

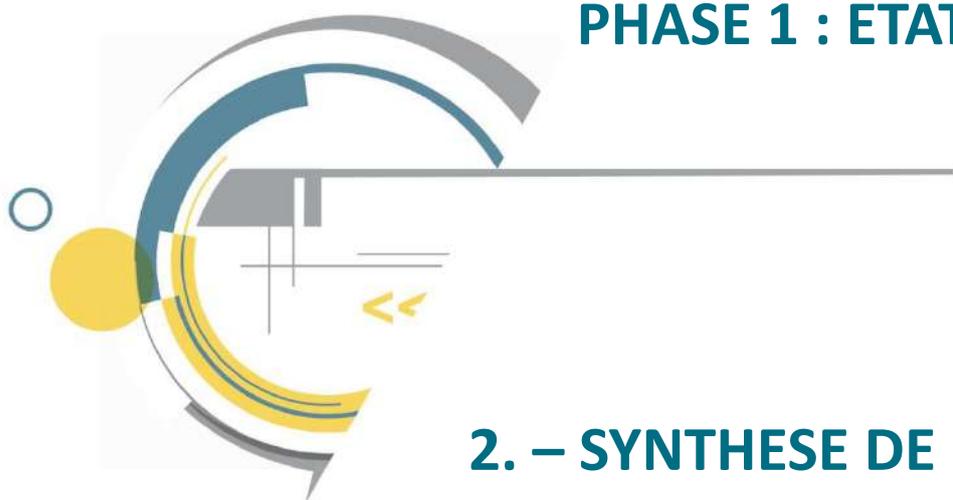


Syndicat Mixte
des Bassins
Hydrauliques
de l'Isère

SYNDICAT MIXTE DES BASSINS
HYDRAULIQUES DE L'ISERE



SCHEMA D'AMENAGEMENT INTEGRE DU BASSIN VERSANT DU BRED A ET AVP POUR LA PREVENTION DES INONDATIONS ET LA RESTAURATION DES MILIEUX AQUATIQUES



PHASE 1 : ETAT DES LIEUX

2. – SYNTHÈSE DE LA PHASE 1



DOCUMENT :
01201637- 108 – ETU - ME – 1

Indices	Etablit par	Approuvé par	Date	Object
E	Equipe	F.BOUVIN	Juin 2023	Reprise de coquilles
D	Equipe	F.BOUVIN	Avril 2023	Version Finale
C	Equipe	F.BOUVIN	Mars 2023	Reprise suite aux remarques su SYMBHI
B	Equipe	F.BOUVIN	Décembre 2022	Reprise suite aux remarques su SYMBHI
A	Equipe	F.BOUVIN	Octobre 2022	Etablissement



SOMMAIRE

A. PREAMBULE	9
A.1. CONTEXTE DU PROJET.....	9
A.2. OBJET DU RAPPORT	9
B. ETUDES ANTERIEURES ANALYSEES	10
B.1. Etudes	10
B.2. CARTOGRAPHIE DES ALEAS ET PPRN.....	12
B.2.1. PPRN Allevard.....	13
B.2.2. PPRN Pontcharra.....	14
B.2.3. PPRN Chapelle du BARD.....	15
B.2.4. Carte Aleas naturels HAUT-BREDA.....	16
C. ANALYSE SPECIFIQUE DES CRUES REMARQUABLES.....	21
C.1. LISTE DES EVENEMENTS PRINCIPAUX.....	21
C.2. LISTE DES EVENEMENTS COMPLEMENTAIRES (BASE DE DONNEES RTM)	23
D. BILAN DES OUVRAGES	25
E. ANALYSE HYDROLOGIQUE	29
E.1. Estimations passées	29
E.2. Actualisation des estimations en 2022	30
F. ANALYSE HYDRAULIQUE.....	33
F.1. Etudes antérieures	33
F.2. Actualisation des Modélisations en 2022	33
G. DIAGNOSTIC MORPHO-ECOLOGIQUE	35
G.1. A propos du contexte environnemental	35
G.2. A propos des unités morphologiques du Breda.....	35
G.3. Conclusion.....	36
H. ANALYSE DU TRANSPORT SOLIDE ET SEDIMENTAIRE	37
H.1. Diagnostic morphologique	37
H.2. Fourniture sédimentaire / transport solide.....	45
H.3. Evolution du fond du lit	48
H.3.1. Estimation des épaisseurs du fond du lit	49
H.3.2. Résultats de l'estimation de l'évolution du fond du lit	50
I. ANALYSE DE L'INONDABILITE	57
I.1. Etablissement des scénarios et mise en œuvre des intensités de crue.....	57
I.2. Synthèse par tronçon	59



I.3. Résultats détaillés	62
I.3.1. Haut-Bréda / Amont bassin 136 000 (Breda, Pleynet)	62
I.3.2. Haut-Bréda / Vaugelat -> La Ferriere (Breda, Vaugelat, Grande Valloire).....	67
I.3.3. Haut-Bréda / Confluence Gleyzin (Breda, Gleyzin, Jalon).....	84
I.3.4. Combe d'Allevard / Traversée d'Allevard (Breda, Torrents de Bramefarine).....	91
I.3.5. Combe d'Allevard / Jeannotte -> Bens (Breda, Jeannotte, Buisson, Bard).....	105
I.3.6. Gorges de Détrier-Pontcharra / Amont Pontcharra (Breda)	118
I.3.7. Gorges de Détrier Pontcharra / Traversée Pontcharra (Breda).....	122
I.3.8. Bens (Bens)	130
J. ESPACE DE BON FONCTIONNEMENT	135
K. ANNEXE 1 : Hypothèses de définition des scénarios.....	137

TABLES AND FIGURES

Figure 1 : Informations disponibles sur d'autres crues du bassin versant	21
Figure 2 : Analyse de la base RTM sur le BREDA 1/2.....	23
Figure 3 : Analyse de la base RTM sur le BREDA 2/2.....	23
Figure 4 : synthèse des débits décennaux calculés dans les études antérieures.....	29
Figure 5 : Synthèse des débits de pointe sur le bassin versant.....	31
Figure 6 - Profil en long du Bréda, de la cascade du Pissou à la confluence avec l'Isère (données Lidar 2020).....	40
Figure 7 - Détail du profil en long au droit des sous-tronçons 2.1 et 2.2.....	41
Figure 8 - Profil en long dans le tronçon 3.	42
Figure 9 - Profil en long dans le tronçon 4.	42
Figure 10 - Profil en long au droit des sous-tronçons ST4.3 et ST4.4.....	43
Figure 11 Figure 40 - Profil en long au droit des sous-tronçons ST4.6 et S5.....	43
Figure 12 - Représentation des volumes fournis par Hydrodém, Ecstrem et capacités de transport solide.	46
Figure 13 - Diagrammes en violon des valeurs brutes fournis par les modèles et calcul de capacité de transport pour V10 et V100.	47
Figure 14 - Graphique de synthèse sous forme radar avec pointage des trois bassins versants à lave torrentielle, le reste étant mixte (charriage-lave).....	48
Figure 15 - Exemple de calculs réalisés pour estimer les épaisseurs du fond du lit sur la Grande Valloire.	49
Figure 16 - Exemple de simulation d'évolution du fond du lit à partir du modèle EVOFOND, au droit de la confluence Combe Madame / Bréda pour une crue d'occurrence T10 et T100.	50
Figure 17 - Résultats sous forme de profil en long des épaisseurs de dépôts modélisées avec Evofond.	51
Figure 18 - Résultats des épaisseurs de dépôts estimés de manière experte.	51
Figure 19 - Résultats sous forme de profil en long des épaisseurs de dépôts modélisées avec Evofond.	52
Figure 20 - Résultats des épaisseurs de dépôts estimés de manière experte.	52
Figure 21 - Résultats sous forme de profil en long des épaisseurs de dépôts modélisées avec Evofond.	53
Figure 22 - Résultats des épaisseurs de dépôts estimés de manière experte.	53
Figure 23 - Résultats sous forme de profil en long des épaisseurs de dépôts modélisées avec Evofond.	54
Figure 24 - Résultats sous forme de profil en long des épaisseurs de dépôts modélisées avec Evofond.	55
Figure 25 - Résultats des épaisseurs de dépôts estimés de manière experte.	55
Figure 26 - Résultats sous forme de profil en long des épaisseurs de dépôts modélisées avec Evofond.	56
Figure 27 – Décomposition des tronçons de la zone d'étude	60
Figure 28 – Localisation du tronçon 01 (bleu).....	62
Figure 29 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon : Amont bassin 136 000	63
Figure 30 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Amont bassin 136 000	64
Figure 31 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Amont bassin 136 000	65
Figure 32 – Localisation du tronçon 02 (vert)	67
Figure 33 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon : Grande Valloire.....	68
Figure 34 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon : La Ferrière.....	69

Figure 35 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Epinay / Vaugelat (hors alea torrentiel) ...	70
Figure 36 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Vaugelat (alea Torrentiel).....	71
Figure 37 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Grande Valloire (hors alea torrentiel)	72
Figure 38 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Grande Valloire (alea torrentiel)	73
Figure 39 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Tigneux (alea torrentiel)	73
Figure 40 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : La Ferrière– 1/2	74
Figure 41 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : La Ferrière– 2/2	75
Figure 42 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Epinay / Vaugelat (hors alea torrentiel) .	76
Figure 43 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Vaugelat (alea Torrentiel).....	77
Figure 44 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Grande Valloire (Hors alea Torrentiel) ...	78
Figure 45 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Grande Valloire (Alea Torrentiel)	78
Figure 46 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Tigneux (Alea Torrentiel).....	79
Figure 47 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : LA FERRIERE	80
Figure 48 : Profil en sortie du bassin 136 000 pour T100ans du BREDA (Tronçon BREDA EPINAY).....	82
Figure 49 : Profil en sortie du bassin 136 000 pour T1000ans du BREDA (Tronçon BREDA EPINAY)....	82
Figure 50 – Localisation du tronçon 03 (jaune).....	84
Figure 51 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon : PINSOT	85
Figure 52 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : PINSOT (Hors risque torrentiel).....	86
Figure 53 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : PINSOT (alea torrentiel).....	87
Figure 54 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : PINSOT (y compris alea torrentiel)	88
Figure 55 – Localisation du tronçon 04 (rose).....	91
Figure 56 : Localisation des torrents de Bramefarine avec le réseau EP (rouge).....	92
Figure 57 : Emprise maximale pour T10ans du TORRENT du BAYARD.....	93
Figure 58 : Emprise maximale pour T30ans du TORRENT Tronçon : traversée d'ALLEVARD.....	95
Figure 59 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / ALLEVARD 1/4	97
Figure 60 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / ALLEVARD 2/4	98
Figure 61 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / ALLEVARD 3/4	99
Figure 62 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / ALLEVARD 4/4	100
Figure 63 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Traversée ALLEVARD	101
Figure 64 : Capacité des réseaux EP collectant les TORRENTS de BRAMEFARINE	103
Figure 65 – Localisation du tronçon 05 (Rouge).....	105
Figure 66 : Emprise maximale pour T10ans du Tronçon BREDA / ALLEVARD AVAL 1/2	106
Figure 67 : Emprise maximale pour T10ans du Tronçon BREDA / ALLEVARD AVAL 2/2	107
Figure 68 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon : Combe d'Allevard aval 1/2	108
Figure 69 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon : Combe d'Allevard aval 2/2	109
Figure 70 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon : Torrent du Bard	110
Figure 71 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Combe d'Allevard aval ½ (Hors risque Torrentiel).....	111
Figure 72 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Combe d'Allevard aval 2/2 (Hors risque Torrentiel).....	112
Figure 73 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Torrent du Bard (Hors risque Torrentiel)	113
Figure 74 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : JEANNOTTE (Risque torrentiel)	113
Figure 75 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : BUISSON (Risque torrentiel).....	114
Figure 76 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : BARD (Risque torrentiel)	114
Figure 77 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Combe d'Allevard Aval (Hors risque Torrentiel).....	115
Figure 78 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Torrents de la JEANNOTTE, BUISSON et BARD (risque Torrentiel)	116
Figure 79 – Localisation du tronçon 06 (Vert).....	118

Figure 80 : Emprise maximale pour T10ans du Tronçon BREDA / DETRIER 1/2	119
Figure 81 : Emprise maximale pour T10ans du Tronçon BREDA / DETRIER 2/2	119
Figure 82 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / DETRIER 1/2	120
Figure 83 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / DETRIER 2/2	120
Figure 84 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon BREDA / DETRIER.....	121
Figure 85 – Localisation du tronçon 09	122
Figure 86 : Ligne d'eau de la traversée de PONTCHARRA pour T = 10ans	123
Figure 87 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon BREDA / PONTCHARRA 1/2	124
Figure 88 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon BREDA / PONTCHARRA 2/2	125
Figure 89 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon BREDA / PONTCHARRA 2/2 (h> 10cm)	125
Figure 90 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / PONTCHARRA 1	126
Figure 91 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / PONTCHARRA 2/2	127
Figure 92 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / PONTCHARRA 2/2 (h> 10cm)	127
Figure 93 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon BREDA / PONTCHARRA 2/2	128
Figure 94 : Localisation du tronçon 7	130
Figure 95 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon BENS	131
Figure 96 : Emprise maximale pour T100ans du BENS (Tronçon ARVILLARD) 1/2.....	132
Figure 97 : Emprise maximale pour T100ans du BENS (Tronçon ARVILLARD) 2/2.....	133
Figure 98 : Emprise maximale pour T1000ans du BENS.....	133
Figure 99 : Vitesse de l'écoulement pour T100ans du BENS (Tronçon ARVILLARD)	134
Figure 100 - Schématisation des emprises considérées pour l'EBF morphologiques dans un contexte de rivière à forte pente.	135

Tableau 1 - Valeurs finalisées, avec en rouge, les valeurs préférentielles à retenir pour V10 et V100.48

A. PREAMBULE

A.1. CONTEXTE DU PROJET

Dans le cadre de la mise en œuvre d'un Programme d'Action de Prévention du Risque Inondation le Syndicat Mixte des Bassins Hydrauliques de l'Isère (SYMBHI) engage une première phase, dite d'intention, qui doit notamment permettre l'étude au stade AVP d'un schéma intégré d'aménagement sur le bassin versant du Bréda qui intègre les volets hydraulique, Hydromorphologique, transport solide et écologique.

