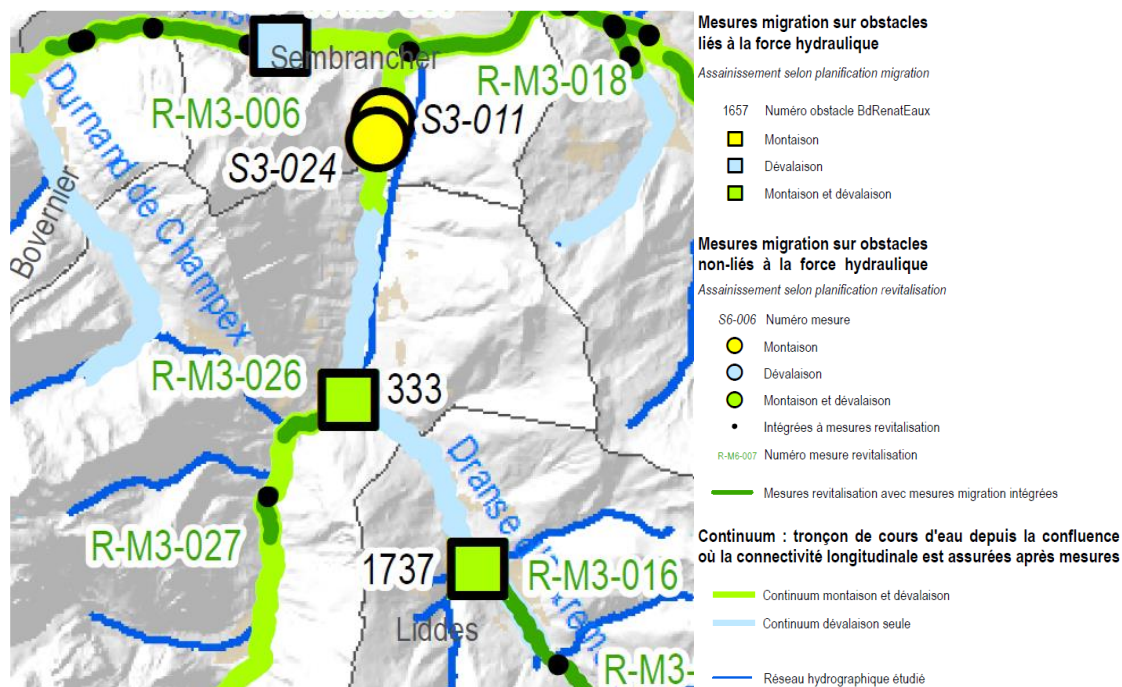


**Figure 6-5:** Rétablissement de la libre migration piscicole à Orsières (bleu clair = Continuum dévalaison assuré).

Description des mesures :

- Pas de mesures dans le périmètre
- Directement en amont 333 : Montaison et dévalaison à rétablir pour l'obstacle de la force hydraulique.
- À vérifier si les seuils dans le secteur d'Orsières constituent un obstacle à la libre migration piscicole en montaison.
- À clarifier pourquoi assurer la montaison et la dévalaison au 333, si le tronçon aval n'a qu'un continuum de dévalaison.

### 6.3 Objectifs

Les mesures environnementales visent à maintenir et/ou améliorer l'état biologique de la Dranse sur le territoire de la commune d'Orsières.

Les objectifs sont développés dans le concept ci-dessous :

- 1) Améliorer les conditions hydrauliques et hydrologiques du cours d'eau ;
- 2) Diversifier l'Ecomorphologie du lit et des milieux riverains ;
- 3) Stabiliser les pentes par un rajeunissement des boisements et par la plantation ou le développement d'une végétation riveraine adaptée ;
- 4) Augmenter les interactions biologiques entre les boisements riverains et la Dranse ;
- 5) Favoriser des zones pour les alevins ;
- 6) Informer et sensibiliser les différents acteurs.

Ces objectifs se traduisent par la mise à jour de la matrice détaillant d'écomorphologie du cours d'eau

|                                          | 1                    | 2a             | 2b             | 3                    | 4                    | 5                 | 6                | 7                    | 8              |
|------------------------------------------|----------------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------------|----------------|
|                                          | pont des Ides        | 577.217/97.016 | 577.214/97.097 | pass. de Podemainge  | pont du Châtelard    | pont du Cimetière | pont du Bourgeal | 577.350/98.195       | 577.381/98.291 |
| largeur du lit                           | 15 m                 | 12m            | 12m            | 12 m                 | 10 m                 | 8 m               | 13 m             | 12 m                 | 15 m           |
| variabilité de la largeur du lit mouillé | limitée              | Non limitée    | Non limitée    | prononcée            | prononcée            | limitée           | Non limitée      | prononcée            | prononcée      |
| aménagement du fond du lit               | aucun/forte          | aucun/forte    | aucun/forte    | forte (pts seuils)   | aucun/forte          | Aucun             | Aucun            | aucun                | aucun          |
| renforcement du pied de la berge         | naturel/enrochements | naturel        | naturel        | naturel/enrochements | naturel/enrochements | naturel           | naturel          | naturel/enrochements | naturel/murs   |
| largeur des rives                        | insuffisante         | suffisante     | suffisante     | suffisante           | suffisante           | insuffisante      | suffisante       | suffisante           | suffisante     |
| nature des rives                         | typique              | Typique        | Typique        | typique              | typique              | Typique           | typique          | typique              | typique        |

|                                          | 1             | 2a             | 2b             | 3                   | 4                 | 5                 | 6                | 7              | 8              |
|------------------------------------------|---------------|----------------|----------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------|----------------|
|                                          | pont des Ides | 577.217/97.016 | 577.214/97.097 | pass. de Podemainge | pont du Châtelard | pont du Cimetière | pont du Bourgeal | 577.350/98.195 | 577.381/98.291 |
| largeur du lit                           | 15 m          | 12m            | 12m            | 12 m                | 10 m              | 8 m               | 13 m             | 12 m           | 15 m           |
| variabilité de la largeur du lit mouillé | 2             | 1              | 1              | 0                   | 0                 | 1                 | 1                | 0              | 0              |
| aménagement du fond du lit               | 0             | 0              | 0              | 1                   | 0                 | 0                 | 0                | 0              | 0              |
| renforcement du pied de la berge         | 0+0.5/2 -> 1  | 1.5+0.5/2 -> 1 | 1.5+0.5/2 -> 1 | 0+0.5/2 -> 1        | 0+0.5/2 -> 1      | 0+0.5/2 -> 1      | 0+0.5/2 -> 1     | 0+0.5/2 -> 1   | 0+0.5/2 -> 1   |
| largeur des rives                        | 2             | 1              | 1              | 0                   | 1                 | 2                 | 0                | 0              | 0              |
| nature des rives                         |               |                |                |                     |                   |                   |                  |                |                |
|                                          | 5             | 3              | 3              | 2                   | 2                 | 4                 | 1                | 1              | 1              |
|                                          | peu atteint   | peu atteint    | peu atteint    | peu atteint         | peu atteint       | peu atteint       | semi-naturel     | semi-naturel   | semi-naturel   |

Figure 6-6 Etat morphologique de la Dranse après mesures d'aménagement de la Dranse

#### 6.4 Mesures générales d'aménagement du lit du cours d'eau

Lors des travaux sécuritaires dans le lit de la Dranse, il est important de mettre en place des zones de frai pour la truite fario (*Salmo trutta fario*).

Une frayère est généralement installée sur un site où la granulométrie est spécifique (taille comprise entre 10 et 100 millimètres correspondant à des graviers, cailloux ou petits galets). En période de frai, la femelle creuse un emplacement dans le substrat où sont déposés les œufs fécondés par le mâle. Ils sont ensuite recouverts par une couche de substrat puis les poissons quittent la zone et dévalent la rivière. Le courant doit être modéré pour permettre l'oxygénation des œufs sans les entraîner hors du nid de ponte. Les faciès correspondants sont généralement des zones de plat ou l'amont des seuils où le courant est moins important.

De plus, les zones sablonneuses sont intéressantes pour l'entomofaune spécifique de ces milieux comme la cicindelle hybride (*Cicindella hybrida*).

#### 6.5 Mesures générales d'aménagement des berges

De manière générale, les aménagements devront avoir lieu selon les hauteurs suivantes :

- **Jusqu'à 1.80 m (Q100) :** Milieu minéral avec protection de la berge par des enrochements ;
- **De 1.80 à 2.50 m :** Plantations d'arbustes et boutures de saules ;
- **De 2.50 à 3.30 m :** Plantations d'arbustes et d'arbres de haute futaie ;
- **A partir de 3.30 m :** Végétation libre à préciser en fonction des contraintes du voisinage.

