



Syndicat Mixte d'Aménagement
de l'Arve et de ses Affluents

Avec le financement de



Étude hydro-géomorphologique du bassin versant du Borne

Phase 2

Plan de gestion sédimentaire

RAPPORT

AOÛT 2019

Mandataire



TEREO
427, voie Thomas Edison
73 800 Sainte Hélène du lac

Co-traitant



S.A.R.L. E.T.R.M.
Vincent KOULINSKI
Chef - Lieu
73700 Les Chapelles

Sous-traitant



SAFEGE - SUEZ
Bât. Square
48 avenue Lac du Bourget
Savoie Technolac BP 30318
73377 Le Bourget du lac CEDEX

SYNTHESE ET CONCLUSIONS

Il s'agit ici de présenter de façon opérationnelle des actions nécessaires à l'établissement du plan de gestion (et non du plan d'actions) sans apporter aucune justification.

Ce résumé est donc très synthétique et même simpliste.

Le comportement du Borne peut se résumer de la façon suivante :

- ➔ Globalement, le transport solide du Borne est à l'équilibre en période ordinaire.
- ➔ Des dépôts importants peuvent se produire lors des fortes crues mais ils ne sont pas prévisibles et varient d'une crue à l'autre.
- ➔ Aucune anticipation de ces dépôts n'est possible par la gestion de matériaux au quotidien, le fonctionnement ordinaire étant radicalement différent de celui observé lors des crues.

Les modalités de curage sont les suivantes :

1. Dans les rares zones alluvionnaires du Borne un curage devra être réalisé en cas de dépassement d'un profil en long de déclenchement indiqué en annexe. À l'exception du site de Tonnerre, aucune intervention n'est nécessaire et ne peut être planifiée. La définition de ces profils en long est établie pour pouvoir justifier un curage en cas de phénomène imprévisible.
2. Dans les zones pavées du Borne un curage paraît très improbable en dehors des fortes crues. Aucune intervention n'est nécessaire dans l'état actuel. En cas de dépôt, l'épaisseur de dépôt permettant un déclenchement est établie pour pouvoir justifier un curage en cas de phénomène imprévisible. Pour faciliter la mise en œuvre de cette gestion, les niveaux sont indiqués sur les mêmes profils en long que pour les zones alluvionnaires.
3. Dans les affluents du Borne, malgré une analyse des particularités des différents ruisseaux, la gestion revient toujours à la restauration du niveau actuel, suivant le principe vieux fond vieux bord. Des curages éventuels en cas de dépôt devraient donc viser la restauration de la géométrie du lit actuel. Cette approche générique est beaucoup plus exhaustive que la liste de ruisseau usuellement envisagée.

Dans l'état actuel, une unique opération est nécessaire au niveau de Tonnerre. Elle fait l'objet d'une fiche en annexe.

Les points particuliers suivants peuvent être évoqués mais ne nécessitent aucune action :

- ➔ Fond de vallée à Lormay avec une lente tendance au dépôt à long terme.
- ➔ Duche avec des apports solides importants en cas de crue exceptionnel mais impossibilité d'anticiper l'arrivée d'une lave torrentielle. Classiquement curage vieux fond vieux bord avec dépôt pour renforcer les merlons en berge existants.
- ➔ Ruisseau de Quoy et éventuellement ruisseau des Poches : investigations géotechniques.
- ➔ Curage sur le cône de déjection du Chinailon en cas de crue exceptionnelle.
- ➔ Amont du seuil des Egouts en aval du Grand Bornand.
- ➔ Zone des Plains à Entremont en lien avec le curage de la zone de Tonnerre.
- ➔ Lit terminal du ruisseau des Combets.
- ➔ Lit du ruisseau de Gratty entre l'ouvrage de dépôt et l'entrée de la buse de la traversée urbaine.

Les plages de dépôts identifiées et nécessitant des curages sont donc les suivantes :

Localisation	Fréquence	Volumes estimés	Modalités intervention	Période	Accès
Chinaillon aval	En fonction des apports de sédiments et de flottants. Rien depuis sa construction	Quelques milliers de m ³	Curage complet et restauration de la géométrie initiale	Au plus tôt après la crue	Accès difficile. Nécessité de créer une piste à court terme
Ruisseau de la Communaille	Une fois par an mini. Suivi après chaque crue	Quelques dizaines de m ³ seulement			Accès par chemin latéral
Ruisseau des Frasses	En fonction des apports de sédiments et de flottants. Rien depuis sa construction				Accès par champs latéral (pas de piste existante)
Ruisseau de Gratty	Suivi de la plage de dépôt après chaque crue				Accès par chemin latéral

Ces quatre plages de dépôts font l'objet d'une fiche d'intervention, même si seule la plage de dépôt du Ruisseau de la Communaille a été curée depuis sa construction

Bien que le plan de gestion ne soit pas destiné à définir des aménagements, on peut mentionner les points qui seront analysés dans le plan d'action :

- ❖ Plages de dépôt sur le Borne à Lormay et sur la Duche
- ❖ Protection de berges le long du Chinaillon dans la traversée de la station.
- ❖ Plage de dépôt sur le Chinaillon en aval de la station.
- ❖ Aménagement de la confluence du Chinaillon avec le Borne.
- ❖ Protection de berge en rive gauche en amont pont de l'Essert.
- ❖ Suppression du seuil des Egouts et du seuil en aval.
- ❖ Analyse géotechnique des glissements de terrain dans les gorges du petit Bornand.
- ❖ Étude de détail du torrent de Beffay.

L'ensemble des points évoqués ci-dessus (y compris les quatre plages de dépôts) sont indiqués sur la carte du bassin versant page suivante.

TABLEAU DE SYNTHÈSE DU PLAN DE GESTION

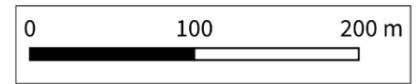
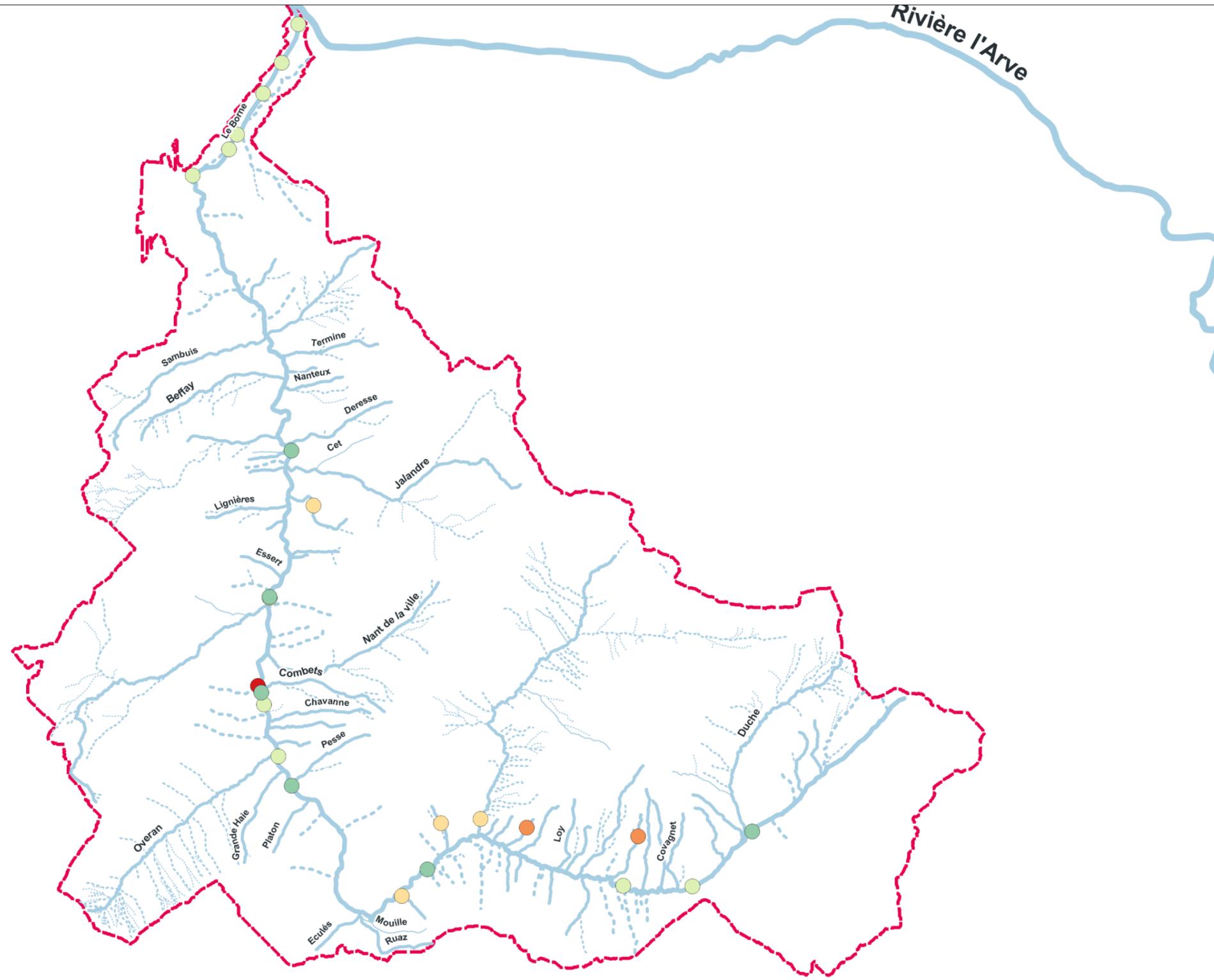
Actions	Cours d'eau concerné (commune)	Priorité	Descriptif	Cout € HT
Curage préventif des secteurs à enjeux (risque d'inondation)	Borne (Lieu-dit Tonnerre - Glières Val de Borne)	Réalisé en 2019	Curage ponctuel de 1800 m ³ afin de lisser le profil en long à une pente de 1,45 % sur 250 m	21 000,00*
Curage des plages de dépôts existantes	Chinaillon (Le Grand Bornand)	Selon besoin	Curage selon apports de matériaux Création d'une piste d'accès (inexistante à ce jour)	43 700,00*
	Ruisseau de la Communaille	Selon besoin	Curage annuel au minimum (quelques dizaines de m ³) Surveillance après chaque crue	9 400,00*
	Ruisseau des Frasses	Selon besoin	Curage selon apports de matériaux	9 400,00*
	Ruisseau de Gratty	Selon besoin	Surveillance après chaque crue Équipement par un piège à flottants Entretien rigoureux de la végétation entre la plage et la buse en aval Entonnement de la buse	15 000,00*
Gestion des secteurs déficitaires en matériaux	Aucun	-	-	-
Repères de curage Mise en place	Borne	1	Mise en place d'échelle au niveau de 12 ponts indiquant les niveaux de déclenchement	12 000,00
Gestion des secteurs excédentaires en matériaux	Borne (Aval confluence Duche, Lieu-dit Lormay)	Réalisé en 2019 Selon besoin	Curage périodique selon apports de matériaux Surveillance après chaque crue (vérification des repères de curage)	Curage si nécessité pas de chiffrage possible 1 j homme pour vérification des 12 repères
	Borne (Aval confluence Duche / Amont Les Plans)	Selon besoin	Surveillance après chaque crue	
	Borne (amont seuils des égouts)	Selon besoin	Surveillance après chaque crue	
	Borne (zones alluvionnaires - Glières Val de Borne)	Selon besoin	Surveillance après chaque crue	
Gestion des apports sédimentaires suite à des crues exceptionnelles	Borne	Selon besoin	Modalité de curage et point de vigilance : Profil de référence = LIDAR 2015 Épaisseur de déclenchement sur un linéaire de 50 m Épaisseur minimale à maintenir dans le lit (nécessité impérieuse de conserver le pavage du lit)	Curage si nécessité pas de chiffrage possible 1 j homme pour vérification des 12 repères
	Affluents	Selon besoin	2 intervention maxi tous les 5 ans (hors événements exceptionnels)	Curage si nécessité pas de chiffrage possible
Levé topographique du profil en long du fil d'eau d'étiage (dernier levé 2015)	Borne et affluents	1	Levé systématique tous les 5 ans ou dans les cas suivants <ul style="list-style-type: none"> ↳ Suite crue de fréquence décennale ou + ↳ Suite crue et apport solide important (levé partiel localisé) ↳ Suite suspicion d'engravement (levé partiel localisé pour évaluer la nécessité de curage) 	25 000,00 €
Études hydrauliques/géotechniques spécifiques	Ruisseau de Quoy	2	Analyse des risques de déstabilisation du glissement de terrain en tête de bassin versant et de la propagation des matériaux en aval dans la zone urbaine. Proposition d'aménagement	20 000,00 €
	Nant des Poches	2	Analyse du fonctionnement du glissement de terrain et notamment des risques concernant le chalet en amont mais aussi des phénomènes d'érosion dans le lit	20 000,00 €

* Hors évacuation / valorisation des matériaux

Légende

Actions

- Curage
- Etude géotechnique
- Plage de dépôt
- Repère de curage
- Suivi exhaussement



	Etude hydro-géomorphologique du bassin versant du Borne (74)	
	LOCALISATION DES ACTIONS PONCTUELLES DU PLAN DE GESTION	
Source IGN© copie et reproduction interdites		A3

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	1
1.1. OBJECTIFS DU PLAN DE GESTION.....	1
1.2. PRESENTATION DU PLAN DE GESTION.....	1
1.3. ÉTUDES EXISTANTES	2
2. PRESENTATION GLOBALE DU BASSIN VERSANT ET DE SES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES	3
2.1. PRESENTATION GLOBALE DU BASSIN VERSANT.....	3
2.2. EXHAUSTIVITE DE LA DEMARCHE	4
2.3. DIFFERENTS TYPES DE COURS D'EAU	8
2.4. DEMARCHE RETENUE	9
3. ANALYSE DES PENTES ET FONCTIONNEMENT MORPHOLOGIQUE	10
3.1. LE BORNE.....	10
3.2. LES AFFLUENTS.....	14
3.2.1. Les ruisseaux ordinaires	15
3.2.2. Les affluents significatifs du Borne en amont de la confluence avec le Chinaillon.....	16
3.2.2.1. La Duche et le Tavaillon	16
3.2.2.2. Ruisseaux de la Servalanche et de Plan Chenaz	16
3.2.2.3. Ruisseaux de Covagnet, de la Vendanche et du Grand Nant	17
3.2.2.4. Ruisseau des Poches	17
3.2.2.5. Ruisseau de la Pezerettaz	18
3.2.2.6. Ruisseaux du Pessey et de la Broderie	20
3.2.2.7. Ruisseau de Quoy	22

3.2.3.	Le Chinaillon & ses affluents.....	23
3.2.3.1.	Ruisseau des Bouts	23
3.2.3.2.	Chinaillon amont	24
3.2.3.3.	Ruisseau des Outalays	25
3.2.3.4.	Gorges du Chinaillon	26
3.2.3.5.	Cône de déjection du Chinaillon	27
3.2.4.	Les affluents significatifs du Borne à l'amont des Étroits.....	30
3.2.4.1.	Ruisseau de la Communaille	30
3.2.4.2.	Ruisseau des Frasses	32
3.2.5.	Affluents significatifs dans le secteur d'Entremont (Glières Val de Borne).....	33
3.2.5.1.	Torrent de l'Overan	33
3.2.5.2.	Ruisseau des Combes	34
3.2.5.3.	Nant de la Ville	36
3.2.6.	Affluents significatifs dans le secteur du Petit Bornand (Glières Val de Borne)	37
3.2.6.1.	Ruisseau des Lignièrès	37
3.2.6.2.	Ruisseau de Gratty	38
3.2.6.3.	Ruisseau de Beffay	40

4. PLAN DE GESTION PROPOSE 42

4.1.	MODALITES DE GESTION DES OUVRAGES DE TYPES PLAGE DE DEPOTS	42
4.1.1.	Diagnostic.....	42
4.1.2.	Principe de gestion.....	42
4.1.3.	Liste des plages de dépôts et modalités de gestion	43
4.2.	DESCRIPTION DES MODALITES DE GESTION DES ZONES DEFICITAIRES ET DES ZONES EN EXHAUSSEMENT	44
4.2.1.	Fonctionnement ordinaire	44
4.2.1.1.	Zones déficitaires	44
4.2.1.2.	Zones en exhaussement	44
4.2.2.	Comportement exceptionnel	44
4.2.2.1.	Borne	45
4.2.2.1.1.	Secteurs pavés	45
4.2.2.1.2.	Secteurs alluvionnaires	45
4.2.2.2.	Torrents & Ruisseaux	46
4.2.2.2.1.	Secteurs pavés	46
4.2.2.2.2.	Secteurs alluvionnaires	47

4.2.3.	Définition des niveaux sur le Borne	47
4.2.4.	Identification des points de blocage du transit sédimentaire	60
4.2.5.	Description des interventions nécessaires.....	60
4.2.6.	Définition des repères de curage	61
4.2.7.	Impacts sur le transit sédimentaire et sur les enjeux environnementaux	62
4.2.8.	Mesures de suivi	62

ANNEXES

FICHE DU CURAGE DE TONNERRE

FICHES DES QUATRE PLAGES DE DEPOT

PROFILS EN LONG DE DECLENCHEMENT DU BORNE

1. INTRODUCTION

1.1. Objectifs du plan de gestion

Afin de disposer d'un outil opérationnel rapidement, le SM3A souhaite pouvoir s'appuyer sur un plan de gestion des matériaux solides sur la base de l'état actuel dont les objectifs sont les suivants :

- assurer la protection des biens et des personnes,
- assurer la continuité du transport sédimentaire,
- préserver les milieux aquatiques et les annexes hydrauliques (nappes phréatiques, zones humides),
- gérer au mieux les apports de matériaux et les zones déficitaires,
- atteindre un état morphologique et une dynamique sédimentaire satisfaisants au regard du risque inondation notamment en favorisant la continuité du transit sédimentaire,
- concilier la protection des enjeux et la restauration hydromorphologique du cours d'eau,
- argumenter les modalités de surveillance et d'intervention vis-à-vis des phénomènes d'incision ou d'exhaussement du lit identifiés,
- présenter un profil en long de référence et des profils de gestion (haut et bas) pour chacun des secteurs alluvionnaires. On verra en effet que cette démarche n'est pas adaptée à un lit pavé.

1.2. Présentation du plan de gestion

Le plan de gestion doit présenter :

1. La description du bassin versant envisagé et de la gestion actuelle des matériaux avec les éléments suivants :
 - ↳ Présentation globale du bassin versant et de ses principales caractéristiques,
 - ↳ Présentation des éléments de diagnostics justifiant la nécessité d'intervention sur les apports de matériaux solides (ouvrages, morphologie et dynamique sédimentaire, zone de débordements, enjeux, profil d'équilibre) et présentant une analyse de la pertinence du fonctionnement des ouvrages existants (plage de dépôt du Chinillon par exemple) et des pratiques actuelles ou passées.
2. La définition du plan de gestion proposé
 - ↳ Description des modalités de gestion des ouvrages de types bacs ou plage de dépôts existants,
 - ↳ Description des modalités de gestion des zones déficitaires et des zones en exhaussement en maintenant un profil en long préalablement défini dans les secteurs identifiés à enjeux :
 - Identification des points de blocage du transit sédimentaires et des écoulements : gestion des ouvrages et des plages de dépôts en restaurant la continuité écologique ou en gérant la transparence ;
 - Description détaillée des interventions nécessaires : localisation, fréquence, volumes estimés, modalités d'intervention (période, accès, possibilité de réinjection des matériaux) ;
 - Définition des repères de curage (définition précise de l'implantation des repères, cotes haute et basses) ;
 - Impacts sur le transit sédimentaire, sur le risque inondation, sur les milieux naturels. Proposition de mesures visant à éviter ou à réduire les impacts négatifs ;
 - Mesures de suivi.

1.3. Études existantes

De façon non exhaustive, les études suivantes ont été analysées pour l'établissement de ce rapport :

- ✿ *Préfecture de la haute Savoie. Le grand Bornand - Crue torrentielle du 14 juillet 1987 - étude du phénomène naturel - CEMAGREF - SRAE - Service RTM.*
- ✿ *Syndicat intercommunal d'aménagement du Borne - DDAF de Haute Savoie- Étude générale d'aménagement hydraulique du Borne 1989 - Sogreah 1989*
- ✿ *Syndicat intercommunal d'aménagement du Borne - Étude générale d'aménagement hydraulique du Borne 1998 SOGREAH*
- ✿ *Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Affluents - Étude hydraulique et hydrogéomorphologique du Borne - MINERVE & HTV – 2016*

Évidemment, ces différentes études sont partiellement reprises par la suite.

2. PRESENTATION GLOBALE DU BASSIN VERSANT ET DE SES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES

2.1. Présentation globale du bassin versant

Le Borne draine un bassin versant d'une superficie de 158 km² avec un linéaire du Borne de 34 km. La figure suivante montre l'ensemble de ce bassin versant avec ses principales unités :

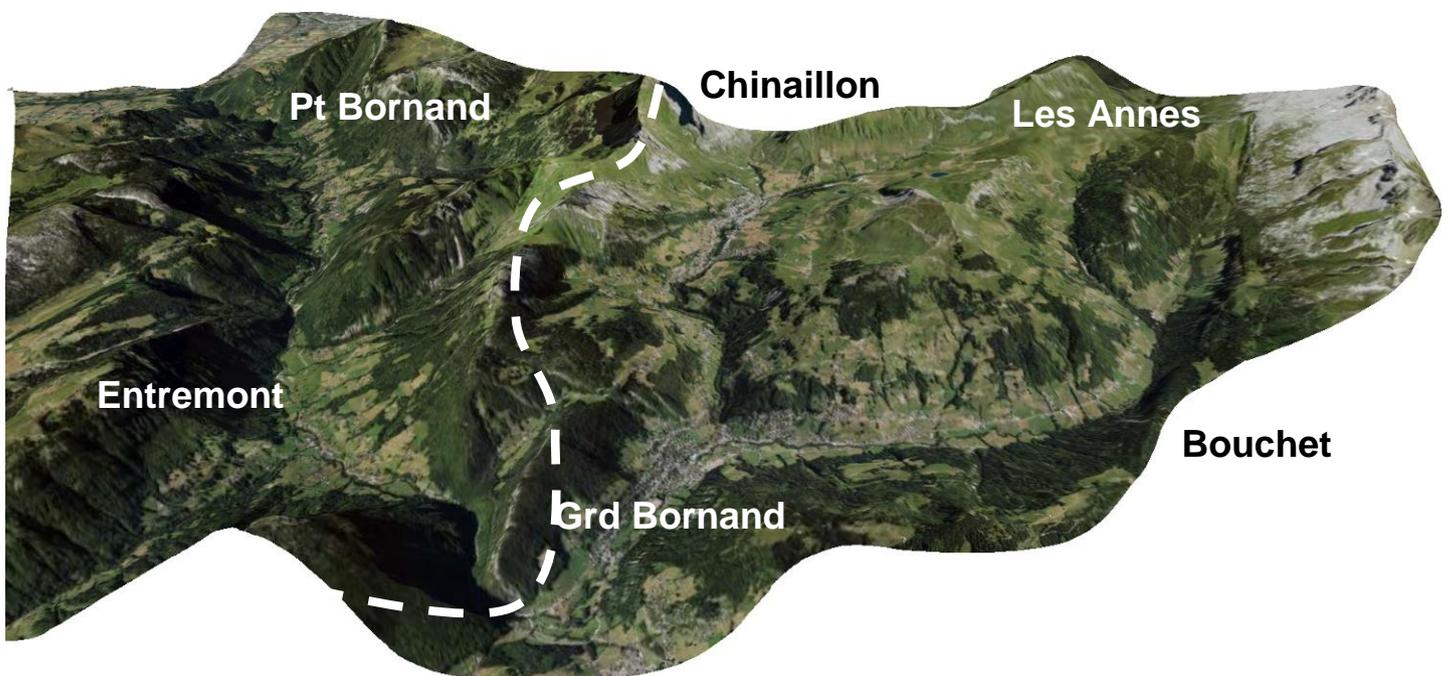


Figure 1 : Vue d'ensemble du bassin versant.

Un contraste important apparaît entre le haut du bassin versant implanté dans le substratum calcaire du synclinal de Thônes et la klippe des Annes située entre les vallées du Chinaillon et du Bouchet. Cette nappe de charriage est très érodable, et favorable à la formation de glissements de terrain. Cette klippe est enchâssée dans les massifs calcaires qui constituent le substratum dominant.

Pour s'échapper de la dépression de Thônes la vallée du Borne a ouvert une succession de cluses et de boutonnières allongées sud-nord, qui coupent presque transversalement les plis des Bornes occidentales.

En aval de la boutonnière d'Entremont, le Borne a ouvert une seconde boutonnière, celle du Petit Bornand, qui se referme en gorges en aval de la localité de Termine.

C'est ensuite l'arrivée sur le cône de déjection constitué par le Borne dans la vallée de l'Arve.

Le Borne est historiquement marqué par la crue meurtrière du 14 juillet 1987 rappelant que ce cours d'eau et ses affluents représentent un risque très fort pour les biens et les personnes. Dans un souci de protection contre ce type de risques, les élus avaient constitué en 1988 le Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Borne (SIAB), qui regroupait l'ensemble des communes du bassin versant.

- Grand Bornand
- Saint-Jean-de-Sixt
- Entremont
- Petit Bornand
- Saint-Pierre-En-Faucigny
- Bonneville

Suites aux études hydrauliques SOGREAH 1989 et 1998 le SIAB a réalisé de nombreux travaux de recalibrage et de stabilisation du Borne dans l'objectif de réduire le risque d'inondation.

2.2. Exhaustivité de la démarche

Le cahier des charges de l'étude vise l'analyse de l'exhaustivité des cours d'eau dans le bassin versant, retenant une soixantaine de cours d'eau. Or, on sait que le chevelu hydrographique présente un caractère fractal. Il est alors possible de démontrer que même sur une surface finie (le bassin versant), le linéaire (de cours d'eau) peut être infini.

Dans ce cas, l'exhaustivité est une chimère qui ne peut être atteinte. La conséquence est alors de se fourvoyer dans une multitude de détails insignifiants et d'oublier les enjeux essentiels.

Le tableau page suivante reprend la liste des cours stipulés au cahier des charges auxquels s'ajoute évidemment le Borne :

N° sous-BV	Toponyme	Autre nom	Linéaire (m)	Surface BV (km ²)
1	Evau	Prelaz	988.72	1,1649
2	Tailleux		2792.39	2,2016
3	Sambuis		4221.11	3,0601
4	Termine		1929.57	2,8796
5	Clameux		578.65	0,3254
6	Beffay		3312.1	2,0085
7	Nanteux	Lavey	1201.86	0,5109
8	Tremblay	Ravin des Fringles	1800.23	3,2153
9	Deresse	Dresse	2269.39	1,036
10	Vouagère Nord		626.15	0,1624
11	Vouagère Sud		768.21	0,1146
12	Jalandre		5565.15	11,1926
13	Cet		1266.94	0,3042
14	Ravin de Chez Lanter		713.39	0,1018
15	Gratty		1646,16	1,0645
16	Lignièrès		1589.35	0,87
17	Songeons		377.43	0,1673
18	Combe des Frènes		920.71	0,7761
19	Ecoiseaux	Barbotante	340.61	0,0345
20	Essert		897.82	1,2717
21	Bosson		1140.25	3,0048
22	Deuve	Nant du Talavé	6919.17	11,1794
23	Nant de la ville		4161.08	4,0228
24	Combets	Combes	2584.09	0,915
25	Chavanne		1981.06	0,464
26	Ruisseau des Grands Nants	Grand Nant 2	1509.38	0,3791
27	Cellaz		687.15	0,2074
28	Overan		5048.11	8,8662
29	Grande Haie		2045.04	0,5418
30	Pesse		1843.36	0,803
31	Platon		1147.32	0,2865
32	Eculés	Crêt Saint Jean	1140.94	3,4912
33	Ruaz		1908.36	0,6094
34	Ruisseau de La Mouille	Ruaz 2	1395.51	0,3993
35	Frasses		701.68	0,1167
36	Communaille		901.99	0,6624
37	Chinaillon		7281.24	24,726
38	Samance		924.01	0,1397
39	Outalays		2238.86	2,1786
40	Suize 1	Terret 1	434.17	0,0848
41	Suize 2	Terret 2	622.54	0,1924
42	Quoy	Nant Trouble ; Quâ	773.61	0,257
43	Pessey		723.96	0,3259
44	Arces	Nant Robert	1287.76	0,2731
45	Broderie		924.1	0,1723
46	Nand Morand	Loy	866.59	0,5568
47	Loy	Crêt	1490	0,3123
48	Frasse-Vieille	Saytels	1098.17	0,4121
49	Bouchet		2581.11	1,377
50	Pezerettaz	Nant des Parts	1256.18	0,8974
51	Poches		1467.47	0,424
52	Grand Nant		1981.97	0,467
53	Vendanche		1725.34	0,3037
54	Covagnet		1584.46	1,0187
55	Plan Chénaz	Cote Braudet	1327.58	0,3972
56	Servelanche	Brettoz	1426.9	0,3651
57	Duche		4814.03	6,8085
58	Tavaillon		1263.75	0,8792
59	Troncs		1347.62	0,3948
60	Barme		1152.34	0,2629

Tableau 1 : Liste des bassins versants affluents du Borne considérés dans l'étude

Certains de ces cours d'étant n'étant pas nommés sur les cartes IGN - et quelquefois connus des riverains sous d'autres noms - les cartes suivantes permettent leur localisation.