Le GROUPEMENT CABINET MERLIN / VEODIS-3D / BIOTEC / SCALVO est attributaire de ce marché pour mener cette étude qui se déroule en 3 phases :

- ✓ PHASE 1 : Etat des lieux et diagnostic
- ✓ PHASE 2 : Etudes des enjeux
- ✓ PHASE 3 : Etudes des solutions et programme

A.2. OBJET DU RAPPORT

Ce rapport rentre dans le cadre de la phase 1 et vise à synthétiser les thématiques suivantes :

- ✓ Etudes antérieures analysées
- ✓ Hydrologie
- ✓ Hydraulique
- ✓ Morpho Ecologique
- ✓ Transport solide et sédimentaire
- ✓ Espace de bon fonctionnement

La zone d'étude localisant les cours d'eau et la toponymie des ouvrages est présentée en annexe.

B. ETUDES ANTERIEURES ANALYSEES

Cette partie est reprise en détail dans le rapport : 1.1 – Rapport d'état des lieux.

B.1. ETUDES

Au total 26 études antérieures ont été recensées sur le territoire depuis 1994. Parmi les études références on peut citer par exemple :

- ✓ L'Etude SILENE / ALP'GEORISQUES de 1994 portant sur l'ensemble du bassin Versant mais spécifiquement sur ALLEVARD et PONTCHARRA
- ✓ L'Etude GEO+ de 2006 portant également sur l'ensemble du bassin versant
- ✓ Une étude de bilan écologique du bassin Versant (TERREO 2020)
- ✓ Plusieurs études sur les torrents de VAUGELAT, BARD (RTM)
- ✓ Plusieurs études sur les torrents de BRAMEFARINE (GEO+ et ERGH)

Toutes ces études ont abouti à un programme d'action à mener sur le territoire mais ont été peu suivies de travaux.

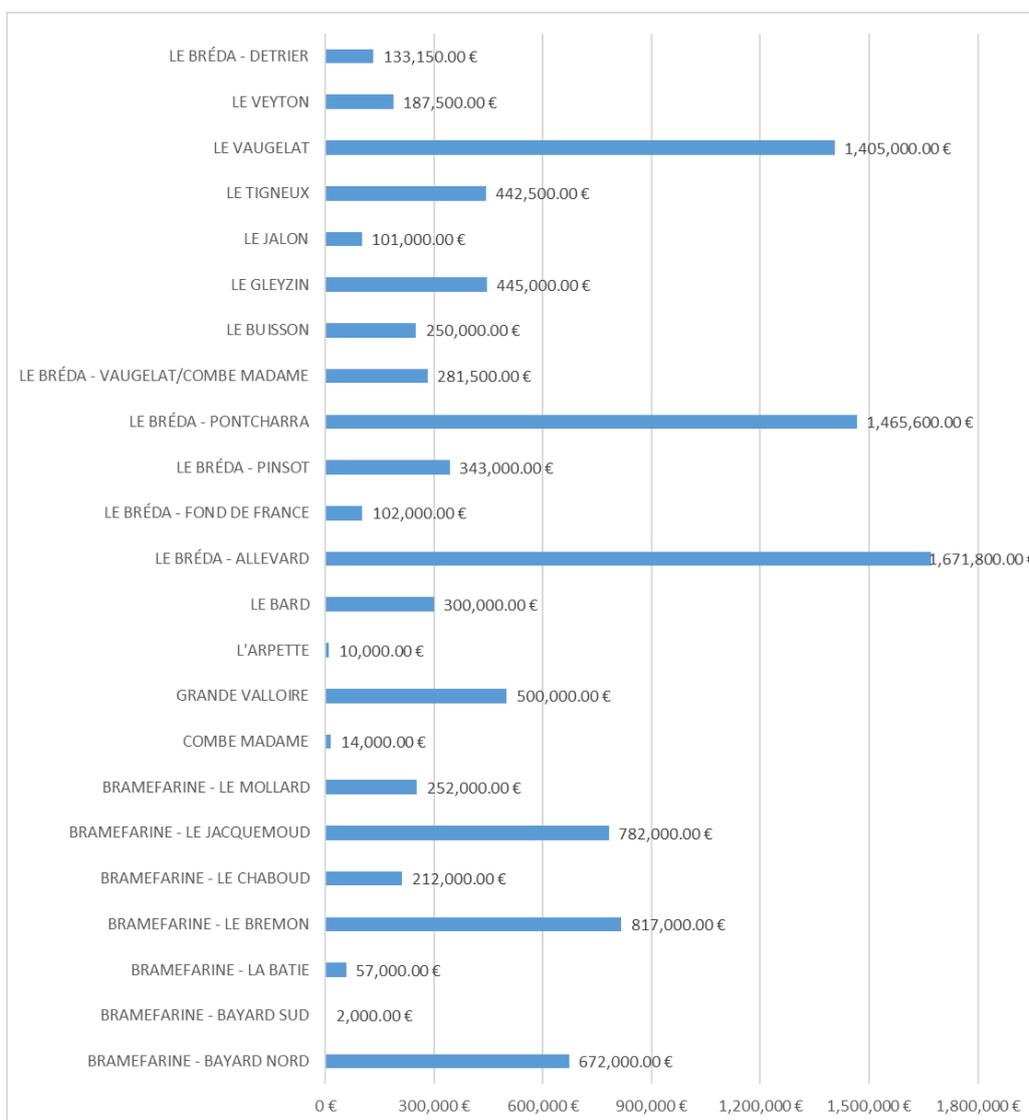
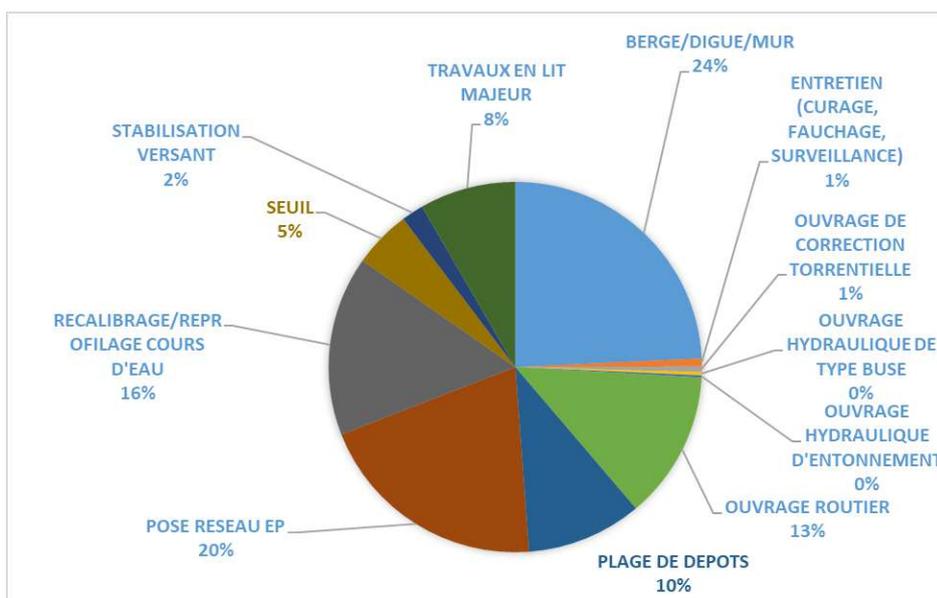
L'analyse consolidé des actions depuis 1994 donne :

- ✓ 192 ACTIONS dont 150 potentiellement encore à réaliser
- ✓ Un montant global dépassant les 10 M€ selon 3 priorités de réalisation (60% en Priorité 1)
- ✓ Un Programme intégrant des composantes potentiellement en dehors de la compétence GEMAPI : Réseau EP sur ALLEVARD et reprise d'ouvrage ROUTIER (33%)
- ✓ Un programme ciblé en cout sur des reprises de berge ou digue et du recalibrage de cours d'eau
- ✓ Un programme géographiquement centré sur les cours d'eau de la commune d'ALLEVARD (50%).

Les travaux significatifs récents sont situés sur PONTCHARRA :

- ✓ Destruction du passage à GUE à la confluence de l'Isère
- ✓ Nouveau pont au niveau du stade
- ✓ Mise en place d'une passe à poisson sur les seuils

Les figures suivantes illustrent les actions restantes.



B.2. CARTOGRAPHIE DES ALEAS ET PPRN

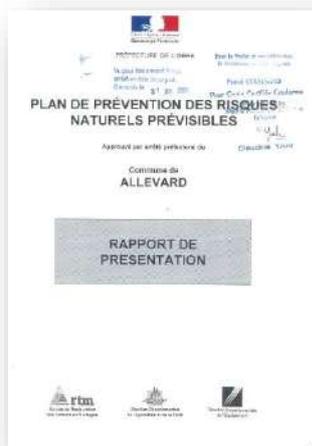
Le territoire d'étude couvre 7 communes :

- ✓ La commune du HAUT-BREDA
- ✓ La commune d'ALLEVARD
- ✓ La commune de la CHAPELLE-DU BARD
- ✓ La commune du MOUTARET
- ✓ La commune de PONTCHARRA
- ✓ La commune de DETRIER
- ✓ La commune d'ARVILLARD

A ce stade la cartographie des ALEA (torrentiel ou inondations) ou PPRN ont été récupérés sur 4 communes. Les informations sur les communes de Savoie n'ont pas été récupérées.

Ce chapitre reprend en synthèse la cartographie disponible.

B.2.1. PPRN Allevard

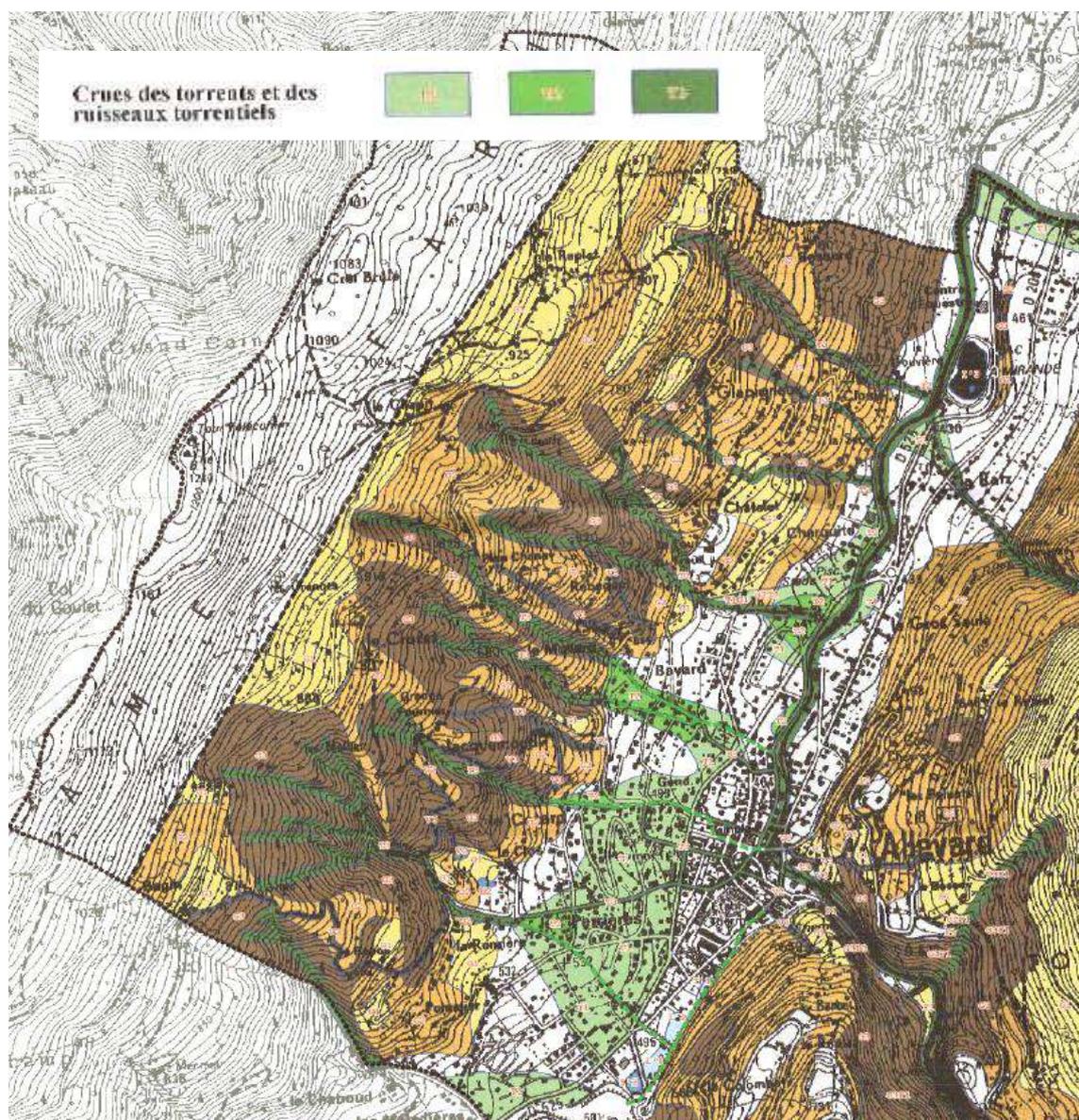


La DDT a mené en 2003 (date d'approbation) le projet de PPRN sur la commune d'ALLEVARD.