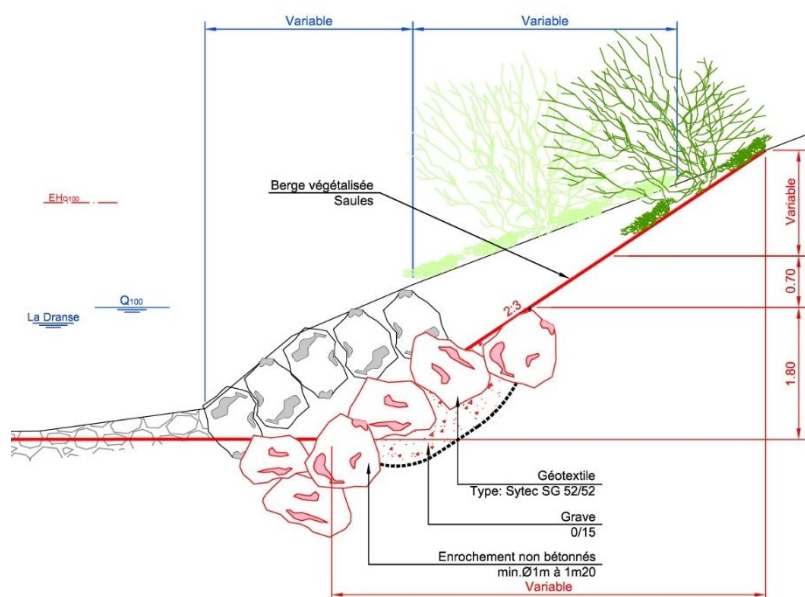


Figure 6-7 Profil type de l'aménagement de berge projeté

## 6.6 Mesures spécifiques d'entretien et/ou d'aménagement des berges

### 6.6.1 Secteur amont

Ce secteur s'étend du pont des Ides à la parcelle de Podemainge.

#### 6.6.1.1 Tronçon 1 du km 7'433 au km 7'161

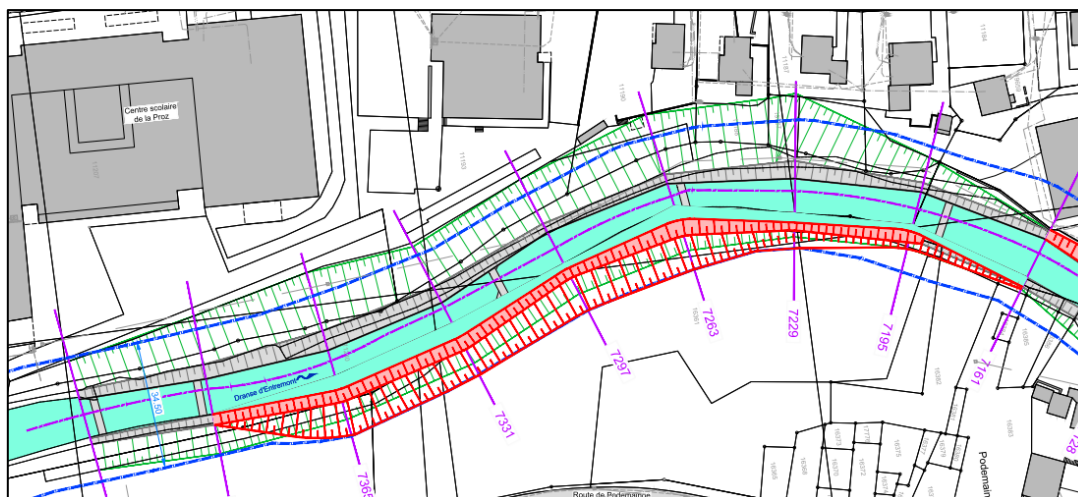


Figure 6-8 Secteur amont - Tronçon 1

En rive gauche, aucun travail de sécurisation n'est prévu. Du point de vue environnemental, il serait intéressant d'éclaircir la strate boisée par des mesures d'entretien adéquates : éclaircie dans la strate arbustive pour favoriser la strate buissonnante. Elimination des éventuels plants de néophytes.

En rive droite, un élargissement du lit ainsi que des enrochements sont prévus à partir du km 7365. Le talus projeté sera d'une pente à 2/3.



**Image 6-1** Secteur amont – Tronçon 1 - Rive gauche



**Image 6-2** Secteur amont – Tronçon 1 - Rive droite

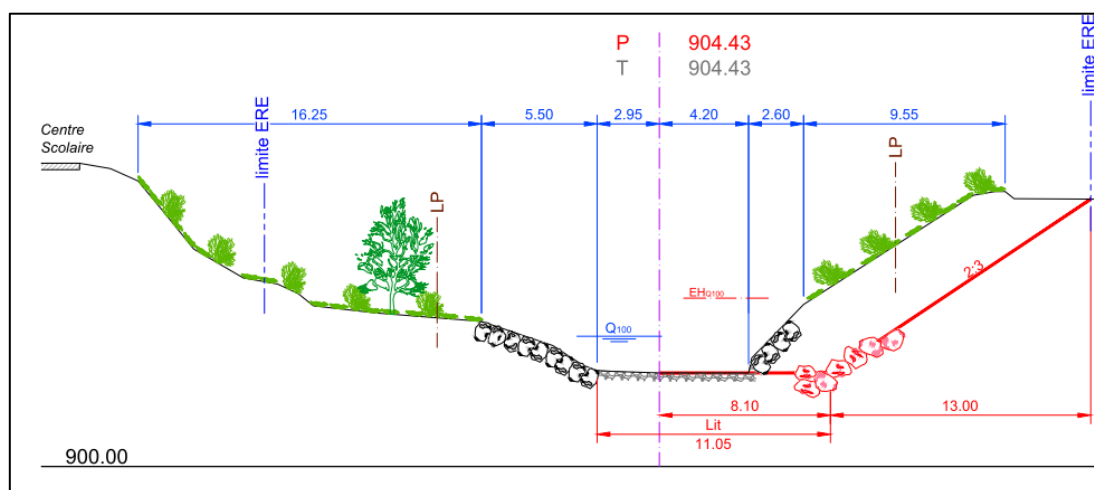


**Figure 6-9** Secteur amont - Tronçon 1 - Profil type

Plan view of the Podemange site. The map shows the river (green), railway (black lines), and existing buildings (grey). A red line indicates the proposed flood defense wall. Key features include:

- Rehaussement de mur sur 57,00m**: Elevation of the wall by 57.00m.
- Mur détruit**: Existing wall to be demolished.
- Mur projeté**: Proposed new wall.
- Plantation hélophytes**: Helophyte plantation area.
- Eti la décharge - Nouvelle charrière**: New charrière area.
- Chemin de Fer**: Railway line.
- Podemange**: Location name.
- Elevation points**: 7161, 7128, 7095, 7066, 7028.

En rive gauche, des enrochements sont prévus. La proximité avec des habitations et la présence de murs ne permettent pas d'aménagement de berges.

En rive droite, des enrochements sont prévus à partir du km 7095. Sur la partie haute de la berge, un entretien peut être envisagé par éclaircie de la strate arbustive. Quelques arbres isolés devront être conservés. Sur la partie plus basse, la végétation buissonnante est favorisée et un ensemencement avec un écotype adapté est préconisé, afin d'assurer une certaine stabilité de la berge, d'éviter l'érosion et la prolifération de néophytes.