Figure 2 : Cours d'eau étudiés sur les communes du Grand Bornand et Saint Jean de Sixt

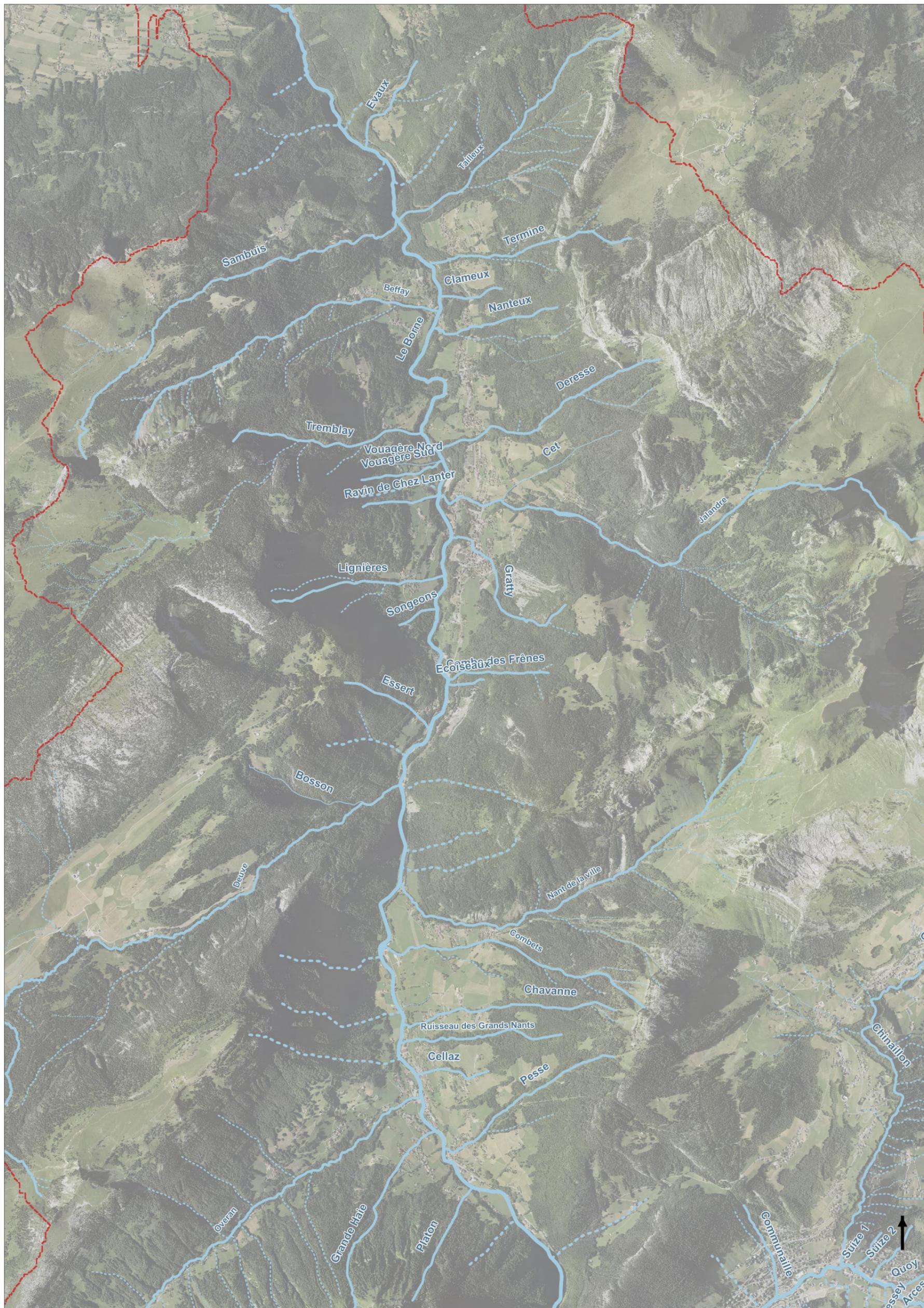


Figure 3 : Cours d'eau étudiés sur la commune de Glères Val de Borne

2.3. Différents types de cours d'eau

Afin de réaliser un rapport lisible et de dégager les points les plus opérationnels, la classification de Surell est prise en compte pour hiérarchiser ces très nombreux cours d'eau. Elle est issue du remarquable document suivant :

Alexandre Surell
Étude sur les torrents des Hautes - Alpes
Dunod - 1841

Elle distingue 4 types de cours d'eau :

- i. Les **Rivières**, non représentés sur le bassin versant du Borne. *Elles coulent dans des vallées larges; elles ont un assez fort volume d'eau, et des crues prolongées; leur pente, constante sur de grandes longueurs, n'excède pas 15 millimètres par mètre. Mais le trait le plus saillant de ces rivières est de **divaguer** sur un lit plat, très large, et dont elles n'occupent jamais qu'une très petite portion. Ce n'est pas seulement la forme de la section fluide qui se modifie et dans laquelle passe de temps en temps le talweg; c'est la masse toute entière des eaux qui abandonne son lit, le laisse tout à coup à sec, et se transporte dans le lit nouveau, à une grande distance du premier (...).*
- ii. Les **Rivières torrentielles** uniquement représenté par le Borne sur l'ensemble de son linéaire depuis Lormay. *La deuxième classe comprend les cours d'eau que j'appellerai **rivières torrentielles**. Ils (...) forment les affluents principaux des rivières. Leurs vallées sont moins longues et plus resserrées, les variations de leur pente sont plus rapides. Leur volume d'eau est moins considérable. Ils ne divaguent pas ou divaguent peu, parce que leurs berges sont plus solides et mieux encaissées. Leur pente n'excède pas 6 centimètres par mètre (...).*
- iii. Les **Torrents** constituent évidemment les affluents essentiels à prendre en compte dans un plan de gestion des matériaux. À ce titre ils doivent être étudiés en détail. *Les **torrents** forment la troisième classe. Ils coulent dans des vallées très courtes, qui morcellent les montagnes en contre forts; quelquefois même, dans de simples dépressions. Leurs crues sont courtes et presque toujours subites. Leur pente excède 6 centimètres par mètre, sur la plus grande longueur de leur cours : elle varie très vite et ne s'abaisse pas au-dessous de 2 centimètres par mètre. Ils ont une propriété tout à fait spécifique : ils **affouillent** dans la montagne; ils **déposent** dans la vallée; et ils **divaguent** ensuite, par suite de ces dépôts."*
- iv. Les **Ruisseaux** correspondent à la plupart des affluents du Borne, au moins en dehors des fortes crues. *Les **ruisseaux** n'ont pas un volume d'eau assez fort ni un parcours assez prolongé pour être assimilés aux rivières torrentielles. Tantôt ils coulent sur des pentes douces, qui les privent de vitesse, tantôt leur volume d'eau est trop faible pour affouiller profondément le terrain. D'autres fois, leurs berges sont solides et résistent à l'affouillement. Les eaux n'affouillent plus, cessent aussi de déposer et il n'y a plus de torrent.*

Évidemment, un document de cette qualité énonce qu'il est nécessaire de se garder de tout dogmatisme et précise :

Il ne faudrait pas considérer ces classes comme des moules invariables dans lesquels chaque cours d'eau doit nécessairement trouver sa place.

On sait bien que les choses ne se passent jamais dans la nature d'une manière aussi géométrique que dans notre intelligence ; et c'est notre intelligence seule qui crée des types.

Il apparaît donc que ces différents cours d'eau présentent des fonctionnements nettement différents par rapport au transport solide. Ils imposent donc - surtout dans un plan de gestion - des approches très différentes.

2.4. Démarche retenue

La démarche générale pour les plans de gestion est particulièrement adaptée au cas des rivières avec notamment la notion du profil en long d'équilibre, car la pente est *constante sur de grandes longueurs*.

Lorsque le lit est pavé, ce concept perd de sa validité, le lien entre le transport solide et le lit étant fortement perturbé. Le concept de profil en long d'équilibre et de curage permettant d'adapter les niveaux du lit à un éventuel excédent de matériaux perd de sa validité. Or, le Borne est pavé sur l'essentiel de son linéaire. Ce pavage est encore plus marqué sur les torrents et devient presque exclusif sur les ruisseaux du bassin versant.

Ainsi, la démarche est la suivante :

1. Pour **le Borne**, une analyse détaillée est nécessaire et justifiée. Cela passe notamment par l'étude des profils en long existants afin de cerner le fonctionnement de la rivière torrentielle mais aussi leurs évolutions. Ce fonctionnement est largement détaillé.
2. Une description de l'état actuel est réalisée pour **les torrents** où le transport solide est important, mais aussi pour les affluents remarquables - comme par exemple le ruisseau de la Broderie qui a fait l'objet d'un aménagement intéressant - mais dont les apports au Borne sont négligeables. Cette description est évidemment très variable en fonction des enjeux et surtout des particularités mises en évidence. Cette analyse est destinée avant tout à dégager les points saillants dans le bassin versant qui nécessite une approche particulière.
3. Pour la plupart des **ruisseaux**, l'approche dans le plan de gestion sera la même et la contribution au transport solide du Borne est alors insignifiante. Dans ce cas, une description générique de ces affluents est réalisée avec la mise en évidence de leur fonctionnement dual. La gestion qui en découle est alors précisée. Cette approche générique présente deux avantages :
 - a. Elle permet d'éviter la répétition laborieuse de banalités, les cours d'eau particuliers étant décrits comme indiqué précédemment.
 - b. Elle permet d'atteindre une véritable exhaustivité dans le cas où un ruisseau a priori insignifiant aurait été omis dans la liste des affluents.

3. ANALYSE DES PENTES ET FONCTIONNEMENT MORPHOLOGIQUE

3.1. Le Borne

La figure suivante montre le profil en long du Borne depuis le Bouchet jusqu'à la confluence avec l'Arve :

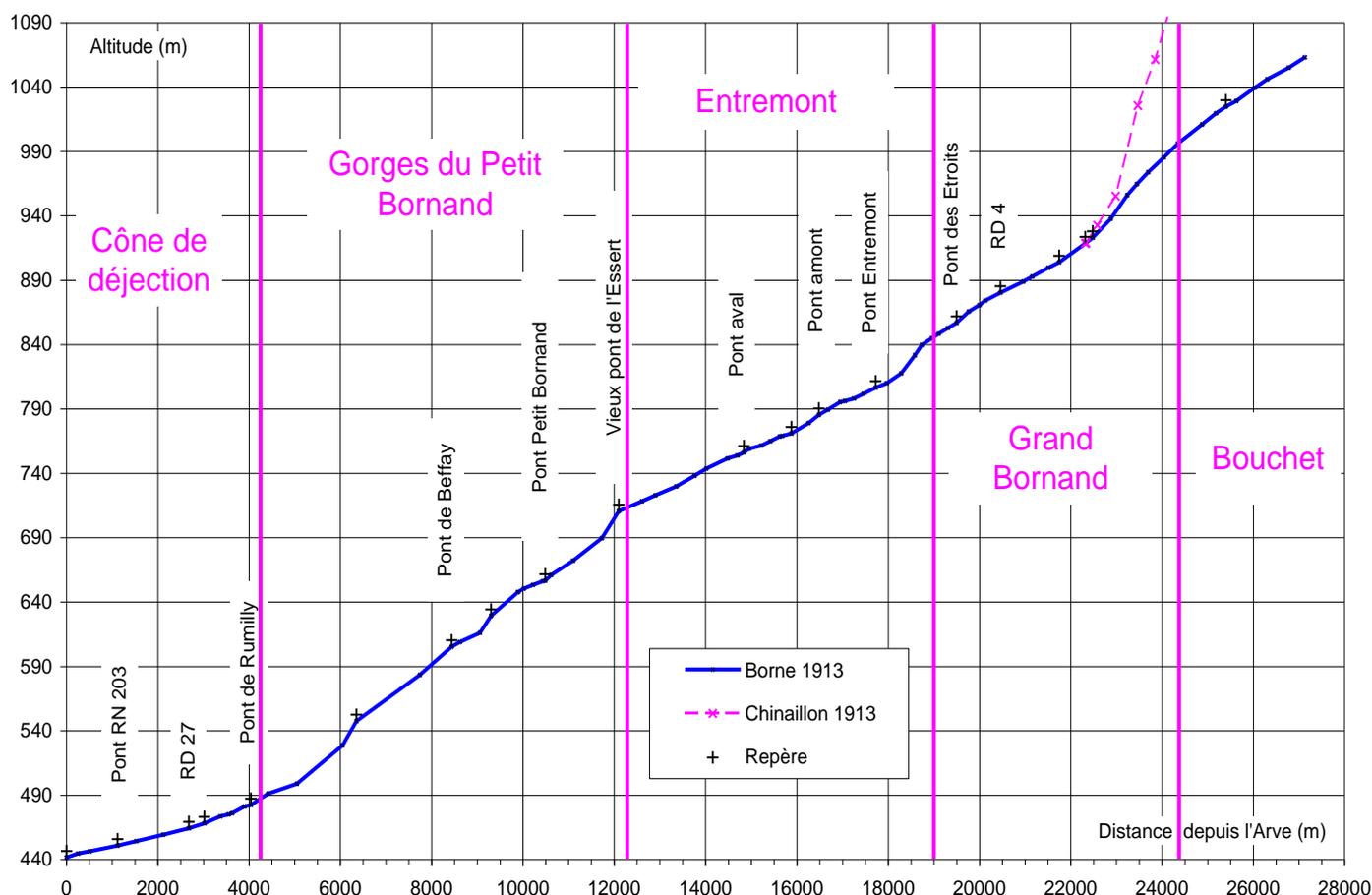


Figure 4 : Profil en long général du Borne (profil en long de 1913).

Ce profil en long indique aussi le profil en long du Chinailon qui conflue au Grand Bornand.

Le profil en long utilisé est celui de 1913 car c'est celui qui correspond le mieux au comportement naturel du Borne. À l'échelle des analyses du fonctionnement général du bassin versant, il présente les mêmes caractéristiques que le profil en long actuel. Évidemment, il s'agit d'un levé du fil d'eau d'étiage.

La segmentation en tronçon, particulièrement complexe pour le Borne, reprend largement celui des communes, avec une distinction pour la commune de Glières Val de Borne du secteur d'Entremont et des gorges du Petit-Bornand.

L'analyse établie en phase 1 (se reporter au rapport pour les détails) met en évidence les points suivants :

- Sur le tronçon amont, le lit est pavé jusqu'à la zone alluvionnaire de Lormay, régie dans son fonctionnement par les apports solides de la Duche. La divagation naturelle supposée du Borne en amont de cette confluence est ancienne (antérieure à 1860 – Carte d'État-major).
- La régulation du transport solide est pour l'heure assurée, mais l'étroitesse du lit actuel du Borne ne suffirait pas à faire transiter un apport massif. Ce risque, aussi exceptionnel soit-il, doit être pris en compte (voir rôle de la Duche dans les apports solides de la crue de 1987).
- En aval de la confluence, le lit du Borne reste étroit sous les effets d'une contrainte liée à l'occupation des sols et usages. Le lit montre un pavage, au moins partiel, avec un enfoncement jusqu'à la confluence avec le Chinaillon.
- En aval des gorges des Etroits, le lit s'approche d'un fonctionnement alluvionnaire jusqu'au Vieux pont de l'Essert, à l'entrée des gorges du Petit-Bornand. Cependant le lit reste très peu mobile. Le lit est pavé en aval du pont des Charbonnières jusqu'à la confluence avec l'Ovéran.
- La zone des Plains se caractérise par une pente modérée, mais un lit peu mobile et une forte tendance aux débordements sur les deux berges. Des enjeux humains sont très présents en rive droite.
- L'élargissement du lit au niveau de Tonnerre conduit à une zone de régulation du transport solide, avec une faible tendance au dépôt.
- En aval du Nant de la Ville, le lit du Borne est étroit, même au niveau d'une ancienne zone de divagation aujourd'hui protégée malgré l'absence d'enjeux.
- On retrouve une zone alluvionnaire environ 1,2 km en amont du pont de l'Essert, mais les respirations du lit restent étonnamment faibles.
- Dans les gorges du Petit Bornand, le lit est pavé sauf localement, au niveau d'une petite zone alluvionnaire. Là, encore, cette zone (500 m en aval du Pont du chef-lieu) présente un lit très stable. Une autre zone alluvionnaire, activée vraisemblablement à la suite de la crue de 1987 vers la station d'épuration de Glières Val de Borne.
- Les gorges des Evaux sont morphologiquement transparentes et permettent le transit des matériaux vers l'aval, avec la singularité que constitue l'ancien barrage aujourd'hui hors service.
- Le cône de déjection naturellement favorable à un lit du Borne très divagant concentre la majorité des enjeux. Le Borne a été canalisé bien avant le rattachement de la Savoie à la France (Carte Etat-major).

Les analyses précédentes montrent donc que le Borne subit des influences extérieures fortes et que le pavage est largement prépondérant.

Le graphique suivant montre le profil en long général du Borne et reporte la pente d'équilibre dans les secteurs où elle est connue. Il montre que la pente géométrique est très variable, avec notamment des gorges raides et quelques fois longues.

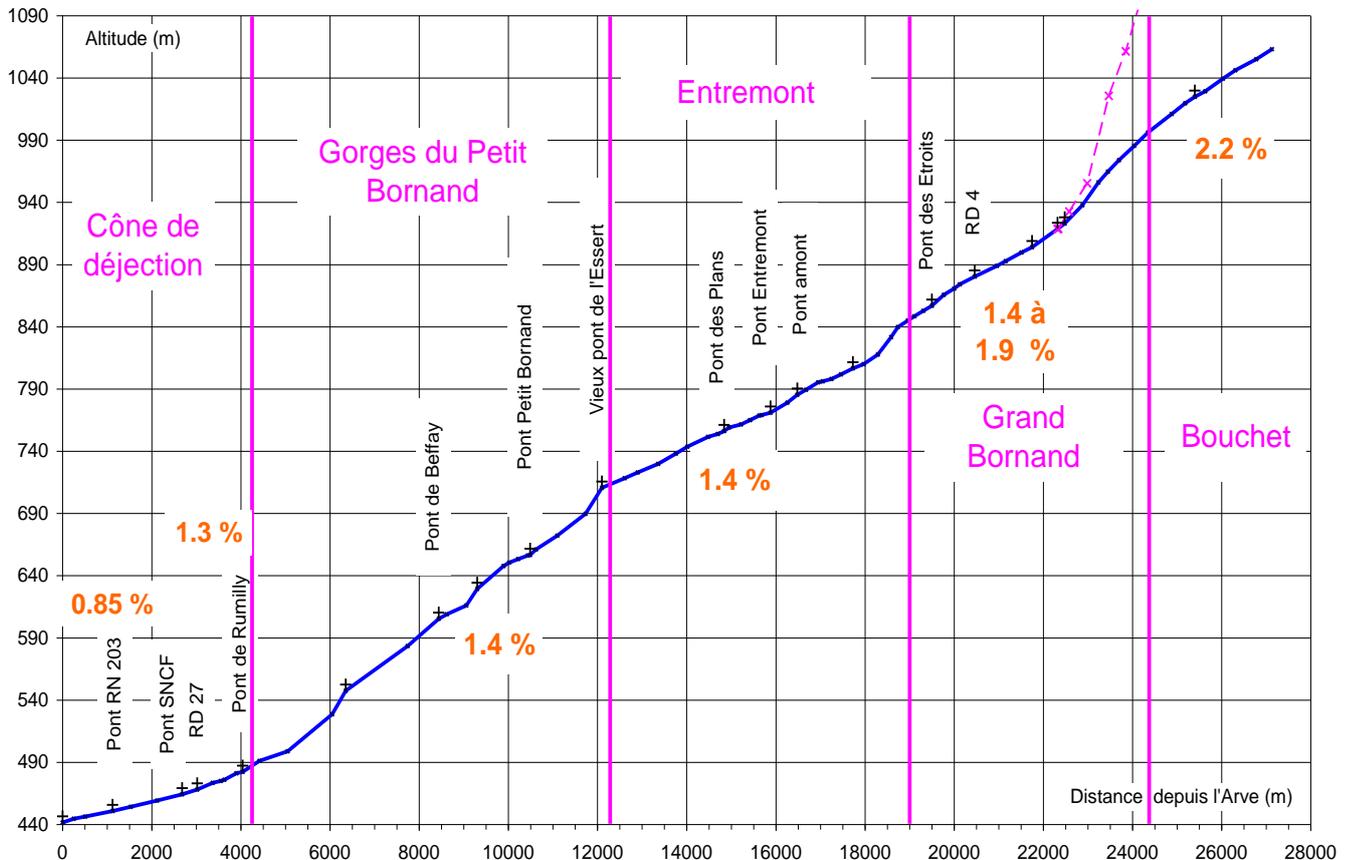


Figure 5 : Pente d'équilibre le long du Borne.

Par contre, la pente d'équilibre témoigne d'une grande continuité avec globalement, et de façon très classique, une décroissance de l'amont vers l'aval. Les évolutions sont alors les suivantes :

- 2.2 % au Bouchet et même 2.6 % aux Plans.
- 1.4 à 1.9 % dans la traversée du Grand Bornand en aval de la confluence avec le Chinaillon. L'absence de réelle zone alluvionnaire ne permet pas ici de déterminer la pente d'équilibre avec précision.
- 1.4 % environ dans la traversée d'Entremont et du Petit Bornand.
- 1.3 % en amont du cône de déjection.
- 0.85 % dans le canal étroit et régulier en amont de la confluence avec l'Arve.

Dans l'ensemble, le Borne présente une morphologie de lit plus ou moins pavé avec :

- Une stabilité des fonds en l'absence d'intervention,
- Une possibilité d'abaissement ponctuel et souvent irréversible,
- Des engravements très exceptionnels sur le long terme (mais qui peuvent être temporaires notamment en cas d'apport d'un affluent). Dans ce cas, la reprise des matériaux permet de restaurer le lit initial.

Il y a donc un contraste entre la granulométrie relativement fine des matériaux transportés et celle beaucoup plus grossière des matériaux en place qui structure le lit. La queue de retenue de la prise d'eau de Beffay illustre cette situation :



Photo 1 : Contraste granulométrique entre la granulométrie transportée et celle du lit.

Les évolutions du lit sont donc limitées. De façon schématique, le tableau suivant reprend les évolutions les plus importantes en distinguant celles qui relèvent d'une évolution a priori irréversible (lit pavé) et celles qui correspondent à des évolutions réversibles des équilibres entre transport solide et lit (lit alluvionnaire) :

Lit pavé	Lit alluvionnaire
Abaissement du lit suite à l'aménagement en aval de la confluence avec le Chinailon	Tendance lente au dépôt en amont de la confluence avec la Duche
Abaissement marqué en aval de l'ancien pont de l'Essert	Abaissement du secteur des Plans suite à des extractions
	Remonté des niveaux en amont des seuils des égouts et des captages
	Abaissement et régularisation des pentes entre le pont d'Entremont et celui des Plains
	Abaissement (stabilisé ?) en aval du seuil de l'autoroute.

Ces observations ne montrent pas de déséquilibre à long terme et **aucun curage régulier n'est nécessaire dans l'état actuel du bassin versant**. Cet équilibre est d'ailleurs confirmé par l'absence de curage sur les dernières décennies dans le Borne.

En effet, quelle que soit la raison de l'absence de curage, si après plusieurs décennies de non intervention aucune action - ou presque - n'est nécessaire, c'est que l'équilibre est quasi atteint. Le scénario le plus probable est alors la poursuite des non-interventions... sauf crue exceptionnelle et, par nature, imprévisible.

Il est probable que si « beaucoup de curages » avaient été réalisés dans la vallée, la situation serait aujourd'hui préoccupante avec des affouillements d'ouvrages et des déséquilibres.

3.2. Les affluents

Comme indiqué précédemment, la démarche diffère nettement sur les torrents et les ruisseaux par rapport à celle sur la rivière torrentielle du Borne. Il est alors important de bien intégrer le fonctionnement de ces cours d'eau. La présentation est d'abord réalisée en deux phases :

Dans un premier temps, de la façon la plus générale - et donc exhaustive - possible, le comportement des ruisseaux ordinaires est décrit. Il s'applique par défaut à l'ensemble des affluents du Borne, la plupart étant ordinairement insignifiants. Cette analyse reprend l'analyse géologique réalisée en 2016.

Dans un second temps, les ruisseaux ou les torrents remarquables sont analysés lorsqu'ils diffèrent du fonctionnement générique défini précédemment. Plusieurs caractéristiques peuvent expliquer une description - quelquefois très brève si les autres caractéristiques sont communes à celles des ruisseaux ordinaires - d'un ruisseau ou torrent remarquable :

- Un bassin versant particulièrement étendu avec des apports liquides et solides importants, comme le Chinaillon par exemple.
- Un apport solide particulièrement élevé (soit en volume soit en granulométrie) comme pour le Nant de la Ville en aval d'Entremont (Glières Val de Borne),
- Un risque de changement de comportement particulièrement élevé et des enjeux importants, comme pour le ruisseau de Suize 2.
- Un aménagement particulièrement intéressant comme les ruisseaux du Pessey et de la Broderie,
- La présence d'une petite plage de dépôt vraisemblablement réalisé par le Conseil Départemental, particulièrement importante pour la gestion des matériaux solides, comme sur le ruisseau des Frasses à St Jean de Sixt.
-

La description ci-dessous est réalisée de l'amont vers l'aval du bassin versant, comme pour le Borne.

3.2.1. Les ruisseaux ordinaires

Le fonctionnement de ces ruisseaux a été décrit en détail dans le rapport de phase 1. La description distingue chaque élément du ruisseau :

- Le bassin versant : on relève l'absence d'érosion intense sur l'ensemble du territoire d'étude. L'érosion, et donc le transport solide, constitue une composante inévitable mais pas nécessairement essentielle, ni problématique.
- Le chenal : Les débits liquides ordinaires sont faibles. Le lit est souvent peu ou pas marqué (exemple du ruisseau de l'Essert) et/ou peut être envahi par la végétation (exemple du ruisseau de la Vouagère Sud). Dans ces conditions, les profils en long d'équilibre et profils de curage sont totalement inadaptés.
- Le cône de déjection : il est remplacé par une confluence directe sans aucun dépôt (exemple du Ravin de Lanter). Pour autant, il est possible d'observer des situations plus complexes telles que des situations de glissements de terrains anciens qui peuvent évoquer un cône de déjection, ou alors la présence de cônes de déjection réels mais fossiles (exemple des ruisseaux de la Vendanche ou des Poches).
- La confluence : les ruisseaux n'influencent pas la morphologie de leur confluence avec le Borne et traduit essentiellement un apport insignifiant de débit liquide (exemple du ruisseau du Pessey).

En fonctionnement ordinaire, les apports solides sont faibles et les débits liquides réduits. Les dépôts de matériaux sont alors liés à des situations très particulières :

- Ouvrage mal conçu avec une pente trop faible
- Obstruction par des flottants favorisée, ou non, par une grille
- Débordement associé à des dépôts de faibles volumes
- ...

L'entretien, dans ce cas, est lié à l'entretien ordinaire des ouvrages et n'est pas lié à une gestion sédimentaire.

En crue, les comportements sont radicalement différents. Les débits liquides sont assez élevés pour permettre des débordements ou un transport solide important, voire un dépavage du lit. Les apports solides sont exceptionnels et leur anticipation n'est pas possible en raison du caractère imprévisible de l'activation ou non de zones d'érosion. Les comportements des cours d'eau changent alors totalement (exemple des ravinements qui se sont produits lors de la crue de 1987).

Dans ces cas, l'entretien ordinaire n'est pas pertinent pour faire face à une crue et une anticipation paraît bien difficile. Ainsi dans le cas général, la protection contre les crues exceptionnelles passe par des aménagements, rapidement disproportionnés, et non par un entretien et des curages réguliers.

3.2.2. Les affluents significatifs du Borne en amont de la confluence avec le Chinaillon

3.2.2.1. La Duche et le Tavaillon

Leur fonctionnement est détaillé dans le rapport de phase 1.

Tavaillon : Un franchissement définitivement pérenne de ce torrent nécessiterait des aménagements de grande ampleur, soit avec un déplacement de la route, soit une correction du lit en aval du barrage existant. La réalisation de travaux d'une telle ampleur en vue d'une dégradation hypothétique semble inadaptée et n'est évidemment pas développé par la suite.

Duche : À notre connaissance, les curages sont ici très rares, ce qui montre la faiblesse des apports ordinaires de la Duche et du Tavaillon. Des curages ne peuvent ici permettre d'anticiper l'arrivée d'une lave torrentielle et d'un débordement généralisé. Ainsi, la démarche proposée ici est la suivante :

- En cas d'engravement significatif, notamment avec un recouvrement du pavage, un curage est nécessaire pour permettre de restaurer la topographie actuelle. Une telle intervention est très improbable et n'a pas été réalisée depuis plusieurs années. Les matériaux seront utilisés sur place pour renforcer les digues existantes par un élargissement.
- En cas de forte crue, et notamment de lave torrentielle, un curage devra être conduit afin de restaurer la géométrie du lit actuel, en préservant le pavage existant. Ce curage post-crue ne permet pas de réduire les risques de débordement. Les matériaux seront aussi laissés sur place.

Pour réduire les risques de débordement, un aménagement est nécessaire en combinant dans des proportions très variables - correction active dans le bassin versant et vaste plage de dépôt sur le cône de déjection. Cette action sera détaillée dans le plan d'action en phase 3.

3.2.2.2. Ruisseaux de la Servelanche et de Plan Chenaz

Ces deux ruisseaux ont vu leur fonctionnement hydrologique fortement modifié par la route des Annes avec des érosions importantes qui menacent les habitations les plus aval du Ruisseau de Plan Chenaz.

La commune étudie un projet de rétablissement des écoulements naturels avec notamment des écoulements vers le ruisseau de la Servelanche puis vers le haut du cône de déjection de la Duche. Cette dérivation des eaux est plutôt favorable au transit des matériaux sur le cône de déjection de la Duche, mais dans des proportions négligeables, surtout en cas de lave torrentielle.

Notons que le franchissement le plus aval du Ruisseau de Plan Chenaz est clairement sous dimensionné et restera un point faible pour les écoulements.

Ces ruisseaux ne présentent aucune particularité par rapport au plan de gestion.

3.2.2.3. Ruisseaux de Covagnet, de la Vendanche et du Grand Nant

Ces trois ruisseaux - très proches - présentent des caractéristiques très comparables qui ne justifient pas une distinction particulière, d'autant plus que les modalités de curages seront exactement les mêmes que pour les autres ruisseaux.

Par exemple, le ruisseau de Covagnet connaît une tendance au dépôt dans son cours aval comme le montre la photo suivante prise en 1987 qui montre aussi un débordement du ruisseau de la Vendanche. **On note que ces débordements ne sont pas causés par des ouvrages mais par une insuffisance globale de la capacité des lits (souvent suite à un endiguement et/ou recalibrage des linéaires aval des cours d'eau), favorisée par des dépôts.**



Photo 2 : Ruisseau de Covagnet en 1987 (étude CEMAGREF).

Depuis, les urbanisations se sont développées sur le cône de déjection.

Un curage a été réalisé en 2018 sur le ruisseau de Covagnet. Ces débordements traduisent avant tout un lit de faible section sur l'essentiel de son linéaire.

Si une petite zone d'érosion est visible à mi pente, les apports ne semblent pas aussi importants que sur le torrent de la Vendanche.