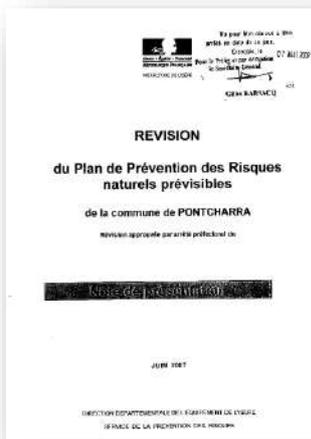
Le projet technique d'ALEA semble avoir été initié en 1999 par le RTM puis modifié en 2003 par le bureau Alp'Géorisques.

Les conditions hydrologiques et hydrauliques du BREDA et des torrents de BRAMEFARINE sont reprises de l'étude de 1994 (BREDA – Alp'Géorisques) et 2002 (BRAMEFARINE – ERGH).

Les cours d'eau sont classés en ALEA torrentiel T1, T2 ou T3 sur la base d'un critère de distance à l'axe. Les cônes de déjection des torrents de Bramefarine sont entièrement caractérisés en ALEA T1



B.2.2. PPRN Pontcharra



Le département de l'Isère a mené en 2007 (date d'approbation) le projet de PPRN sur la commune de PONTCHARRA.

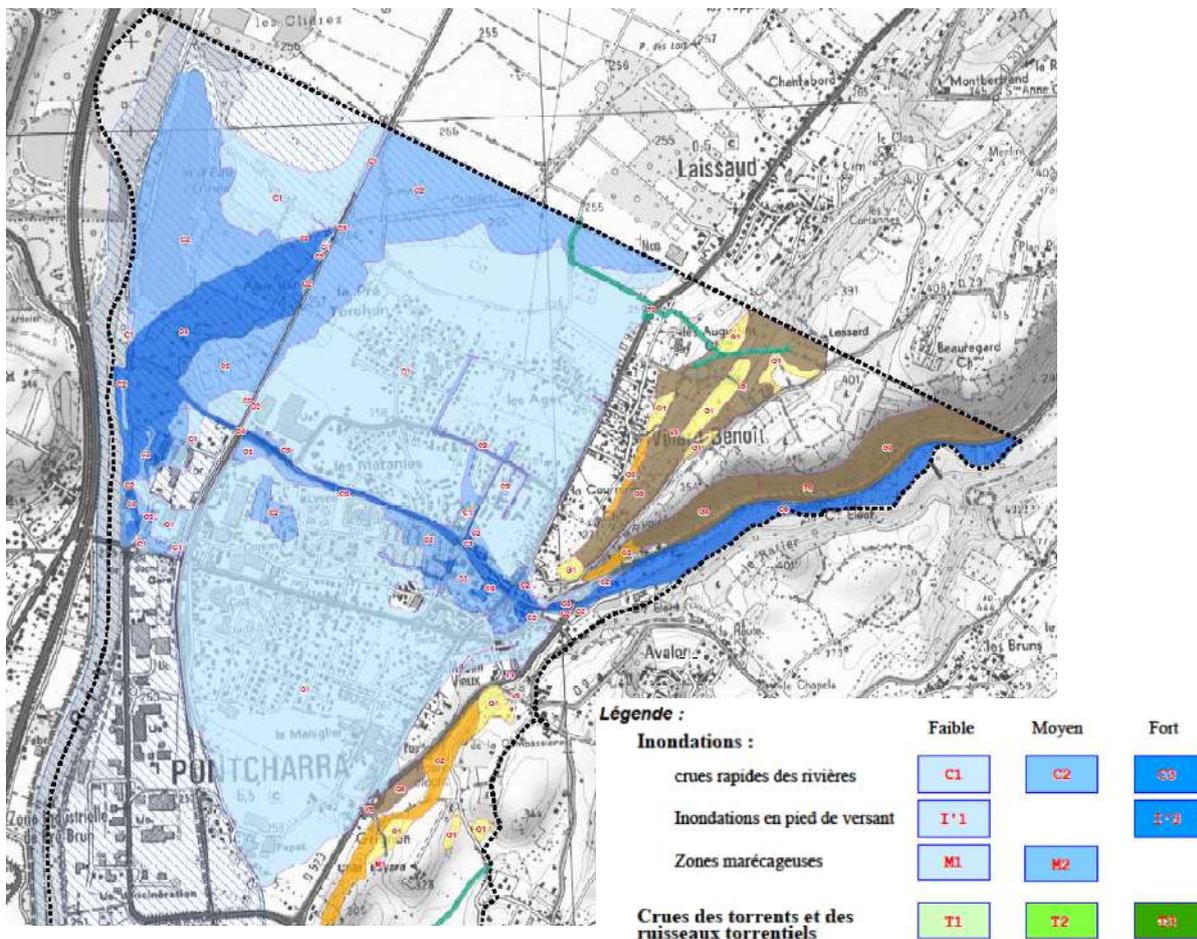
Le projet technique d'ALEA semble avoir été initié en 1999 par le RTM puis modifié en 2007 par le bureau Alp'Géorisques.

Les conditions hydrologiques du BREDA sont reprises de l'étude de 1994 et 2002.

Des simulations hydrauliques sur le logiciel HEC-RAS ont été menées dans le cadre du PPRN. Les résultats sont sensiblement les mêmes que celles de l'étude de 1994

Les ALEA ont été calculés sur la base d'une grille hauteur vitesse

		Vitesses en m/s		
		< 0.5	0.5 à 1	> 1
Hauteur en mètres	< 0,5	Faible	Moyen	Fort
	0,5 à 1	Moyen	Fort	Fort
	> 1	Fort	Fort	Fort



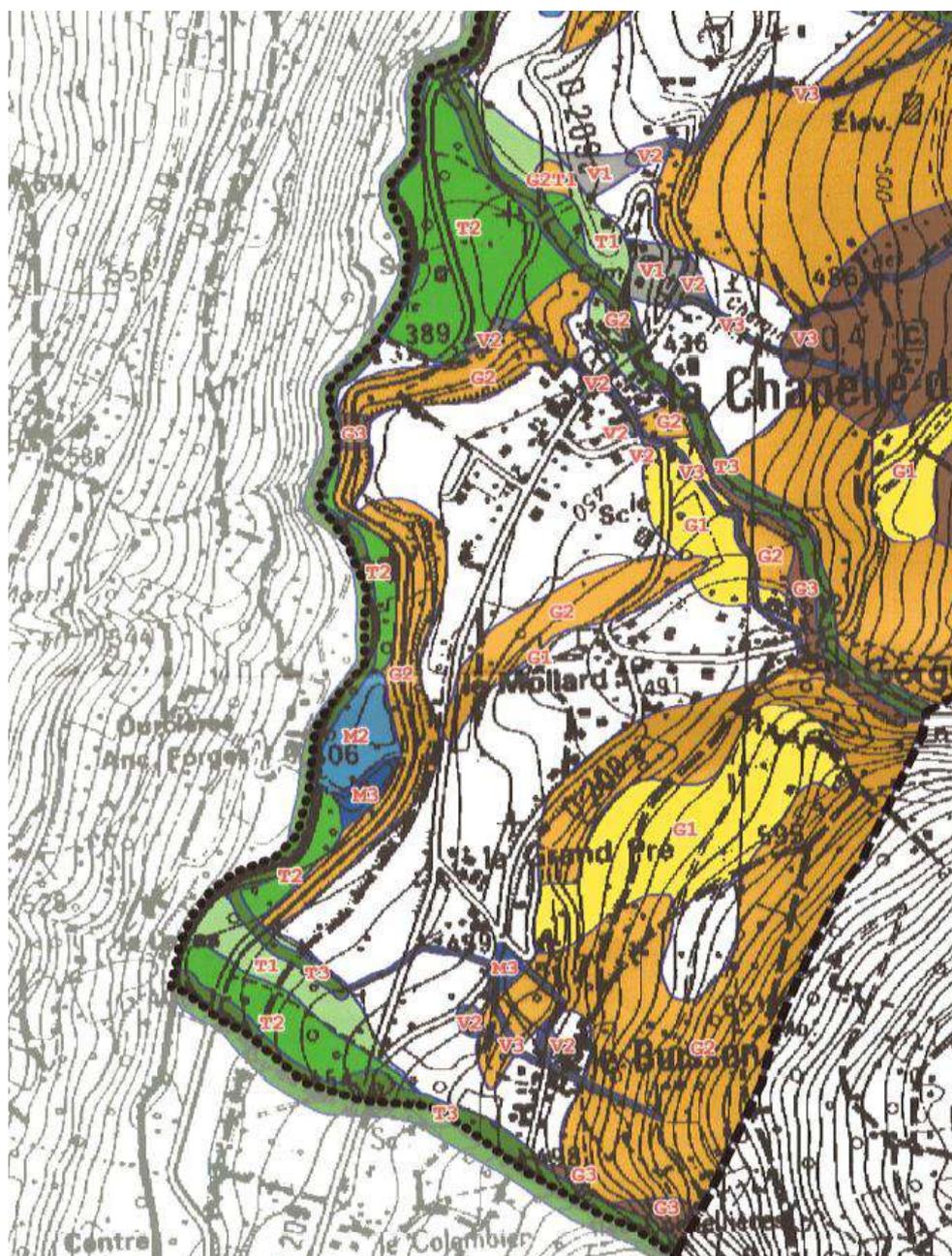
B.2.3. PPRN Chapelle du BARD



Le département de l'Isère a mené en 2005 (date d'approbation) le projet de PPRN sur la commune de la CHAPELLE DU BARD.

Le projet technique d'ALEA semble avoir été initié en 2004 par le RTM puis modifié en 2005 par le bureau Alp'Géorisques.

Les conditions hydrologiques et Hydrauliques proviennent des études antérieures.