Image 6-3 Secteur amont – Tronçon 2 - Rive droite

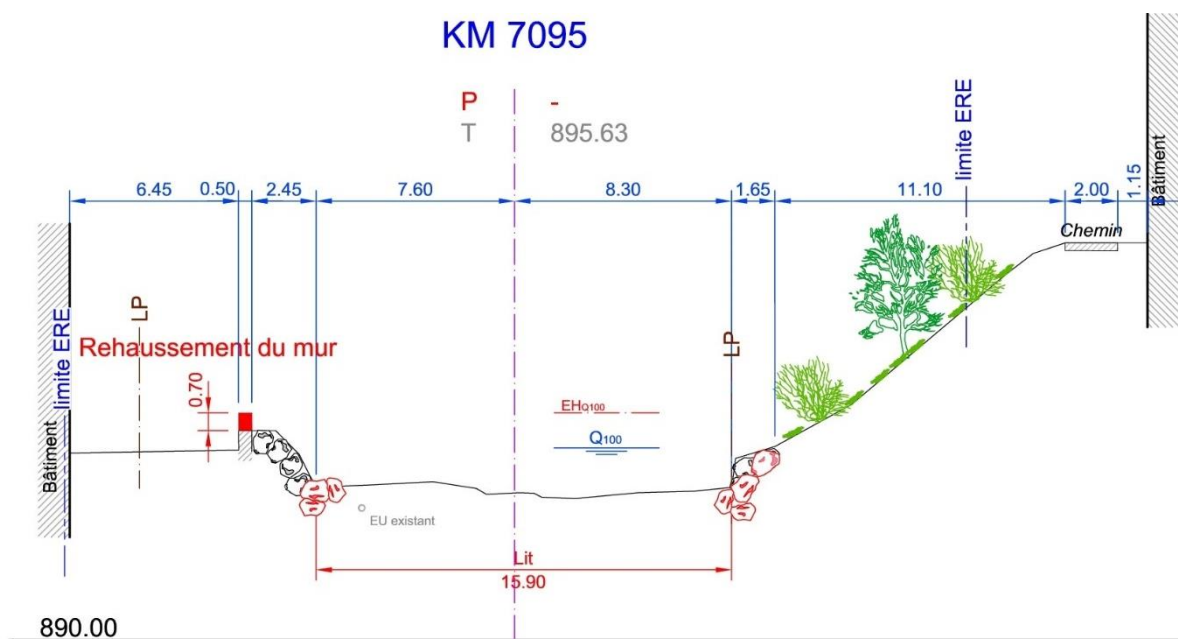


Figure 6-11 Secteur amont - Tronçon 2 - Profil type

### 6.6.1.3 Tronçon 3 du km 6'994 au km 6'902

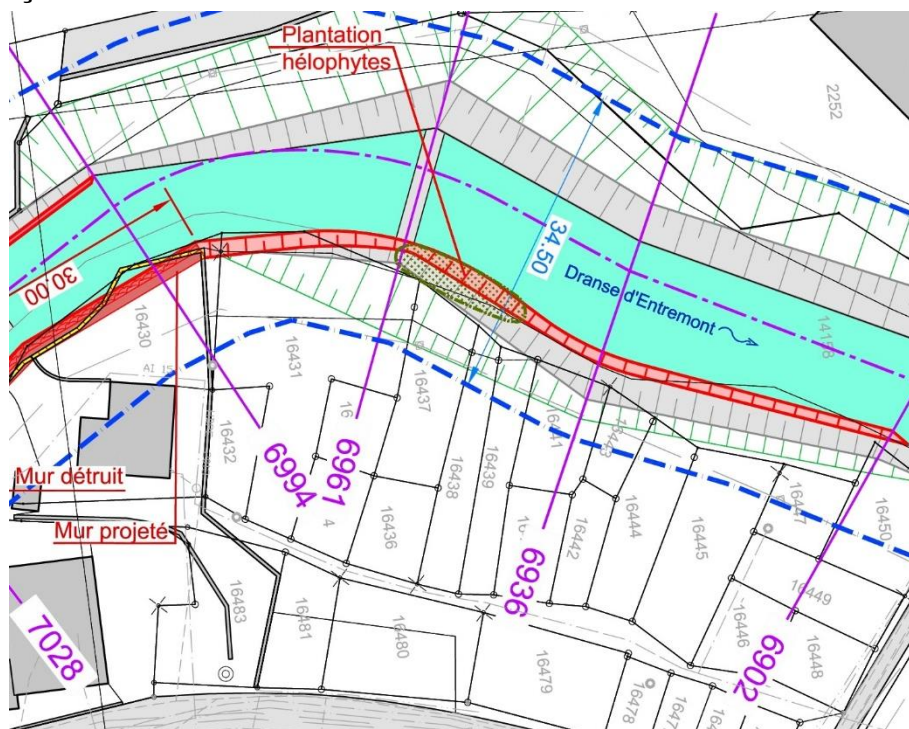


Figure 6-12 Secteur amont - Tronçon 3

En rive gauche, aucune intervention n'est prévue. Sur la partie haute de la berge, un entretien peut être envisagé par éclaircie de la strate arbustive. Quelques arbres isolés devront être conservés. Sur la partie plus basse, la végétation buissonnante est favorisée et un ensemencement avec un écotype adapté est préconisé, afin d'assurer une certaine stabilité de la berge, d'éviter l'érosion et la prolifération de néophytes.

En rive droite, de nouveaux enrochements sont prévus. De par la présence de protections de berges existantes ainsi que de jardins sur le haut desdites protections, peu de mesures environnementales peuvent être prévues à cet endroit. Un ensemencement, voire quelques plantations d'arbustes pourraient avoir lieu à cet endroit au-dessus de la limite minérale.

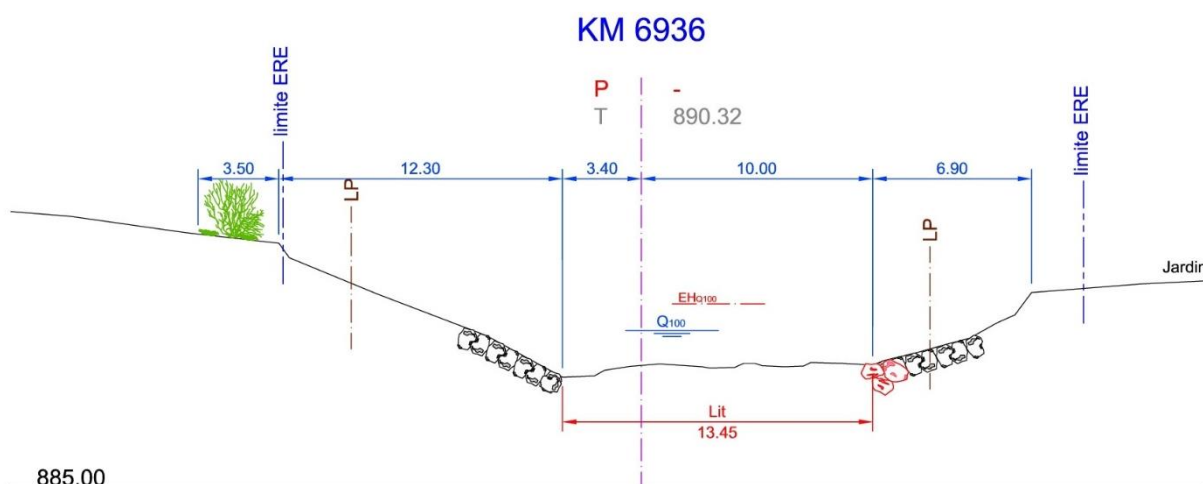


Figure 6-13 Secteur amont - Tronçon 3 - Profil type

### 6.6.2 Secteur central

Ce secteur court de la parcelle de Podemainge au pont du Bourgeal.

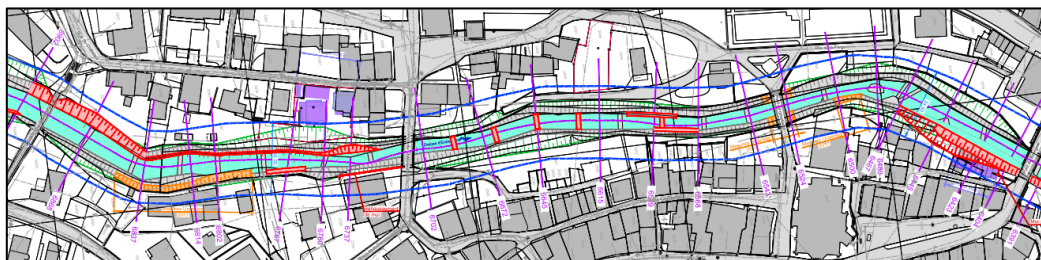


**Figure 6-14** Secteur central



**Image 6-4** Secteur central – Amont Pont du Cimetière

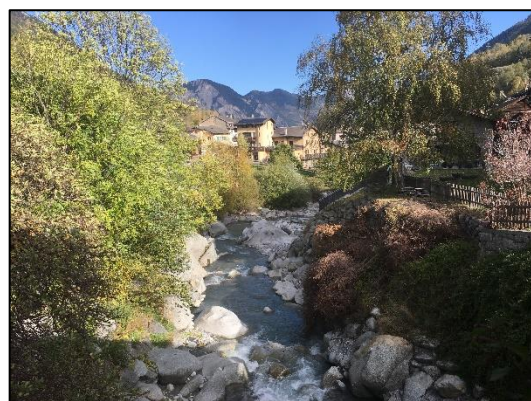


**Image 6-5** Secteur central – Aval Pont du Cimetière

Par son aspect très urbanisé, ce tronçon ne permet pas d'envisager d'importantes mesures environnementales.

Les talus existants pourront, quant à eux, être entretenus de la manière suivante : Sur la partie haute de la berge, un entretien peut être envisagé par éclaircie de la strate arbustive. Quelques arbres isolés devront être conservés. Sur la partie plus basse, la végétation buissonnante est favorisée. Une éventuelle lutte contre les néophytes devra être entreprise.