Là encore, seul un aménagement lourd combinant plage de dépôt amont et recalibrage du chenal permettrait d'éviter un débordement en cas de forte crue. Ces travaux sont disproportionnés et ne sont pas développés par la suite. Ils n'auraient d'ailleurs pas leur place dans un plan de gestion.

Sinon, un curage "vieux fond et vieux bords" visant à préserver le lit initial peut être classiquement envisagé.

3.2.2.4. Ruisseau des Poches

Ce ruisseau présente les mêmes caractéristiques que ces voisins. Par contre, il se caractérise par un petit glissement de terrain bien visible à mi pente comme le montre la photo suivante :



Photo 3 : Glissement de terrain du ruisseau des Poches.

Ce glissement de terrain menace à moyen terme le chalet situé en amont. Il a causé des débordements sur le passage à gué de la route à peine carrossable en aval.

Le lit est - comme sur les autres ruisseaux - très raide. Son cône de déjection - comme sur les autres ruisseaux est urbanisé et le torrent faiblement endigué. Le franchissement de la route de la vallée du Bouchet est ici particulièrement long.

En aval de la route, le torrent présente la particularité de rejoindre le Borne dans un talweg très marqué. Les enjeux se limitent alors à des terrains agricoles.

Classiquement, un curage "vieux fond et vieux bords" visant à préserver le lit initial peut être envisagé en cas d'engravement.

3.2.2.5. Ruisseau de la Pezerettaz

Ce torrent a connu une très forte crue en 1998 avec des débordements généralisés comme le montre la photo suivante :



Photo 4 : Débordement massif du Ruisseau de la Pezerettaz en 1997.

Cette crue a causé une grave déstabilisation du lit en amont comme le montre la photo suivante prise quelques jours après la crue. Le torrent formait alors spontanément de petites laves torrentielles même en l'absence de précipitations.

Le cône de déjection a fait l'objet d'un aménagement judicieux qui réduit considérablement les risques de débordement par des mouvements de terrain et en utilisant la route amont comme chenal d'écoulement à moindre dommage. Cet aménagement prend en compte le transport solide.



Photo 5 : Déstabilisation du lit du Ruisseau de la Pezerettaz en 1997.

Depuis cette crue, ce ruisseau n'a connu aucun débordement... ni aucun engrèvement significatif dans un lit qui est resté raide et pavé en temps ordinaire. Aucun indice d'apports solides important à court terme n'est visible même si une crue exceptionnelle pourrait évidemment reconduire à une déstabilisation du lit amont.

Comme pour tous les ruisseaux, des curages éventuels en cas de dépôt devraient viser la restauration de la géométrie du lit actuel.

3.2.2.6. Ruisseaux du Pessey et de la Broderie

Comme le Ruisseau de la Pezerettaz, chacun de ces deux ruisseaux a connu une très forte crue en 1997 avec des débordements importants.

Ils ont fait l'objet d'un aménagement judicieux qui préserve une capacité de dépôt et de transport sans que les ouvrages soient directement visibles. Cers travaux réduisent considérablement les risques de débordement comme le montre la photo ci-dessous des Pessey avec un chenal très large qui reste raide.



Photo 6 : Aménagement du ruisseau du Pessey avec un chenal large.

Depuis cette crue, ce ruisseau n'a connu aucun débordement... ni aucun engravement dans un lit qui est resté raide et pavé en temps ordinaire.

Cependant, l'érosion dans le bassin versant reste active, tant au sommet du bassin versant que dans le secteur compris entre 1000 et 1200 m d'altitude comme le montre les photos suivantes.

Cette zone reste critique et un suivi est nécessaire notamment lors de la prochaine crue.

Un curage permettant de préserver la topographie actuelle est à prévoir... en cas de dépôt, non observé depuis la réalisation des travaux.



Photo 7 : Erosion diffuse au niveau du Bois de la Cure.

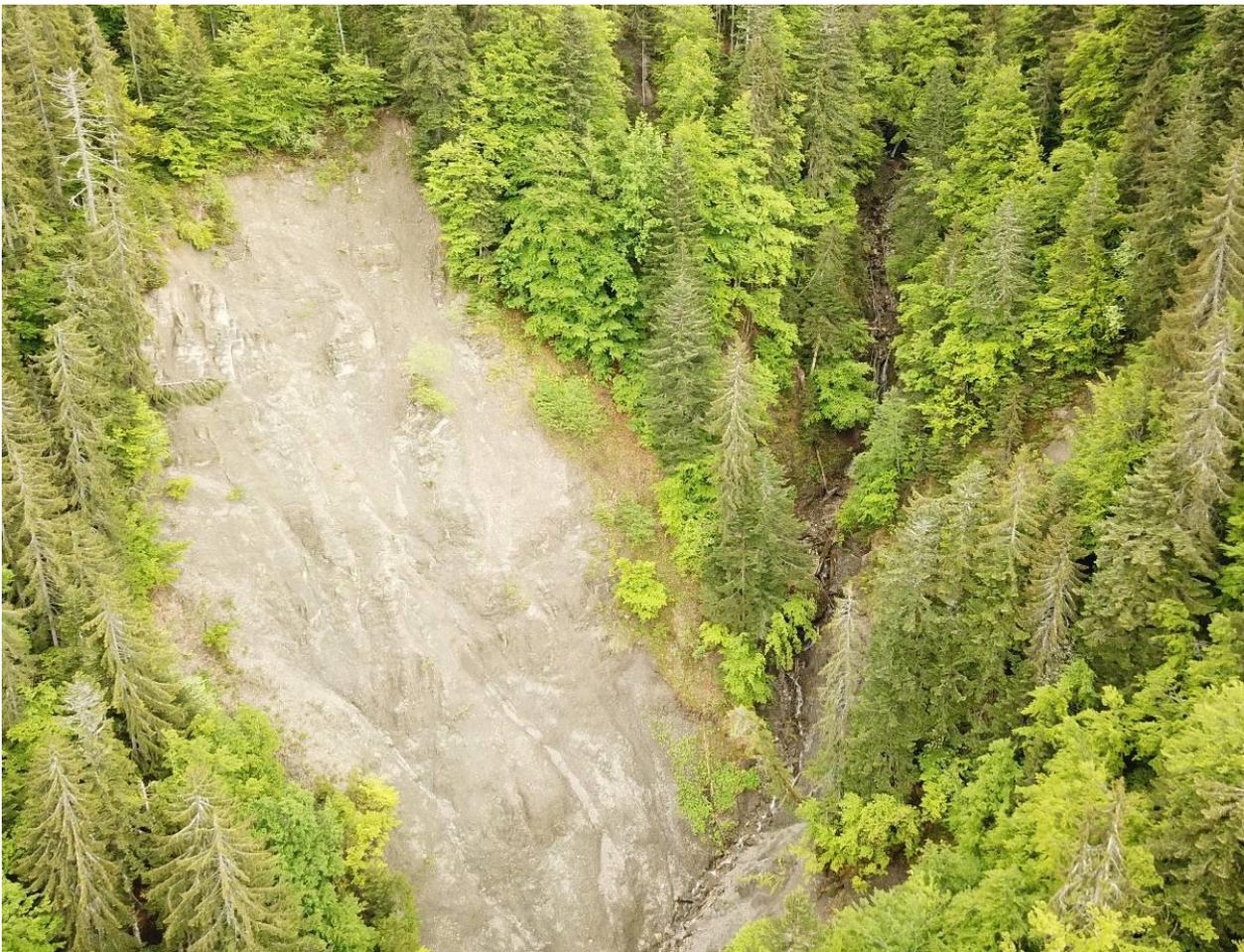


Photo 8 : Vue partielle de la zone d'érosion aval.

3.2.2.7. Ruisseau de Quoy

Ce petit ruisseau présente une zone d'érosion particulièrement active sans son cours supérieur avec des glissements de terrain apparemment très actifs :



Photo 9 : Zone amont du ruisseau de Quoy.

Il traverse ensuite une zone urbaine au niveau de la route du Nant Roberts. Il paraît difficile dans ce cas de connaître les risques présentés par ce glissement de terrain très proche des habitations alors que le lit en aval présente une faible section. Ainsi, une étude de détail et des investigations géotechniques, sont nécessaires.

À défaut, des curages vieux fond vieux bords peuvent être envisagées, comme sur les autres torrents.

Suite à un glissement de terrain en janvier 2018 à environ 200 m en amont de la route du Nant Robert, la commune et le SM3A sont intervenus pour reprofiler le linéaire impacté et ainsi sécuriser le site.

3.2.3. Le Chinaillon & ses affluents

3.2.3.1. Ruisseau des Bouts

Cet affluent important montre des traces d'érosions anciennes sur l'ensemble de son bassin versant amont, les terrains de la nappe de charriage présentant ici une piètre résistance à l'érosion. Ces zones ne sont guère actives actuellement mais pourraient être réactivées en cas de forte crue.

Aujourd'hui les érosions sont surtout actives quelques centaines de mètres en amont de la station comme le montre la photo suivante.

Le ruisseau est ensuite sévèrement canalisé dans toute la zone urbaine avec une faible section d'écoulement.

La gestion des sédiments ne présente pas de particularité et un curage permettant de restaurer la situation actuelle doit être prévu.



Photo 10 : Principale zone d'érosion du ruisseau des Bouts.

3.2.3.2. Chinailon amont

Dans l'ensemble, l'érosion dans ce bassin versant est faible, d'autant plus que le substratum calcaire y est nettement plus présent. Les principales zones d'érosions sont comprises entre les charmants Chalets de Cuillery et la confluence avec le ruisseau des Bouts, comme le montre la photo suivante.



Photo 11 : Érosions de grande extension en amont du Chinailon.

Cependant, si les érosions couvrent ici de grandes surfaces, les volumes solides et les granulométries restent très modérés, et n'appellent pas d'intervention spécifique.

Sur l'essentiel du linéaire la traversée urbaine, le Chinailon est comprimé entre le versant rive droite et le vaste parking du front de neige, puis des remblais de grande hauteur. Le risque de dépôt paraît faible ici mais devrait conduire à des curages permettant de restaurer la géométrie actuelle sans détruire le pavage du fond ou fragiliser les berges.

Le risque principal est plutôt l'érosion de la plate-forme non protégée du parking avec une forte fourniture de matériaux.

La gestion des matériaux ne peut alors apporter aucune solution, des travaux visant une protection des berges étant incontournables si l'on souhaite éviter une recharge en matériaux en cas de forte crue.

3.2.3.3. Ruisseau des Outalays

Ce ruisseau, comme tous ceux du secteur de Mont Lachat, a été particulièrement actif en 1987. Il a apporté des volumes de matériaux très importants, vraisemblablement en formant des laves torrentielles suite à la traversée de glissements de terrain dans son cours aval.

La photo suivante montre la vallée du Chinailon juste en aval de la confluence après la crue de 1987 et les dépôts du Ruisseau des Outalays sur la chaussée et sur le pont de la Mottaz.



Photo 12 : Pont en aval de la confluence avec le Ruisseau des Outalays le 14/7/1987.

3.2.3.4. Gorges du Chinailon

En aval du pont de la Mottaz, la vallée s'élargit et la pente est faible, faisant de cette zone un secteur très favorable à l'implantation d'une plage de dépôt.

Le Chinailon entre ensuite dans des gorges raides, boisées et étroites, à l'exception d'une petite zone alluvionnaire en amont des Frasses.

Le lit est localement rocheux et les apports sont généralement faibles comme le montre la photo suivante.



Photo 13 : Lit localement rocheux dans les gorges du Chinailon.

Ces gorges correspondent pour l'essentiel à du transit, même si une vaste zone d'érosion est visible en rive gauche, en face des Frasses. Mais, comme pour le Chinailon amont, l'érosion y reste relativement modérée.

Par contre, cette zone est très boisée et fournit en cas de crue de grandes quantités de troncs. Ces apports sont à l'origine de nombreuses obstructions d'ouvrages en aval et notamment sur le cône de déjection du Chinailon où les enjeux sont particulièrement importants. Un billonnage serait le bienvenu dans ces gorges.

3.2.3.5. Cône de déjection du Chinailon

Il s'agit d'une zone essentielle et très aménagée. En 1987, plus de 20 000 m³ se sont déposés au grand Bornand d'après la DDE, le cône de déjection du Chinailon constituant vraisemblablement la principale zone de dépôt. L'étude de 1989 précise que le « volume total à stocker lors d'une crue est de l'ordre de 20 à 30 000 m³ ». Ces dépôts massifs ont conduit à l'effacement du lit et à un débordement généralisé comme le montre la photo suivante.

La photo ci-après met en évidence le rôle des flottants, non seulement pour l'obstruction des boisements mais aussi dans le processus de dépôt des matériaux. Il est alors difficile de faire un lien entre les volumes solides apportés, les volumes très significatifs emmenés par le Borne et les volumes déposés.



Photo 14 : Dépôt massif sur le cône de déjection du Chinailon.

Le lit du Chinailon étant pavé sur la quasi-totalité du linéaire, une quantification précise du transport solide est clairement hors de portée, en 1987 comme aujourd'hui. Une méthode sommaire peut cependant être employée pour estimer un ordre de grandeur des apports solides :

- Le volume d'eau est estimé en considérant une lame d'eau centennale journalière de 116 mm et un coefficient de ruissellement de 0.5 pour un bassin versant de 27 km². On observe que le résultat obtenu est tout à fait cohérent avec celui estimé par le CEMAGREF en 1987. Si les débits lors de la crue de 1987 sont très exceptionnels, cette crue courte présenterait un volume écoulé proche de celui d'une crue centennale ordinaire.
- La concentration en matériaux est calculée en considérant un débit moyen de 30 m³/s durant la crue, une largeur moyenne de 40 mètres et la formule de Lefort 2015. Les tests de sensibilités conduisent à être prudent sur le résultat obtenu.
- La capacité de transport serait alors d'au moins 30 000 m³.

- Ce volume est un peu supérieur à celui du volume curé et de l'estimation des dépôts à prendre en compte dans l'étude de 1989.

Il apparaît donc qu'il est souhaitable de pouvoir déposer au moins 20 000 m³ dans le cours aval du Chinaillon et de favoriser le transit des matériaux jusqu'au Borne.

Cette zone est très aménagée avec de l'amont vers l'aval :

- Une plage de dépôt au sommet du cône de déjection. Cette plage de dépôt a été construite après la crue de 1987 et joue un rôle très favorable en permettant l'arrêt de quelques milliers de m³ de matériaux mais surtout l'arrêt d'une partie des flottants. Cependant, cette plage de dépôt présente un volume globalement faible et son action, sur les flottants comme sur les sédiments ne pourrait être que partielle, mais très favorable en cas de forte crue. À notre connaissance, cette plage de dépôt n'a jamais été curée (l'opération serait complexe en l'absence de voie d'accès) depuis sa mise en service et ne présente pas de trace de dépôt.



Photo 15 : Petite plage de dépôt en amont du dalot des télécabines.

- Un premier ouvrage permet le franchissement des gares de télécabines et d'une partie de la voirie. L'entonnement est satisfaisant, mais cet ouvrage reste vulnérable au flottants. La photo page suivante montre cet ouvrage depuis la plage de dépôt, juste en amont.



Photo 16 : Plage de dépôt et entrée du dalot amont.

↪ Un chenal étroit et pavé conduit au pont des Suizes :



Photo 17 : Chenal entre deux long dalots.

↪ Le pont des Suizes a été progressivement prolongé en amont comme en aval pour couvrir toute la partie aval du cône de déjection. Il présente un entonnement bien étudié qui permet d'optimiser sa section, suffisante pour écouler le débit liquide... s'il n'y a ni dépôt ni obstruction par les flottants. La photo suivante montre le lit terminal et la confluence actuelle avec le Borne... sans aucune trace de dépôt de matériaux.



Photo 18 : Confluence Borne / Chinaillon.

La gestion des matériaux dans l'état actuel serait la suivante :

- Curage des matériaux dans la plage de dépôt, dans le chenal du Chinaillon et à la confluence en cas de dépôt. Cela ne semble pas avoir été nécessaire depuis la construction des ouvrages il y a une trentaine d'années !

Notons que le dépôt central dans la plage de dépôt, d'une trentaine de centimètres d'épaisseur, ne doit pas être curé car il traduit seulement l'effet de la brusque contraction au droit de l'ouvrage : en cas de curage, il se reformerait rapidement pour restaurer l'équilibre correspondant à sa morphologie actuelle;

- En cas de forte crue ou de dépôt important, les matériaux excédentaires dans cette zone seront curés, mais l'intervention ne pourra être réalisée qu'après la crue, sans réduction des débordements et visera la restauration du pavage sur l'ensemble du linéaire et de la capacité de la plage de dépôt.

Cette confluence offre de nombreuses possibilités d'améliorations, déjà évoquées en 1989 et développées dans le plan d'action en phase 3 de l'étude.

3.2.4. Les affluents significatifs du Borne à l'amont des Étroits

3.2.4.1. Ruisseau de la Communaille

Ce ruisseau draine un petit bassin versant très raide en rive droite du Borne au-dessus du Chef-Lieu. Des zones d'érosions sont nettement visibles en rive droite, mais elles ne sont pas très actives.

Juste en amont des urbanisations, une petite plage de dépôt a été construite et a été conçu de façon à offrir un fonctionnement satisfaisant en cas de remplissage complet avec un double système de grille en aval. La photo suivante montre cet ouvrage.



Photo 19 : Plage de dépôt du Ruisseau de la Communaille

Cet ouvrage est curé avec soin par la commune. En effet, le ruisseau est ensuite busé dans toute la traversée du centre-ville. Les débordements peuvent avoir des conséquences importantes comme le montre la photo de la page suivante prise le 14 juillet 1987.



Photo 20 : Débordement du Ruisseau de la Communaille

Le curage régulier de cette plage de dépôt est évidemment indispensable et doit être poursuivi.

La construction d'une seconde plage de dépôt un peu en aval, le long de la Route des Cotes permettrait de remédier à la capacité trop réduite de l'ouvrage actuel en bénéficiant d'une pente plus faible et d'un accès facilité.

3.2.4.2. Ruisseau des Frasses

Ce torrent draine un petit bassin versant sur le versant des Frasses. Comme la quasi-totalité des ruisseaux de ce versant, la partie centrale du lit présente une vaste zone en érosion qui fournit pour l'essentiel des matériaux fins. La photo suivante montre le lit très raide sur le substratum en érosion active.

Le principal enjeu est ici le franchissement de la RD 4. Comme la plupart des franchissements sur cette route, la jonction entre le talus raide et le passage busé est mal adaptée aux fortes vitesses de l'écoulement. Le transport solide est évidemment aggravant et des débordements ont été observés à ce niveau.

Une petite plage de dépôt a donc été construite en sommet de talus et elle est envahie par la végétation, ce qui ne s'oppose pas à l'arrêt des matériaux. Il n'apparaît pas de dépôt significatif à ce niveau et la plage de dépôt ne semble pas avoir été curée depuis sa récente construction.

Évidemment, un suivi est à prévoir après chaque crue et cet ouvrage devra être curé en cas de dépôt.



Photo 21 : Zone d'érosion du Ruisseau des Frasses

3.2.5. Affluents significatifs dans le secteur d'Entremont (Glières Val de Borne)

Cette zone ne couvre pas seulement la commune d'Entremont mais aussi le lit alluvionnaire en aval, jusqu'au droit de l'ancien pont de l'Essert, l'ensemble de ce secteur constituant un ensemble homogène.

3.2.5.1. Torrent de l'Overan

Ce torrent draine un vaste bassin versant entre le col de la Buffaz et Entremont où il conflue avec le Borne juste en aval du Pont central d'Entremont.

L'érosion est active dans le haut du bassin versant et sur le versant Sud des Rochers des Traversiers comme le montre la photo suivante.

Même si l'érosion en amont est intense et très variée (charriage, laves torrentielles, avalanches, etc...) elle reste faible à l'échelle du bassin versant et les apports globaux restent modérés, ce qui explique un lit globalement pavé, même sur une partie du cône de déjection) et l'absence d'influence sur la morphologie et le profil en long du Borne.

Il n'apparaît pas de tendance au dépôt qui pourrait justifier un curage régulier du lit.

Le point le plus critique est ici constitué par le pont des Plains qui présente une épaisseur de poutre particulièrement importante et qui limite fortement la section d'écoulement, d'autant plus que le risque d'obstruction par les flottants est particulièrement élevé.

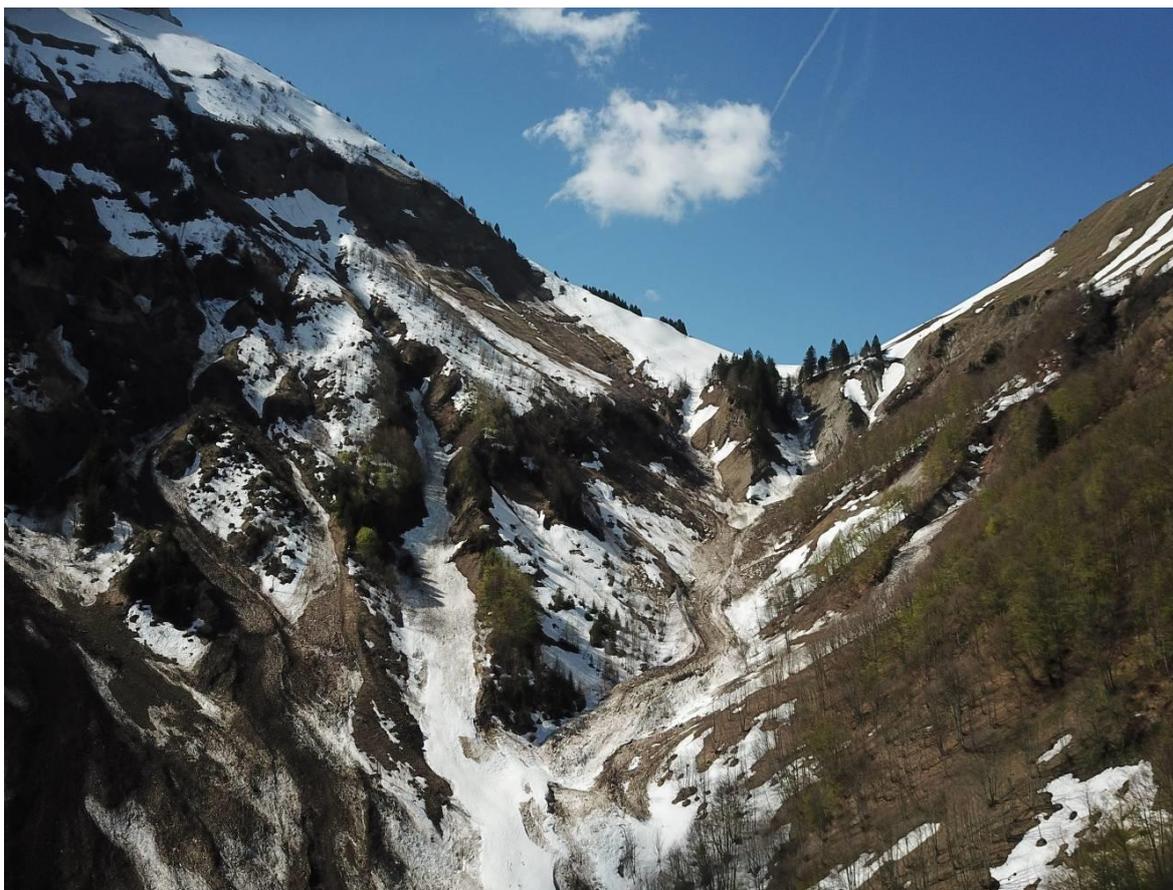


Photo 22 : Érosion sur le haut bassin versant de l'Overan



Photo 23 : Pont des plains sur l'Overan

Le curage des matériaux ne peut en aucun cas apporter une solution ici, le lit présentant une pente régulière. Bien évidemment, un curage en cas d'engravement avéré est nécessaire afin de restaurer la géométrie actuelle en préservant le pavage du lit.

3.2.5.2. Ruisseau des Combes

Ce ruisseau ne présente pas une érosion particulièrement importante dans son bassin versant. Cependant sa configuration présente deux points critiques :

- En amont du hameau de la ruine, un passage à gué est insuffisamment marqué, favorisant le débordement en amont de la Ville. Il ne s'agit pas à proprement parlé d'un problème de transport solide - qui reste modéré - mais d'un ouvrage mal conçu. De plus, le lit est ensuite très haut par rapport aux propriétés riveraines qui sont protégées par une simple digue en tout-venant. La figure suivante montre ce passage à gué depuis l'aval.



Photo 24 : Passage à gué insuffisant du Ruisseau des Combes en amont de la Ville.

- Dans son cours inférieur, le Borne est aujourd'hui éloigné du pied de versant, imposant au ruisseau des Combes un tronçon à faible pente, juste en face de la zone de divagation/régulation. Des curages réguliers sont alors nécessaires à ce niveau sauf à réaliser un aménagement lourd comportant une plage de dépôt (qui devrait être curée) et un recalibrage du lit dans le cours aval. En l'absence de ces aménagements, la poursuite de ces curages paraît inévitable. La photo suivante montre le cours terminal où un aménagement serait nécessaire.



Photo 25 : Cours terminal du Ruisseau des Combes

3.2.5.3. Nant de la Ville

Le Nant de la Ville présente une érosion importante dans son bassin versant notamment le long de la rive droite. Certaines zones sont encore très actives comme le montre la photo suivante.

Cependant, il semblerait que l'activité torrentielle de cet appareil a été beaucoup plus forte par le passé avec la formation de puissantes laves torrentielles qui se propageaient jusqu'au Borne. Aujourd'hui, les apports paraissent nettement plus faibles et il n'apparaît pas de trace de dépôt particulier dans l'état actuel.

Évidemment, un dépôt important est possible en cas de forte crue. La forte pente de la zone de confluence permettrait une reprise relativement rapide la Borne.

Si est curage est nécessaire dans ce cas, il ne devra être que partiel et devra impérativement préserver le pavage en place.



Photo 26 : Érosion dans le bassin versant du Nant de la Ville.

3.2.6. Affluents significatifs dans le secteur du Petit Bornand (Glières Val de Borne)

3.2.6.1. Ruisseau des Lignières

Ce torrent draine un bassin versant assez étendu avec trois branches dans le haut du bassin versant :

- ↪ Les deux branches les plus au nord drainent des éboulis de falaise calcaire, ce qui conduit à des apports significatifs.
- ↪ La branche la plus au sud, nettement plus courte, draine une ravine très active comme le montre la photo suivante.



Photo 27 : Ravine sur le torrent des Lignières

Il paraît probable que lors de la formation de cette ravine, des laves torrentielles se sont formées et au transité jusqu'au Borne, ce qui explique la morphologie caractéristique du lit dans la traversée des Lignières.

Ces phénomènes doivent être très anciens car ce torrent n'est pas répertorié dans l'historique des crues. La formation de nouvelles laves torrentielles ne peut être exclue mais paraît très improbable.

Aucun dépôt n'est observé dans le lit, mais plutôt un envahissement de la végétation. La confluence avec le Borne est située dans l'un des secteurs les plus encaissés des gorges, sans enjeux.

En l'absence de laves torrentielles ou de dépôt massif, un curage est ici exclu.

3.2.6.2. Ruisseau de Gratty

Ce petit torrent présente plusieurs singularités, malgré un bassin versant relativement peu étendu et une érosion très ordinaire :

1. En amont du cône de déjection, un "réservoir" a été construit sans que sa fonction (stockage d'eau, régulation du débit liquide, plage de dépôt, arrêt des flottants...) soit très nette. Bien que cet ouvrage soit favorable au dépôt, aucune trace de dépôt n'est visible ici, comme le montre la Photo 28, ci-dessous. Photo 28 : Ouvrage entretenu de régulation du Ruisseau de Gratty.
2. Un chenal pavé permet d'assurer la stabilité du lit jusqu'en amont de la buse permettant la traversée de la zone urbaine du petit Bornand.
3. En amont du busage, des curages - sans doute liés à des dépôts et surtout à des obstructions par les flottants - ont conduit à la destruction du pavage et à un début d'érosion régressive comme le montre la photo page suivante. En l'absence d'intervention, le risque est une propagation de la destruction du chenal avec une obstruction des buses par les sédiments ainsi libérés. La Photo 29 : Déstabilisation

du lit dans la zone de curage en amont du busage. Photo 29, ci-dessous montre cette érosion encore embryonnaire.

4. Un busage permet la traversée de la zone urbaine.



Photo 28 : Ouvrage entretenu de régulation du Ruisseau de Gratty.

Les problèmes posés par ce ruisseau illustre l'effet d'un excède de curage. Une intervention à ce niveau passerait par les étapes suivantes :

1. Vérification de la résistance du réservoir amont en cas de remplissage par de l'eau ou des matériaux.
2. Équipement de cet ouvrage par un piège à flottants.
3. Entretien rigoureux de la végétation entre cet ouvrage et la buse.
4. Aménagement d'un ouvrage de mise en vitesse et de stabilisation du lit en amont de la buse.

En l'absence d'aménagement, un curage ne peut être envisagé qu'en cas de dépôt avéré et en préservant le pavage actuel.



Photo 29 : Déstabilisation du lit dans la zone de curage en amont du busage.

3.2.6.3. Ruisseau de Beffay

Le ruisseau de Beffay draine les terrains raides du secteur des Tampes. L'érosion est particulièrement active en rive droite sur l'ensemble du linéaire et se nourrit de puissants glissements de terrain comme le montre la photo suivante.

Ces apports sont importants et conduisent vraisemblablement à la formation de laves torrentielles. Ainsi, ce ruisseau a formé un vaste cône de déjection sur lequel est implantée l'urbanisation de Beffay. Étonnamment, la crue du 3 avril 2010 est la seule qui soit connue sur ce torrent.

Le passage à gué vers 725 m d'altitude constitue actuellement le principal point faible de ce torrent. Il n'est pas lié à un excès d'apport solides mais plutôt à une section du lit trop réduite.

Une étude spécifique permettrait de préciser les risques de débordement en cas de crue et notamment de lave torrentielle.

Par rapport à la gestion des matériaux, ce torrent suit le schéma classique avec une situation ordinairement équilibrée et un curage en cas de crue. Un curage régulier en amont du passage à gué ne permet pas une réduction des risques de débordement mais peut causer une déstabilisation du versant rive droite juste en amont. La restauration de la géométrie initiale est - pour le moment, la seule solution envisageable. En l'absence de donnée spécifique, cette géométrie initiale correspond au levé LIDAR disponible... comme sur les autres torrents.