B.2.4. Carte Aleas naturels HAUT-BREDA

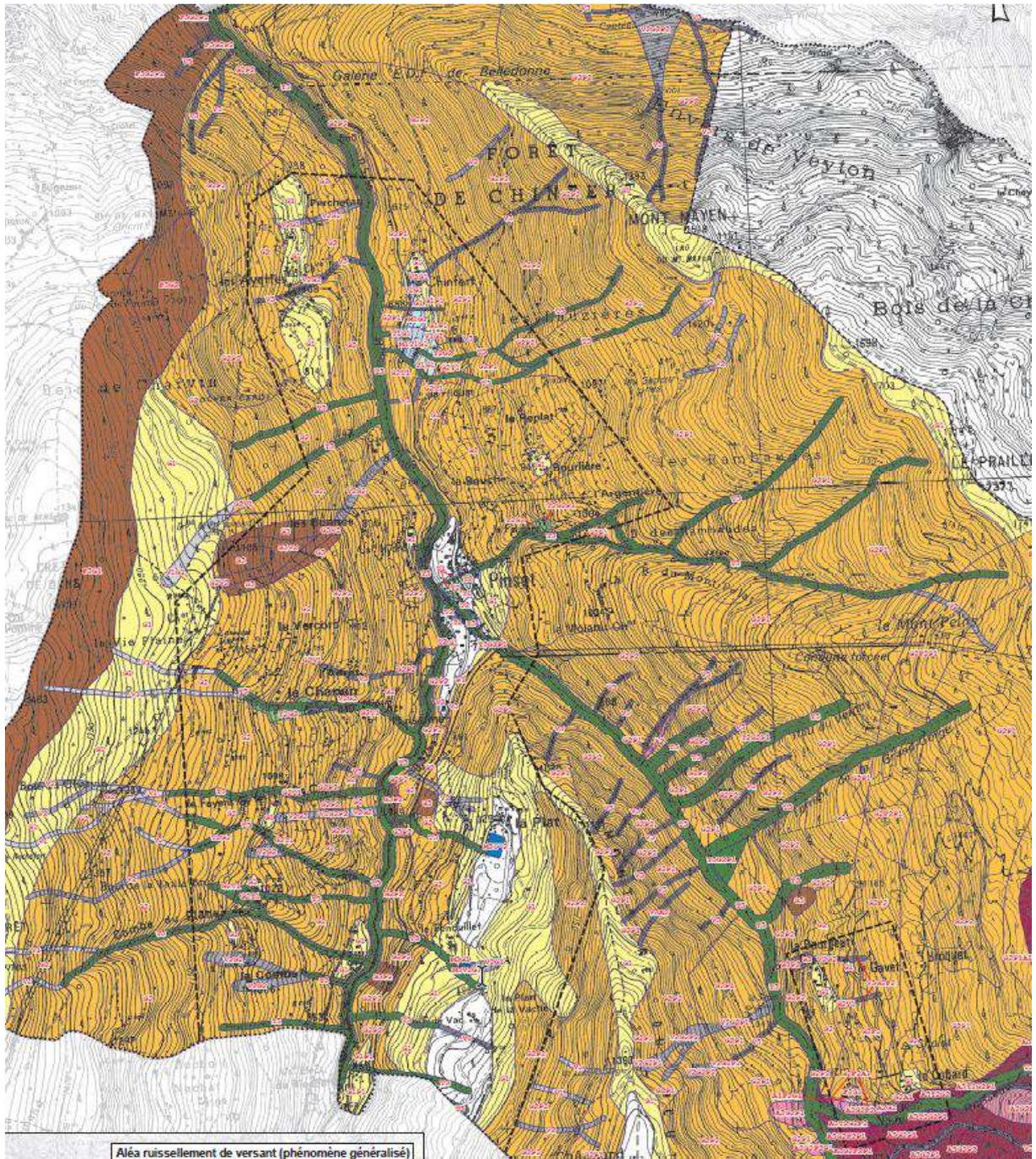


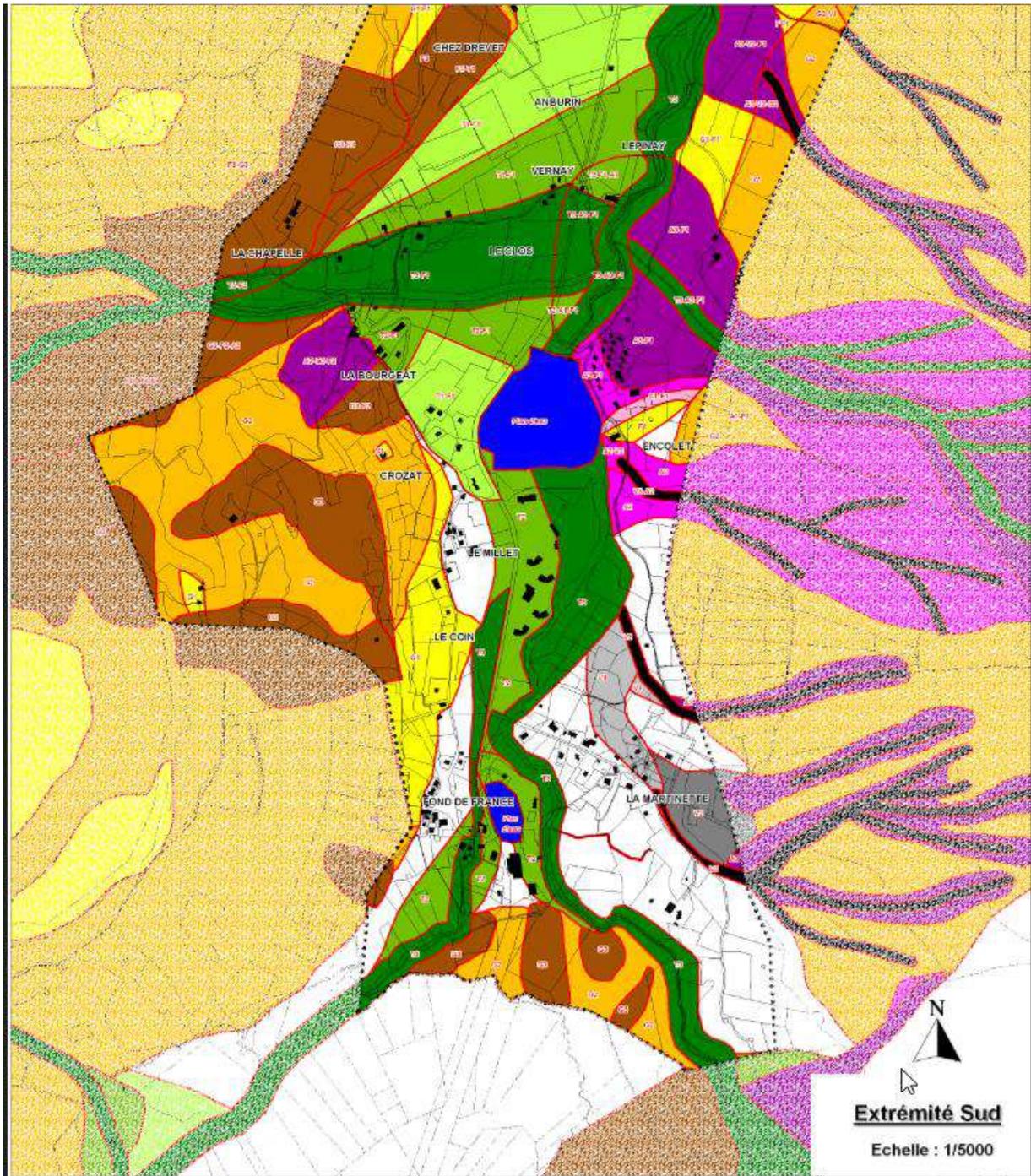
La commune du HAUT-BREDA ne dispose pas d'un PPRN approuvé suite à enquête publique porté par la DDT.

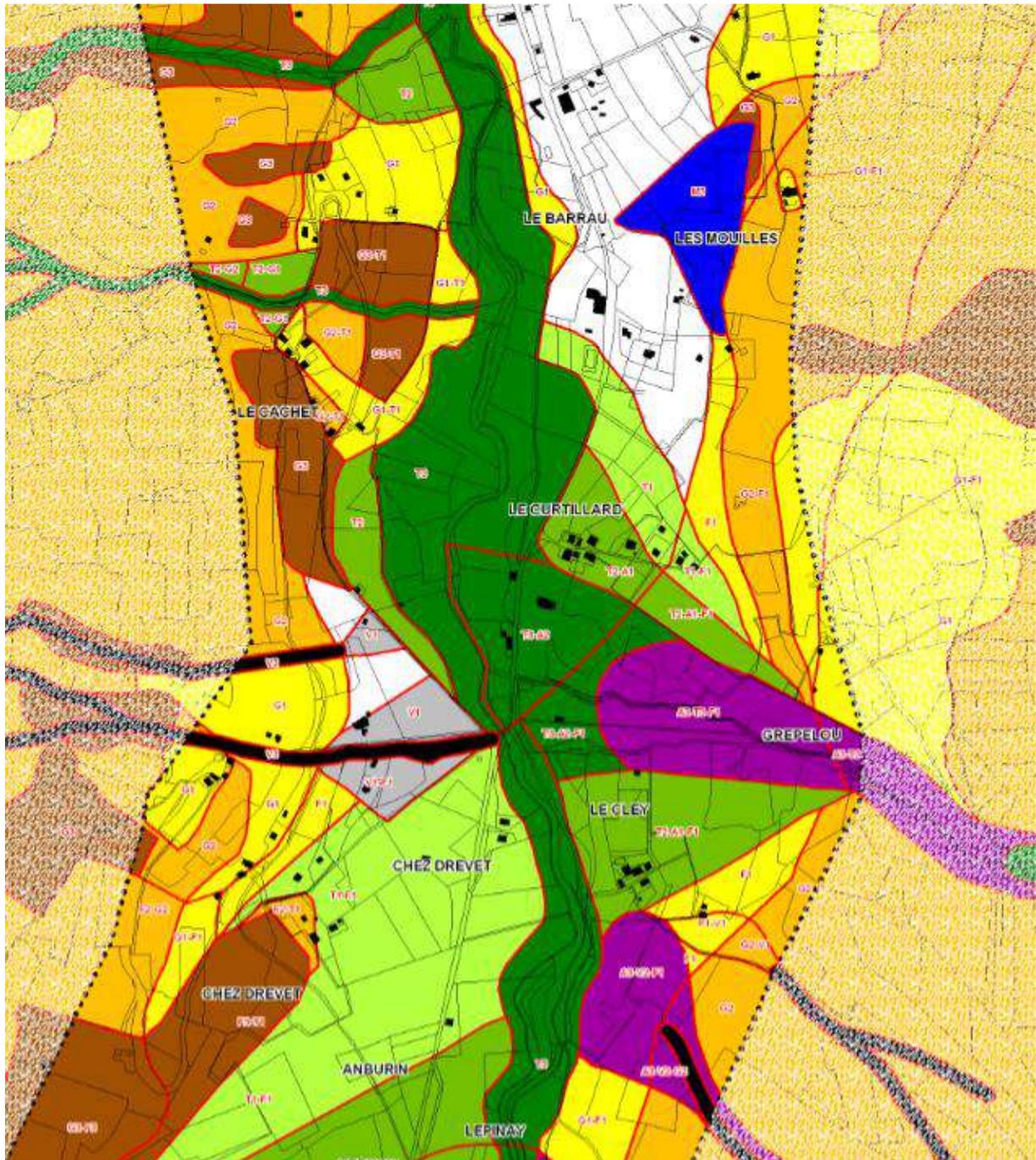
La commune anciennement divisée en 2 communes (PINSOT et LA FERRIERE) dispose néanmoins de 2 cartes d'ALEA établies par le RTM / ALP'GEORISQUES et ALP GEO CONSEIL.

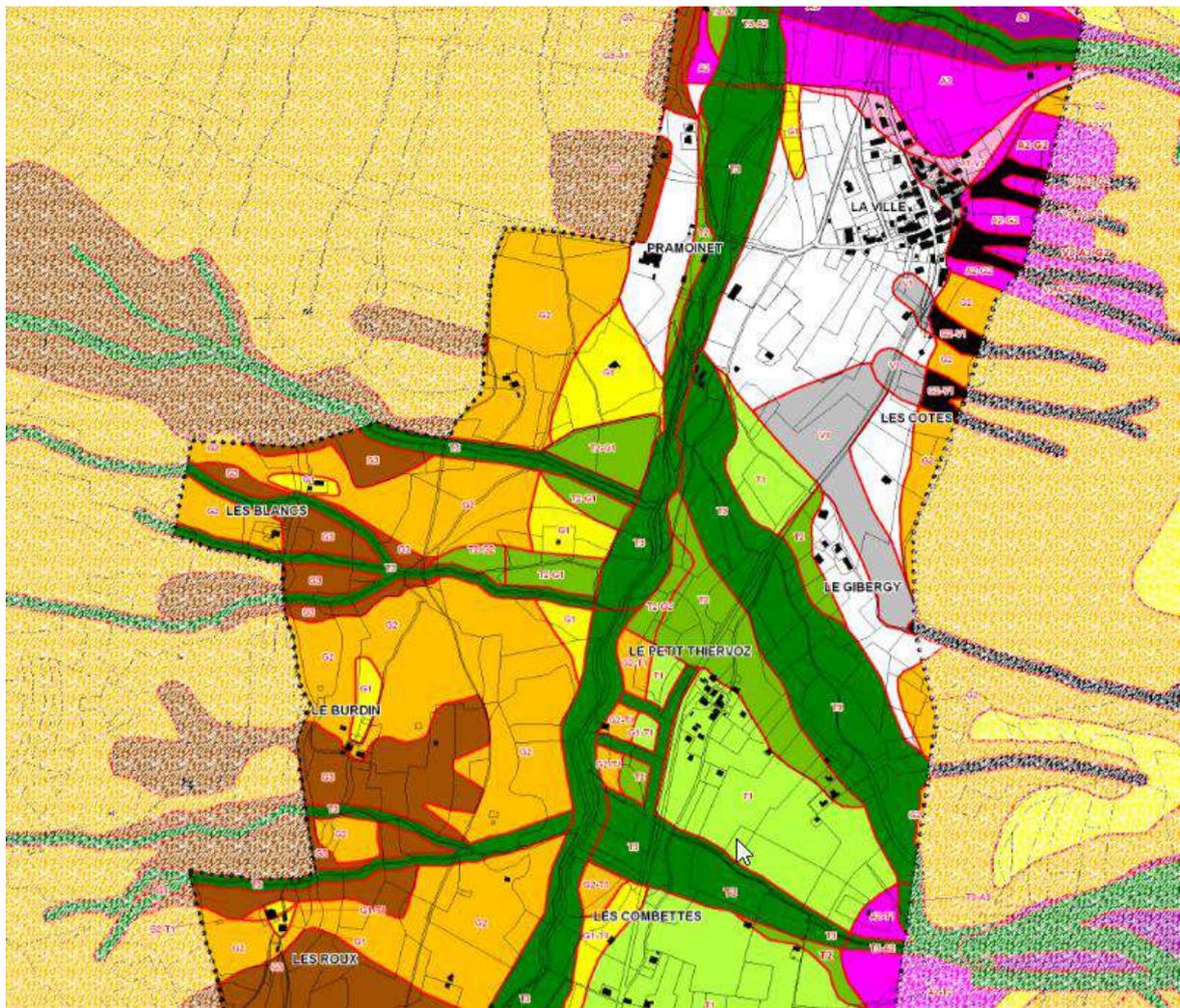
Ces cartes ont été initiées en 1988 puis reprises en 2006-2007.

Ces 2 cartes sont largement guidées par le risque de crue et de lave torrentielle et font références aux études antérieures sur le secteur.









C. ANALYSE SPECIFIQUE DES CRUES REMARQUABLES

Cette partie est reprise en détail dans les rapports :

- ✓ 1.1 – Rapport d'état des lieux
- ✓ 1.2 - Mémoire d'étude Hydrologique
- ✓ 1.3 - Mémoire d'étude Hydraulique

C.1. LISTE DES EVENEMENTS PRINCIPAUX

Les principales crues connues sur le bassin du BREDA sont listées dans le tableau suivant.

Cours d'eau	Bief concerné	Date	Pluie	Débit
BREDA	PONTCHARRA	15 sept 1940	-	130-150 m ³ /s (T100ans)
	ALLEVARD		-	130 m ³ /s (T100ans)
VAUGELAT	FOND DE FRANCE	6 juin 1948	70 mm à FDF le 18/06/48 (<5ans)	13 m ³ /s (T100ans)
BREDA	PONTCHARRA	Décembre 1991	82 mm à FDF (<10ans) 76 mm à ALLEVARD (<30ans)	48 m ³ /s (<10ans)
BREDA	PONTCHARRA	Novembre 1992	44 mm à FDF (<2ans) 40 mm à ALLEVARD (<2ans)	35 m ³ /s (<5ans)
BREDA	FOND DE France à PINSOT	21-22 Août 2005	92mm à FDF (20ans et 100ans sur 48h) 16.4 mm à ALLEVARD (<2ans)	120-130 m ³ /s à PONTCHARRA
BREDA	PONTCHARRA	1 mai 2015	47.4 mm à FDF (<2ans) 37.6 mm à ALLEVARD (<2ans)	66.8 m ³ /s (<5ans)
BREDA	PONTCHARRA	01 au 04 Janvier 2018	46 mm à FDF (2ans) 42 mm à ALLEVARD (1an)	48 m ³ /s (2ans)

Figure 1 : Informations disponibles sur d'autres crues du bassin versant

Les détails de ces crues sont repris dans les rapports spécifiques Hydrologiques ou Hydrauliques.