### 6.6.3 Secteur aval

Ce secteur va de la parcelle du pont du Bourgeal au pont de la Route cantonale.



Figure 6-15 Secteur aval



Image 6-6 Secteur aval – Aval du pont du Bourgeal

### 6.6.3.1 Rive gauche

Du km 6'372 au km 6'240, ce sont essentiellement des mesures d'entretien qui peuvent être prises. Sur la partie haute de la berge, un entretien peut être envisagé par éclaircie de la strate arbustive. Quelques arbres isolés devront être conservés. Sur la partie plus basse, la végétation buissonnante est favorisée. Une éventuelle lutte contre les néophytes devra être entreprise.

Du km 6'206 à 6'147, des mesures d'aménagement telles que des plantations d'arbustes, en particulier des boutures de saules locaux pourraient être envisagées sur la partie basse de la berge, alors que quelques arbres de plus haute futaie pourraient être plantés sur la partie plus haute de la berge pour y restaurer un cordon boisé. La localisation de ces plantations est à vérifier au cas par cas, selon la topographie des lieux et ce une fois les travaux terminés.



Image 6-7 Secteur aval – Rive gauche

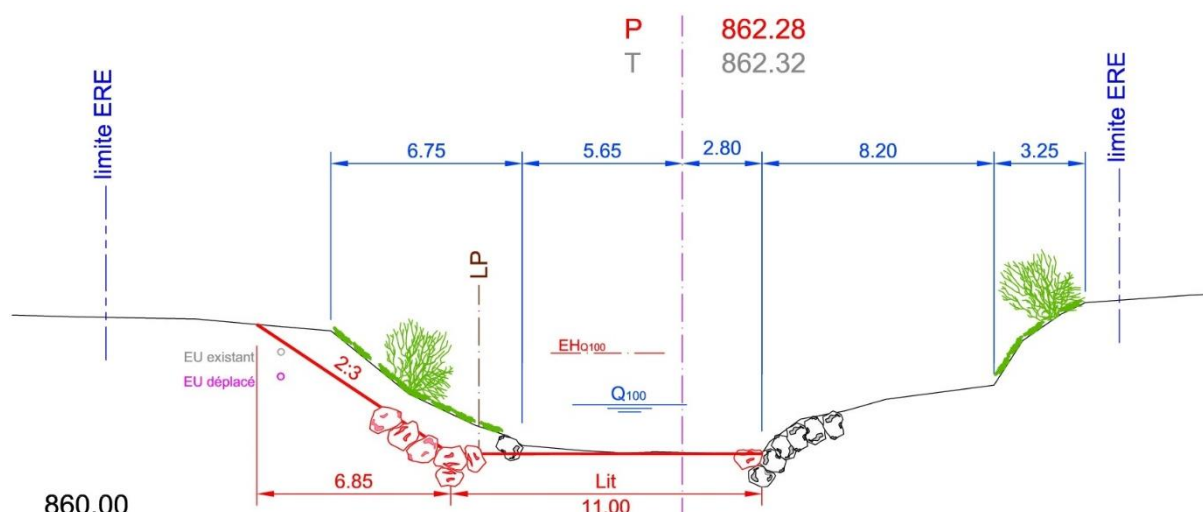


Figure 6-16 Secteur aval – Profil type rive gauche

### 6.6.3.2 Rive droite

Au-delà des protections existantes, les mesures d'entretien suivantes peuvent être envisagées. Sur la partie haute de la berge, un entretien peut être envisagé par éclaircie de la strate arbustive. Quelques arbres isolés devront être conservés. Sur la partie plus basse, la végétation buissonnante est favorisée. Une éventuelle lutte contre les néophytes devra être entreprise.



Image 6-8 Secteur aval – Rive droite

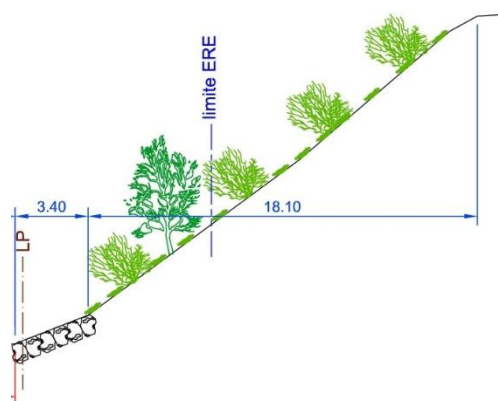


Figure 6-17 Secteur aval – Profil type rive droite

#### 6.6.4 Autres aménagements

La mise en place de plusieurs murgiers (tas de pierres) et/ou de tas de branches afin de favoriser la petite faune et notamment les reptiles et la musaraigne pourrait avoir lieu après discussion avec la Commune. En effet, le fait que des milieux récréatifs et un chemin soient prévus, les autorités peuvent ne pas être enclines à favoriser certaines espèces.

Les murgiers occuperont une surface moyenne d'environ 4 m<sup>2</sup> pour une hauteur comprise entre 80 et 120 cm.

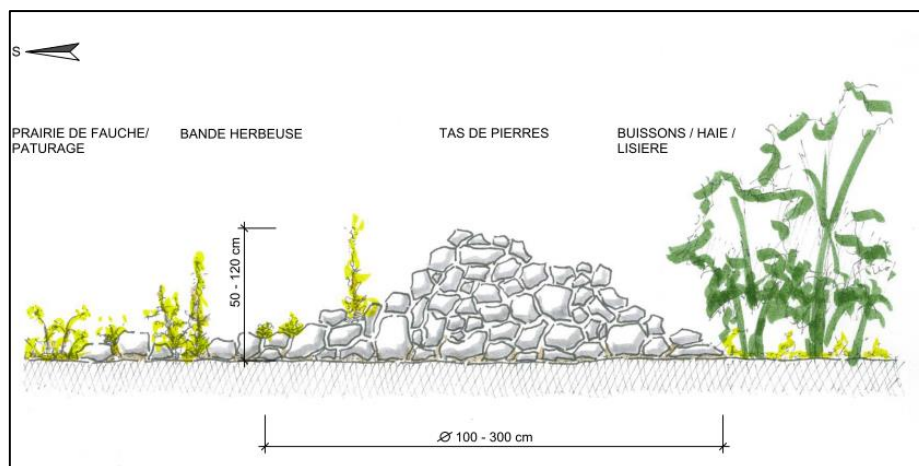


Figure 6-18 Plan schématique d'un murgier

## 6.7 Recommandations concernant les plantations

Les végétaux utilisés pour les plantations seront issus de géotypes locaux et adaptés aux conditions du milieu.

### 6.7.1 Test de plantation d'hélophytes

Si les tests de plantations d'hélophytes sont maintenus, un mélange de plantes hélophytes de différents types (hauteur, enracinement, etc.) proposées ci-dessous est recommandé. Il faudra cependant éviter les « roseaux » (*Phragmites sp.*, *Phalaris sp.*, *Typha sp.*) susceptibles de former des peuplements denses et peu diversifiés qui nécessiteront un important entretien.

| Nom latin                   | Nom français          |
|-----------------------------|-----------------------|
| <i>Caltha palustris</i>     | Populage des marais   |
| <i>Carex acutiformis</i>    | Laîche à angles aigus |
| <i>Carex elata</i>          | Laîche élevée         |
| <i>Carex paniculata</i>     | Laîche paniculée      |
| <i>Carex riparia</i>        | Laîche des rives      |
| <i>Eleocharis palustris</i> | Scirpe des marais     |
| <i>Iris pseudacorus</i>     | Iris faux acore       |
| <i>Juncus effusus</i>       | Jonc épars            |
| <i>Juncus inflexus</i>      | Jonc courbé           |
| Nom latin                   | Nom français          |
| <i>Juncus conglomeratus</i> | Jonc aggloméré        |
| <i>Lysimachia vulgaris</i>  | Lysimaque vulgaire    |
| <i>Lythrum salicaria</i>    | Salicaire             |
| <i>Mentha aquatica</i>      | Menthe aquatique      |
| <i>Scirpus silvaticus</i>   | Scirpe des forêts     |
| <i>Veronica beccabunga</i>  | Véronique beccabunga  |

La localisation de ces plantations devra se faire là où l'énergie du cours d'eau est la moins importante afin d'éviter que les plants soient emportés par le courant.