Photo 30 : L'une des zones en glissement du torrent de Beffay.

4. PLAN DE GESTION PROPOSE

On reprend ici le plan indiqué dans le CCTP de l'étude.

4.1. Modalités de gestion des ouvrages de types plage de dépôts

4.1.1. Diagnostic

Contrairement à de nombreux bassins versants les plages de dépôts existantes du bassin versant ne posent aucun problème de pénurie en aval. Ce résultat n'est pas surprenant :

- D'une part, ces plages de dépôt n'ont subi ni dépôt, ni curage depuis leur construction, sauf pour quelques ouvrages de très faible volume.
- D'autre part, le lit en aval est toujours pavé (ou aménagé), ce qui évite un affouillement par pénurie en matériaux.

4.1.2. Principe de gestion

Les plages de dépôt existantes doivent être curées et - en l'absence de zone en déficit en matériaux dans le bassin versant - les matériaux seront définitivement sortis du réseau hydrographique, soit par valorisation, soit par mise en verse en dehors des zones inondables ou pour un épaissement des sommets de berges. Cependant, cette dernière solution doit être réservée aux secteurs avec des enjeux avérés à proximité ; l'épaississement des sommets de berges ne devant pas être effectué au détriment de la végétation et des habitats en place. Pour ce faire, le terme d'épaississement ne correspond en aucune manière à une rehausse de la berge.

Le curage doit respecter la géométrie initiale en s'abstenant de réaliser une zone de dépôt à faible pente. En effet, il est important que - comme dans l'état actuel - les matériaux puissent transiter en aval en temps ordinaire.

Le curage de la plage de dépôt doit permettre, après arrêt des matériaux, de restaurer le volume de stockage. Cet objectif conduit souvent à curer exagérément la zone de stockage, réduisant ainsi la pente en amont de l'ouvrage. Le dépôt y est alors extrêmement facile au début de la crue - ou même lors d'écoulements un peu forts comme la fonte des neiges - et le volume "sur-curé" est alors rempli par des matériaux qui sinon transiteraient en aval sans difficulté.

Ce fonctionnement augmente la pénurie de matériaux en aval de l'ouvrage. D'autre part, cet abaissement très important en amont de la plage de dépôt entraîne une déstabilisation du lit en amont et un creusement, comme c'est le cas sur le Ruisseau de Gratty.

Il faut, au contraire, conserver dans la plage de dépôt la même pente que la pente moyenne au niveau de l'ouvrage, l'élargissement augmentant déjà la tendance au dépôt, comme observé sur la plage de dépôt du Chinailon. Tout curage excédentaire est donc inutile et néfaste.

La figure suivante illustre ce fonctionnement :

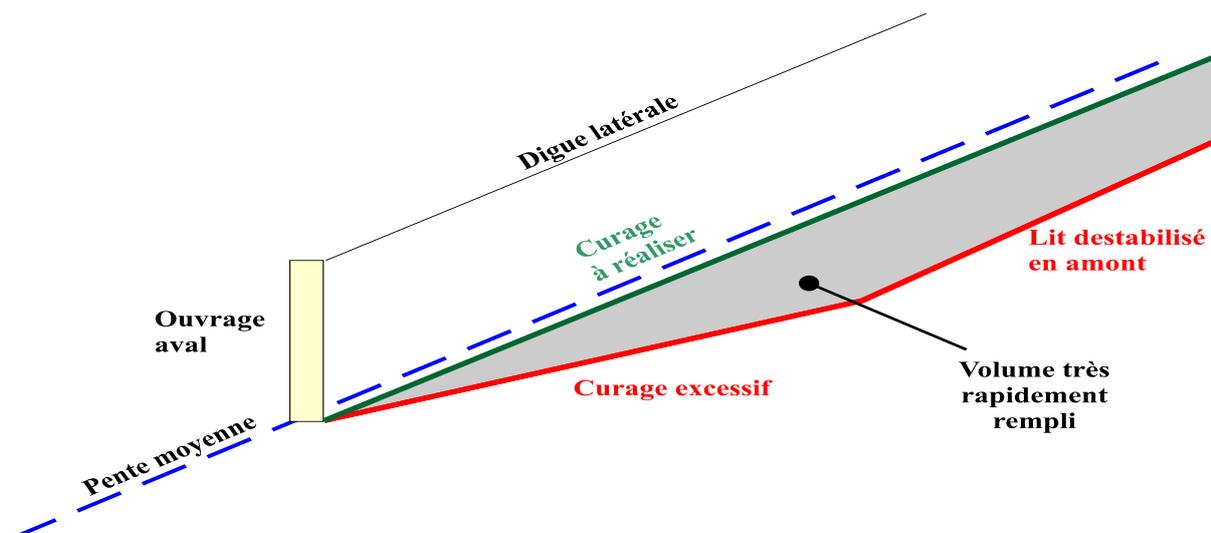


Figure 6 : Schématisation des curages en amont d'une plage de dépôt.

4.1.3. Liste des plages de dépôts et modalités de gestion

Les plages de dépôts identifiées et nécessitant des curages sont donc les suivantes :

Localisation	Fréquence	Volumes estimés	Modalités intervention	Période	Accès
Chinaillon aval	En fonction des apports de sédiments et de flottants Aucun curage n'a été réalisé depuis sa construction	Quelques milliers de m ³	Curage complet et restauration de la géométrie initiale	Au plus tôt après la crue	Accès difficile. Nécessité de créer une piste à court terme
Ruisseau de la Communaille	Une fois par an mini Suivi de la plage de dépôt après chaque crue	Quelques dizaines de m ³ seulement			Accès par chemin latéral suivant modalités actuelles
Ruisseau des Frasses	En fonction des apports de sédiments et de flottants Aucun curage n'a été réalisé depuis sa construction				Accès par champs latéral (pas de piste existante)
Ruisseau de Gratty	Suivi de la plage de dépôt après chaque crue				Accès par chemin latéral

Le chenal de la Duche sur son cône de déjection n'est pas considéré comme une plage de dépôt.

4.2. Description des modalités de gestion des zones déficitaires et des zones en exhaussement

4.2.1. Fonctionnement ordinaire

4.2.1.1. Zones déficitaires

Deux cas doivent être distingués :

- Lorsque le lit est pavé, les apports solides sont très inférieurs à la capacité de transport. Cependant, ce fonctionnement est totalement normal et ne mérite aucune correction.
- Lorsque le lit est alluvionnaire, une pénurie en matériaux peut causer un enfoncement du lit. Aucun secteur présentant un tel comportement n'a été observé dans le bassin versant sauf, peut-être - sur le cône de déjection du Borne où la tendance est peu marquée.

Au global, avec le fonctionnement ordinaire aucune zone déficitaire significative ne peut être observée.

4.2.1.2. Zones en exhaussement

Ce comportement ne concerne - évidemment - que les rares zones alluvionnaires. Les secteurs identifiés sont les suivants :

- **Borne en amont de la Duche**, dans le secteur de Lormay. Il s'agit d'une tendance naturelle liée aux apports solides très importants de la Duche. Cette évolution est ralentie par les faibles apports solides du haut bassin versant. Un curage périodique de cette zone est donc nécessaire, comme c'est le cas actuellement.
- Borne en aval de la Duche, en amont des Plans. Il s'agit d'une tendance naturelle liée aux apports solides très importants de la Duche. Cette évolution n'est cependant sensible que lors des crues exceptionnellement chargées de la Duche.
- Amont des seuils permettant le passage des conduites d'eau usées dans le secteur des Épinettes, entre le Grand Bornand et S^t Jean de Sixt. Cependant, ici aussi un équilibre semble être atteint avec une pente de 1 % seulement et cela ne justifie pas, dans l'état actuel, une intervention. Cette situation doit être suivie avec rigueur afin d'éviter un débordement dans la partie aval du Grand Bornand.
- Les zones alluvionnaires d'Entremont ont connu un exhaussement mais semble avoir atteint aujourd'hui un équilibre en l'absence d'intervention.

Au final, en l'absence de forte crue - ou d'apport solide exceptionnel - seule la zone de Lormay justifie un curage régulier mais rare.

Cette situation permet d'exclure des curages périodiques et limite les interventions à des engravements observés du lit, qu'ils soient brutaux (comme pour les affluents) et plus progressifs mais imprévisibles comme pour le Borne.

4.2.2. Comportement exceptionnel

C'est seulement en cas de forte crue ou d'apport solide exceptionnel, que des engravements importants peuvent être observés. Ces apports sont imprévisibles et non-quantifiables et une intervention ne peut découler que de l'observation d'un engravement.

4.2.2.1. Borne

4.2.2.1.1. Secteurs pavés

Il s'agit de l'essentiel du lit du Borne. Dans un tel cas, l'engravement est généralement peu durable, la pente étant suffisante pour permettre une reprise des matériaux.

Dans ce cas, il n'y a pas de profil en long d'équilibre et la gestion des matériaux est un compromis entre deux contraintes :

- La nécessité de curer les matériaux pour éviter des débordements dans les secteurs à enjeux.
- Surtout, **la nécessité impérieuse de préserver le pavage.**

Ainsi, dans ces secteurs, la gestion du lit est réalisée en considérant les écarts entre le fil d'eau d'étiage actuel et le niveau d'engravement, c'est-à-dire de l'épaisseur du dépôt. Deux valeurs sont proposées :

- ✿ **Une épaisseur de déclenchement** permettant de décider la nécessité d'un curage. Cette épaisseur d'engravement minimum est surtout liée aux risques de débordement et aux enjeux concernés. Elle devra être dépassée de façon continue sur un linéaire d'au moins 50 mètres pour justifier un curage.
- ✿ **Une épaisseur minimum** par rapport au niveau du lit actuel. En effet, la démarche est de ne pas détruire le pavage en place. Ainsi, seulement un curage partiel est proposé. Une partie des matériaux déposés sera donc laissée en place et sera reprise lors des prochaines périodes de hautes eaux (puisque le lit est pavé). Dans tous les cas, le pavage sera conservé quelques soit les cotes observées.

Ces deux épaisseurs de dépôt (déclenchement et minimum) seront indiquées dans les différents tronçons comme indiqué au paragraphe 4.2.3 page 47.

4.2.2.1.2. Secteurs alluvionnaires

Dans ce cas, la notion de profil en long objectif est parfaitement adaptée. Par rapport au profil en long objectif, des écarts sont inévitables et témoignent d'une dynamique naturelle - et intéressante - du lit. Les curages devraient être exceptionnels.

Ainsi, par rapport au niveau objectif du lit, on définira :

- **Un niveau de déclenchement** de l'intervention. Ce niveau d'intervention devra être dépassé de façon continue sur un linéaire d'au moins 50 mètres pour justifier un curage.
- **Un niveau minimum** qui correspond au niveau bas après intervention. Sauf mention contraire, il correspond au niveau du fil d'eau d'étiage actuel.

Les modalités de prélèvement des matériaux sont alors les suivantes :

- ✿ Les protections de berges seront préservées. Le curage pourra être réalisé jusqu'au contact avec la protection.
- ✿ Le recul de la berge ne devra pas menacer d'autres enjeux que la forêt alluvionnaire. Cela conduit à privilégier une bande de non intervention de 2 mètres en l'absence de protection de berge.
- ✿ Afin d'éviter un étalement du débit d'étiage, le lit après prélèvement présentera une section transversale en forme de V avec une pente transversale de l'ordre de 1 % pour éviter l'étalement du débit d'étiage et le réchauffement de l'eau. Le lit retrouvera rapidement une morphologie plus naturelle à la première augmentation du débit liquide.

- ✿ Le curage sera réalisé uniquement sur le linéaire où le fil d'eau d'étiage dépasse du niveau de déclenchement :
 - En amont, une petite marche de quelques décimètres pourra être observée et sera gommée par une érosion régressive de faible ampleur dès la première augmentation du débit.
 - En aval, cette situation peut créer un plan d'eau de quelques décimètres de profondeur. Dans ce cas, il est conseillé, sur une cinquantaine de mètres au maximum, d'abaisser le niveau du lit en aval du curage pour rétablir un écoulement.
- ✿ Les matériaux seront définitivement extraits du réseau hydrographique :
 - Soit par valorisation,
 - Soit par mise en verse en dehors des zones inondables,
 - Soit pour un épaissement (et non une rehausse) des sommets de berges.

La figure suivante illustre une telle coupe type :

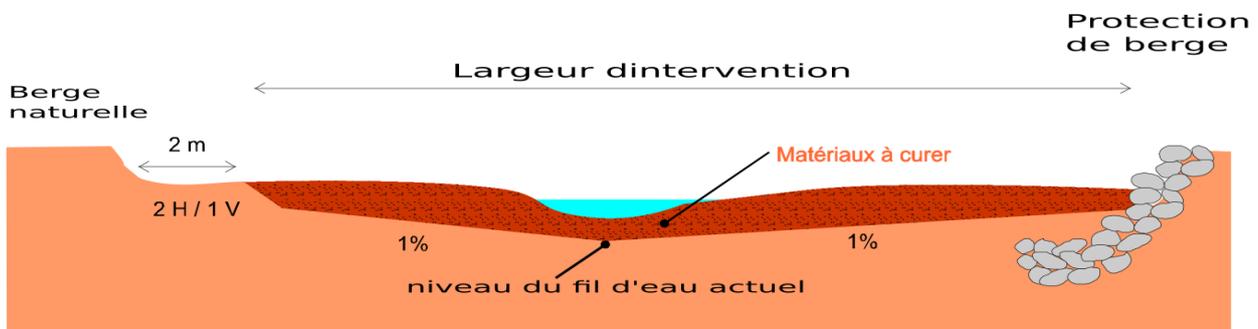


Figure 7 : Coupe schématique d'une zone de curage.

4.2.2.2. Torrents & Ruisseaux

Les propositions de gestion présentées ci-dessous sont simples et robustes afin d'avoir la portée la plus exhaustive possible. Ainsi, bien que l'analyse du fonctionnement ait conduit à la description de plusieurs torrents remarquables, ces propositions de gestion s'appliquent à l'ensemble des affluents du Borne.

De tels curages peuvent être acceptés s'ils restent exceptionnels, c'est-à-dire - en dehors d'une forte crue - s'ils sont réalisés au plus 2 fois sur une durée de 5 ans. Dans le cas contraire, une étude spécifique est nécessaire en vue de résorber une zone critique. Cette limite ne s'applique évidemment pas aux plages de dépôt traitées par ailleurs.

Aujourd'hui aucun secteur nécessitant une intervention aussi fréquente n'a été identifié.

4.2.2.2.1. Secteurs pavés

Il s'agit de l'essentiel du linéaire de ces affluents. Dans un tel cas, l'engravement est généralement peu durable, la pente étant suffisante pour permettre une reprise des matériaux.

La notion de profil en long d'équilibre n'est pas adaptée et la gestion des matériaux est un compromis entre deux contraintes :

- ➔ La nécessiter de curer les matériaux pour éviter des débordements dans les secteurs à enjeux.
- ➔ Surtout, **la nécessité impérieuse de préserver le pavage.**

Ainsi, dans ces secteurs, la gestion du lit est réalisée en considérant les engravements observés par rapport à la situation "initiale".

Le curage devra alors être limité à la restauration de la géométrie actuelle en préservant le pavage. **Un curage plus important relève d'un aménagement et sort du plan de gestion.**

Le curage sera limité à la zone où l'épaisseur du dépôt excède 10 centimètres par rapport au lit initial.

Comme indiqué précédemment, Les matériaux seront définitivement extraits du réseau hydrographique :

- Soit par valorisation,
- Soit par mise en verse en dehors des zones inondables,
- Soit pour un épaissement (et non une rehausse) des sommets de berges. C'est notamment le cas du cône de déjection de la Duché où la berge est aujourd'hui très fragile.

4.2.2.2. Secteurs alluvionnaires

Dans ce cas, la notion de profil en long objectif reste adaptée. Par rapport au profil en long objectif, des écarts sont inévitables et témoignent d'une dynamique naturelle - et intéressante - du lit. Les curages devraient être exceptionnels. Aucun site correspondant à ce fonctionnement ne se dégage dans l'état actuel du bassin versant.

En l'absence de levé topographique précis, c'est l'observation sur site qui devra permettre de définir un engravement ; l'objectif étant la restauration du fil d'eau d'étiage actuel.

Les modalités de prélèvement des matériaux sont alors les suivantes :

- ✿ Les protections de berges seront préservées. Le curage pourra être réalisé jusqu'au contact avec la protection.
- ✿ Le recul de la berge ne devra pas menacer d'autres enjeux que la forêt alluvionnaire. Cela conduit à privilégier une bande de non intervention d'une largeur égale au 1/10^{ème} de la largeur totale du lit en l'absence de protection de berge.
- ✿ Afin d'éviter un étalement du débit d'étiage, un chenal d'étiage sera sommairement tracé sur le fond du lit. Ce dernier retrouvera rapidement une morphologie plus naturelle à la première augmentation du débit liquide.
- ✿ Le curage sera réalisé uniquement sur le linéaire où l'engravement dépasse une vingtaine de centimètres :
 - En amont, une petite marche de quelques décimètres pourra être observée et sera gommée par un terrassement supplémentaire permettant la restauration des écoulements ordinaires sur une dizaine de mètres au maximum.
 - En aval, cette situation peut créer un plan d'eau de quelques décimètres de profondeur. Dans ce cas, il est conseillé, sur une vingtaine de mètres au maximum, d'abaisser le niveau du lit en aval du curage pour rétablir un écoulement.
- ✿ Les matériaux seront définitivement extraits du réseau hydrographique :
 - Soit par valorisation,
 - Soit par mise en verse en dehors des zones inondables,
 - Soit pour un épaissement (et non une rehausse) des sommets de berges.

4.2.3. Définition des niveaux sur le Borne

On trouvera ci-dessous, les niveaux de déclenchement à prendre en compte sur l'ensemble du cours du Borne. Ces niveaux sont indiqués sur le profil en long actuel (lidar de 2015) de l'amont vers l'aval.

Dans les zones alluvionnaires où une pente d'équilibre est adaptée, le niveau de déclenchement est défini par :

- ↪ Le niveau en un point précis (généralement un ouvrage),
- ↪ La pente à appliquer en amont et en aval.

Les profils en long de chaque secteur sont détaillés en annexe.

La zone nécessitant un curage (Borne à Tonnerre, en aval d'Entremont) fait l'objet d'une fiche en annexe.

La figure suivante montre le lit en amont de la confluence avec la Duche :

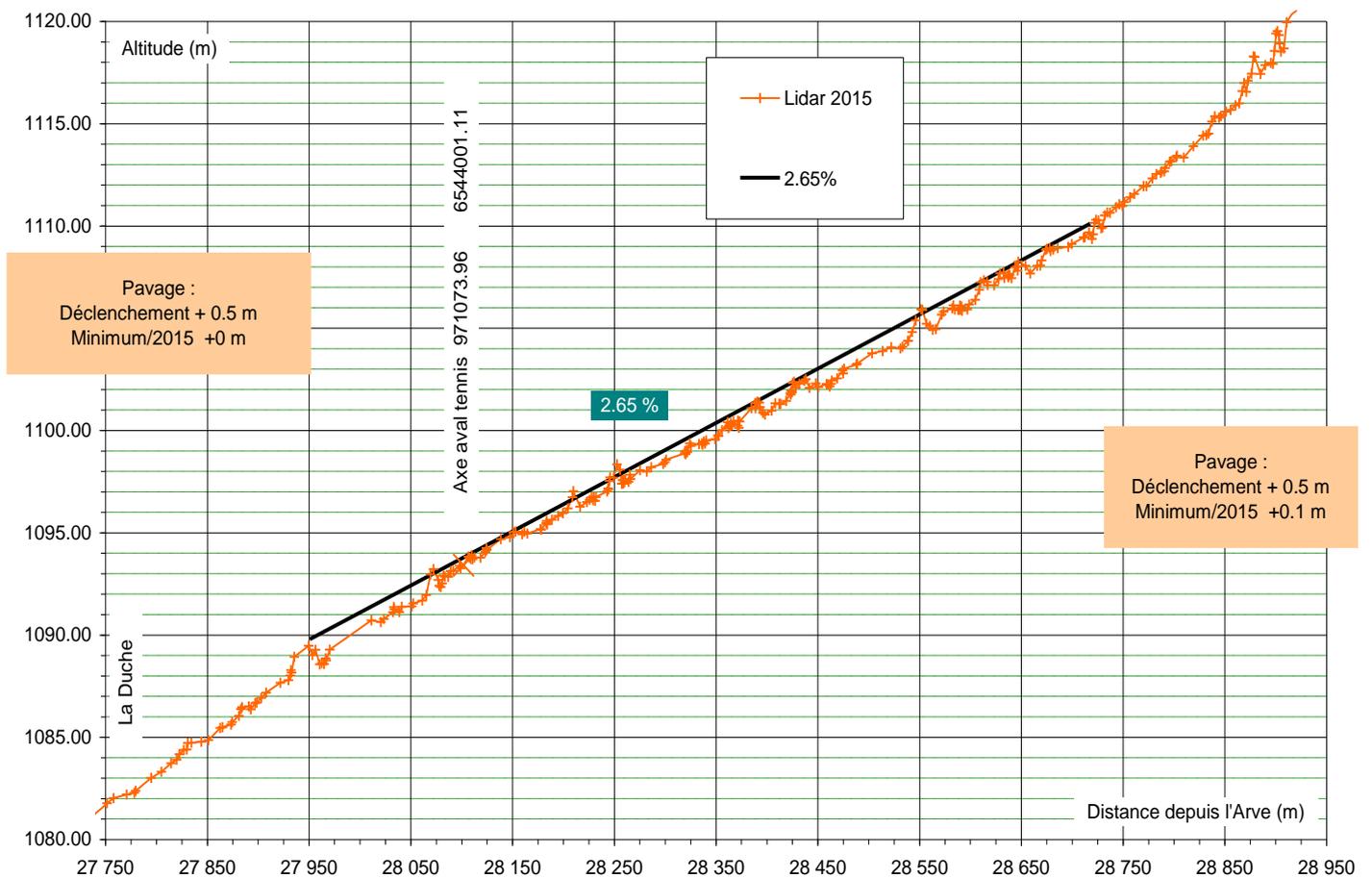


Figure 8 : Lit en amont de la Duche.

De l'amont vers l'aval, les préconisations sont les suivantes :

✿ Lit amont pavé ce qui impose de préserver le pavage. Les caractéristiques sont les suivantes :

- Une épaisseur de déclenchement de curage à 0.5 m sur 50 mètres minimum,
- Une épaisseur résiduelle minimum de 0.1 m par rapport au lit actuel.

✿ Lit alluvionnaire en amont de la Duche avec :

- Niveau dans l'axe des tennis (X : 971073.96 Y = 6544001.11) de 1093.69 NGF. En effet, les passerelles sont ici très nombreuses, ce qui constitue une source d'erreur. La vue en plan suivante permet de localiser ce point :

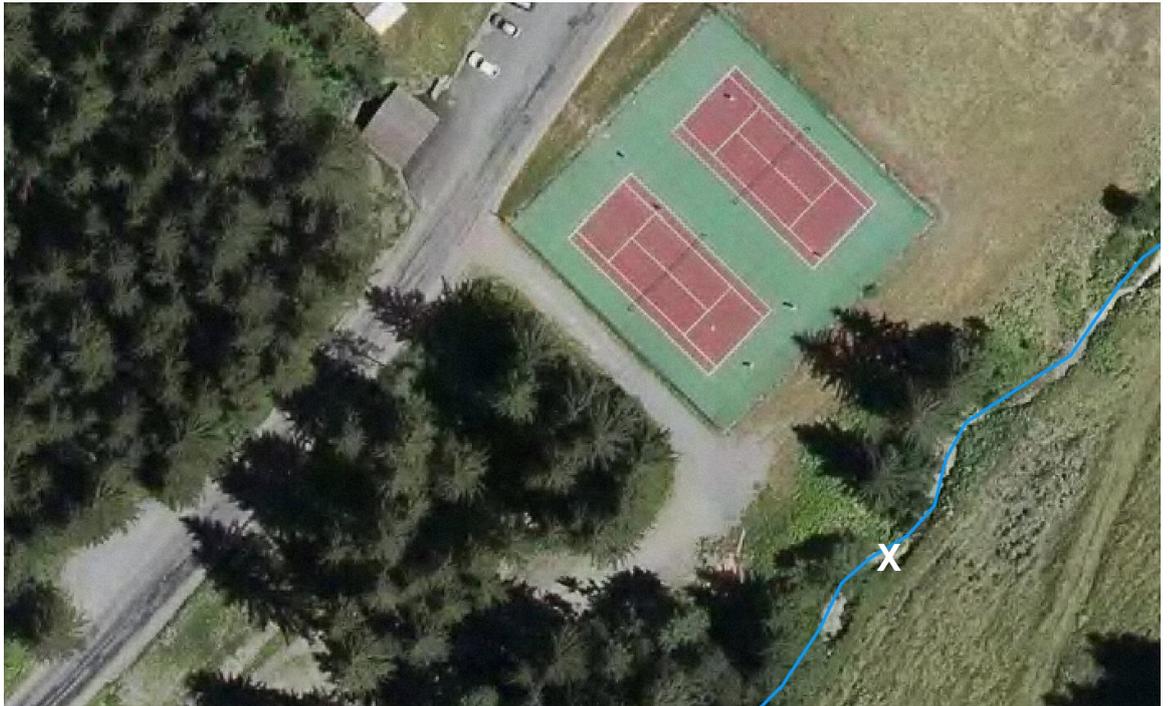


Figure 9 : Point de référence en amont de la Duche.

- Pente de 2.65 % sur 620 m en amont et 150 m en aval.
- Déclenchement pour un niveau dépassé sur 50 mètres minimum et retour au niveau du lit actuel (ou celui qui sera atteint après le curage en cours de réalisation si ce niveau est relevé).

✿ Cône de déjection de la Duche. Les caractéristiques sont les suivantes :

- Une épaisseur de déclenchement de curage à 0.5 m sur 50 mètres minimum,
- Pas d'épaisseur résiduelle par rapport au lit actuel.

La figure suivante montre le profil en long entre le Duche et la Vendanche dans la zone de dépôt des Plans :

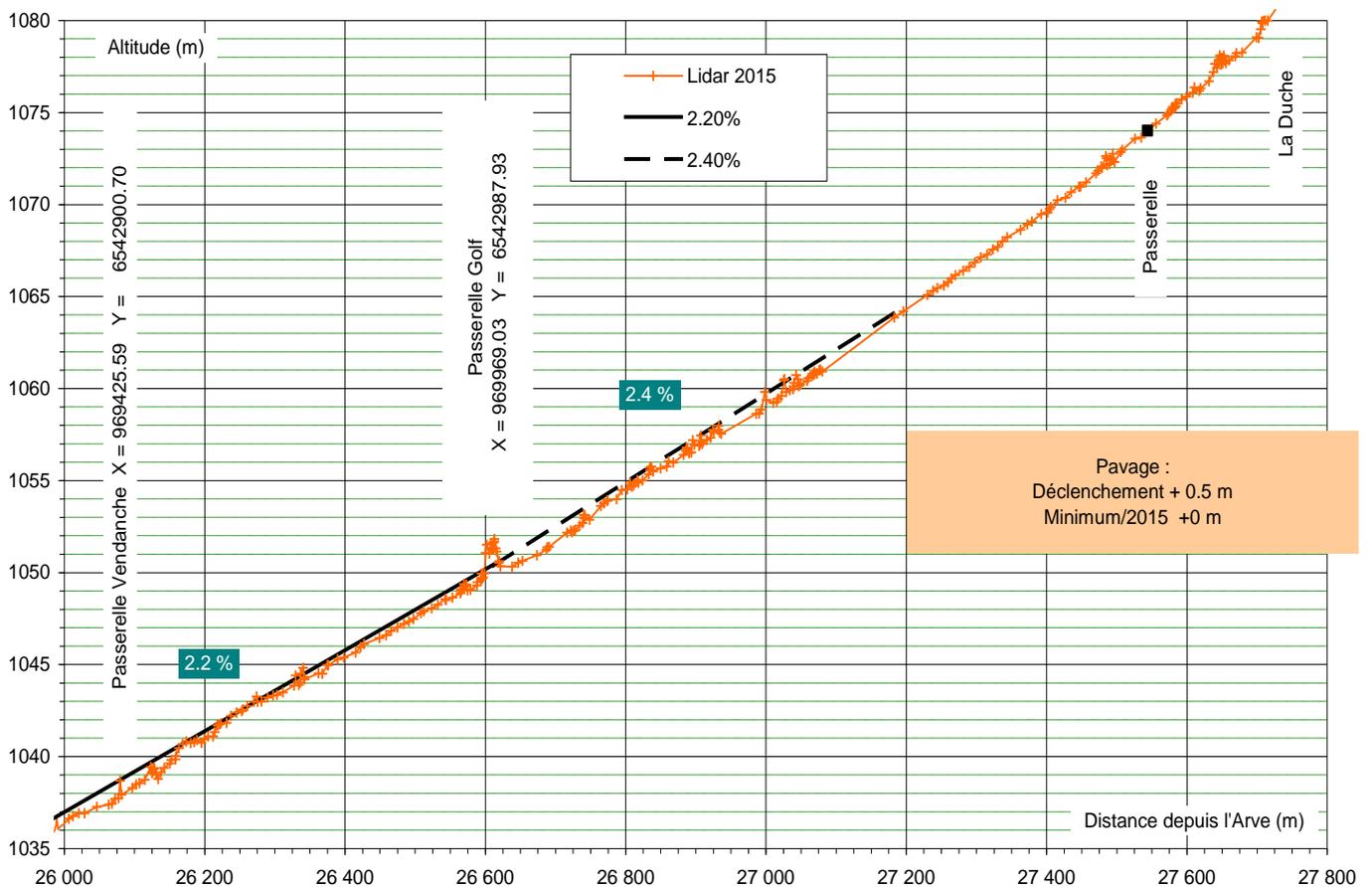


Figure 10 : Lit en aval de la Duche.

De l'amont vers l'aval, les préconisations sont les suivantes :

- 🌀 Cône de déjection de la Duche. Les caractéristiques sont les suivantes :
 - Une épaisseur de déclenchement de curage de 0.5 m sur 50 mètres minimum,
 - Pas d'épaisseur résiduelle par rapport au lit actuel.