C.2. LISTE DES EVENEMENTS COMPLEMENTAIRES (BASE DE DONNEES RTM)

L'exploitation de la base de donnée RTM donne un total de 65 évènements (crue torrentielle ou glissement de terrain à proximité d'un torrent).

La figure suivante montre la répartition des évènements par grande période et par secteur.

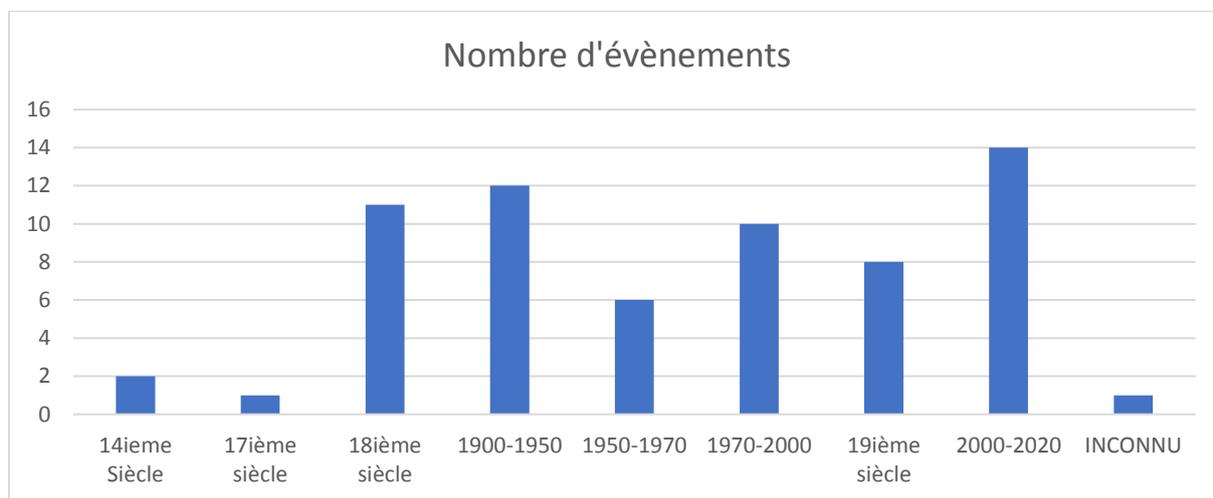


Figure 2 : Analyse de la base RTM sur le BREDA 1/2

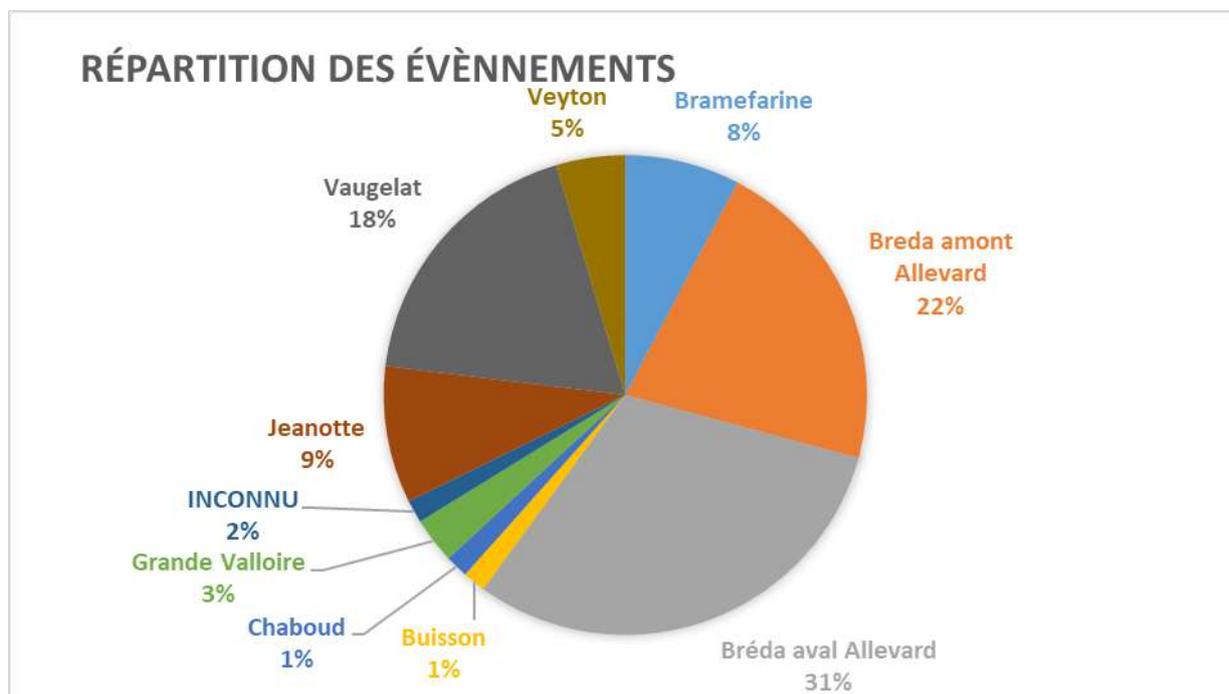


Figure 3 : Analyse de la base RTM sur le BREDA 2/2

Parmi les crues récentes connues, on retrouve :

- ✓ 6 signalements de la crue d'Août 2005 ;
- ✓ 2 signalements de la crue de 1941 ;
- ✓ Les crues suivantes (pluviométrie ALLEVARD)
 - 1961 / Buisson (1961) => 50mm en décembre
 - 1962 / Jeannotte (1962) => 46mm en mai
 - 1966 / Bréda aval Allevard (09/02/1966) => 15mm
 - 1968 / Jeannotte (1968) => 54.5 mm
 - 1984 / Veyton (24/04/1984) => 0 mm
 - 1985 / Breda amont Allevard (18/04/1985) => 0 mm
 - 1987 / Veyton (01/07/1987) => 12 mm
 - 1987 / Vaugelat (06/07/1987) => 20 mm
 - 1995 / Breda amont Allevard (01/01/1995) => 6 mm
 - 1995 / Breda amont Allevard (10/01/1995) => 48 mm
 - 1995 / Jeannotte (02/01/1995) => 6 mm
 - 1995 / Jeannotte (10/01/1995) => 48 mm
 - 1998 / Vaugelat (12/08/1998) => 10 mm
 - 1998 / Vaugelat (4e trimestre 1998) => 46 mm (04/09)
 - 2000 / Vaugelat (14/06/2000) => 4mm
 - 2000 / Chaboud (02/05/2000) => 27 mm
 - 2000 / Jeannotte (2000) => 48 mm en septembre
 - 2001 / Bréda aval Allevard (27/08/2001) => 43 mm
 - 2002 / Jeannotte (20/11/2002) => 18 mm
 - 2017 / Veyton (08/02/2017) => 28 mm
 - 2018 / Breda amont Allevard (15/04/2018) => 02 mm

En dehors de ces éléments, la base ne contient pas d'information sur l'hydrologie ayant provoqué ces évènements.

Il apparait donc qu'en dehors de l'évènement de 1995, il n'est pas possible de corréler les évènements de crue torrentielle de la base RTM à la pluviométrie P24 (<2ans). Il est possible que cela soit dû à des phénomènes plus locaux ou plus courts.

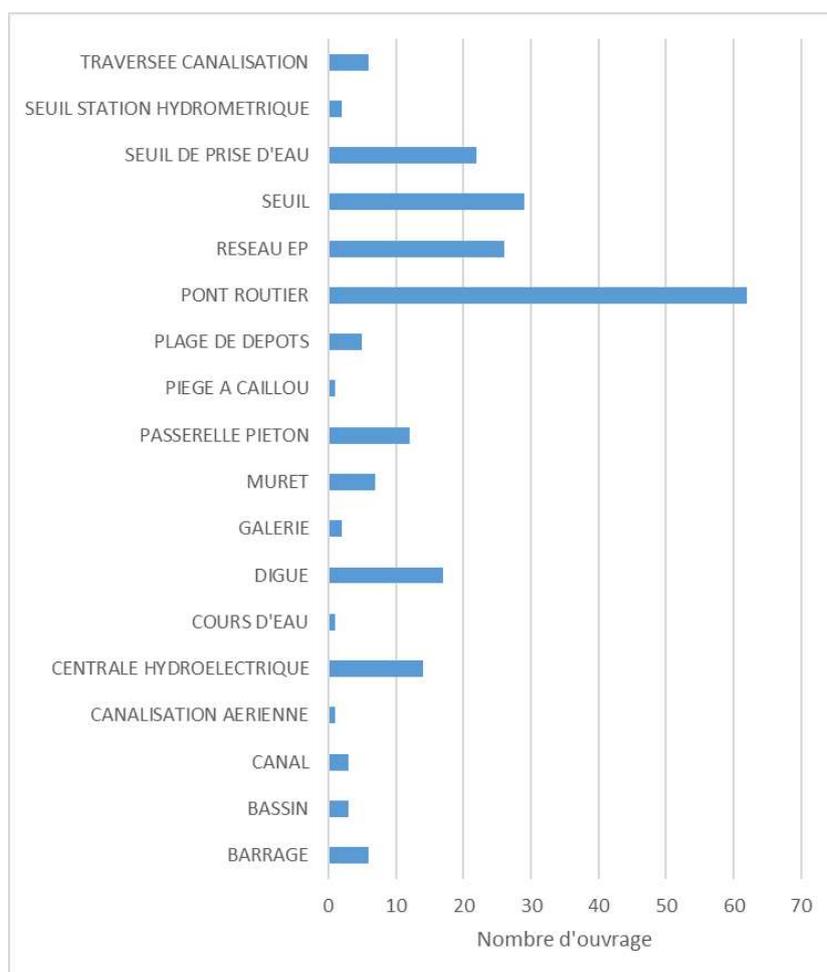
D. BILAN DES OUVRAGES

Cette partie est reprise en détail dans le rapport : 1.1 – Rapport d'état des lieux

Sur la base des informations recensées dans les études antérieures et sur le terrain, une base des ouvrages a été consolidée au stade de l'état des lieux.

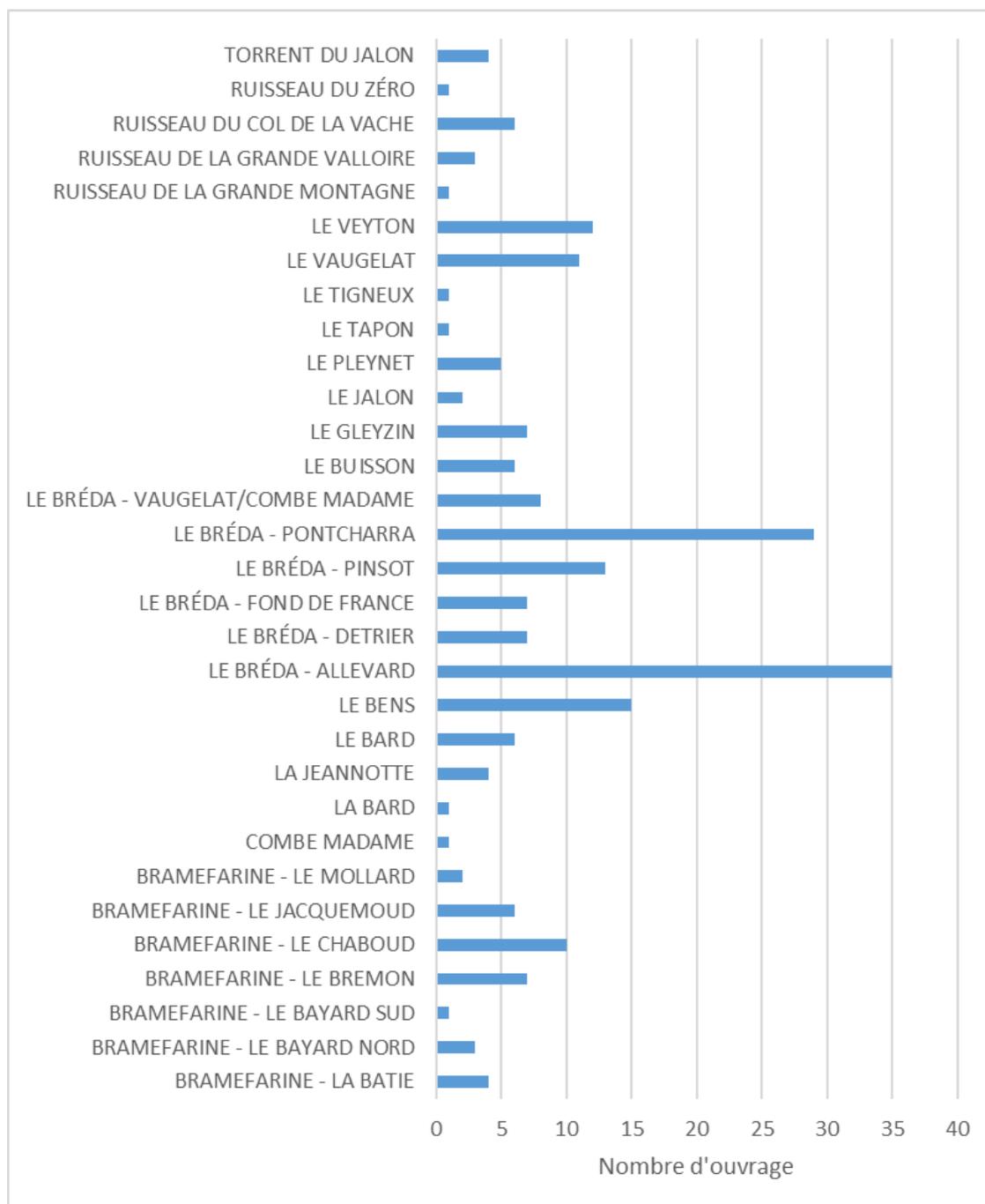
Il ressort de ce recensement un total de 219 ouvrages dont 162 de type ponctuel

Les figures suivantes illustre ce point.