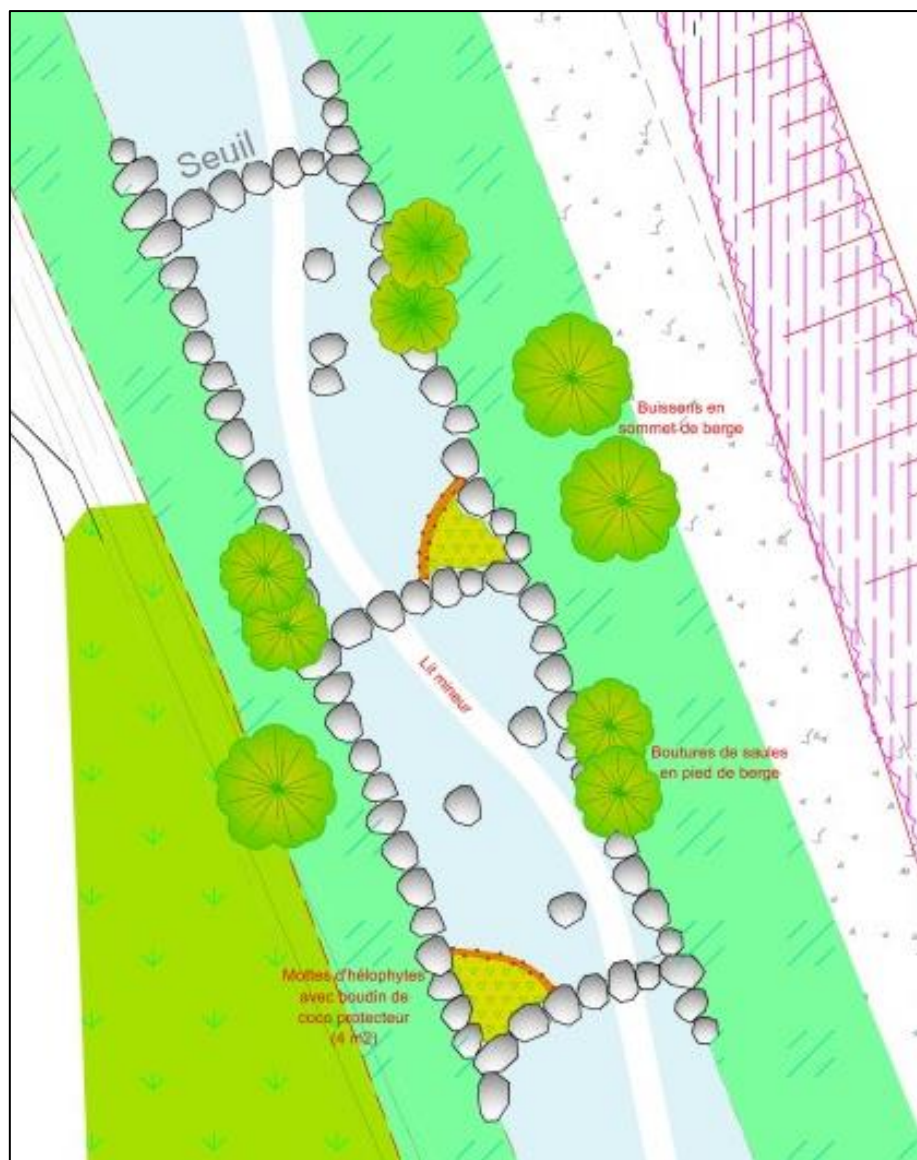


**Figure 6-19** Schéma de plantation de saules, buissons et fascines d'hélophytes

#### 6.7.2 Saules et buissons/arbustes en pied et/ou milieu de berge

Les boutures de saules à mettre en place seront récoltées sur les berges de la Dranse, dans les secteurs où ils ont pu se maintenir. Les espèces seront adaptées à l'implantation en pied, milieu ou sommet de berge, port en cépées denses, tiges et rameaux souples, fort taux de reprise au bouturage, important système racinaire :

| Nom latin                 | Nom français     |
|---------------------------|------------------|
| <i>Salix caprea</i>       | Saule marsault   |
| <i>Salix elaeagnos</i>    | Saule drapé      |
| <i>Salix purpurea</i>     | Saule pourpre    |
| <i>Salix myrsinifolia</i> | Saule noicissant |
| <i>Salix daphnoides</i>   | Saule pruneux    |

#### 6.7.3 Buissons/arbustes en milieu et sommet de berge.

Les espèces suivantes ont la particularité de développer un système racinaire profond avec un fort pouvoir stabilisateur.

| Nom latin                 | Nom français        |
|---------------------------|---------------------|
| <i>Crataegus sp.</i>      | Aubépines           |
| <i>Cornus mas</i>         | Cornouiller mâle    |
| <i>Cornus sanguinea</i>   | Cornouiller sanguin |
| <i>Evonymus europaeus</i> | Fusain              |
| <i>Laburnum alpinum</i>   | Cytise des Alpes    |
| <i>Ligustrum vulgare</i>  | Troène              |
| <i>Rhamnus cathartica</i> | Nerprun purgatif    |
| <i>Viburnum lantana</i>   | Viorne lantane      |
| <i>Viburnum opulus</i>    | Viorne obier        |
| <i>Acer campestre</i>     | Erable champêtre    |
| <i>Corylus Avellana</i>   | Noisetier           |
| <i>Sambucus nigra</i>     | Sureau              |

#### 6.7.4 Arbres de plus haute futaie

Espèces à planter :

| Nom latin                  | Nom français    |
|----------------------------|-----------------|
| <i>Acer pseudoplatanus</i> | Erable sycomore |
| <i>Alnus incana</i>        | Aulne blanc     |
| <i>Betula pendula</i>      | Bouleau pendant |

### 6.8 Recommandations concernant l'ensemencement

#### 6.8.1 Cours d'eau et berges

Le mélange grainier sera essentiellement composé de graminées mais contiendra une proportion de légumineuses (5 à 10%) afin de garantir un bon effet stabilisateur. Il devra également comporter une grande diversité d'espèces afin de pouvoir réagir positivement aux différents gradients hygrométriques des berges et à l'ensoleillement de la zone.

Selon le terrain en présence, à vérifier au printemps 2020 en absence de neige, les différents mélanges suivants sont préconisés :

- Si les berges sont inondées ou régulièrement humides, mélange **OH-chg Humiflora** de la société OHS Otto Hauenstein Semences SA ou du mélange **UFA Humida CH-G** de UFA Samen/Semences ;
- Sur un sol plus sec, mélange **UFA Broma CH-G** de UFA Samen/Semences.

#### 6.8.2 Milieux riverains

Toujours selon le type de terrain rencontré, nous préconisons l'utilisation du mélange **UFA Prairie fleurie humide CH-G** de la société UFA Samen/Semences. Ce mélange est adapté aux endroits ombragés et humides avec une bonne terre. Sur un terrain plus sec, le mélange **UFA Prairie fleurie sèche CH-G**.

### 6.9 Recommandations concernant la revitalisation des cordons boisés riverains

Il conviendra de recéper, par tronçons alternés, les espèces à rajeunir et d'intervenir chaque année sur les espèces à croissance rapide à limiter telles que le frêne, le bouleau et l'aulne. Les espèces plus rares et/ou à croissance lente telles que le fusain ou le chèvrefeuille, devront être épargnées.

De plus, l'abattage des espèces non spécifiques des rives telles que les mélèzes et les épicéas et la plantation d'essences riveraines se révèlent être des mesures intéressantes afin de convertir la végétation actuelle en végétation riveraine type.

### 6.10 Recommandations concernant l'entretien

Les ouvrages réalisés en techniques végétales nécessitent, dès la conception du projet, de prendre en compte les aspects d'un entretien futur plus ou moins régulier. En effet, l'entretien est le seul garant à long terme de la stabilité des berges et d'un écoulement des eaux efficace et sûr.

#### 6.10.1 Végétation ligneuse des berges (saules)

##### 6.10.1.1 Recépage sélectif des saules

Coupe à 5-10 cm du sol des plus gros troncs, tous les 5 à 10 ans pour :

- Stimuler la croissance et favoriser l'enracinement et le développement des souches qui garantiront la stabilité à long terme des berges ;
- Favoriser le développement de peignes denses de branches souples plutôt que des gros troncs.

##### 6.10.1.2 Recépage des essences arborescentes et arbustives à croissance rapide

Le recépage se fera par tronçons alternés.

##### 6.10.1.3 Entretien ponctuel

Entretien ponctuel nécessaire lorsque les végétaux :

- Empiètent sur le lit mineur ;
- Déstabilisent la berge (arbres penchés ou espèces à faible enracinement) ;
- Génèrent un ombrage trop important.

#### 6.10.2 Zones boisées existantes

Les mesures d'entretien sont semblables aux mesures de revitalisation. Ainsi, les zones boisées existantes feront l'objet d'un entretien ponctuel afin d'éliminer les végétaux qui déstabilisent les berges, génèrent un ombrage trop important et cas échéant, qui empiètent sur le lit mineur. Les éventuels mélèzes et épicéas devront être éliminés, n'étant pas des espèces typiques des zones riveraines.