- 🌀 Lit alluvionnaire perché dans le secteur du golf avec :
 - Niveau au droit de la passerelle du Golf (X = 969969.03 Y = 6542987.93) de 1050.46 NGF.
 - Pente de
 - 2.4 % sur 570 m en amont
 - 2.2 % sur 690 m en aval.
 - Déclenchement pour un niveau dépassé sur 50 mètres minimum et retour au niveau du lit actuel.

La figure suivante montre le profil en long entre la Vendanche et le seuil au droit du Bouchet dans la zone pseudo alluvionnaire :

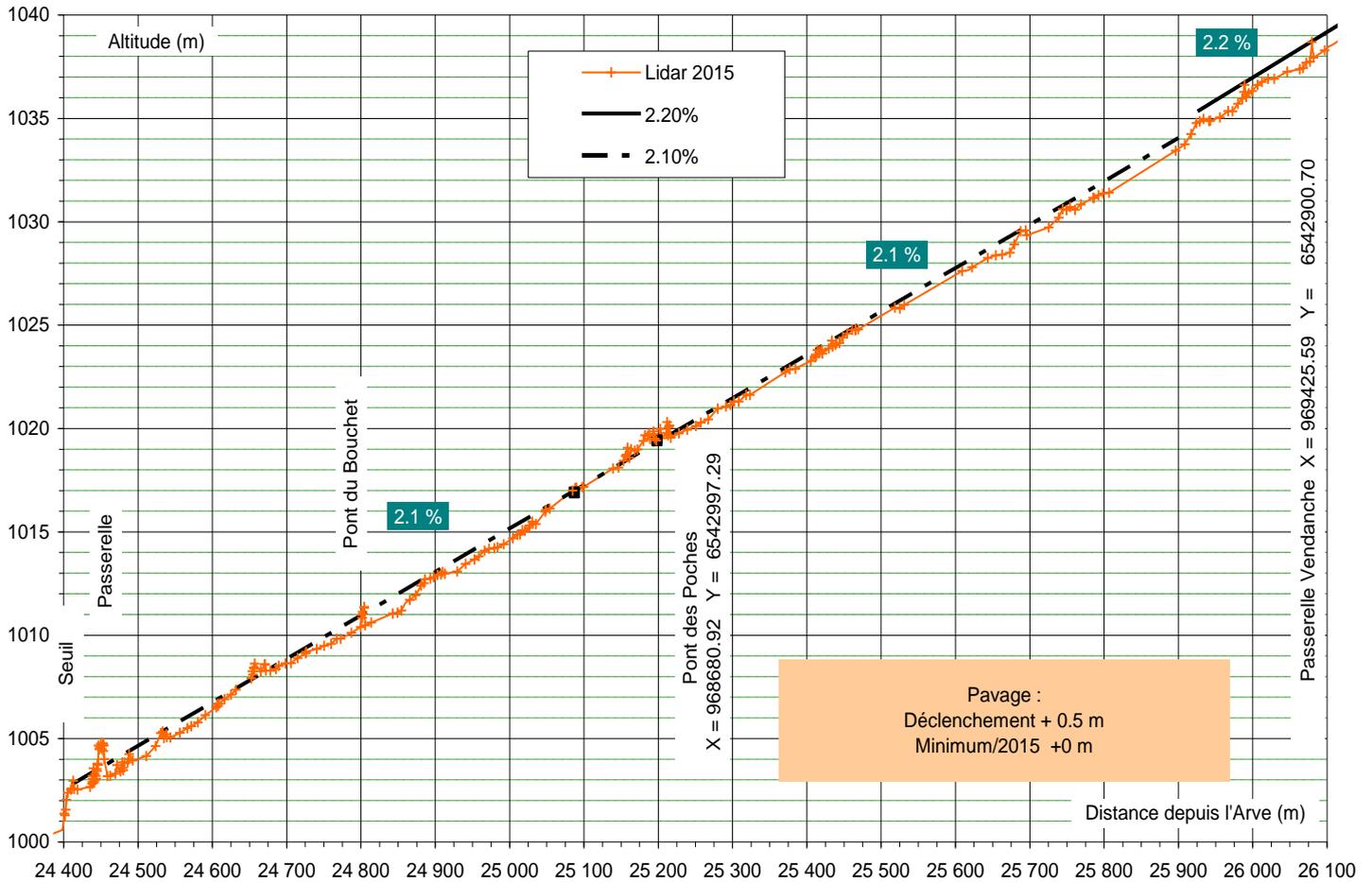


Figure 11 : Zone pseudo-alluvionnaire du Bouchet.

Les préconisations sont ici les suivantes :

- 🌀 Lit presque alluvionnaire mais très peu mobile :
 - Niveau au droit du pont des Poches (X = 968680.92 Y = 6542997.29) de 1020.42 NGF.
 - Pente de 2.1 % sur 650 m en amont et jusqu'à la crête de seuil en aval.
 - Déclenchement pour un niveau dépassé sur 50 mètres minimum et retour au niveau du lit actuel.

Le secteur suivant correspond au long secteur pavé entre le ruisseau de Pezette et le pont de l'Envers :

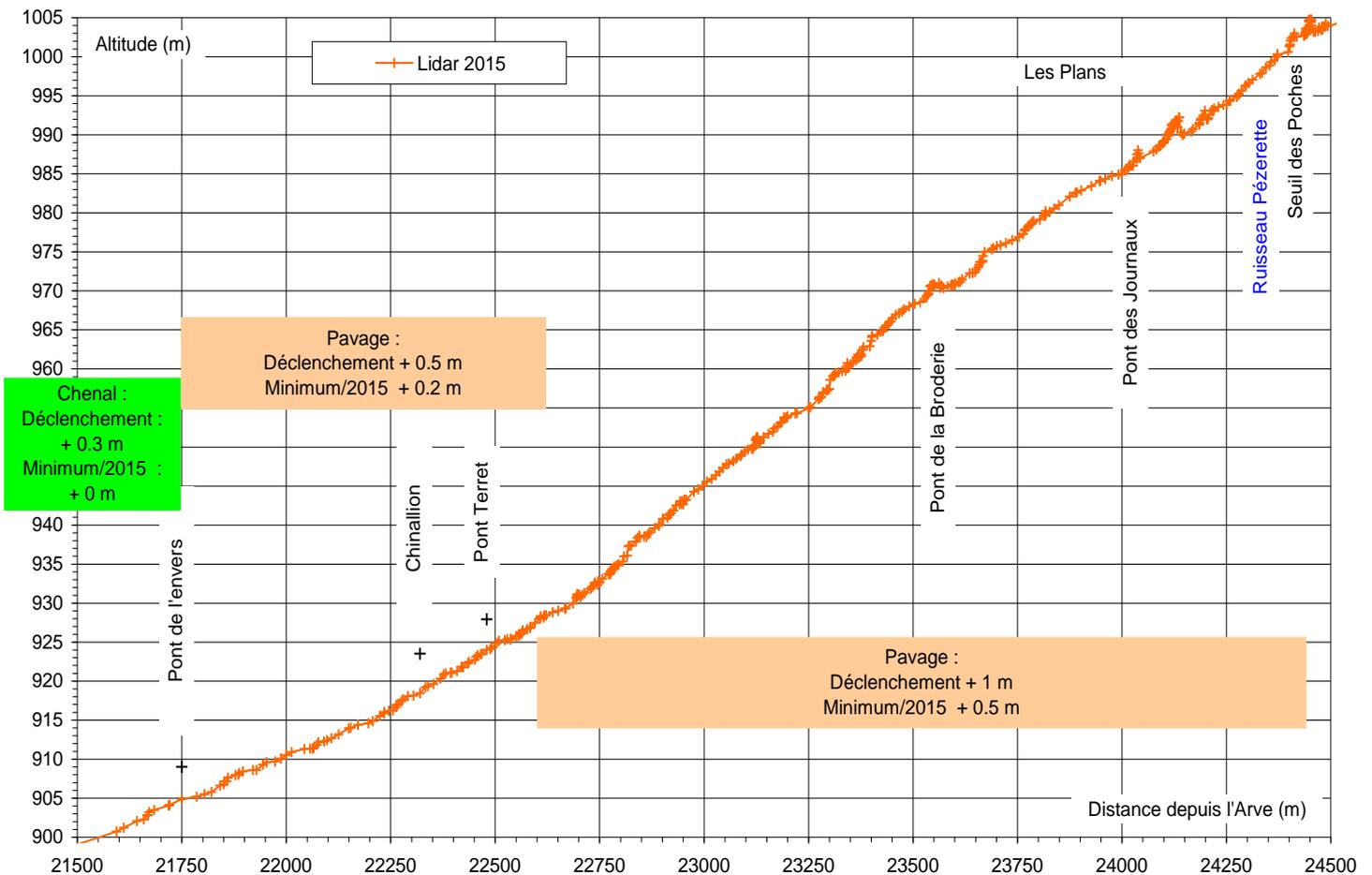


Figure 12 : Secteur pavé du Grand Bornand

De l'amont vers l'aval, les préconisations sont les suivantes :

- 🌀 Secteur pavé amont raide et avec de faibles risques de débordement :
 - Une épaisseur de déclenchement de curage de 1 m sur 50 mètres minimum,
 - Une épaisseur résiduelle minimum de 0.5 m par rapport au lit actuel afin de préserver le pavage fragile dans cette zone.

- 🌀 Secteur pavé dans la traversée urbaine avec des risques de débordement significatifs et des enjeux importants :
 - Une épaisseur de déclenchement de curage de 0.5 m sur 50 mètres minimum,
 - Une épaisseur résiduelle minimum de 0.2 m par rapport au lit actuel afin de préserver le pavage sans augmentation significative des risques de débordement grâce à une rugosité réduite.

Le secteur suivant correspond au secteur entre le pont de l'Envers et le Pont du Villaret :

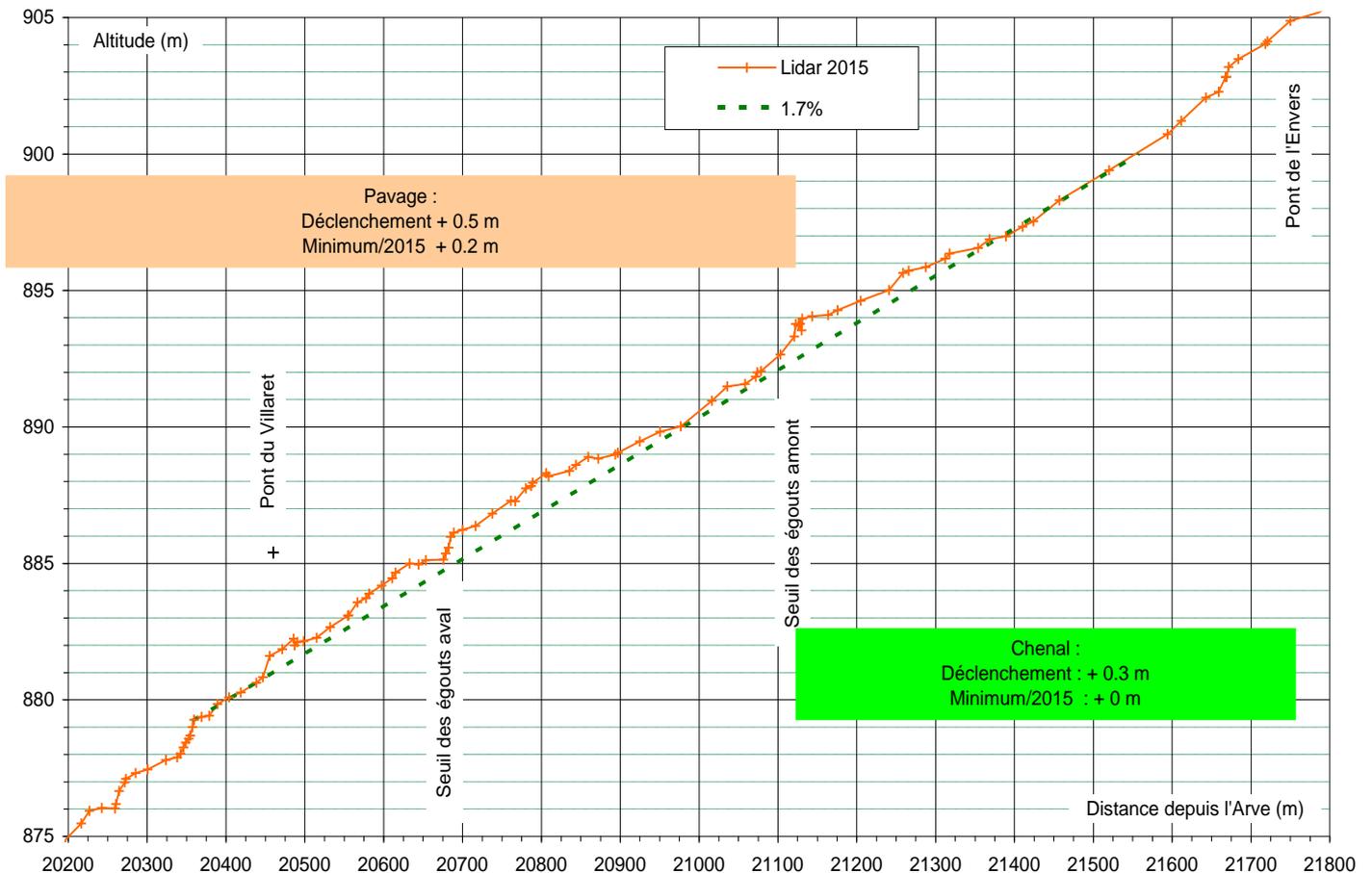


Figure 13 : Chenal et lit pavé en aval du Grand Bornand.

De l'amont vers l'aval, les préconisations sont les suivantes :

- ✿ Le chenal réalisé après la crue de 1987 est pavé sur l'essentiel du linéaire. Dans cette zone, le seuil des égouts, trop haut - génère un dépôt de matériaux alluvionnaires. Cependant, ce dépôt ne correspond pas à la pente d'équilibre dans cette zone lors des crues mais plutôt à des apports ordinaires plus faibles. Dans ce cas, la démarche consiste à retenir cette pente même si elle ne correspond pas à un équilibre sur le long terme. Seul l'abaissement des deux seuils dans cette zone permettra de restaurer un profil en long d'équilibre durable. L'amont du seuil des Égouts est donc traité comme un secteur pavé, l'expérience montrant que cet équilibre reste stable depuis plusieurs décennies :
 - Une épaisseur de déclenchement de curage faible de 0.3 m sur une longueur de 50 mètres minimum,
 - Pas d'épaisseur résiduelle par rapport au lit actuel ce qui permet de minimiser les dépôts en amont du seuil des Égouts en cas de curage.

- ✿ En aval, la situation correspond plus classiquement à un lit pavé, notamment en tenant compte des seuils existants. Les enjeux liés à un débordement sont ici très faibles. Les préconisations sont donc les suivantes :
 - Une épaisseur de déclenchement de curage de 0.5 m sur 50 mètres minimum,
 - Une épaisseur résiduelle minimum de 0.2 m par rapport au lit actuel afin de préserver le pavage sans augmentation significative des risques de débordement grâce à une rugosité réduite.

Le profil en long suivant correspond au secteur des Étroits - au sens large :

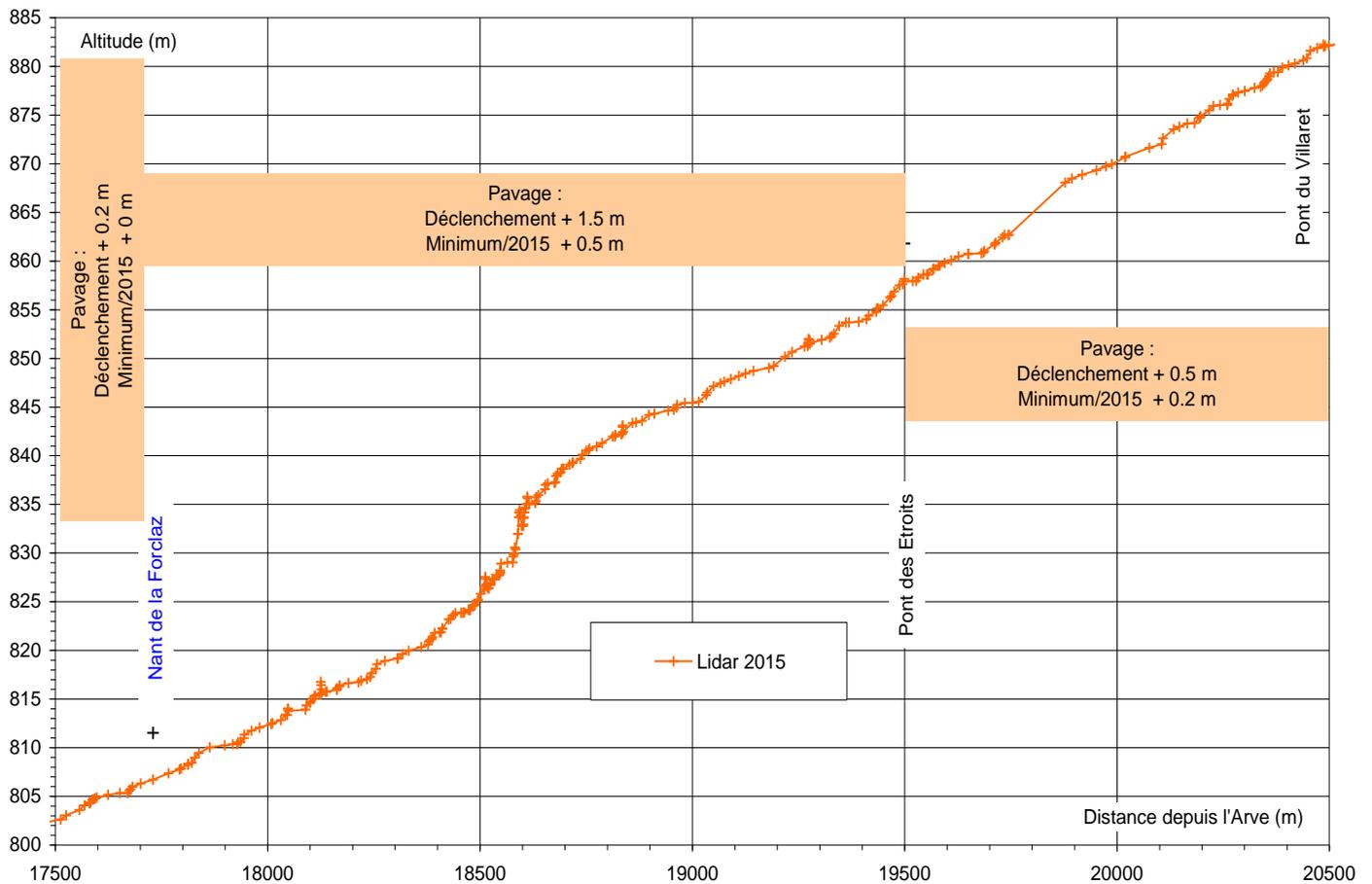


Figure 14 : Secteur des Étroits.

L'ensemble de ce secteur est pavé, mais avec des enjeux liés au débordement très différents :

- ✿ En amont, la situation correspond plus classiquement à un lit pavé, notamment en tenant compte des seuils existants. Les enjeux liés à un débordement sont ici très faibles. Les préconisations sont donc les suivantes :
 - Une épaisseur de déclenchement de curage de 0.5 m sur 50 mètres minimum,
 - Une épaisseur résiduelle minimum de 0.2 m par rapport au lit actuel afin de préserver le pavage sans augmentation significative des risques de débordement grâce à une rugosité réduite.
- ✿ Dans les gorges, la tolérance à un engravement (apport latéral) est très supérieure :
 - Une épaisseur de déclenchement de curage de 1.5 m sur 50 mètres minimum,
 - Une épaisseur résiduelle minimum de 0.5 m.

Le profil en long suivant correspond à l'amont d'Entremont :

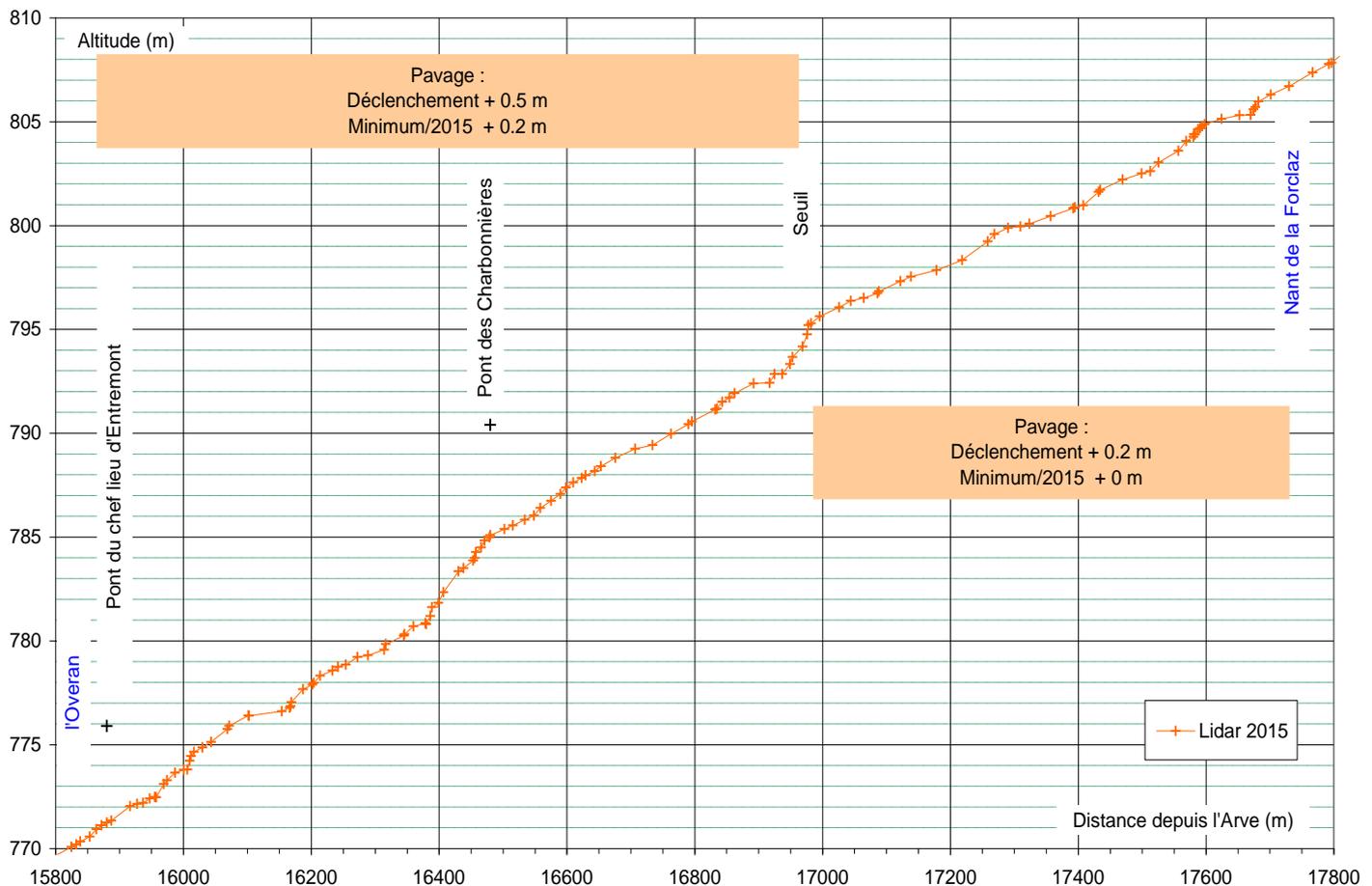


Figure 15 : Profil en long de l'amont d'Entremont.

L'ensemble de ce secteur est pavé à l'exception de l'amont du seuil de l'ancienne scierie. Les risques de débordement sont plus élevés, ce qui impose des épaisseurs de dépôt tolérables faibles, notamment en amont de ce seuil qui paraît aujourd'hui trop haut :

- 🌀 En amont du seuil, les préconisations sont donc les suivantes :
 - Une épaisseur de déclenchement de curage de 0.2 m sur 50 mètres minimum,
 - Pas d'épaisseur résiduelle par rapport au lit actuel ce qui permet de minimiser les dépôts en amont du seuil des Égouts en cas de curage.

- 🌀 En aval du seuil la pente est plus forte et la situation correspond plus classiquement à un lit pavé. Les préconisations sont donc les suivantes :
 - Une épaisseur de déclenchement de curage de 0.5 m sur 50 mètres minimum,
 - Une épaisseur résiduelle minimum de 0.2 m par rapport au lit actuel afin de préserver le pavage sans augmentation significative des risques de débordement grâce à une rugosité réduite.

La traversée d'Entremont correspond à un lit plus alluvionnaire, comme le montre le profil en long suivant :

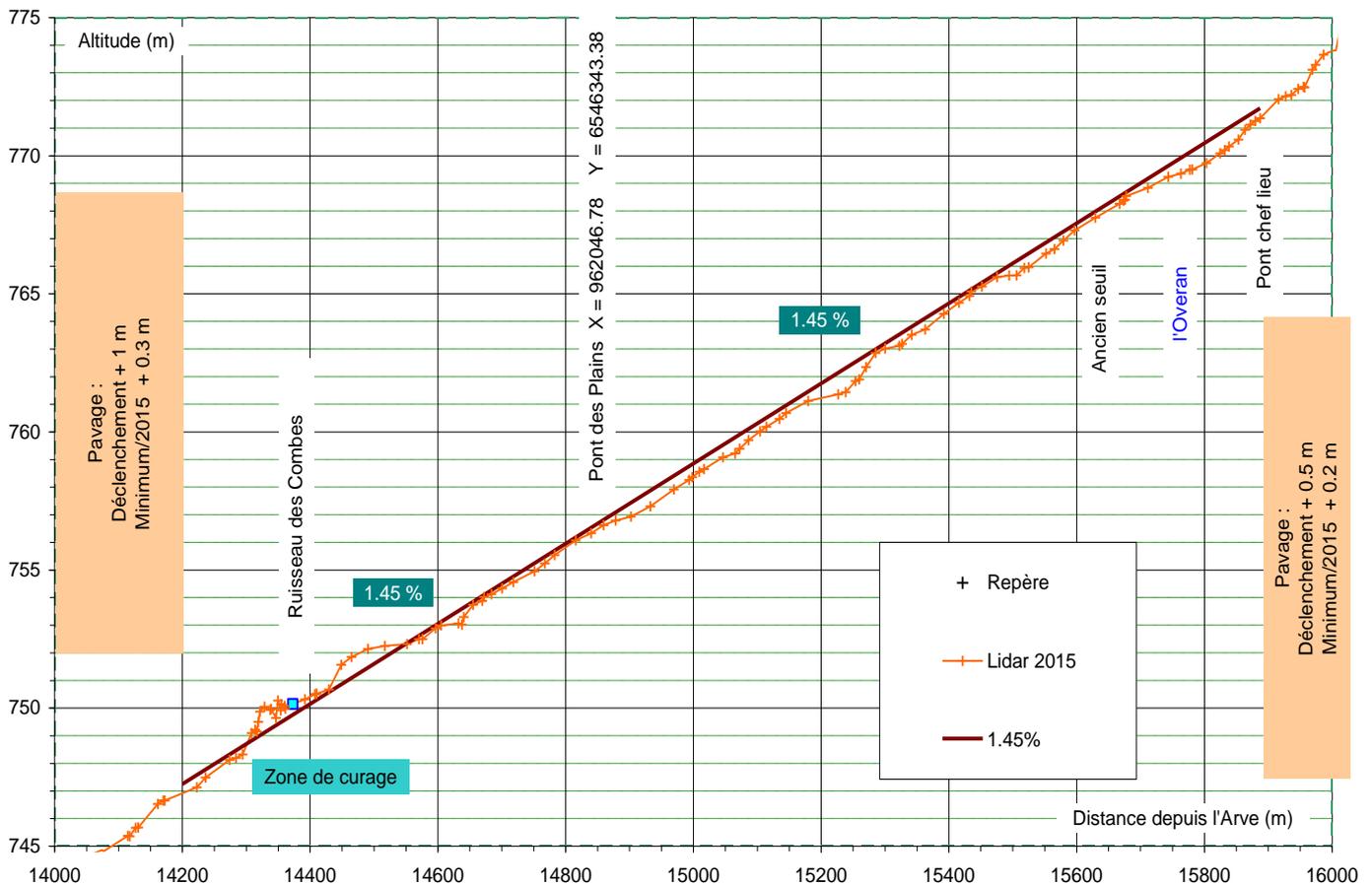


Figure 16 : Traversée alluvionnaire d'Entremont.

Les préconisations sont ici les suivantes :

- 🌀 Gestion d'un lit alluvionnaire en prenant en compte notamment le pont des Plains :
 - Niveau au droit du pont des Plains de 756.53 NGF soit un engravement de seulement 0.2 m afin de minimiser le risque de débordement.
 - Pente de 1.45 %
 - Sur 1050 m en amont soit jusqu'au pont d'Entremont où la cote de déclenchement sera de 771.72 NGF soit un engravement de 36 cm.
 - Sur 640 m en aval soit en aval du dépôt que l'on observe à la confluence avec le torrent des Combes.
 - Le curage sera réalisé jusqu'au niveau du fil d'eau d'étiage de 2015, sauf dans la zone du dépôt aval où le curage visera le niveau de déclenchement indiqué précédemment.

Ce secteur de dépôt doit faire l'objet d'un curage détaillé en annexe.

Le profil en long suivant montre le secteur morphologiquement rattaché à Entremont, et administrativement sur la commune de Glières Val de Borne.