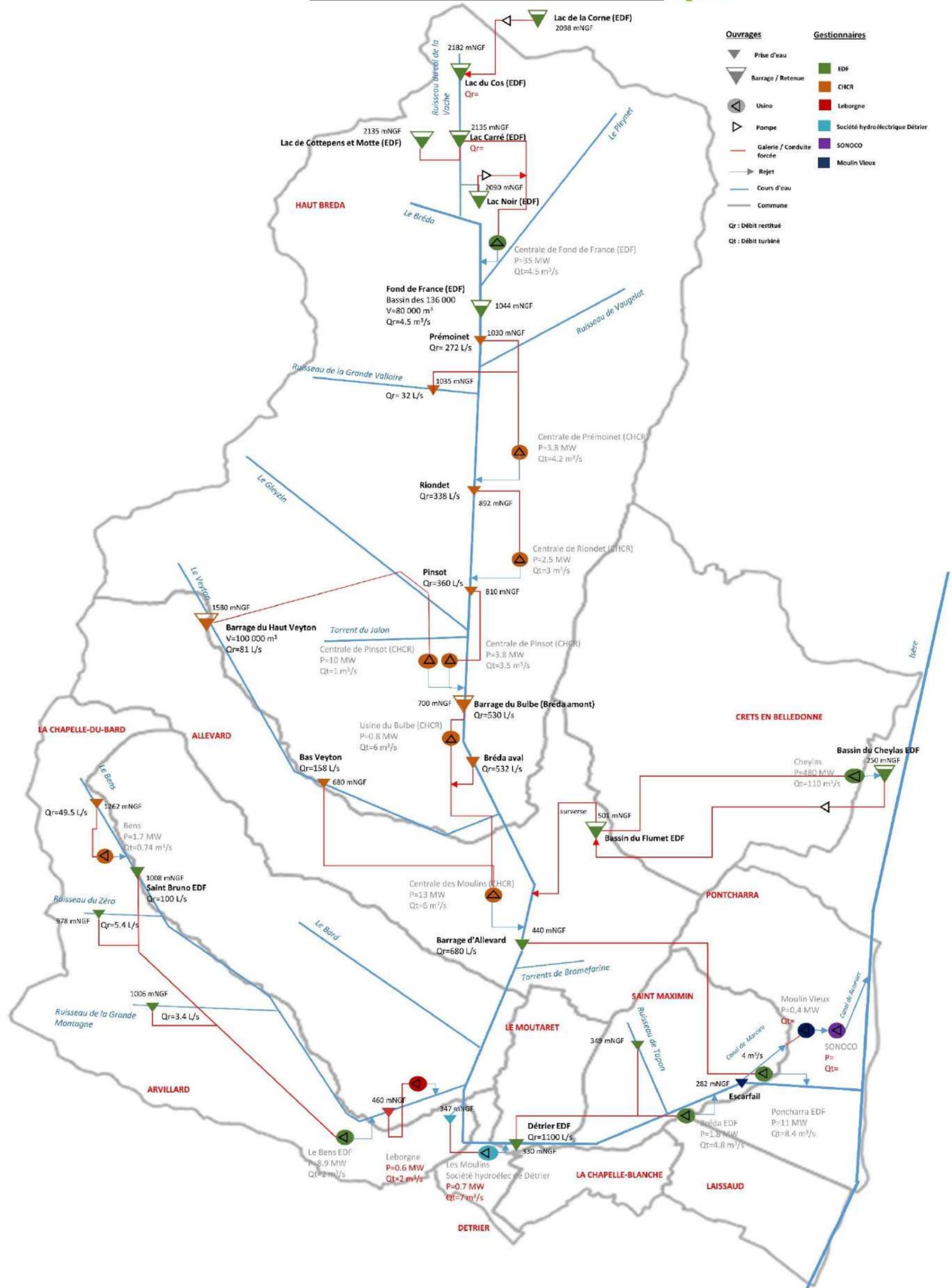
Une partie de ce réseau ne relève pas nécessairement de la GEMAPI mais reste en lien avec le cours d'eau :

- ✓ Centrales Hydroélectriques
- ✓ Réseau EP structurant communaux
- ✓ Canal
- ✓ Pont routier (RD)



SYNOPTIQUE HYDROELECTRIQUE DU BREDA

Cabinet MERLIN
Groupe MERLIN



E. ANALYSE HYDROLOGIQUE

Cette partie est reprise en détail dans le rapport : 1.2 - Mémoire d'étude Hydrologique

E.1. ESTIMATIONS PASSEES

Les études antérieures menées depuis 1994 en hydrologie, ont consisté en des estimations de Qp pour 10 et 100 ans avec des évolutions progressives des méthodes :

- Méthode de CRUPEDIX pour Qp10 et ratio pour Qp100 (x2) entre 1994 et 2000
- Tentative de modèle pluie-débit HEC-HMS sur le BARD (Alp'Géorisques 2000)
- Méthode SPEED en 2007 (ARTELIA)
- Tentative de modèle pluie-débit HEC-HMS sur le BAYARD (EGIS 2020)

Les différentes estimations sont synthétisées dans le tableau suivant.

Cours d'eau	Etude	Superficie de Bassin Versant (km2)	Q10 estimé (m3/s)	K : Q10/Aire (m3/s/km2*0.75)
Breda à Détrier	GEO+ 2006	171	76	1.61
Breda à Allevard	GEO+ 2006	138	64	1.59
Breda à Pinsot	GEO+ 2006	80	43	1.61
Breda à FDF	GEO+ 2006	40	30	1.89
Combe Madame	GEO+ 2006	13.6	14	1.98
Arpette	GEO+ 2006	1.4	2.8	2.18
Gde Valloire	GEO+ 2006	8.6	10.1	2.01
Tigneux	GEO+ 2006	2.2	3.9	2.16
Gleyzin	GEO+ 2006	16.6	16	1.95
Jalon	GEO+ 2006	1.9	3.4	2.10
Veyton	GEO+ 2006	30.7	26	1.99
La Batie	ERGH 2002	0.778	2.5	3.02
Jacquemoud	ERGH 2002	0.441	1.6	2.96
Brémon	ERGH 2002	0.379	1.3	2.69
Mollard	ERGH 2002	0.291	0.9	2.27
Bayard	ERGH 2002	0.967	3.2	3.28
Bayard	EGIS 2020	1.015	7.2	7.12
Vaugelat	ETRM 2001	3.6	5	1.91
Bard	Alp'Géorisques 2000	4.5	6	1.94
Buisson	Alp'Géorisques 2001	4.4	7.5	2.47
Breda à Pontcharra	GEO+ 2006	213	91	1.63
Breda à Pontcharra	ARTELIA 2007	221	95.6	1.67

Figure 4 : synthèse des débits décennaux calculés dans les études antérieures

Il apparait ainsi plusieurs points notables dans l'utilisation de ces méthodes :

- ✓ La méthode d'estimation principalement utilisée (CRUPEDIX) n'utilise en paramètre régional que la pluviométrie journalière décennale mais ne prend pas en compte les spécificités du bassin versant : neige, barrage, forte pente, terrain rocheux/montagneux, fort gradient altimétrique ;
- ✓ Les modèles HEC-HMS mis en œuvre utilisent des « coefficients de ruissellement » (modèle du CN number utilisé non équivalent au modèle de production à Cr constant) élevés de l'ordre de 70-80 non adaptés au type de sol de montagne rencontré et générant des débits anormalement élevés (compensé par une pluie faible pour ALP'GEORISQUE) ;
- ✓ La méthode SPEED donne un GRADEX supérieur à celui des pluies entre 10 et 100 ans infléchi par ARTELIA par une préconisation de choix entre 2 estimations (max pour Qp10 et moyen pour Qp100).

Il est donc important de tenir compte de ces spécificités dans la suite de l'étude et pour l'actualisation des débits.

E.2. ACTUALISATION DES ESTIMATIONS EN 2022

L'étude a permis d'actualiser les estimations des quantiles de débits et les hydrogrammes associés. Les éléments méthodologiques suivants ont été utilisés :

- ✓ Analyse statistique des séries chronologiques de débits des stations EDF de fond de France et de la série BANQUE HYDRO de PONTCHARRA
- ✓ Etude des estimations de quantiles de crue SHYREG
- ✓ Construction d'un modèle pluie débit (HEC-HMS) et calage sur les évènements de 2005 et 2018
- ✓ Utilisation des méthodes récentes de détermination des débits de pointe en milieu torrentiel (Méthode ALPES,

L'analyse a permis d'obtenir le tableau page suivante.

La forme des hydrogrammes est issue :

- ✓ De la forme caractéristique représentative du bassin versant (station BANQUE HYDRO à PONTCHARRA)
- ✓ De la forme réponse du modèle pluie débit (HEC-HMS) pour une pluie de référence sur les points amont

		METHODE RETENUE POUR L'ESTIMATION du Qp10	S (km2)	Qpsp10 (**)	Qsp10 (*)	Qpsp100 (**)	Qp2	Qp5	Qp10	Qp20	Qp50	Qp100	Qp1000	Q30
Breda	Fond de France (Breda + Pleynet)	Station de jeaugeage EDF	39.5	1.21	0.48	1.85	11.3	16.0	19.1	22.2	26.1	29.1	46.6	23.6
	Fond de France (Breda seul)	Station de jeaugeage EDF	27.0	1.05	0.46	1.58	7.6	10.5	12.4	14.3	16.8	18.7	29.9	15.2
	Pinsot	Similitude sur PONTCHARRA	97.0	1.67	0.53	3.29	27.8	38.1	51.6	66.7	86.9	101.8	162.9	73.8
	Allevard	Similitude sur PONTCHARRA	142.2	1.67	0.48	3.29	37.1	50.8	68.7	88.8	115.8	135.6	217.0	98.3
	Détrier	Similitude sur PONTCHARRA	203.2	1.67	0.44	3.29	48.5	66.4	89.8	116.1	151.4	177.3	283.6	128.5
	Pontcharra	Methode SPEED (ARTELIA 2007)	216.8	1.67	0.43	3.29	50.9	69.7	94.2	121.9	158.9	186.1	297.8	134.9
Affluents	Combe Madame	Methode SHYREG-Qp	13.8	1.69	0.87	4.30	6.2	9.1	12.1	16.0	23.3	30.8	66.5	18.6
	Pleynet	Methode SHYREG-Qp	12.6	1.47	0.78	3.97	5.0	7.4	9.8	13.2	19.7	26.5	60.5	15.5
	Vaugelat	Similitude SHYREG-Qp Pleynet	3.6	1.47	1.07	3.97	2.0	2.9	3.8	5.2	7.7	10.4	23.7	6.1
	Arpette	Similitude SHYREG-Qp Combe Madame	1.4	1.69	1.55	4.30	1.1	1.6	2.2	2.9	4.2	5.5	11.9	3.3
	Grande Valloire	Methode SHYREG-Qp	8.7	1.48	0.86	3.98	3.8	5.6	7.5	10.1	15.1	20.2	47.0	11.9
	Tigneux	Similitude SHYREG-Qp Combe Madame	2.2	1.69	1.38	4.30	1.6	2.3	3.0	4.0	5.9	7.8	16.8	4.7
	Gleyzin	Methode SHYREG-Qp	16.6	1.20	0.59	3.06	5.3	7.5	9.8	13.0	18.9	25.2	55.3	15.1
	Jalon	Similitude SHYREG-Qp Combe Madame	2.1	1.69	1.40	4.30	1.5	2.2	2.9	3.9	5.7	7.5	16.2	4.5
	Veyton	Methode SHYREG-Qp	30.9	1.17	0.50	2.85	8.4	11.9	15.3	19.8	28.4	37.4	81.8	22.8
	La Batie (***)	Pluie-Débit Modèle MERLIN	0.7	3.26	3.51	6.39	1.4	1.9	2.6	3.3	4.2	5.1	8.2	3.6
	Jacquemoud (***)	Pluie-Débit Modèle MERLIN	0.4	3.52	4.32	7.03	1.0	1.4	1.9	2.4	3.0	3.8	6.1	2.6
	Brémon	Pluie-Débit Modèle MERLIN	0.4	4.37	5.50	8.35	1.2	1.6	2.2	2.8	3.5	4.2	6.7	3.0
	Mollard	Pluie-Débit Modèle MERLIN	0.3	3.74	5.19	7.48	0.8	1.0	1.4	1.8	2.2	2.8	4.5	1.9
	Bayard	Pluie-Débit Modèle MERLIN	1.0	3.43	3.43	6.85	1.8	2.5	3.4	4.3	5.4	6.8	10.9	4.7
	Chaboud	Pluie-Débit Modèle MERLIN	0.8	2.92	3.12	5.84	1.3	1.8	2.4	3.0	3.8	4.8	7.7	3.3
	Jeannotte	Pluie-Débit Modèle MERLIN	1.0	2.73	3.03	6.05	1.6	2.2	3.0	3.8	4.8	6.0	9.6	4.1
	Buisson	Pluie-Débit Modèle MERLIN	4.3	2.73	1.89	5.43	4.4	6.1	8.2	10.3	13.1	16.3	26.1	11.3
	Bard	Pluie-Débit Modèle MERLIN	4.6	2.95	2.02	5.87	5.0	6.8	9.2	11.5	14.7	18.3	29.3	12.6
	Bens	Methode SHYREG-Qp	39.5	1.00	0.40	2.29	9.0	12.3	15.8	19.9	27.7	36.1	80.9	22.6

Figure 5 : Synthèse des débits de pointe sur le bassin versant

F. ANALYSE HYDRAULIQUE

Cette partie est reprise en détail dans le rapport : 1.3 - Mémoire d'étude Hydraulique

F.1. ETUDES ANTERIEURES

Plusieurs modélisations ont déjà été réalisées sur le territoire :

- ✓ PONTCHARRA : Etude Silène en 1994 (1)
- ✓ ALLEVARD : Etude Silène en 1994 et GEO+ en 2006 (2)
- ✓ PINSOT : Etude GEO+ en 2006 (3)
- ✓ BAYARD : Etude EGIS en 2020 (4)

Ces modèles de type 1D ainsi que la topographie ayant servi à la construction n'ont pas été récupérés.