#### 6.10.3 Végétation herbacée

##### 6.10.3.1 Milieux riverains

**Minimum une fauche annuelle tardive** (après le 15 juin) avec exportation du produit de coupe, **idéalement 2 à 3 coupes annuelles**.

Selon la pente de certains talus, la pâture (automne et/ou printemps) est possible une fois la prairie correctement installée.

##### 6.10.3.2 Berges

**Fauche avec exportation du produit de coupe au moins une fois tous les 3 ans** afin d'empêcher l'embroussaillage.

L'entretien idéal consiste à faucher 1/3 des surfaces, dès la troisième année de croissance, par tronçons de 30 m alternés de surfaces non fauchées, selon une rotation triennale. La hauteur de coupe doit être au minimum de 10 cm.

### 6.11 Bois mort – bois flottant

Les arbres tombés sur les berges et/ou dans le lit du cours d'eau devront être évacués quand cela est possible. Si l'accès est difficile, ils devront être coupés à 1m et déposés en dehors de la ligne de crue.

### **6.12 Gestion des néophytes**

Les plants de néophytes devront être arrachés manuellement ou à l'aide d'une pelle mécanique, selon les espèces et les milieux colonisés. L'élimination se fera de manière à limiter le risque de propagation, en aucun cas les déchets ne seront compostés, il conviendra de les emballer dès l'arrachage et de les brûler à l'usine d'incinération.

Il convient de rester prudent, lors de la revitalisation des rives de la Dranse, des milieux vont être remis à nus. Ces derniers pourraient servir de milieu favorable au développement de ces espèces. Dès lors, un monitoring des travaux de revitalisation doit être mis en place. Il s'agira également de contrôler annuellement la présence de néophytes le long de la Dranse et cas échéant, de les éliminer.

### **6.13 Recommandations pour des mesures complémentaires favorables à la faune**

La création de quelques surcreuses dans la rive et sur le replat en sommet de berges permet, lors de précipitation ou de hautes eaux, la formation de plans d'eau temporaires favorables aux batraciens et à la musaraigne aquatique.

Les souches arrachées lors des travaux d'entretien des berges boisées et/ou quelques arbres morts seront laissés sur place lorsque cela est possible. En complément de l'installation éventuelle de tas de pierres et/ou de branches, ces souches se révèlent être des biotopes favorables pour la petite faune en général et pour la musaraigne aquatique en particulier.

La pose de nichoirs pour le cingle plongeur et la bergeronnette des ruisseaux est proposée ici en cohérence avec les mesures mises en place entre Sembrancher et Orsières dans le cadre d'un autre projet. Les sites choisis devront être hors de portée d'éventuels prédateurs (fouines, hermines). Les nichoirs seront placés à plus de 50 cm du niveau des hautes eaux, à l'abri du vent, de la pluie et du soleil. Un contrôle et un entretien desdits nichoirs devra se faire tous les 3 ans.

## 7. Estimation des coûts et rentabilité du projet

### 7.1 Devis

Les coûts des mesures de stabilisation de la Dranse d'Orsières sont synthétisés dans le tableau suivant :

| <b>Stabilisation de la Dranse dans la traversée d'Orsières</b> | <b>Montant [CHF]</b> |
|----------------------------------------------------------------|----------------------|
| Installation de chantier (7% env.)                             | 140'300              |
| Secteur 1 - Pont des Ides / Passerelle Podemainge              | 1'061'510            |
| Secteur 2 - Passerelle Podemainge / Pont du Bourgeal           | 422'460              |
| Secteur 3 - Pont du Bourgeal / Pont route H 21                 | 521'020              |
| <b>Total travaux GC</b>                                        | <b>2'145'290</b>     |
| Divers et imprévus (10%)                                       | 214'500              |
| Honoraires et frais d'ingénieur (10%)                          | 236'000              |
| Mesures d'intégration environnemental et défrichements         | 115'500              |
| Expropriations                                                 | 145'300              |
|                                                                |                      |
| <b>Total HT</b>                                                | <b>2'856'590</b>     |
|                                                                |                      |
| TVA (7.7%)                                                     | 219'960              |
|                                                                |                      |
| <b>TOTAL TTC</b>                                               | <b>3'076'550</b>     |

**Tableau 7-1** Travaux de stabilisation de la Dranse à Orsières

Le coût des travaux de GC se montent à 2'145'290 CHF HT. Le linéaire des différents secteurs est assez homogène avec une moyenne de 517 m' par secteur : secteur 1 : 510 m', secteur 2 : 490 m', secteur 3 : 550 m'). Le coût élevé du premier tronçon vient des nombreux aménagements spécifiques projetés :

- Terrassements importants et façonnage de la berge revitalisée dans le secteur des Ides
- Rehaussement du mur au niveau des dépôts TMR
- Construction du mur de soutènement au niveau de la parcelle n°16'430

Dans les autres secteurs, le coût au [CHF/m'] est en moyenne légèrement inférieur à 1'500 CHF/m'.

Le devis détaillé est présenté en [annexe 5](#) du présent rapport.

### 7.2 Calcul de rentabilité – méthode EconoME

Le coût des aménagements annualisé se base sur le devis présenté au chapitre précédent. La rentabilité est analysée avec l'ampleur des dommages calculé sur les emprises minimale et maximale (ERE). Les divers et imprévus, coût d'honoraire, mesures d'intégration environnementales, défrichements et expropriations (liées au projet) ont été inclus dans le coût des mesures.

Pour la variante d'emprise de dommage minimale, la rentabilité du projet n'est largement pas atteinte :

| Risques et coûts de la mesure Enrochement des berges |               |              |                                      |
|------------------------------------------------------|---------------|--------------|--------------------------------------|
|                                                      | avant mesure  | après mesure | Réduction des risque (utilité) CHF/a |
| Contribution au risque Scénario 100 (100 ans, 0.01)  | 20 856        | 0            | 20 856                               |
| <b>Risque total</b>                                  | <b>20 856</b> | <b>0</b>     | <b>20 856</b>                        |
| Coûts d'investissement                               |               |              | 3 076 550 CHF                        |
| Frais annuels d'entretien                            |               |              | 0 CHF/a                              |
| Frais annuels d'exploitation                         |               |              | 1 000 CHF/a                          |
| <b>Coût des mesures par année</b>                    |               |              | <b>70 222 CHF/a</b>                  |
| <b>Rapport bénéfices/coûts</b>                       |               |              | <b>0,3 CHF/a</b>                     |

**Tableau 7-2:** Calcul de rentabilité des mesures projetées pour l'emprise de dommage minimale

Pour la variante d'emprise de dommage étendue à l'ERE, la rentabilité du projet est atteinte :

| Risques et coûts de la mesure Enrochement des berges |               |              |                                      |
|------------------------------------------------------|---------------|--------------|--------------------------------------|
|                                                      | avant mesure  | après mesure | Réduction des risque (utilité) CHF/a |
| Contribution au risque Scénario 100 (100 ans, 0.01)  | 79 818        | 0            | 79 818                               |
| <b>Risque total</b>                                  | <b>79 818</b> | <b>0</b>     | <b>79 818</b>                        |
| Coûts d'investissement                               |               |              | 3 076 550 CHF                        |
| Frais annuels d'entretien                            |               |              | 0 CHF/a                              |
| Frais annuels d'exploitation                         |               |              | 1 000 CHF/a                          |
| <b>Coût des mesures par année</b>                    |               |              | <b>70 222 CHF/a</b>                  |
| <b>Rapport bénéfices/coûts</b>                       |               |              | <b>1,1 CHF/a</b>                     |

**Tableau 7-3:** Calcul de rentabilité des mesures projetées pour l'emprise de dommage maximale

Il faut cependant tenir compte des points suivants :

- Ce calcul de rentabilité a été fait à titre indicatif avant tout ; en effet ce projet n'est pas un dossier habituel de protection contre les crues mais intègre des travaux qui pourraient être considérées comme des remises en état, certes très lourdes, de la Dranse et donc sans amélioration marquée sur la situation actuelle de danger.
- Les dégâts dans le calcul avec l'outil Econome n'intègrent d'ailleurs pas, sous la forme présentée, les coûts de remise en état du cours d'eau lui-même pour les scénarios considérés.
- Compte tenu des grands enjeux en termes de protection du bâti existant, des travaux très importants devraient obligatoirement être entrepris en raison des phénomènes d'érosion et de déstabilisation des ouvrages en place (enrochements, murs de soutènement).
- Sur le long terme, des montants de l'ordre de grandeur du coût présenté dans le § 7.1 devraient être investis.
- Il est même vraisemblable que les coûts d'intervention à long terme, à entreprendre après chaque nouvelle crue, soient même plus élevés que ce projet global.
- En effet, par rapport à de « simples » mesures de remise en état et d'entretien, ce projet présente une très grande plus-value qu'il est cependant difficile de valoriser dans le calcul de rentabilité : les analyses de variantes ont permis de développer la solution la plus pertinente sur l'ensemble du linéaire concerné ; solution qui, par son intégration de toutes les améliorations techniques prévues (élargissements et enrochements non bétonnés partout où ceci est possible), s'avérera plus durable et efficace qu'une succession de « mesures d'urgence » prises après chaque crue importante.