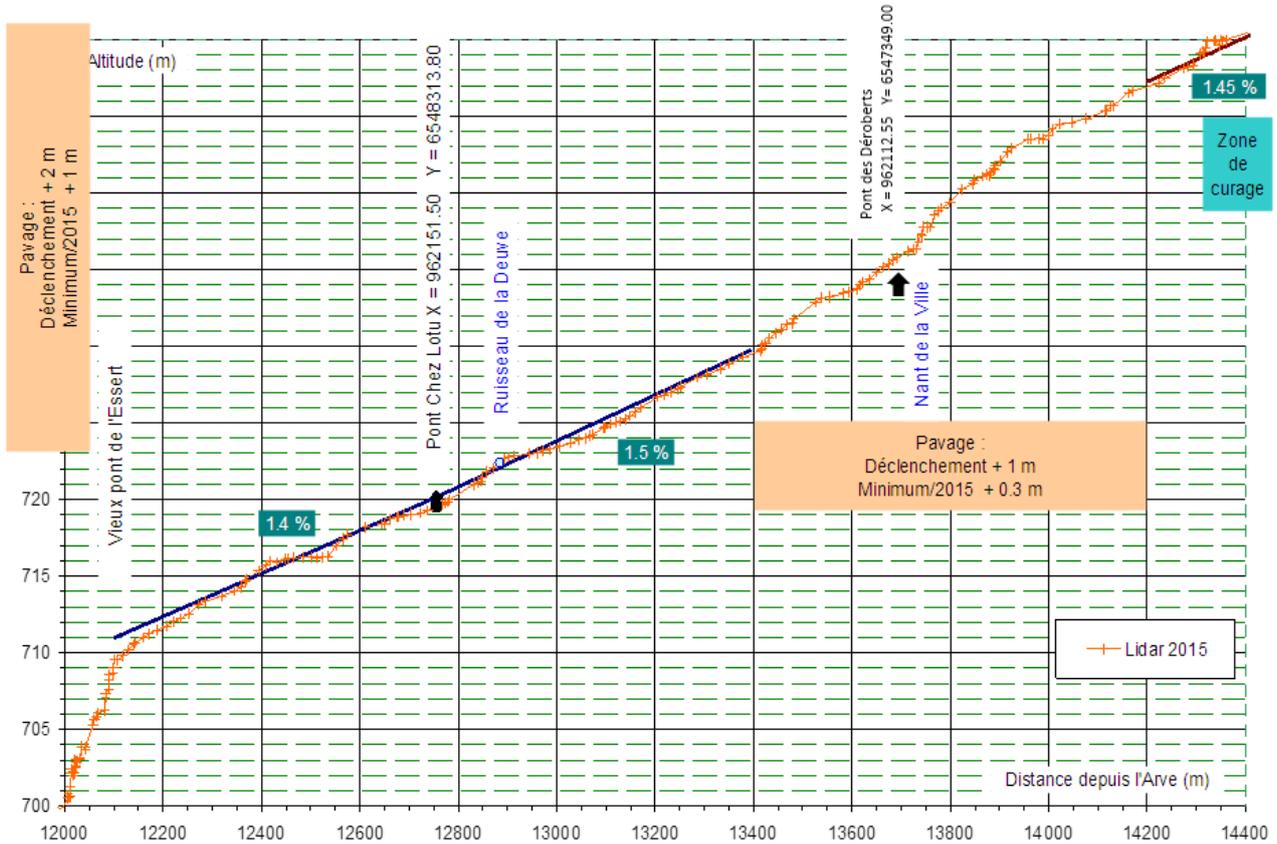


Figure 17 : Du Nant de la Ville à l'Essert.

Ce tronçon présente deux morphologies très différentes

- ✿ Dans le secteur amont, le Nant de la Ville impose un lit raide au Borne qui est ici clairement pavé :
 - Une épaisseur de déclenchement de curage de 1 m sur 50 mètres minimum car le lit est alors très encaissé.
 - Une épaisseur résiduelle minimum de 0.2 m.

- ✿ En aval, le lit est alluvionnaire, les enjeux étant situés dans le secteur du pont de Chez Lotu :
 - Niveau au droit du pont de Chez Lotu de 720.15 NGF.
 - Pente de 1.5 % en amont sur une longueur de 640 mètres.
 - Pente de 1.4 % en aval jusqu'à l'ancien pont de l'Essert.
 - Curage réalisé jusqu'au niveau du fil d'eau d'étiage de 2015.

Le profil en long suivant montre la zone intégralement pavée de la traversée du Petit Bornand (Glières Val de Borne).

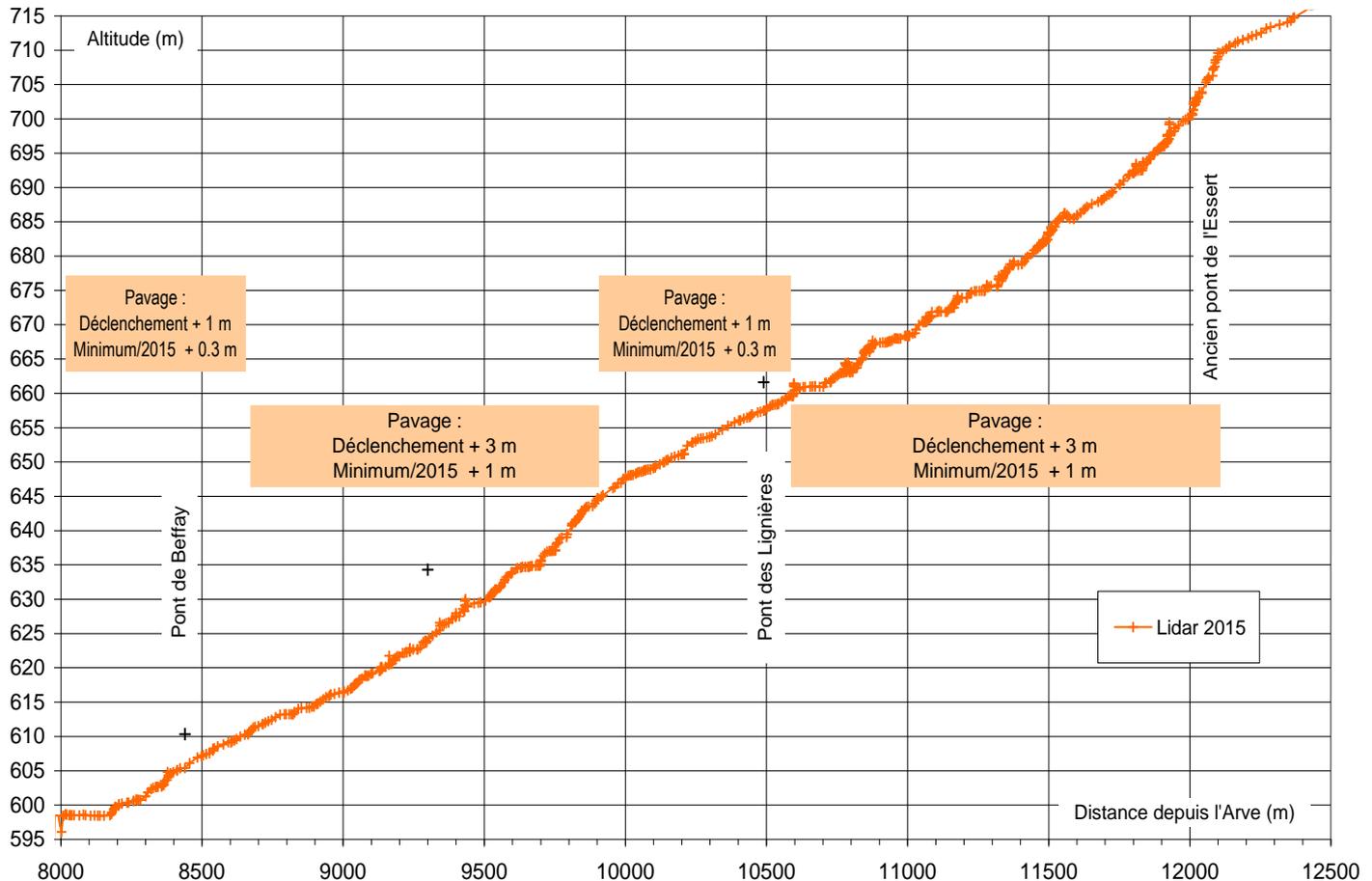


Figure 18 : Traversée pavée du Petit Bornand.

Dans cette zone, la gestion correspond à un lit pavé, un dépôt - et donc un curage - y étant très improbable :

- ✿ Dans les gorges les préconisations peuvent permettre d'enlever un barrage qui pourrait être formé par un apport latéral massif très exceptionnel :
 - Une épaisseur de déclenchement de curage de 3 m sur 50 mètres minimum.
 - Une épaisseur résiduelle minimum d'un mètre pour prévenir tout dépavage.

- ✿ Dans les secteurs à enjeux (pont du Petit Bornand et de Beffay) les tolérances affichées sont nettement plus faibles :
 - Une épaisseur de déclenchement de curage de 1 m sur 50 mètres minimum.
 - Une épaisseur résiduelle minimum de 0.3 m pour prévenir tout dépavage.

Aucun curage n'est proposé dans les gorges des Eaux car un dépôt préjudiciable correspondrait à une situation extraordinaire, sans rapport avec le présent plan de gestion.

La figure suivante montre le profil en long sur le cône de déjection, zone alluvionnaire qui présente des enjeux importants et de nombreux ouvrages :

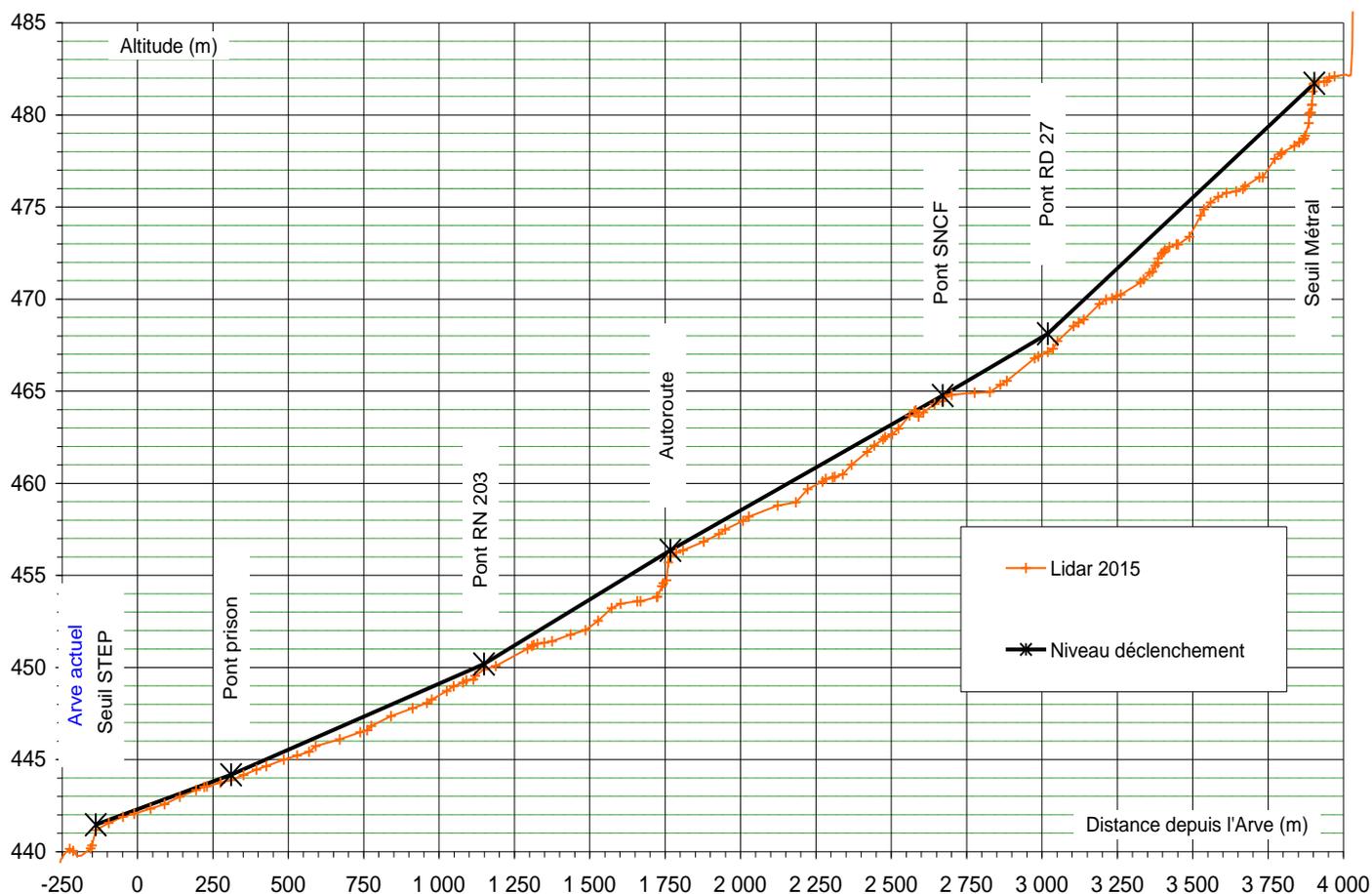


Figure 19 : Gestion du cône de déjection.

Étant données les nombreux ouvrages et les enjeux très importants sur le cône de déjection, le niveau de déclenchement est défini pour le fil d'eau d'étiage par interpolation linéaire entre les niveaux au droit des différents ouvrages :

Site	Niveau déclenchement	Niveau bas
Seuil aval	441.5	440.7
Pont prison	444.2	443.4
Pont aval RD1203	450.2	449.4
Pont A40	456.4	455.9
Pont SNCF	464.8	464.0
Pont RD 27	468.1	466.6
Crête seuil Métral	481.7	481.2

De plus, au contraire du bassin versant amont, il apparaît ici un risque d'affouillement excessif lié à la chenalisation du Borne, même si cette tendance semble très lente. La réalisation d'ambitieux aménagements piscicoles est ici plutôt favorable en limitant les risques d'érosion, les ouvrages réalisés créant des pertes de charge. En cas d'engravement, l'impact de ces aménagements s'annule et le lit retrouve son fonctionnement purement alluvionnaire. Si l'engravement est excessif (voir tableau ci-dessus) le curage devra être réalisé en préservant autant que possible les aménagements piscicoles projetés.

Le tableau indique aussi un niveau bas qui devra être conduit à la réalisation d'une expertise pour comprendre les causes des enfoncements observés et éventuellement les mesures correctives nécessaires.

Le déclenchement des curages ne peut être réalisé qu'en cas de dépassement sur une longueur de 100 mètres minimum et le curage sera conduit exclusivement sur le linéaire où le fil d'eau d'étiage excède le niveau de déclenchement. Comme précédemment, l'intervention sera prolongée afin d'éviter une irrégularité du profil en long, sur un linéaire de 10 mètres en amont et 50 mètres en aval. Cette intervention sera limitée à la création d'un chenal d'étiage de 3 mètres de largeur maximum.

Le curage de la confluence avec l'Arve peut être nécessaire mais doit être défini dans la gestion de cette rivière. Il ne devra pas conduire à un dépassement de la cote de 441.5 NGF au droit du seuil de la station d'épuration, peu en amont de la confluence.

4.2.4. Identification des points de blocage du transit sédimentaire

Comme indiqué précédemment, il n'existe pas - à l'exception des quelques plages de dépôt, de point de blocage du transit sédimentaire le bassin versant étant très proche de l'équilibre.

4.2.5. Description des interventions nécessaires

Le tableau suivant indique les éléments devant être précisés indiqués au CCTP.

Localisation	À l'exception des plages de dépôts précédemment identifiées et du secteur de Tonnerre, aucune intervention n'est aujourd'hui nécessaire
Fréquence	En fonction des crues à venir ou des apports solides exceptionnels non prévisibles.
Volumes estimés	
Modalités d'intervention	
Accès	
Période d'interventions	<p>Ces interventions étant plutôt liées à une configuration exceptionnelle (crue) une intervention rapide est préférable pour les riverains comme pour le milieu.</p> <p>Les apports massifs de matériaux constituent déjà une forte perturbation des milieux aquatiques et rivulaires. L'intervention peut se dérouler au plus proche de la période de dépôts.</p> <p>Pour les interventions sur des sites où les dépôts se font de manière plus régulière, il sera nécessaire de cibler la période d'intervention la moins impactante sur le cycle biologique de la truite commune, c'est-à-dire, viser dans la mesure du possible une intervention en été, voire fin d'été.</p> <p>Une attention devra être portée cependant aux habitats rivulaires selon les sites et les accès possibles de manière à interférer le moins possible avec les boisements.</p> <p>Les enjeux liés aux boisements sont présents toute l'année (parmi les plus importants : hibernation de certaines espèces de chauve-souris en hiver, reproduction des oiseaux au printemps et reproduction des chauve-souris en été).</p>
Réinjection des matériaux	Aucun déficit de matériaux n'étant mis en évidence, les matériaux seront définitivement stockés en dehors du réseau hydrographique ou - de préférence - valorisés.

4.2.6. Définition des repères de curage

Étant donné l'absence de zone de curage spécifique, la mise en place de repère de curage n'est pas indispensable. Néanmoins, la mise en place d'échelle au niveau des ponts situés dans les zones alluvionnaires peut être envisagée. En effet, une cote ponctuelle ne peut être suffisante pour déclencher un curage et ces mesures ne peuvent constituer qu'un indice.

Il existe près de 200 ouvrages dans le bassin versant. Il peut être intéressant d'équiper chacun d'eux d'une échelle, même si ce travail est encore incomplet car le bassin versant ne se limite pas à une accumulation d'ouvrage. Des dépôts importants peuvent notamment se produire dans les zones de confluence... loin de tout ouvrage.

Ainsi, il paraît judicieux de se limiter à une douzaine d'échelle dans les rares secteurs alluvionnaires qui seraient les premiers à connaître une évolution du niveau du fond en dehors des fortes crues.

Le tableau suivant indique la localisation précise de ces échelles et la cote de déclenchement des curages :

Site	Niveau de déclenchement
Passerelle du Golf	1050.46 NGF
Pont des Poches	1020.42 NGF
Pont d'Entremont	756.53 NGF
Pont des Plains	756.53 NGF
Pont de Chez Lotu	720.15 NGF
Crête seuil Métral	481.7 NGF
Pont RD 27	468.1 NGF
Pont SNCF	464.8 NGF
Pont A40	456.4 NGF
Pont aval RD1203	450.2 NGF
Pont prison	444.2 NGF
Seuil aval	441.5 NGF

Un levé annuel du niveau, par exemple lors de l'étiage automnal peut être envisagé. Les résultats seront archivés afin de mettre en évidence une éventuelle dérive sur le long terme.

Le coût de cet équipement est de l'ordre de 12 000 € HT.

4.2.7. Impacts sur le transit sédimentaire et sur les enjeux environnementaux

Les curages proposés sont destinés à résorber une situation exceptionnelle. Il ne présente donc pas d'impacts négatifs ni sur le transport solide ni sur le risque d'inondation.

Les actions portant sur le rétablissement des profils d'équilibre, ne modifient pas l'intérêt des milieux aquatiques. Considérant, le diagnostic du fonctionnement sédimentaire et la fréquence des curages proposée, les impacts sur les habitats aquatiques sont limités dans la mesure où les opérations de curage pour des événements exceptionnels aux dépôts massifs sont réalisés au plus proche de la période de dépôts.

Pour les interventions liées à des apports plus légers et plus réguliers, il sera nécessaire d'adapter dans la mesure du possible les périodes d'intervention en été afin d'éviter la période de reproduction de la truite commune (automne – hiver) et la période d'émergence des œufs et de grossissement des alevins (printemps).

Les accès devront être identifiés (existants ou à créer) et entretenus pour les sites où les interventions sont prévues. Cela permettra de réduire les impacts liés à des opérations de débroussaillage ou de coupe d'arbres lors des interventions. La création d'accès nécessitant des coupes d'arbres devra être mis en œuvre en fin d'été – début automne, période la moins impactante pour la faune (chiroptères et oiseaux). Les arbres de gros diamètres et/ou à cavités seront laissés au sol pendant 48h avant d'être évacués. Ce laps de temps est nécessaire pour que les individus présents dans les cavités puissent abandonner leur gîte.

4.2.8. Mesures de suivi

Un suivi de l'évolution du lit du Borne et de ses affluents est nécessaire. Il est bien évidemment nécessaire d'effectuer une surveillance des différents ouvrages, notamment par rapport à l'affouillement.

La principale action consiste à procéder au levé du niveau du fil d'eau d'étiage. Pour une morphologie donnée, les évolutions du niveau moyen du lit mineur sont les mêmes que celles du fil d'eau d'étiage.

Ainsi, en vue d'une approche plus simple et plus économique, il est préconisé de lever seulement le niveau du fil d'eau d'étiage.

Il n'est pas nécessaire de procéder à un levé fréquent des niveaux du Borne et de ses affluents. En effet, le lit est globalement stable et les évolutions significatives sont lentes. Ainsi, il est conseillé de procéder à un levé dans les cas suivants :

- Tous les 5 ans minimum.
- Après une crue au moins décennale.
- Après la crue et l'apport solide important d'un affluent. Dans ce cas, le levé peut être localisé.
- En cas de suspicion d'un engravement, notamment à partir des observations des riverains. Dans ce cas, le levé du niveau du lit permet de trancher quant à la nécessité d'un curage.

LISTE DES GRAPHIQUES ET DESSINS

Figure 1 : Vue d'ensemble du bassin versant.....	3
Figure 2 : Cours d'eau étudiés sur les communes du Grand Bornand et Saint Jean de Sixt.....	6
Figure 3 : Cours d'eau étudiés sur la commune de Glières Val de Borne	7
Figure 4 : Profil en long général du Borne (profil en long de 1913).	10
Figure 5 : Pente d'équilibre le long du Borne.	12
Figure 6 : Schématisation des curages en amont d'une plage de dépôt.	43
Figure 7 : Coupe schématique d'une zone de curage.	46
Figure 8 : Lit en amont de la Duche.	48
Figure 9 : Point de référence en amont de la Duche.....	49
Figure 10 : Lit en aval de la Duche.....	50
Figure 11 : Zone pseudo-alluvionnaire du Bouchet.....	51
Figure 12 : Secteur pavé du Grand Bornand	52
Figure 13 : Chenal et lit pavé en aval du Grand Bornand.	53
Figure 14 : Secteur des Étroits.	54
Figure 15 : Profil en long de l'amont d'Entremont.....	55
Figure 16 : Traversée alluvionnaire d'Entremont.	56
Figure 17 : Du Nant de la ville à l'Essert.	57
Figure 18 : Traversée pavée du Petit Bornand.	58
Figure 19 : Gestion du cône de déjection.....	59

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Contraste granulométrique entre la granulométrie transportée et celle du lit	13
Photo 2 : Ruisseau de Covagnet en 1987 (étude CEMAGREF)	17
Photo 3 : Glissement de terrain du ruisseau des Poches.	18
Photo 4 : Débordement massif du Ruisseau de la Pezerettaz en 1997.....	19
Photo 5 : Déstabilisation du lit du Ruisseau de la Pezerettaz en 1997.....	19
Photo 6 : Aménagement du ruisseau du Pessey avec un chenal large.	20
Photo 7 : Erosion diffuse au niveau du Bois de la Cure.	21
Photo 8 : Vue partielle de la zone d'érosion aval.	21
Photo 9 : Zone amont du ruisseau de Quoy.	22
Photo 10 : Principale zone d'érosion du ruisseau des Bouts.	23
Photo 11 : Érosions de grande extension en amont du Chinaillon.....	24
Photo 12 : Pont en aval de la confluence avec le Ruisseau des Outalays le 14/7/1987.	25
Photo 13 : Lit localement rocheux dans les gorges du Chinaillon.....	26
Photo 14 : Dépôt massif sur le cône de déjection du Chinaillon.	27
Photo 15 : Petite plage de dépôt en amont du dalot des télécabines.....	28
Photo 16 : Plage de dépôt et entrée du dalot amont.	29
Photo 17 : Chenal entre deux long dalots.	29
Photo 18 : Confluence Borne / Chinaillon.....	30
Photo 19 : Plage de dépôt du Ruisseau de la Communaille.....	31
Photo 20 : Débordement du Ruisseau de la Communaille	31
Photo 21 : Zone d'érosion du Ruisseau des Frasses	32
Photo 22 : Érosion sur le haut bassin versant de l'Overan.....	33
Photo 23 : Pont des plains sur l'Overan.....	34
Photo 24 : Passage à gué insuffisant du Ruisseau des Combes en amont de la Ville.....	35
Photo 25 : Cours terminal du Ruisseau des Combes	36
Photo 26 : Érosion dans le bassin versant du Nant de la Ville.....	37
Photo 27 : Ravine sur le torrent des Lignièrès	38
Photo 28 : Ouvrage entretenu de régulation du Ruisseau de Gratty.	39
Photo 29 : Déstabilisation du lit dans la zone de curage en amont du busage.	40
Photo 30 : L'une des zones en glissement du torrent de Beffay.....	41

ANNEXES

A1 - FICHE DU CURAGE DE TONNERRE

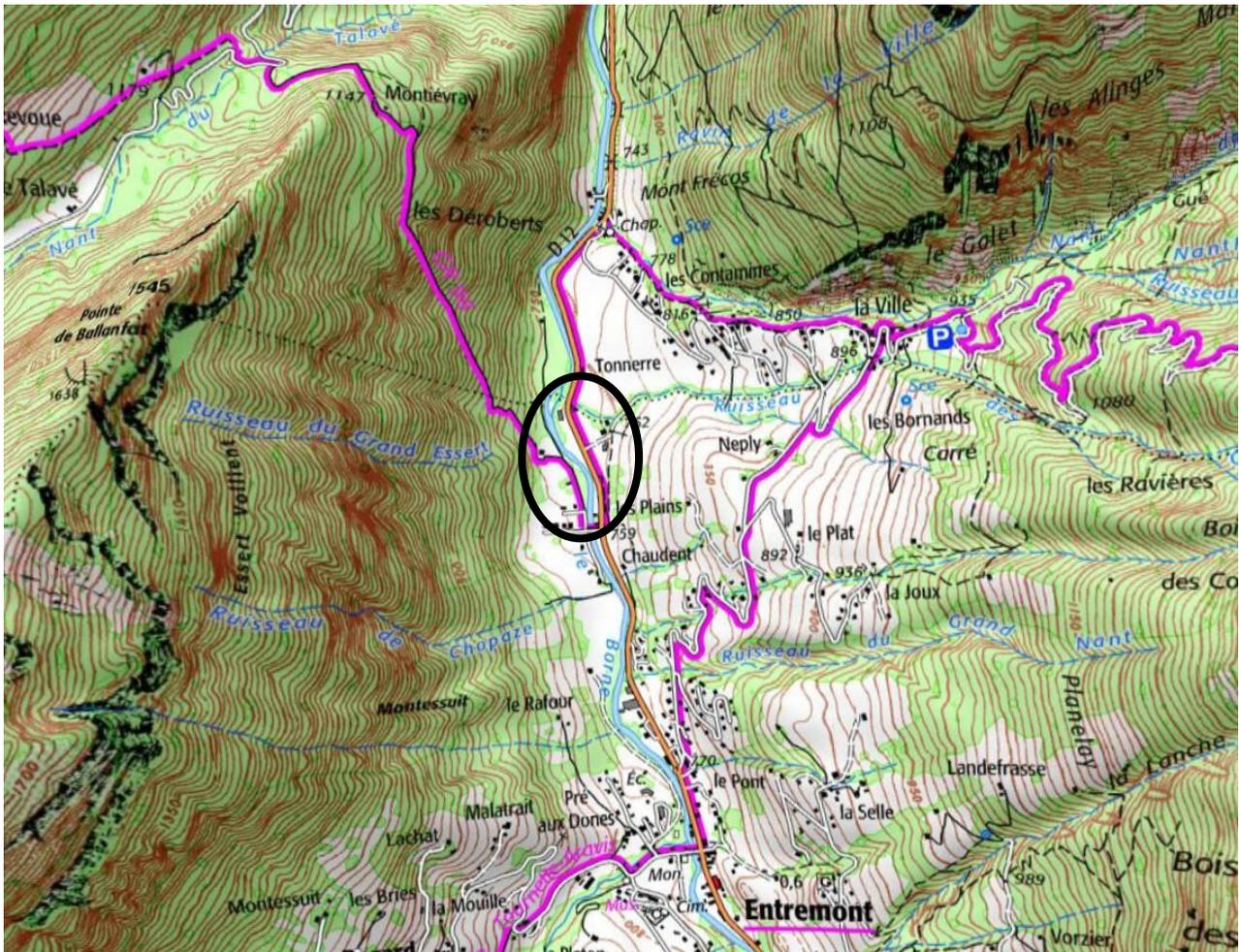
A2 - FICHES DES QUATRE PLAGES DE DEPOT

A3 - PROFILS EN LONG DE DECLENCHEMENT DU BORNE

FICHE C1 : CURAGE DE TONNERRE

Localisation

Ce curage concerne le secteur situé près de la confluence avec le ruisseau des Combes à la limite entre les communes d'Entremont et du Petit Bornand :



Justification

Un lissage du profil en long est nécessaire conformément au graphique suivant afin de prévenir un engravement de la zone des Plains, très menacée par l'inondation.

Devenir des matériaux

En l'absence de déficit en matériaux identifié sur le bassin versant, les matériaux seront valorisés après que les procédures réglementaires aient été effectuées. La valorisation des matériaux pourra être intégrée au cahier des charges pour la consultation des entreprises.