Une analyse des différences avec le modèle de 2022 a été menée sur la base des données extraites des rapports historiques. En dehors de quelques points particuliers de rugosité anormale, d'approximations dues au type de modèle en jeu ou de la topographie disponible à l'époque, aucun point critique n'a été noté sur les résultats.

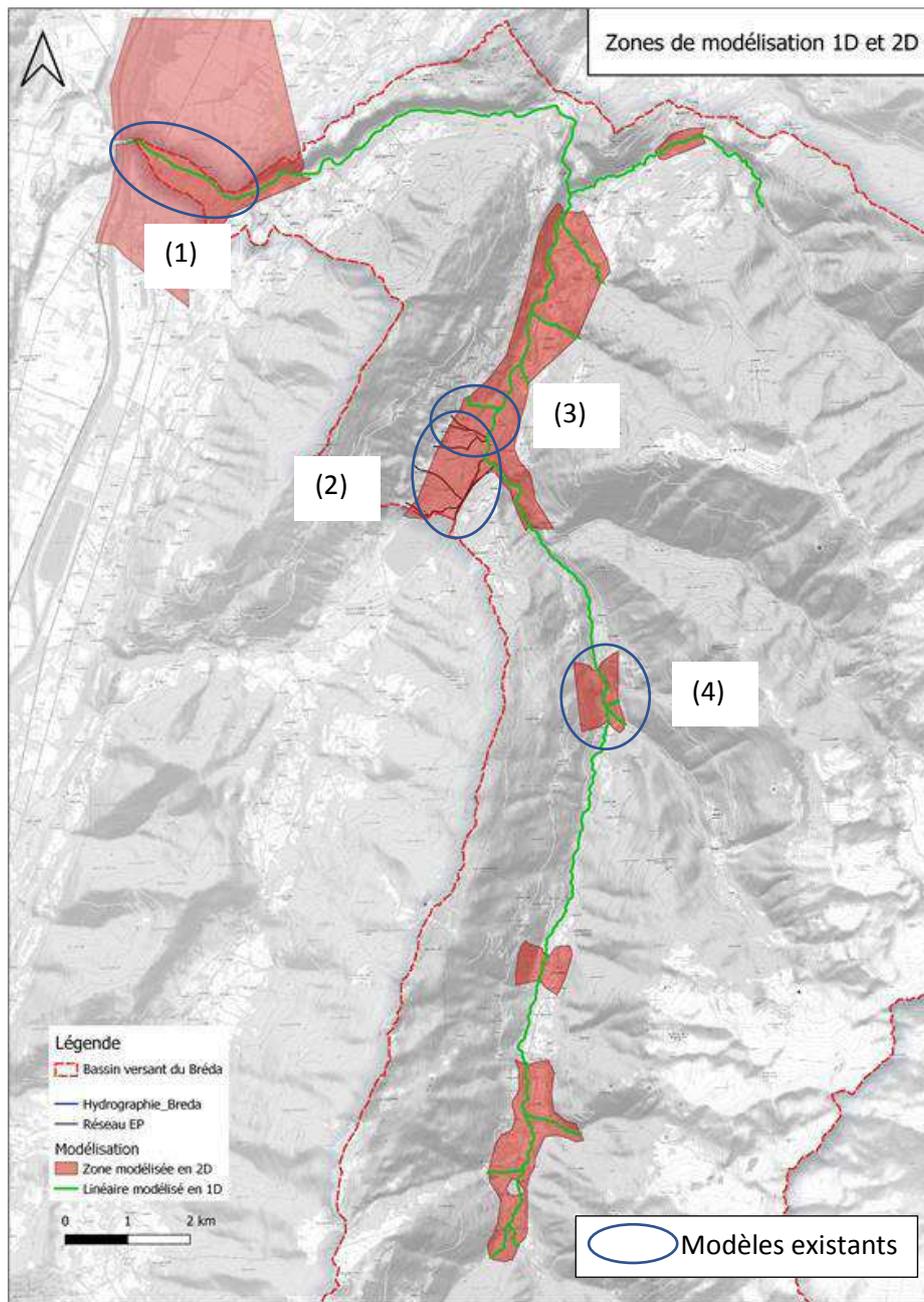
F.2. ACTUALISATION DES MODELISATIONS EN 2022

Dans le cadre de cette étude un modèle global a été construit sur le logiciel HEC-RAS et couvre l'ensemble du bassin Versant du BREDA ainsi que les principaux affluents.

Le modèle est de type 1D/2D.

Cette modélisation a pour objectif :

- ✓ De préciser le calage des modèles sur l'ensemble du BREDA à la suite des dernières crues observées (1941, 2005 et 2018)
- ✓ De présenter une homogénéité des résultats avec un type de modèle et une méthodologie uniquement sur l'ensemble de la vallée
- ✓ D'apporter des détails supplémentaires sur les résultats en raison d'une topographie plus précise réalisée en 2021 (Topographie filaire + Lidar)
- ✓ De calculer des paramètres hydrauliques non disponibles sur les rapports historiques (Vitesse, ligne d'écoulement 2D, forces tractrices)
- ✓ De tester des scénarios de crue plus réaliste (moins théoriques) en incluant le risque d'embâcles et le transport solide liés au risque torrentiel



Le modèle a été calé sur la bases des données historiques collectées pour les crues de 1941, 1991 et 2005.

Les crues de références suivantes ont été simulées : T = 10ans, T = 30ans, T = 100ans et T = 1000ans.

Pour chacun de ces évènements des hypothèses ont été appliquées, soit :

- ✓ Pour une configuration « eaux Claires »,
- ✓ Pour une configuration avec « embâcles et transport solide »

G. DIAGNOSTIC MORPHO-ÉCOLOGIQUE

Cette partie est reprise en détail dans le rapport : *1.5 - Mémoire d'étude Morpho-Écologique*

Affluent rive gauche de l'Isère d'une longueur de près de 32 km, le Breda « draine » un bassin versant au relief marqué et très largement dominé par les massifs boisés. Si les espaces urbanisés représentent moins de 5 % de l'occupation du sol, ils se structurent autour de deux grands pôles que sont Allevard et Pontcharra pour être ensuite « émiettés » au fil du bassin versant.

De régime torrentiel, influencé par la fonte des neiges mais capable de connaître des épisodes de pluies intenses en période estivale comme lors de la crue d'août 2005, le Breda est considéré comme assez stable et faiblement productif sur le plan sédimentaire puisqu'assez peu mobile et donc peu enclin à injecter des matériaux en son sein par un travail érosif marqué. Systématiquement de caractère torrentiel, ce sont donc les affluents qui participent en majorité à nourrir le moteur du débit solide du bassin selon une intensité liée à leurs caractéristiques physiques propres mais également et surtout à leur nature géologique.

G.1. A PROPOS DU CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

Des données issues de la littérature et en particulier l'étude SAGE menée en 2014, l'analyse de la qualité physico-chimique des eaux du Breda témoigne de la récurrence du bon état physico-chimique de ses eaux.

Ensuite, concernant les peuplements et espèces « inféodées » à l'eau et aux milieux adjacents, la bibliographie et campagnes de prospections menées par le cabinet TERE0 montrent que les populations reflètent globalement le potentiel et les milieux qu'offrent le bassin versant du Breda pour les amphibiens et reptiles. Pour la faune piscicole, si les peuplements en place sont dominés par la truite et demeurent relativement conformes aux potentialités théoriques en tête de bassin, l'augmentation croissante des pressions en particulier à partir de Allevard tend à perturber la pleine expression de ce cortège.

De manière générale l'étude TERE0 rappelle donc que si le bassin versant reste globalement naturel, il porte néanmoins les traces de nombreux aménagements destinés à le « domestiquer ». Ainsi, si à l'échelle du bassin versant il n'y a pas de problèmes majeurs identifiés pour les continuités écologiques terrestres, le continuum aquatique connaît quant à lui une fragmentation majeure qui constitue une limite sérieuse à l'expression du potentiel des peuplements piscicoles et une rupture de fonctionnalité pour les milieux. Pour mémoire, 21 obstacles à l'écoulement ont ainsi été recensés entre la source et la confluence. Si la cascade du Pissou demeure naturelle et trois d'entre eux sont franchissables (seuil atelier amont, pont Allevard, et le barrage de Millières), 18 seuils/barrages seraient à minima sélectifs (soit près de 86 % des obstacles).

G.2. A PROPOS DES UNITES MORPHOLOGIQUES DU BREDA

Si les enjeux pourront possiblement être assez proches d'un secteur à l'autre du bassin versant, les objectifs c'est-à-dire la trajectoire à ambitionner et le « champ des possibles » c'est-à-dire la réponse technique à apporter seront quant à eux très largement influencés par les caractéristiques propres à chaque unité morphologique (par exemple il ne pourra pas être ambitionné le retour à des espaces de respiration pour le cours au droit de secteurs naturellement contraints puisque guidés par les reliefs). Ce travail de sectorisation a ainsi permis de déterminer 6 grandes unités morphologiques :

Unité morphologique 1 – Les sources – Des sept Laux à la retenue du Collet (barrage EDF des 136000) - Tronçon de très forte pente, ce secteur est marqué par des éléments structurant d'origine naturelle et artificiels qui ont modifié les conditions de transfert des matériaux et /ou progressivement participé à l'unichenalisation de son cours.

Unité morphologique 2 – Ancienne plaine d'accumulation du Haut Breda - Retenue du Collet à l'aval de la traversée de la Ferrière (lieu-dit de la Vacherie) - Secteur essentiel au fonctionnement du bassin versant, cette



unité morphologique correspond au premier secteur d'accumulation du bassin versant. Il s'agit purement et simplement du moteur du transit sédimentaire qui, aux grés des crues, assurait l'alimentation du Breda moyen ;

Unité morphologique 3 – Corridor de transfert amont du Haut Breda - Unité morphologique où la vallée va significativement se resserrer pour constamment guider le Breda, l'absence de zone de respiration devrait normalement conduire à un transfert des matériaux de la plaine du Haut-Breda vers l'entrée d'Allevard. Toutefois, en présence du barrage de Pinsot aval les conditions de distribution de la charge sédimentaire sont « impactées » par cet ouvrage d'importante hauteur de chute ne disposant pas de dispositif de type vanne de fond.

Unité morphologique 4 – Ancienne plaine d'accumulation du Breda moyen – Allevard à l'entrée des gorges des Balmes - Seconde plaine d'accumulation du bassin versant du Breda, cette unité débute par un immense cône de déjection où est dorénavant établit la commune de Allevard. Ensuite légèrement plus sinueux (après la traversée de Allevard), le Breda était régulièrement « plaqué » contre le relief rive gauche par les apports des trois affluents pourvoyeurs de cette unité que sont la Jeannotte, le Buisson puis le Bard ;

Unité morphologique 5 – Corridor de transfert du Bas-Breda – Gorges des Balmes à l'entrée de Pontcharra - Exception faite du secteur du Détrier, ce tronçon apparait majoritairement guidé par le relief et ce jusqu'à l'entrée de Pontcharra ;

Unité morphologique 6 – Ancien cône de déjection du Breda – Entrée de Pontcharra à la confluence avec l'Isère. Unité « exutoire » qui s'achève par la confluence avec l'Isère, ce tronçon se dessinait dès la sortie des gorges selon un vaste cône de déjection qui participait antérieurement à nourrir son débit solide.

G.3. CONCLUSION

Au regard des éléments issus de la littérature puis des constats de terrain menés dans le cadre de la phase 1, il convient de mettre en lumière les éléments suivants :

- ✓ Un bassin versant dont les conditions globales d'occupation du sol sont propices à la mobilité de la faune terrestre et au maintien d'espaces refuges ;
- ✓ Une bonne qualité physico-chimique des eaux qu'il convient de préserver ;
- ✓ Un continuum aquatique « fragmenté » par la présence d'ouvrages ;
- ✓ Le corsetage « régulier » du cours d'eau en particulier au droit des anciennes plaines d'accumulation aujourd'hui urbanisées et qui pénalise la pleine expression de la dynamique de la rivière (secteurs normalement régulièrement remaniés par les crues et qui offrent une mosaïque d'habitats assez différent des versants boisés).