De plus, le coût des dommages potentiels est directement dépendant de la probabilité d'occurrence spatiale du phénomène  $p(rA)$ . Selon « *FAN und KOHS 2015. Empfehlung zur Beurteilung der Gefahr von Ufererosion an Fließgewässern* », cette probabilité peut varier entre 0.5 et 1 pour des berges raides (Prahllhang):

| Gerinneform und Linienführung | PRA         |
|-------------------------------|-------------|
| Prallhang                     | 0.50 - 1.00 |
| Gerades Gerinne               | 0.10 – 0.50 |
| Prallhang im Mäander          | 0.50 - 1.00 |
| Verzweigung                   | 0.25 - 0.75 |

**Tableau 7-4 :** Valeur possible de la probabilité d'occurrence spatiale de l'érosion de berge  $p(rA)$

Une valeur de  $p(rA) = 0.7$  a été prise en compte dans le calcul EconoME, cette valeur pourrait être ainsi revue à la hausse.

## 8. Planification des étapes de travaux

Le planning estimatif jusqu'au démarrage de l'exécution est tributaire de la procédure d'homologation des plans (aboutissant à une autorisation de construire), au règlement des oppositions et aux disponibilités financières de la commune. S'en suivent également la réalisation du projet d'exécution par le bureau d'ingénieur et la procédure d'appel d'offre.

Dans la majorité des mesures (sauf les rehaussements de mur), les travaux nécessitent de travailler dans le cours d'eau (pas à partir de la berge), ce qui impose de travailler uniquement en basses eaux de novembre à avril, soit 6 mois par année. La période de travail sera définie au moment de la demande d'intervention dans les eaux piscicoles et en coordination avec le garde pêche.

Le découpage des travaux est déterminé par les accès possibles au cours d'eau décrit dans le plan général (pièce n°2 du dossier). Selon le découpage des lots proposés à la Figure 8-1, le chantier pourrait être réalisé au minimum sur 2 ans.

Année 1 : réalisation des lots ① ② ③

Année 2 : réalisation des lots ④ ⑤

Ce planning sera évidemment discutée au moment de la planification des étapes avec la commune et le canton. L'ordre d'exécution doit également être défini en fonction de l'état des protections de berge actuelle.

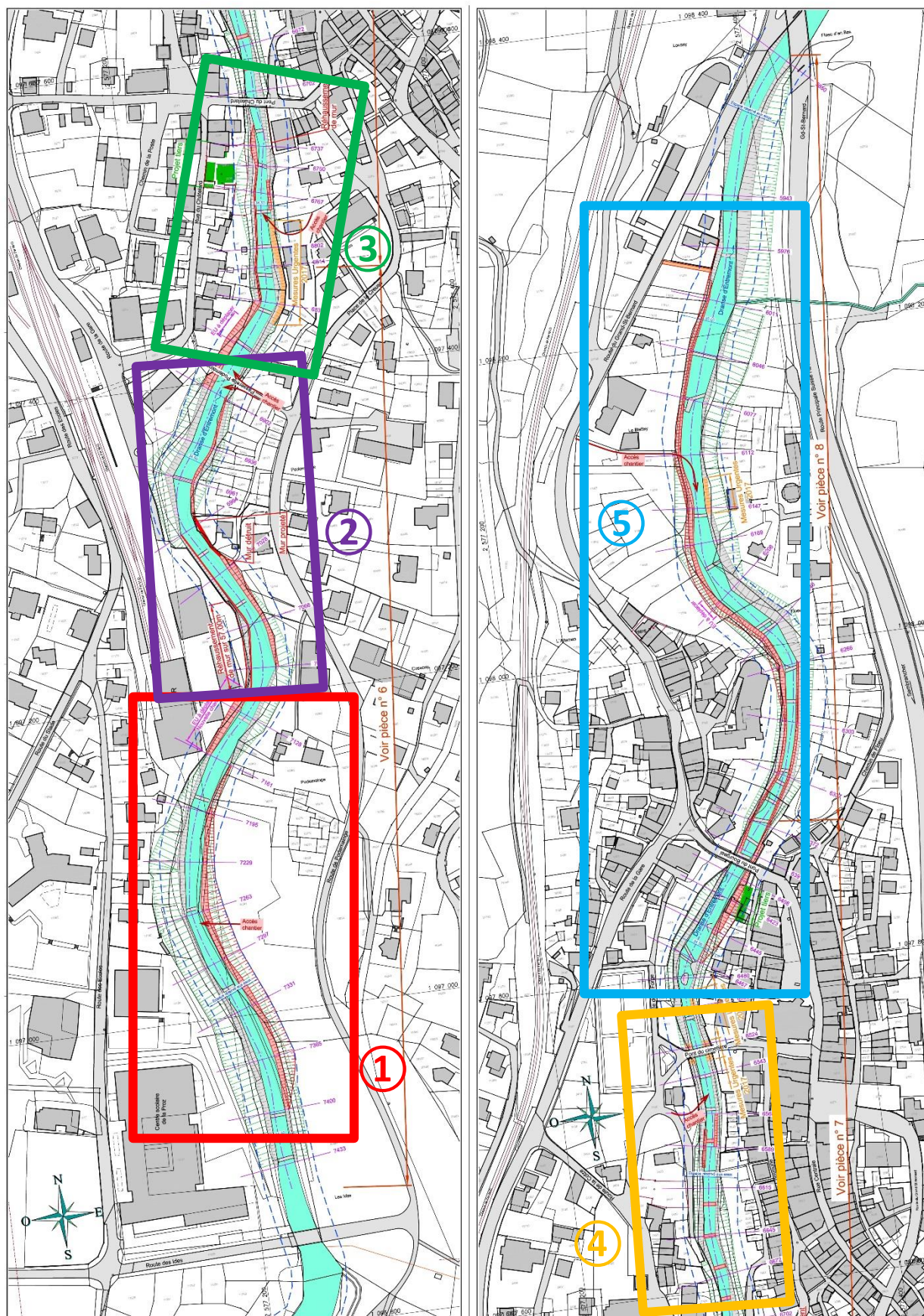


Figure 8-1 : Définition des étapes de travail

## 9. Conclusion

La Dranse d'Entremont, relativement contrainte dans sa traversée du village d'Orsières, est sujette à des dégradations des protections de berges existante par des phénomènes d'affouillement. Du point de vue hydraulique sa tendance à l'érosion du lit et la hauteur relativement importante des berges lui confère une capacité hydraulique confortable par rapport aux risques de débordements, mis à part sur quelques secteurs singuliers.

Les différents phénomènes déstabilisant les berges ont été étudiés dans le rapport des données de bases et de concept. Des mesures ont ensuite été déterminées afin de stopper l'évolution des phénomènes dangereux afin de garantir la stabilité des berges et des infrastructures au sommet de ces dernières sur le long terme.

Différents aspects ont été intégrés à l'avant-projet des mesures, rendu en février 2018, afin de répondre aux normes et exigences en vigueur pour former le présent dossier de mise à l'enquête. Les mesures développées ont été précisée et optimisée, également intégrées au niveau de différents aspects : aménagements du territoire, espace réservé aux eaux, environnement des berges, revitalisation, rentabilité de projet (optimisation financière).

## 10. Annexes

### 10.1 Mécanismes d'incision du lit, tiré de [3]

#### 10.1.1 Lit en régime (Selon Yalin)

La largeur de régime peut être calculée en fonction du débit et de la taille des matériaux du lit constituant l'armature de ce dernier. Yalin propose la formule suivante :

$$B_R = 1.50 D^{-0.25} Q^{0.50}$$

Avec  $B_R$  la largeur de régime (m),  $D$  le diamètre représentatif des matériaux du lit (m) et  $Q$  le débit représentatif de la formation du lit (entre  $Q_2$  et  $Q_5$ , soit environ  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ ). L'application de cette formule donne les résultats du tableau 4.1

**Tableau 10-1 : Condition de mise en régime**

| Conditions de mise en régime pour $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$ selon la formule de Yalin |     |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|
| $B_R$                                                                                     | $D$ | $S_R$ |
| 8                                                                                         | 3.1 | 0.342 |
| 9                                                                                         | 1.9 | 0.207 |
| 10                                                                                        | 1.3 | 0.132 |
| 11                                                                                        | 0.9 | 0.088 |
| 12                                                                                        | 0.6 | 0.06  |
| 13                                                                                        | 0.4 | 0.043 |

Les blocs composant le lit de la Dranse dans Orsières ont en moyenne des dimensions allant de quelques dizaines de centimètres à 1-1.5 m, ce qui impliquerait d'après la formule de Yalin une largeur de régime comprise entre 10 et 12 mètres.