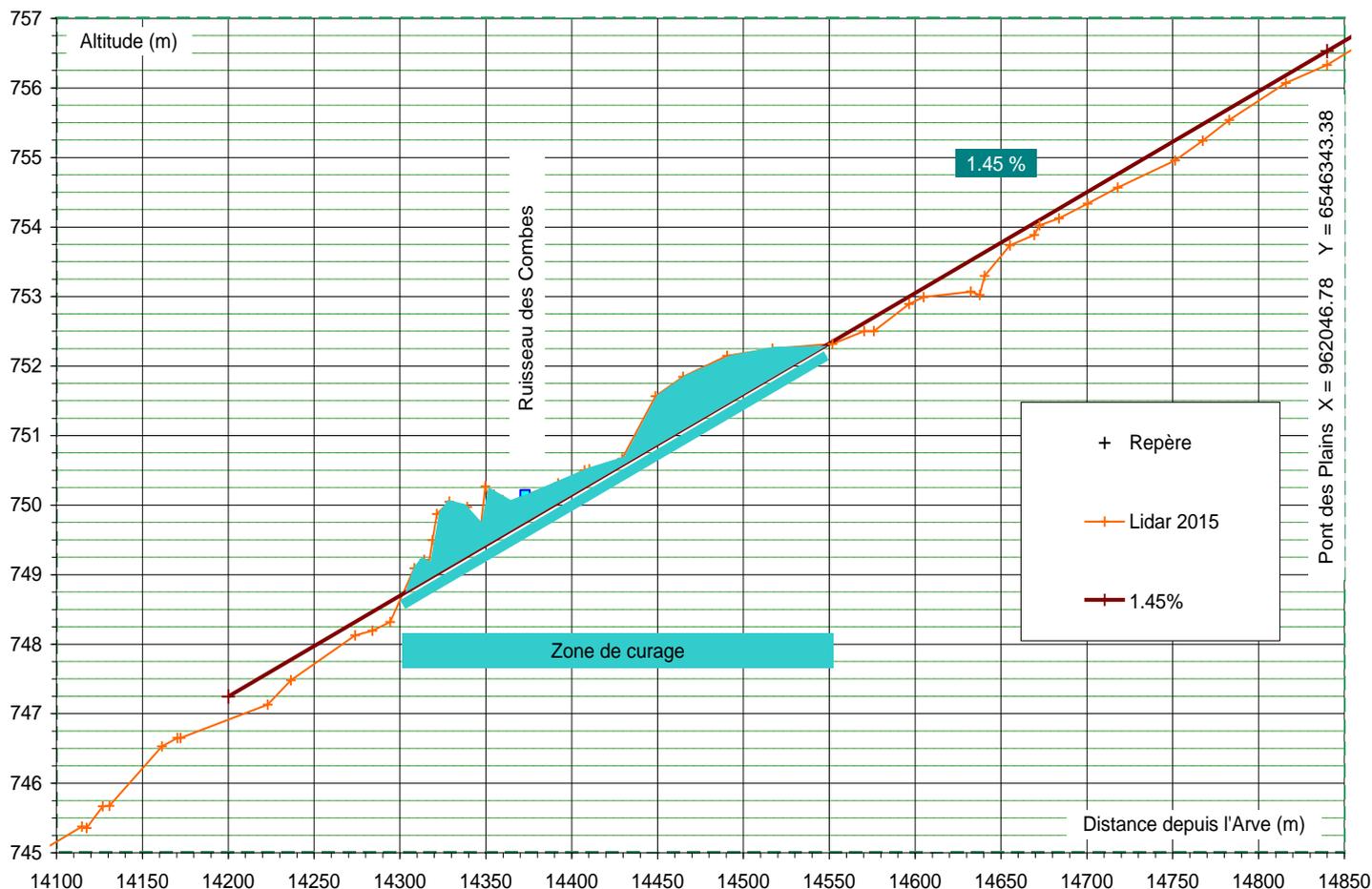
Annexe 1

Dans le cas d'une synergie de projets à l'échelle du territoire d'action du SM3A, les matériaux pourront être utilisés pour une recharge sédimentaire dans un autre bassin versant ; une analyse des caractéristiques granulométriques sera alors nécessaire.

Profil en long

Le curage sera réalisé sur l'ensemble du linéaire où le niveau du fil d'eau d'étiage excède celui du profil en long de déclanchement.

Le niveau du lit après curage correspondra au profil en long de déclanchement minoré de 20 centimètres.



Emprise et modalités

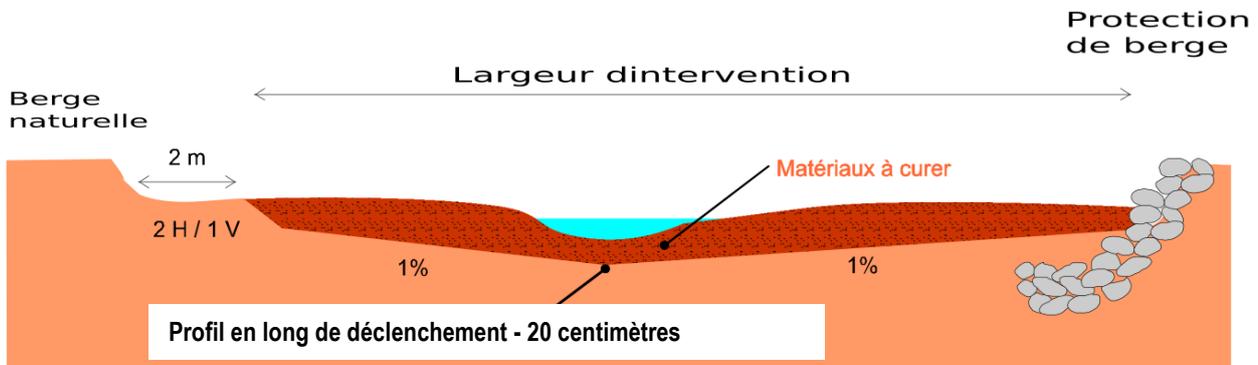
Les modalités de prélèvement des matériaux sont alors les suivantes :

- Les protections de berges seront préservées. Le curage pourra être réalisé jusqu'au contact avec la protection si elle est identifiée en rive droite.
- Le recul de la berge ne devra pas menacer d'autres enjeux que la forêt alluvionnaire. Cela conduit à privilégier une bande de non intervention de 2 mètres en l'absence de protection de berge.

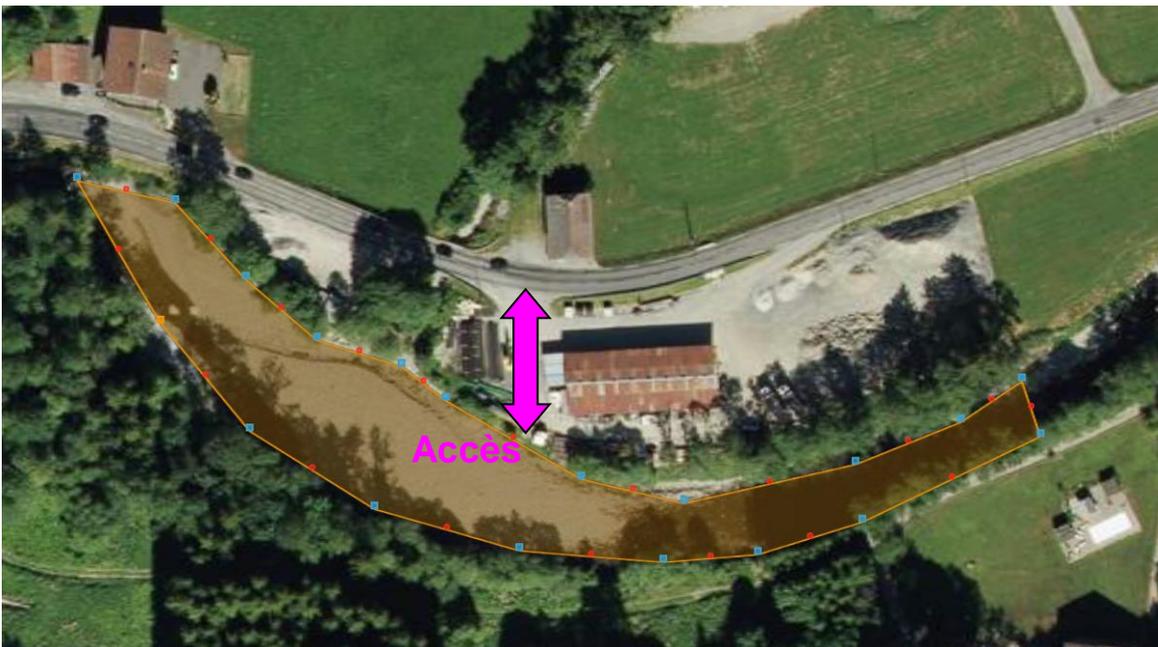
Annexe 1

- ✿ Afin d'éviter un étalement du débit d'étiage, le lit après prélèvement présentera une section transversale en forme de V avec une pente transversale de 1 % pour éviter l'étalement du débit d'étiage et le réchauffement de l'eau. Le lit retrouvera rapidement une morphologie plus naturelle à la première augmentation du débit liquide.

La figure suivante illustre une telle coupe type de ce prélèvement:



La figure suivante montre l'emprise du curage :



Accès

Comme le montre la figure suivante, il sera réalisé directement depuis la plate-forme du bâtiment situé en rive droite sous réserve de l'accord du propriétaire.

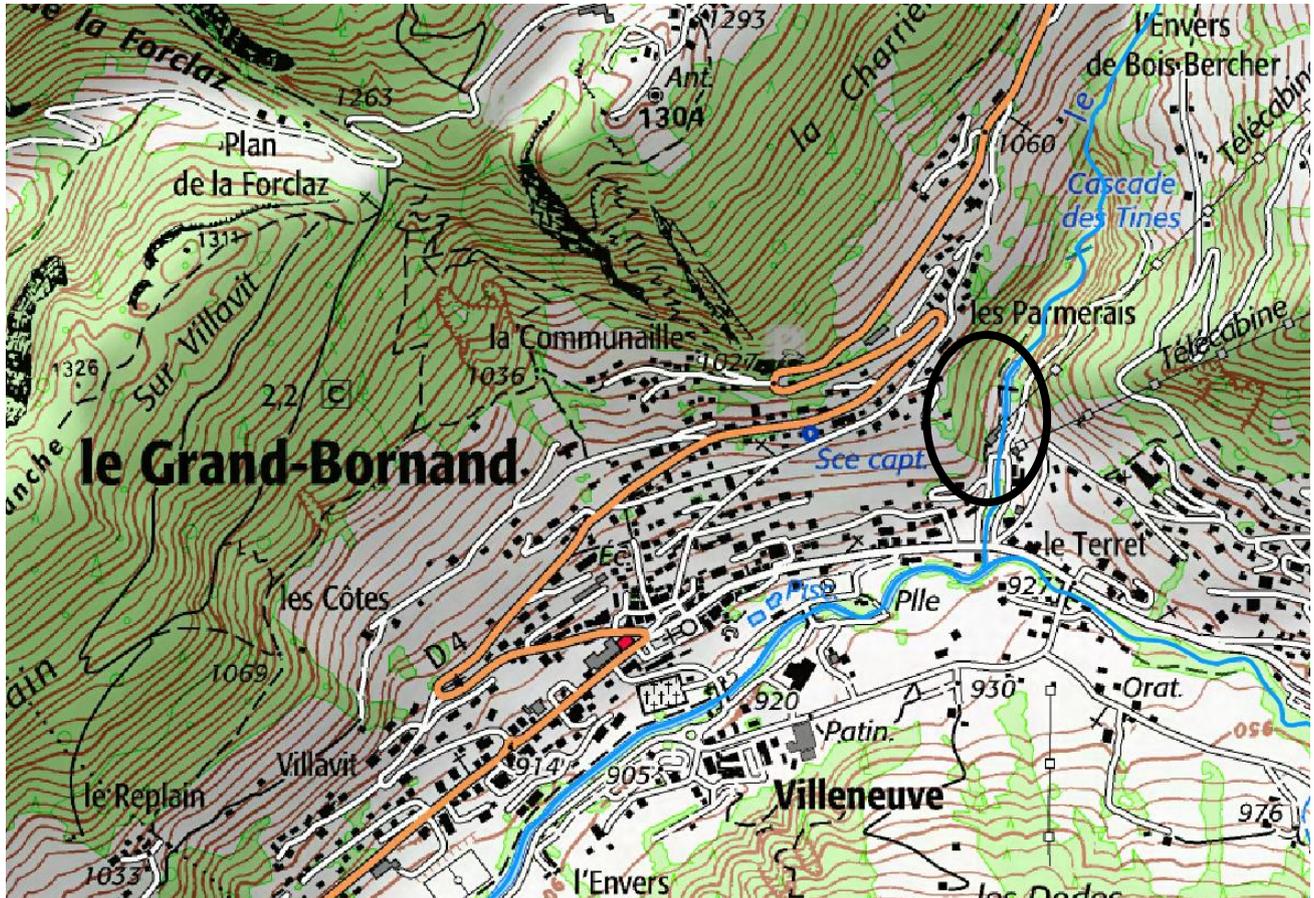
Volume de curage

Le volume curé est de l'ordre de 1 800 m³.

FICHE P1 : PLAGE DE DEPOT DU CHINAILLON

Localisation

Cette plage de dépôt est établie au sommet du cône de déjection du Chinaillon au Grand-Bornand :



Justification

Curage de la plage de dépôt en cas d'atterrissement et restauration de la topographie initiale. Notons que même en cas de construction d'une plage de dépôt en amont dans le secteur du Chinaillon (voir les propositions d'aménagement), le curage de cette plage de dépôt aval reste indispensable.

Cette plage n'a jamais été curée depuis sa construction suite à la crue de 1987.

Devenir des matériaux

En l'absence de déficit en matériaux identifié sur le bassin versant, les matériaux seront valorisés après que les procédures réglementaires aient été effectuées. La valorisation des matériaux pourra être intégrée au cahier des charges pour la consultation des entreprises.

Annexe 2

Emprise et modalités

Curage de l'ensemble des dépôts (arbres et sédiments) pour restauration de la géométrie initiale.

Accès

La principale difficulté est l'accès à la zone de dépôt. Une piste doit être créée en rive gauche depuis la piste de ski.



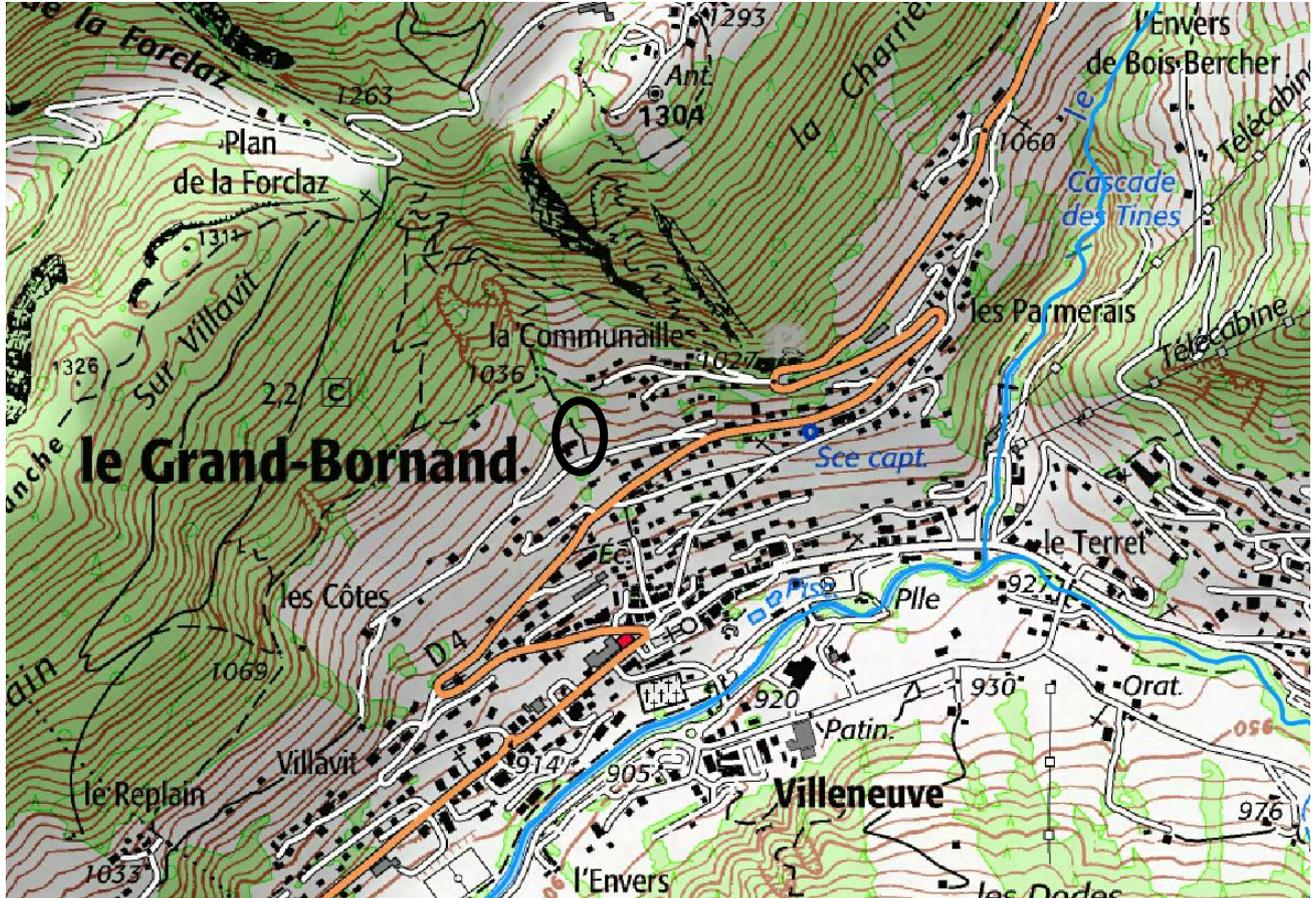
Volume de curage

Le volume à curer sera de quelques milliers de m³.

FICHE P2 : PLAGE DE DEPOT DE LA COMMUNAILLE

Localisation

Cette plage de dépôt est établie sur le versant raide en amont du chef-lieu :



Justification

Curage de la plage de dépôt en cas d'atterrissement et restauration de la topographie initiale afin d'optimiser le transit du ruisseau dans le centre-ville.

Devenir des matériaux

En l'absence de déficit en matériaux identifié sur le bassin versant, les matériaux seront valorisés après que les procédures réglementaires aient été effectuées. La valorisation des matériaux pourra être intégrée au cahier des charges pour la consultation des entreprises.

Emprise et modalités

Curage de l'ensemble des dépôts (arbres et sédiments) pour restauration de la géométrie initiale.

Annexe 2

Cette opération est réalisée régulièrement par la commune qui présente un grand savoir-faire.

Accès

Accès des engins par le chemin rive droite.

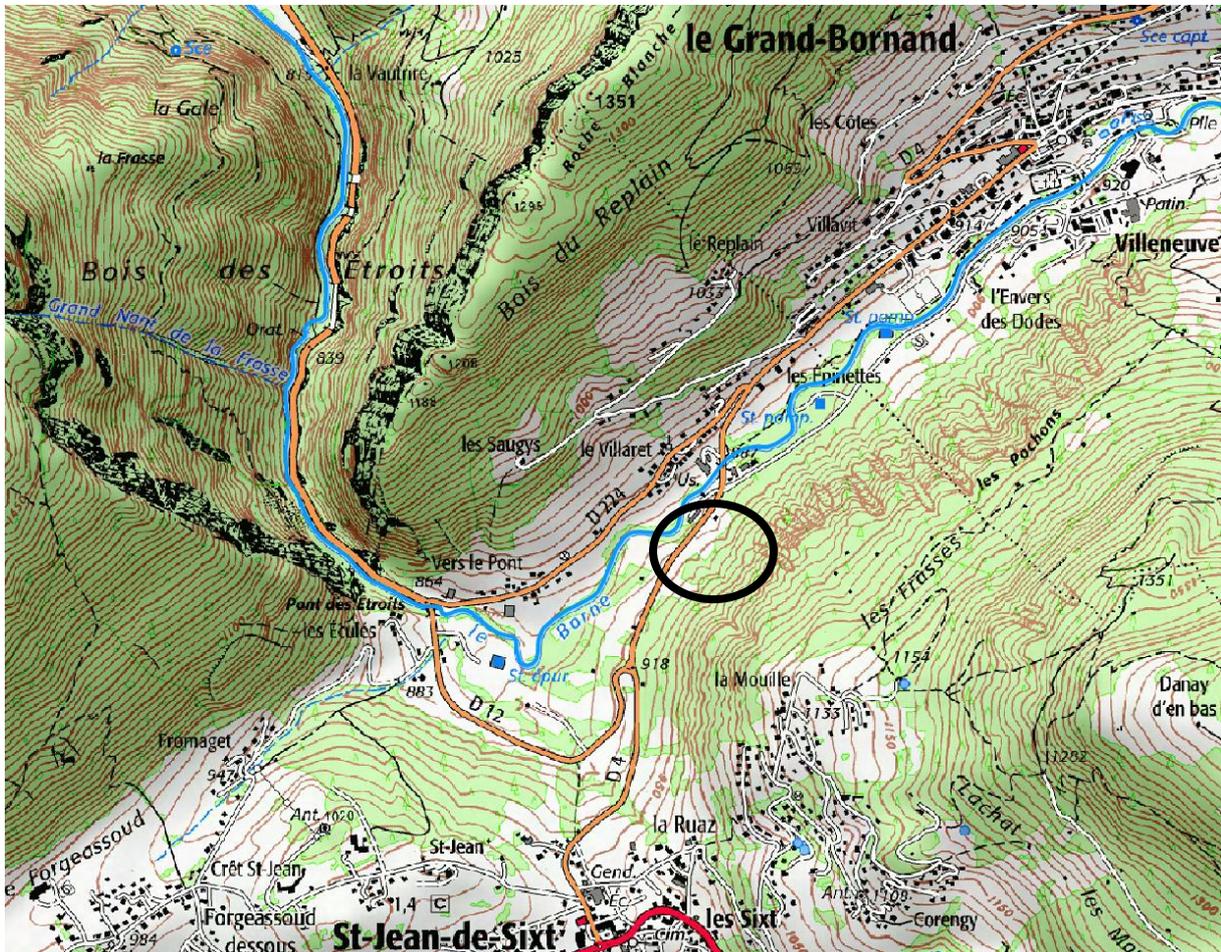
Volume de curage

Le volume à curer sera de quelques dizaines de m³.

FICHE P3 : PLAGE DE DEPOT DE LA FRASSE

Localisation

Cette plage de dépôt est établie juste en amont du franchissement de la RD 4 sur la commune de Saint Jean de Sixt :



Justification

Curage de la plage de dépôt en cas d'atterrissement et restauration de la topographie initiale.

Cette plage de dépôt n'a jamais été curée depuis sa construction.

Devenir des matériaux

En l'absence de déficit en matériaux identifié sur le bassin versant, les matériaux seront valorisés après que les procédures réglementaires aient été effectuées. La valorisation des matériaux pourra être intégrée au cahier des charges pour la consultation des entreprises.

Emprise et modalités

Curage de l'ensemble des dépôts (branches et sédiments) pour restauration de la géométrie initiale.

Annexe 2

Accès

Un accès est à prévoir depuis la rive gauche. Étant donné les volumes très limités et la faible fréquence d'intervention, la création d'une piste n'est peut-être pas nécessaire



Volume de curage

Le volume à curer sera de quelques dizaines de m³.

FICHE P4 : PLAGE DE DEPOT DE GRATTY

Localisation

Cette plage de dépôt est établie en amont de la zone urbaine du Petit Bornand :



Justification

Curage de la plage de dépôt en cas d'atterrissement et restauration de la topographie initiale.

Cela n'est jamais arrivé depuis la construction de cet ouvrage ancien.

Devenir des matériaux

En l'absence de déficit en matériaux identifié sur le bassin versant, les matériaux seront valorisés après que les procédures réglementaires aient été effectuées. La valorisation des matériaux pourra être intégrée au cahier des charges pour la consultation des entreprises.

Emprise et modalités

Curage de l'ensemble des dépôts (arbres et sédiments) pour restauration de la géométrie initiale.

Annexe 2

Les problèmes posés par ce ruisseau illustre l'effet d'un excède de curage. Une intervention à ce niveau passerait par les étapes suivantes :

1. Vérification de la résistance du réservoir amont en cas de remplissage par de l'eau ou des matériaux.
2. Équipement de cet ouvrage par un piège à flottants.
3. Entretien rigoureux de la végétation entre cet ouvrage et la buse.
4. Aménagement d'un ouvrage de mise en vitesse et de stabilisation du lit en amont de la buse.

Accès

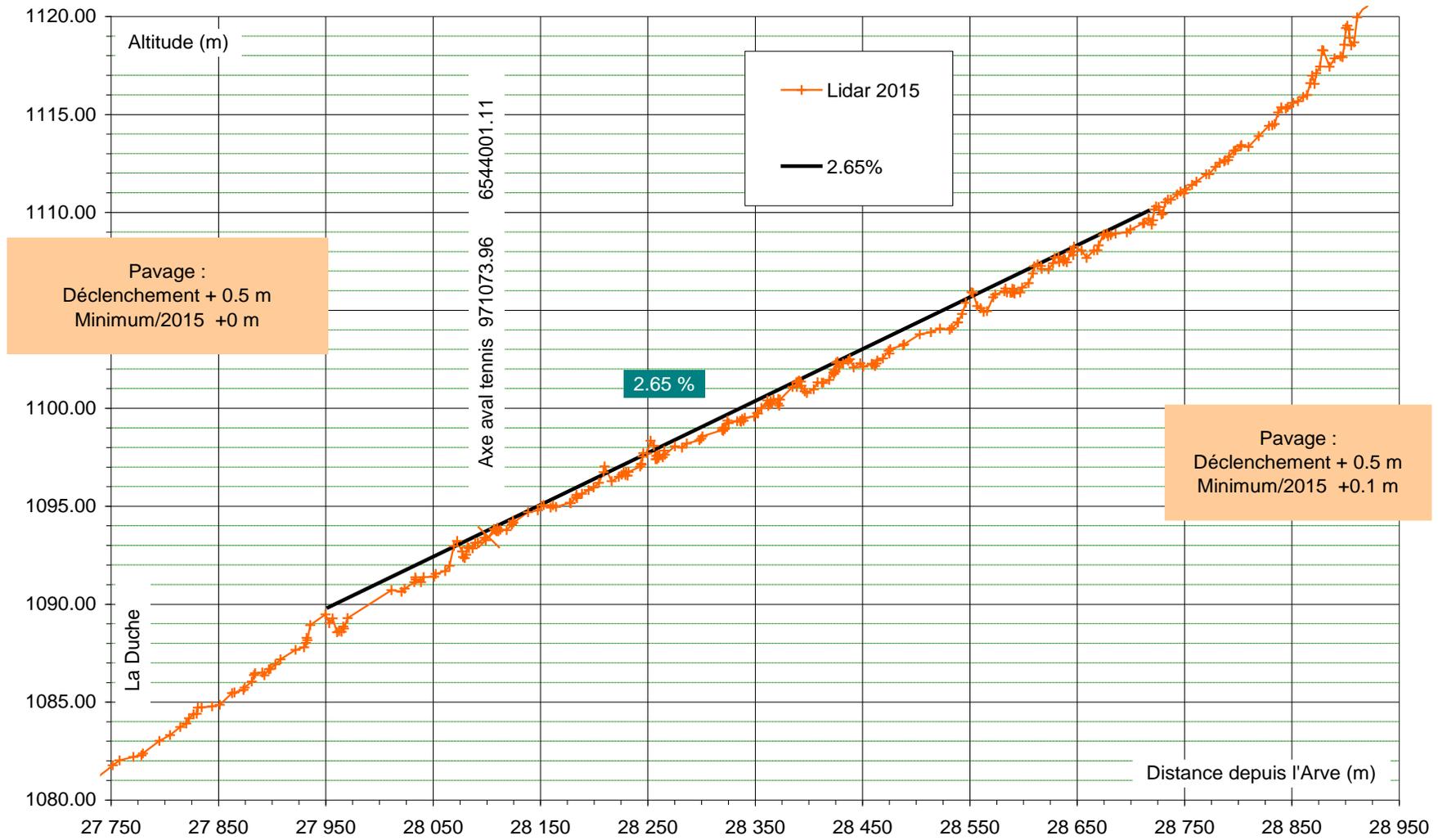
Trivial par la piste qui longe le ruisseau.

Volume de curage

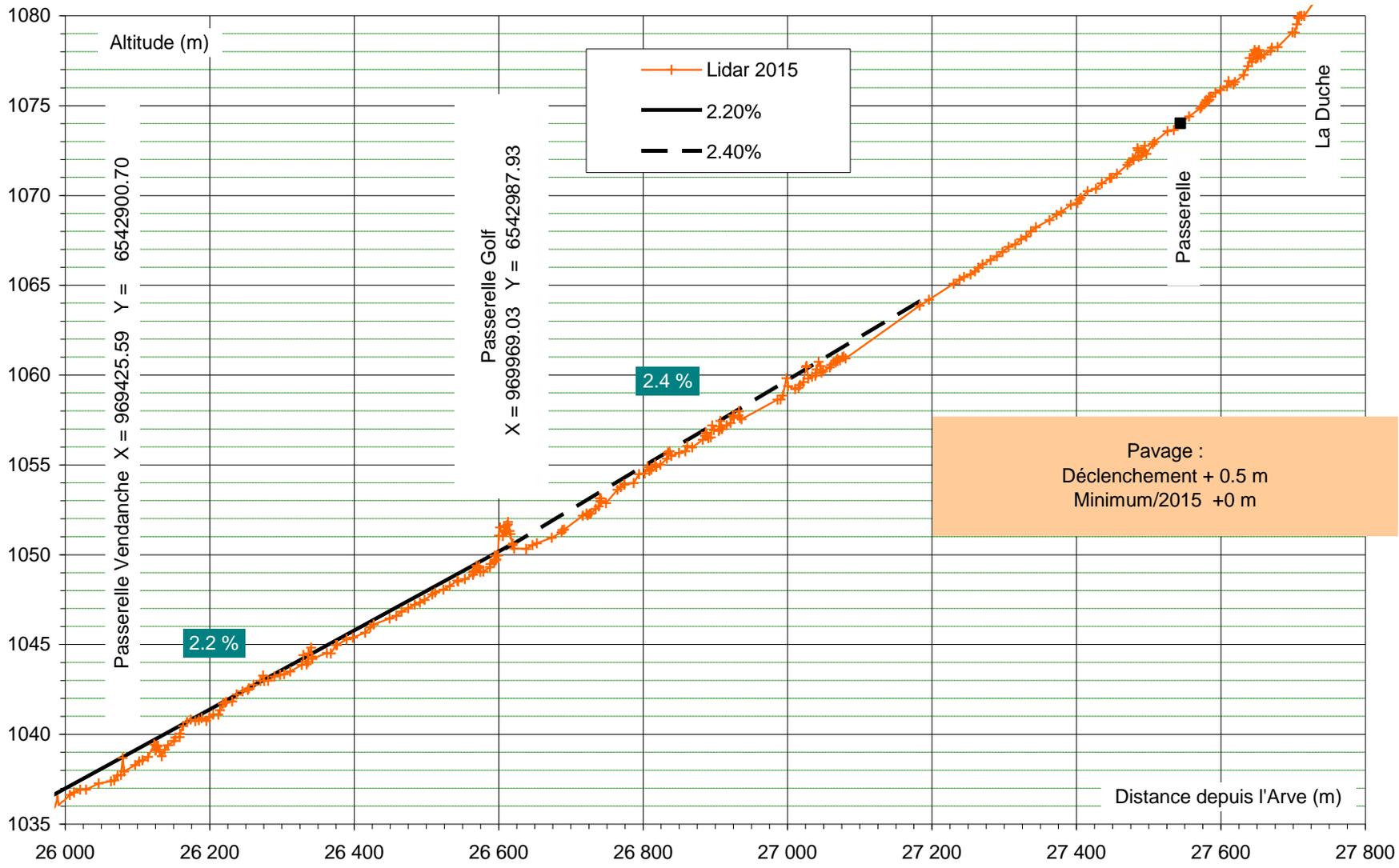
Le volume à curer sera de quelques dizaines de m³.