#### 10.1.2 Exploitation des relevés de terrain

Un diagnostic de stabilité des biefs avec identification des causes a été fait sur tout le tracé étudié afin de déterminer les conditions de stabilité, en ne prenant pas en compte les tronçons déjà stabilisés et consolidés.

On constate en premier lieu que les tronçons stables ont une largeur de l'ordre de 12 m ou supérieure (carte de synthèse de la visite de terrain en annexe). Cette analyse est toutefois nuancée par certains tronçons stables plus étroits ou instables et plus larges. Afin d'affiner notre étude, la pente (figure 10-1) est également prise en compte comme paramètre de stabilité, la zone étudiée se divisant en une partie amont de pente 0.039 puis de 0.042, une partie centrale de pente 0.035 et une partie aval en sortie d'Orsières de pente 0.027 à tendance exhaussement. Les résultats sont résumés à la figure 10-2.

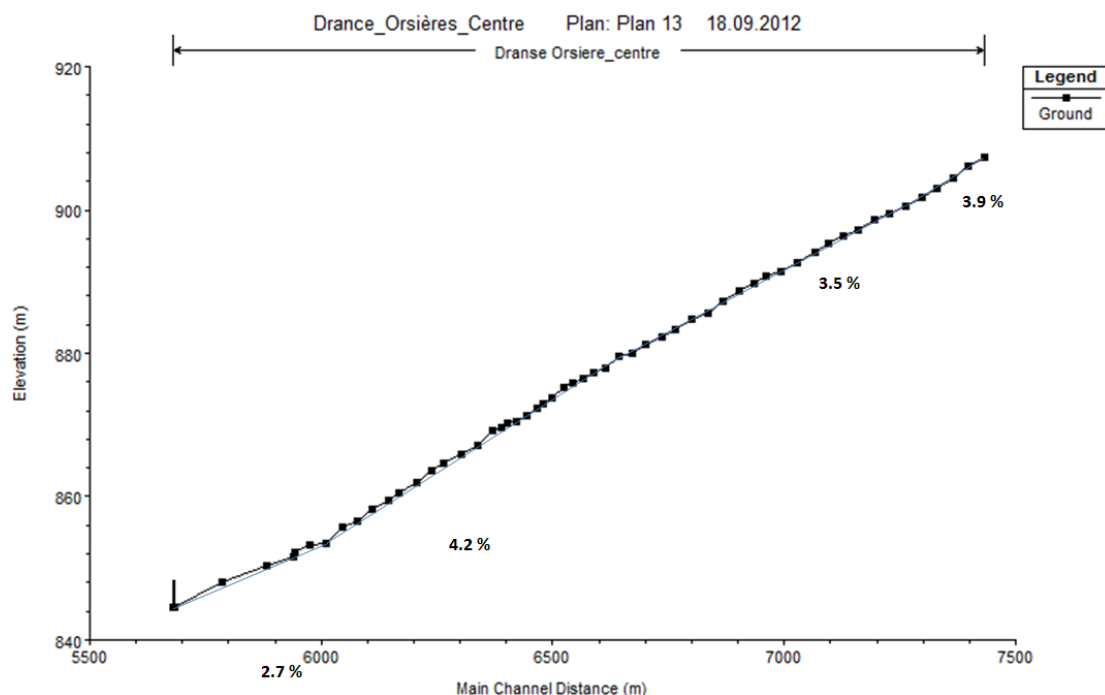


Figure 10-1 Profil en long et pentes de la Dranse dans Orsières

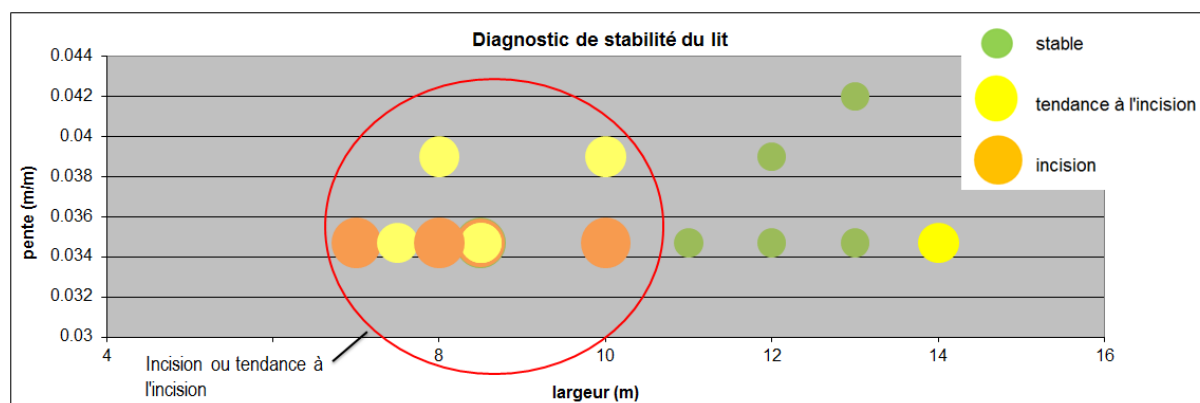


Figure 10-2 Diagnostic de stabilité du lit

On constate qu'en dessous d'une certaine largeur de l'ordre de 11 m, le lit a tendance à s'inciser. Il n'y a pas assez de données sur les pentes pour conclure sur l'influence de celle-ci et sur une pente "limite" d'incision.

Remarque 1 : La zone à tendance d'incision large de 14 m correspond à une zone de virage (PK 7100) et la singularité de cette zone peut s'expliquer par l'augmentation de la vitesse du côté extérieur de la courbe engendrant une augmentation des contraintes de cisaillement localement.

Remarque 2 : Les zones stables de faibles largeur (jusqu'à 7 m) mais caractérisées par des seuils en bon état ne sont pas représentées sur ce graphique, la pente globale de la zone n'étant pas représentative de ces tronçons.

Remarque 3 : Les résultats issus de l'exploitation des données de terrain sont en cohérence avec les conclusions de l'utilisation de la formule de Yalin, à savoir une largeur limite de stabilité du lit de l'ordre de 10-12 m.

### 10.1.3 Géométrie type des secteurs stables et en incision

La mise en relation des profils en travers calculés avec HEC-RAS avec les zones de stabilité et d'instabilité permettent de préciser l'analyse de stabilité de la Dranse dans Orsières.

Afin de déterminer les géométries type des secteurs stables et instables, les résultats de la modélisation hydraulique pour un débit de  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  (débit de formation du lit, de l'ordre du Q5) sont utilisés et les sections mouillées représentatives des tronçons sont comparées.

La comparaison des sections mouillées stables et instables fait ressortir une géométrie type pour chaque cas. Les sections correspondant aux tronçons instables sont caractérisées par une largeur de lit variant de 7 à 10 mètres et des pentes de berges très importantes, tandis que les sections correspondant aux tronçons stables ont des largeurs de lit variant de 10 à 15 mètres (voire davantage) et des pentes de berges plus faibles. On retrouve dans cette analyse les résultats obtenus aux sections précédentes, à savoir une largeur limite de stabilité de l'ordre d'une dizaine de mètres.

### 10.1.4 Tendance à l'exhaussement

La zone de tendance à l'exhaussement est située en aval d'Orsières, entre les PK 6050 et 5950, dans une zone où la pente diminue pour passer de 3.5% à 2.7 %. L'Analyse HEC-RAS montre que les vitesses d'écoulement dans cette zone sont en moyenne plus faibles qu'aux tronçons amont (entre 4.5 et 7m/s à l'aval et entre 7 et 9m/s pour toute la partie amont). Ce ralentissement de l'écoulement, résultant de la diminution de la pente, peut expliquer cette tendance à l'exhaussement.

### 10.1.5 Conclusion

L'approche analytique de la largeur de stabilité du lit, l'exploitation des relevés de terrain ainsi que l'analyse des sections dans les zones stables et instables amènent à la même conclusion, à savoir que la largeur de stabilité de la Dranse dans Orsières est d'environ 10-12 m. Une largeur inférieure entraîne un risque d'incision du lit et par conséquent d'instabilité des berges en pied.

**10.2 Carte de dangers hydrologique (danger débordement + érosion min/max) avant mesures**

### **10.3 Carte de dangers hydrologique (danger débordement + érosion) après mesures**

**10.4** *Fiche de revitalisation R-M3-014*

### **10.5 Devis détaillé**