PROFILS EN LONG DE DECLenchement DU BORNE

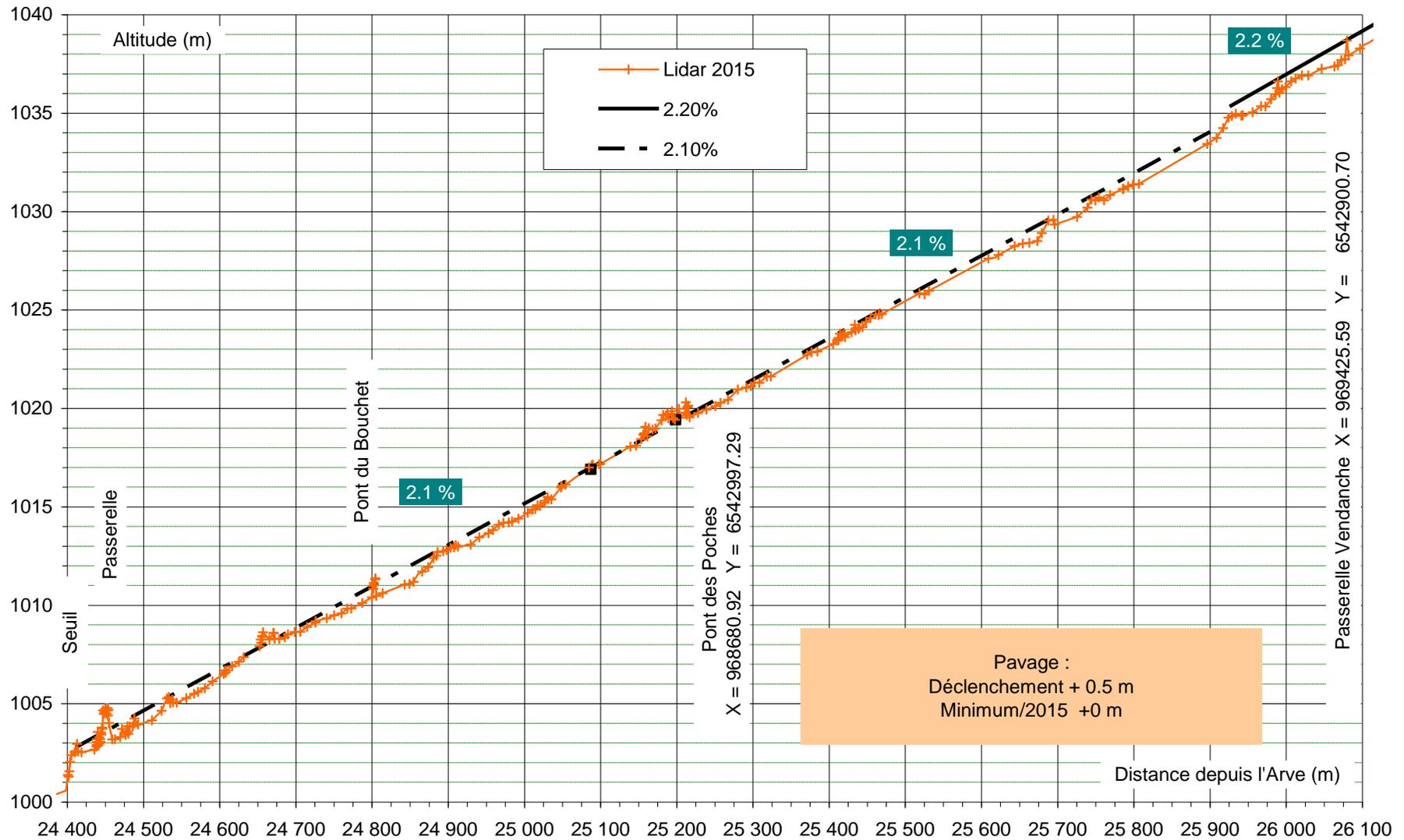
Annexe 3



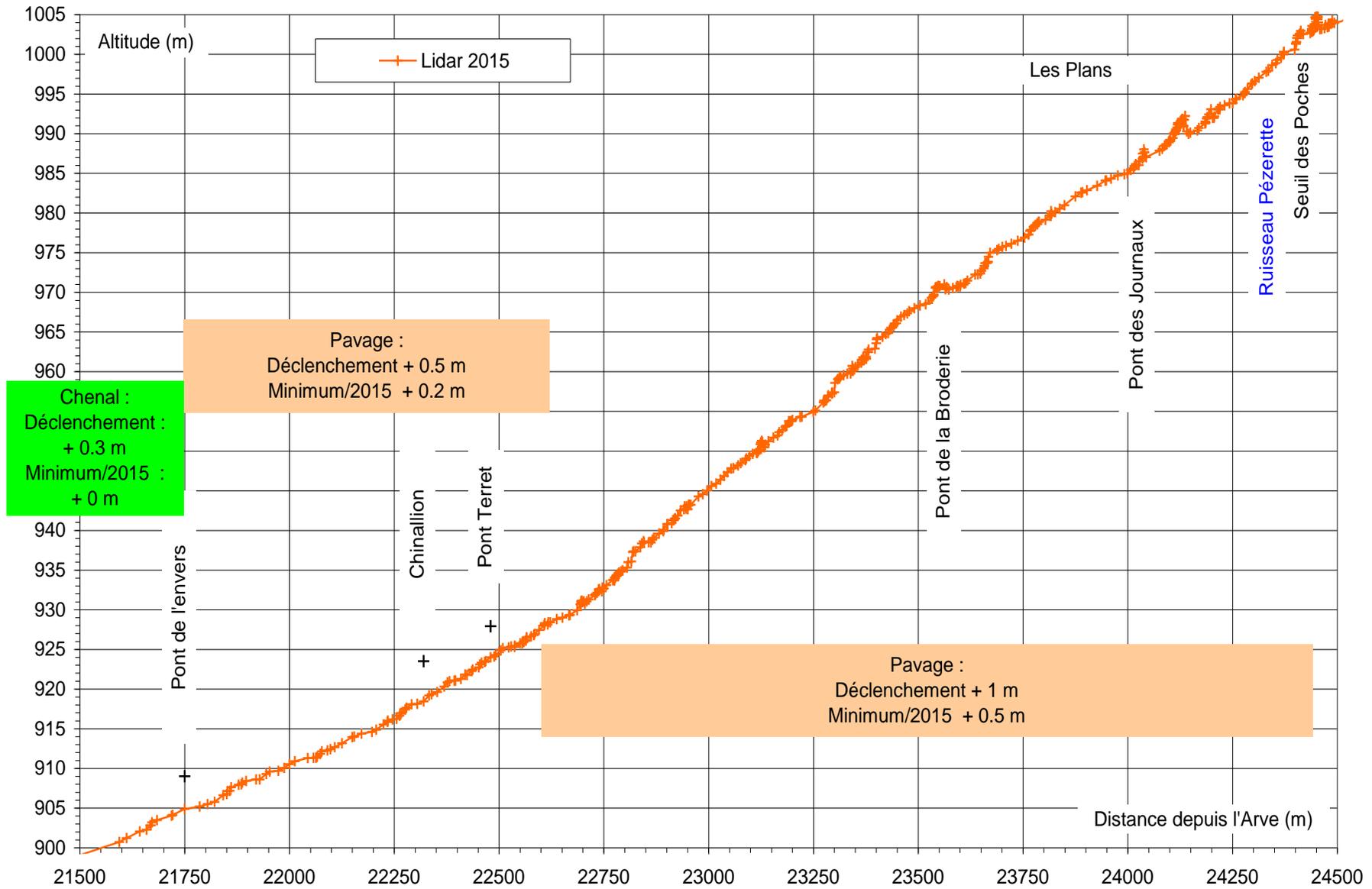
Annexe 3



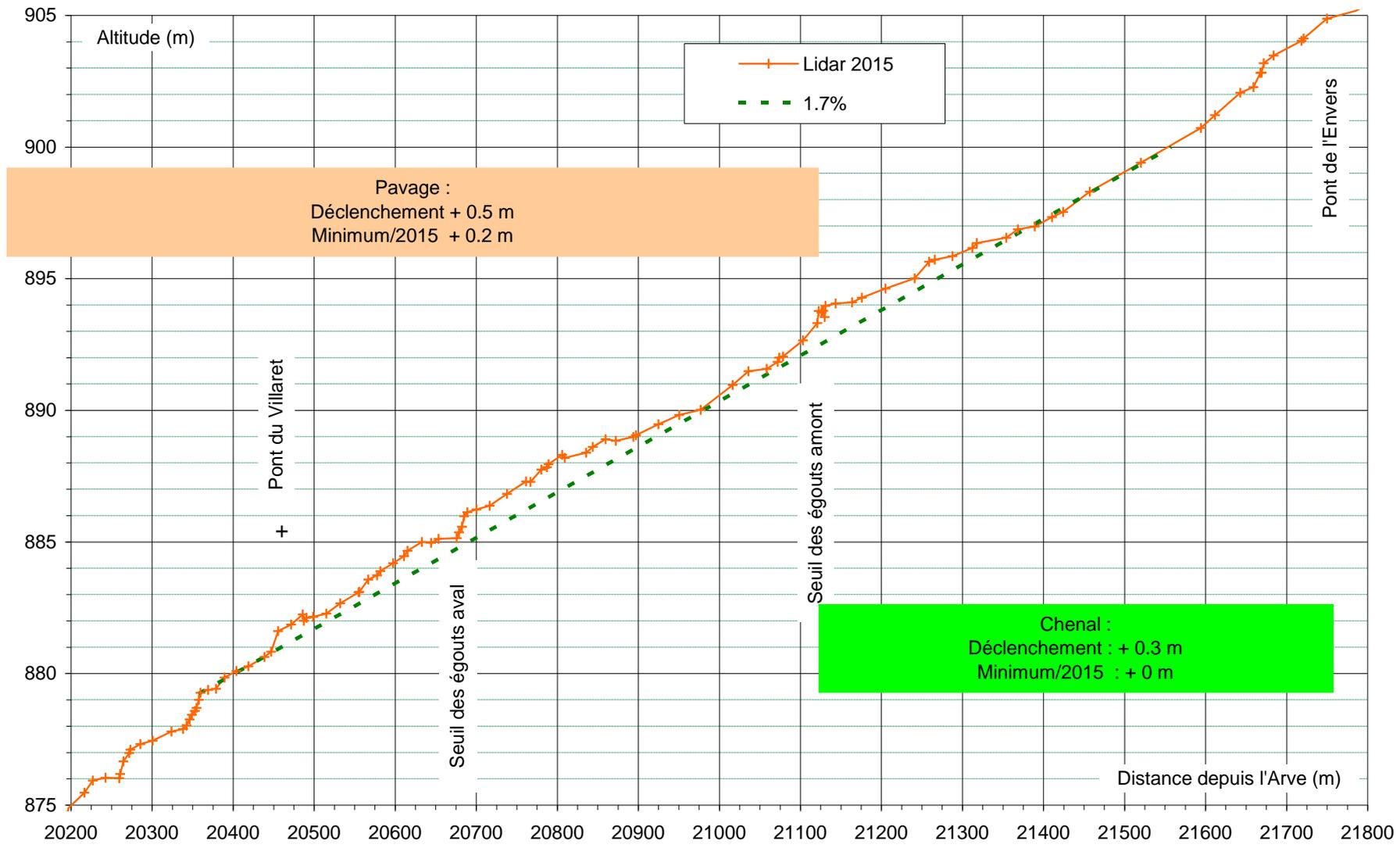
Annexe 3



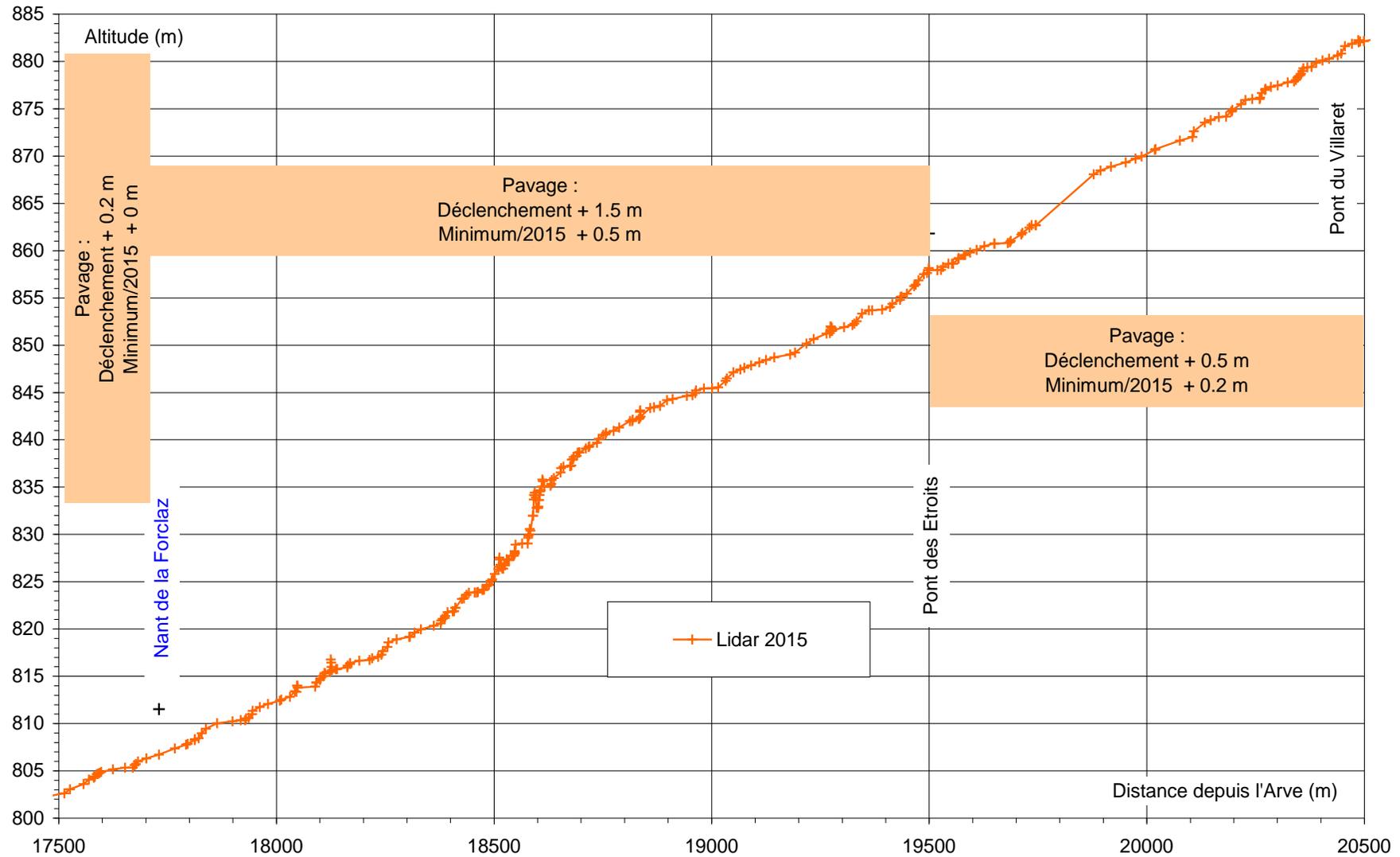
Annexe 3



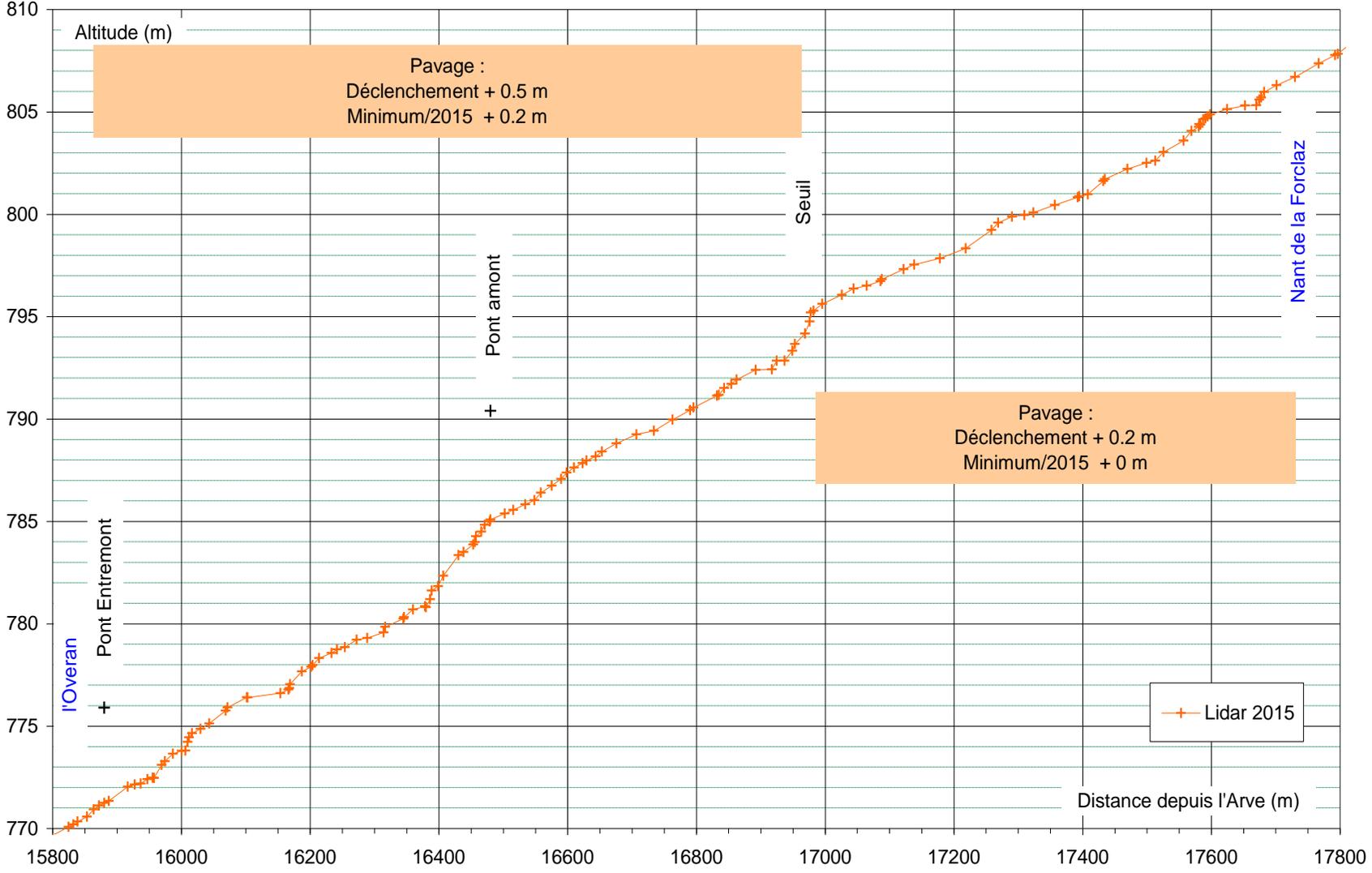
Annexe 3



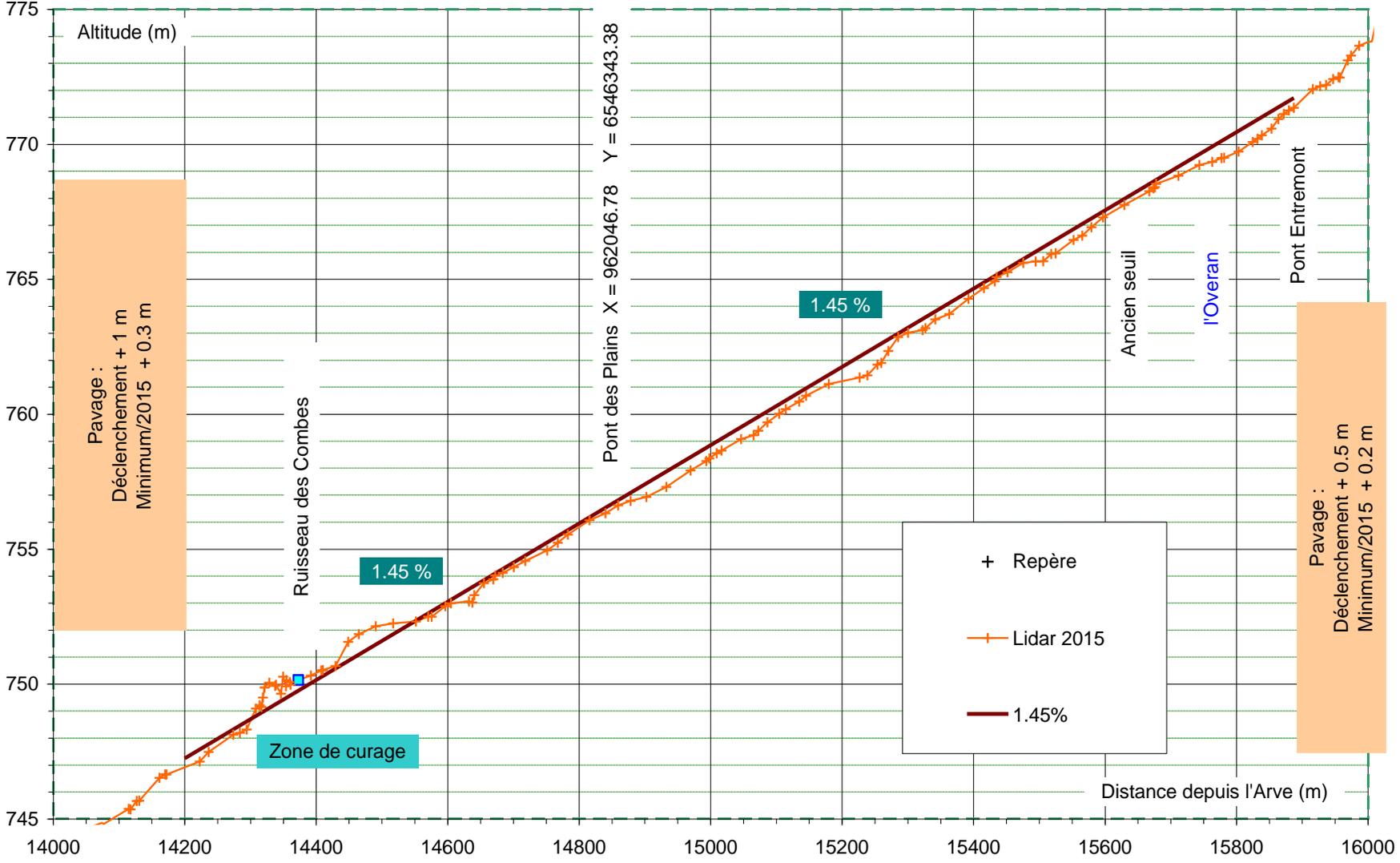
Annexe 3



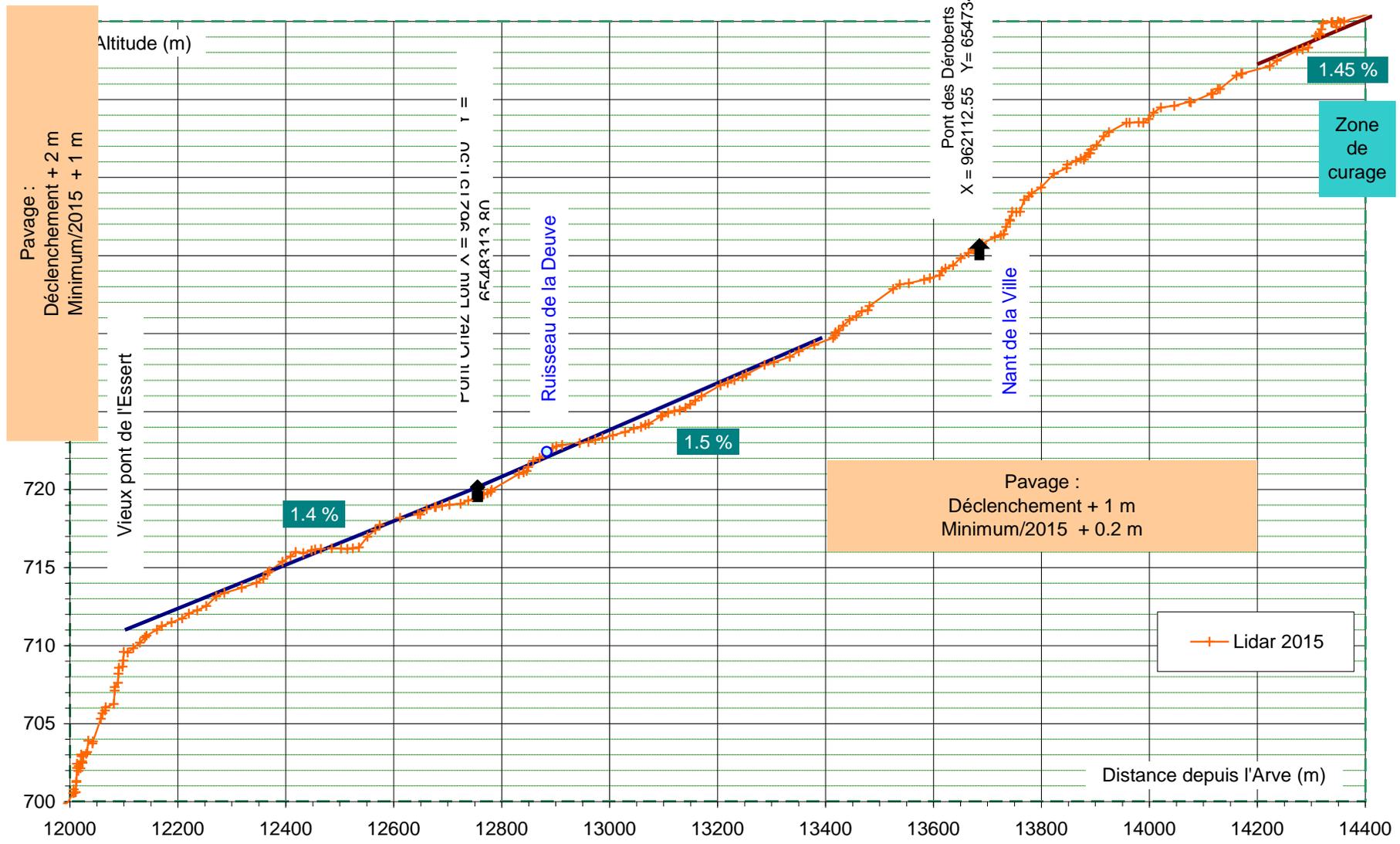
Annexe 3



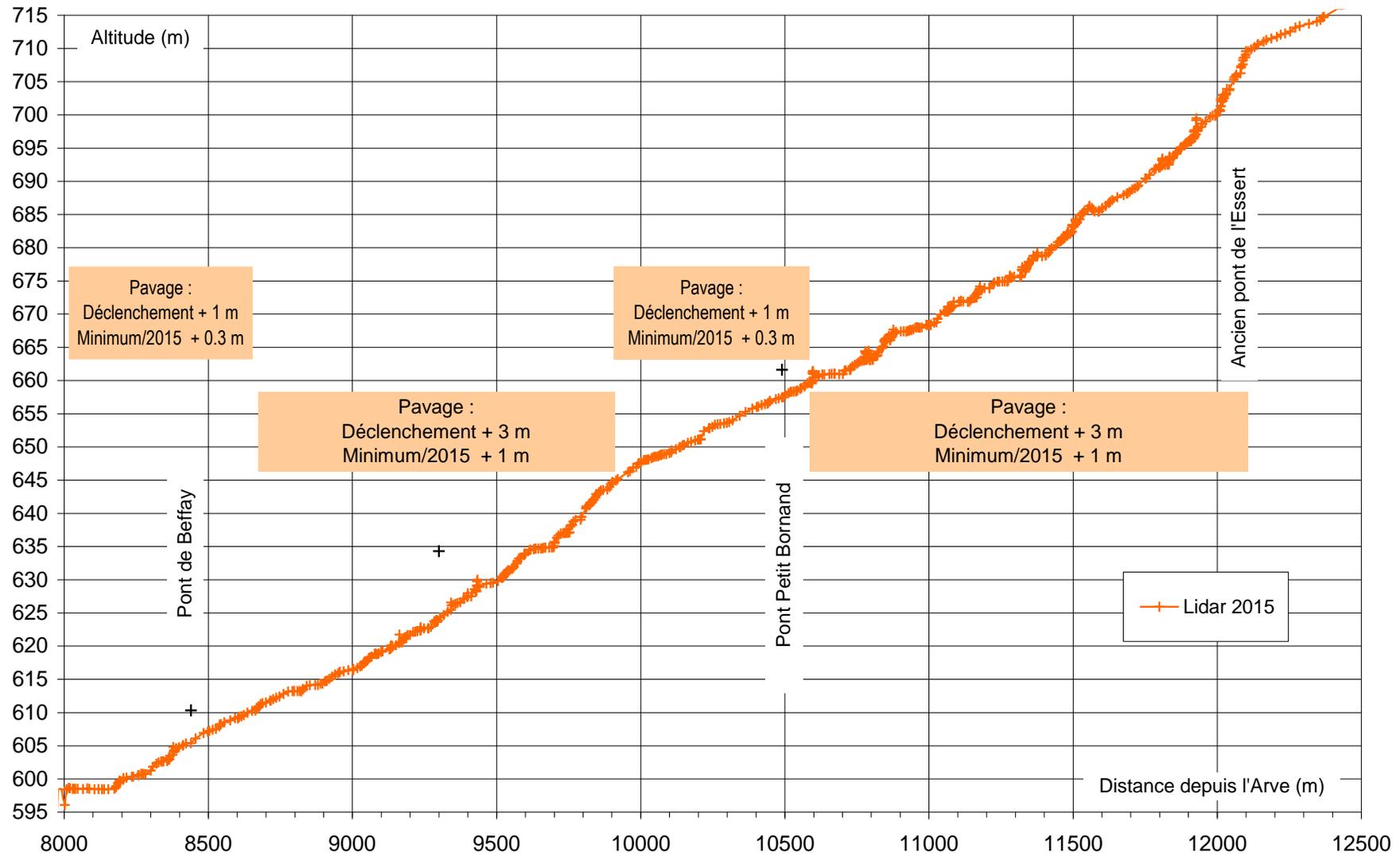
Annexe 3



Annexe 3



Annexe 3



Annexe 3