H. ANALYSE DU TRANSPORT SOLIDE ET SEDIMENTAIRE

Cette partie est reprise en détail dans le rapport : 1.4 - Mémoire d'étude Géomorphologique et transport solide

H.1. DIAGNOSTIC MORPHOLOGIQUE

L'analyse du profil en long est un prérequis indispensable à tout calcul de transport solide et d'estimation des épaisseurs de dépôts sédimentaires lors des évènements de crue. Il s'agit ainsi d'analyser :

- La forme du profil, couplée à des observations de terrain et des styles fluviaux, pour identifier des singularités dans le profil (zones d'affleurement du substratum, glissements de terrain) et des zones à dynamique alluvionnaire. Leur identification est de grand intérêt pour la quantification des volumes solides mobilisés, car leur pente est représentative d'un équilibre entre les apports sédimentaires et hydrauliques,
- L'évolution des pentes, couplée aux observations de terrain et à l'analyse des styles fluviaux, permet d'identifier les possibles évolution du lit (zones potentielles de dépôt ou d'incision) lors des évènements de crues et ainsi modéliser leurs impacts.

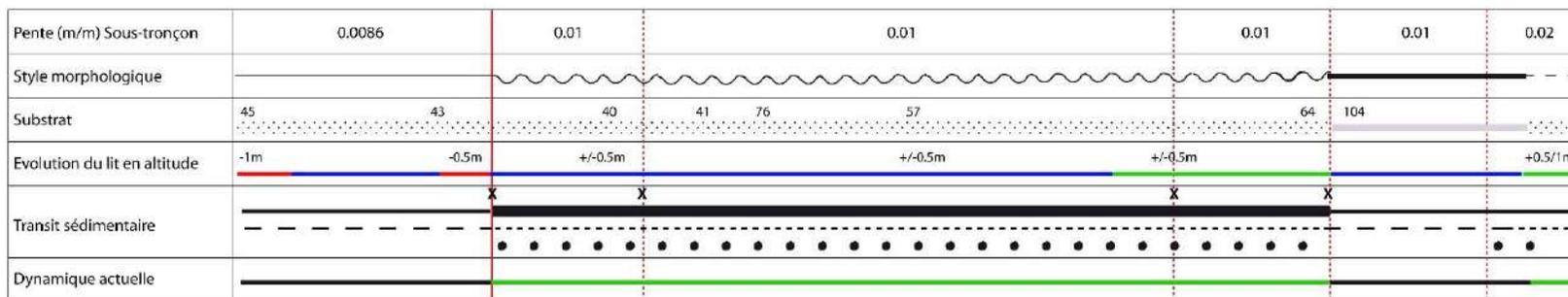
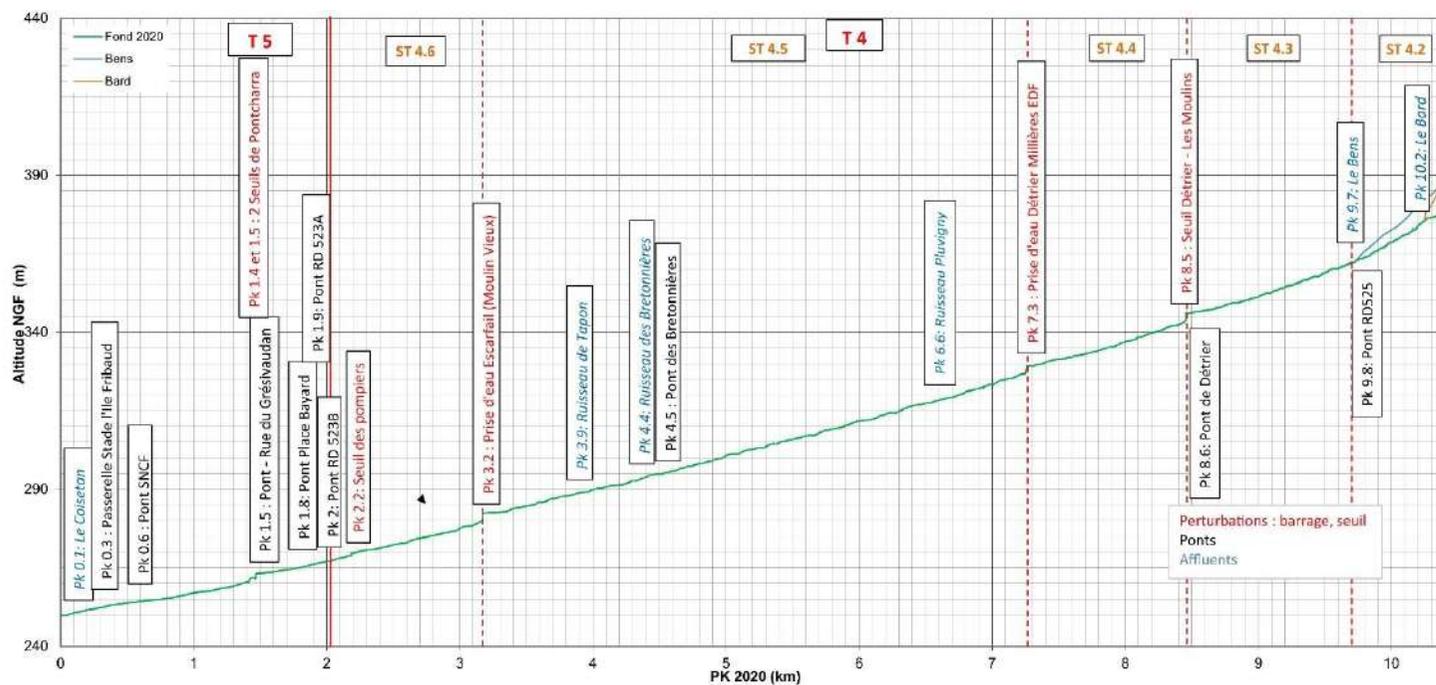
La Figure 6 présente la pente générale du Bréda, issu d'un levé Lidar réalisé en 2020, entre la cascade du Pissou et la confluence avec l'Isère.

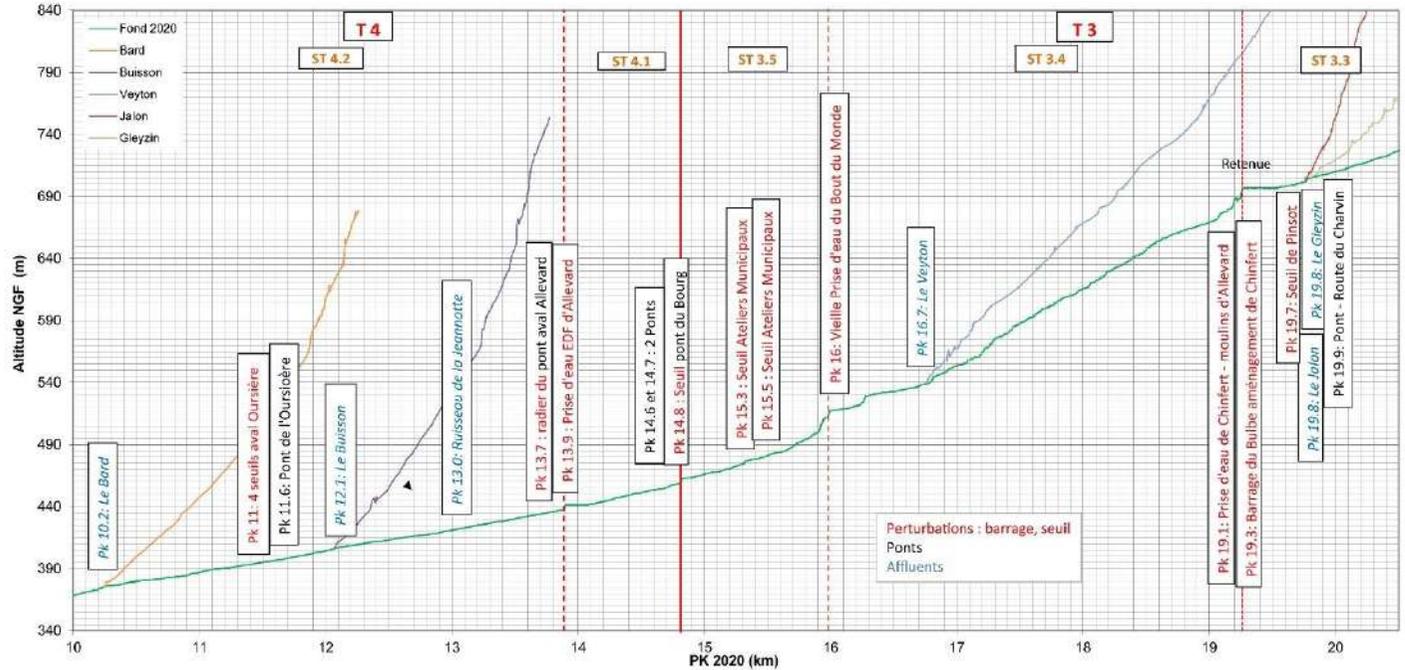
Au-delà de la représentation de la pente, cette Figure 6 se veut intégratrice de toutes les informations géomorphologiques (pentes, styles morphologiques, substratum, granulométrie, ouvrages, tendances d'évolution du lit, etc.).

Le Bréda a une morphologie de cours d'eau torrentiel et ce jusqu'à sa confluence avec l'Isère qu'il rejoint sur un cône de déjection. Sa pente moyenne générale depuis l'amont (Lac Carré) jusqu'à l'Isère est de 5.7 %.

Le profil en long est structuré par la géologie de la vallée, par des dépôts de matériaux plus ou moins conséquents générés par l'activité torrentielle survenue dès le haut des bassins versants : cône de déjection ou rupture de pente au droit des confluences (Combe Madame, Grande Valloire, Gleyzin), soit sur des « zones tampons », plus élargies et de pente plus faible, à l'amont de contraintes naturelles (gorges) ou anthropiques en raison de la succession d'usines hydroélectriques qui s'échelonnent le long du Bréda depuis Fond de France jusqu'à Pontcharra et qui peuvent, comme à l'aval de Détrier fixer le profil.

Ces ouvrages hydrauliques influencent les pentes moyennes des tronçons et sont implicitement pris en compte dans la sectorisation par tronçons et sous-tronçons (Figure 6).





Pente (m/m) Sous-tronçon	0.02				0.02		0.05		0.05		0.04					
Style morphologique	[Symbolic representation of morphological style]															
Substrat	138	36	52	60	101	68	58	52	58	90	98	23	22	67	82	
Evolution du lit en altitude	-0.8m		-0.8m		-0.5m		+0.5m		-0.8/1m		-0.8m		-0.5/-1.5m		+0.5/1m	
Transit sédimentaire	[Symbolic representation of sediment transport]															
Dynamique actuelle	[Symbolic representation of current dynamics]															

STYLE MORPHOLOGIQUE
 — Gorges
 — Rectiligne non mobile
 - - Rectiligne mobile
 ~ Sinueux à bancs alternés

SUBSTRAT
 22 Granulométrie de surface D50(mm)
 [Symbol] Alluvions peu épais
 [Symbol] Substratum rocheux

ÉVOLUTION DU LIT EN ALTITUDE
 — Incision
 — Exhaussement
 — Stabilité

TRANSIT SÉDIMENTAIRE
 — Intensité du transit sédimentaire
 ↓ Apports latéraux forts
 ● Stock sur les bancs et banquettes
 - - Transit sans interaction avec le lit (lit fixé)
 - - - - Transit sur substrat
 X Interruption ou perturbation du transit sédimentaire

DYNAMIQUE ACTUELLE
 — Lit fixé (substratum, pavage)
 — Lit relativement mobile

x éboulement lors de la crue de 2005



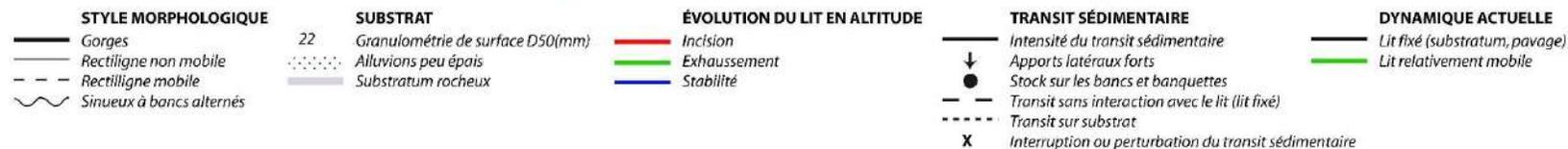
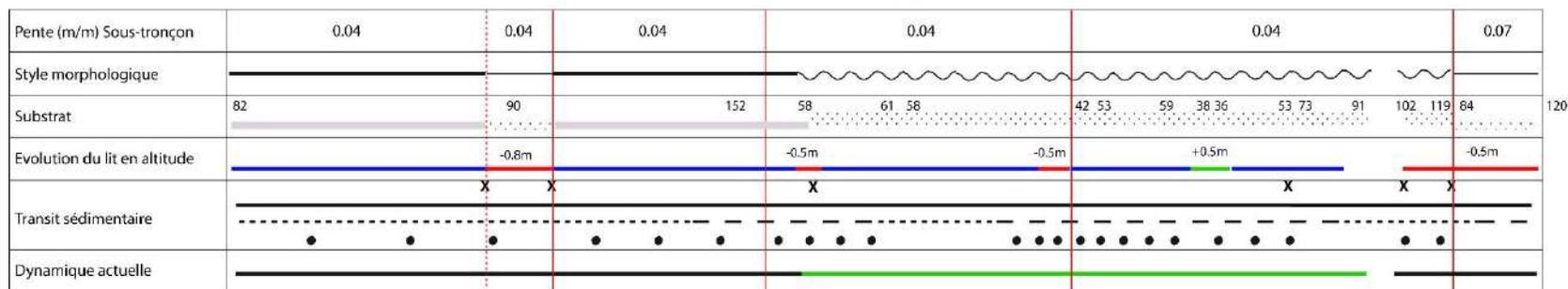
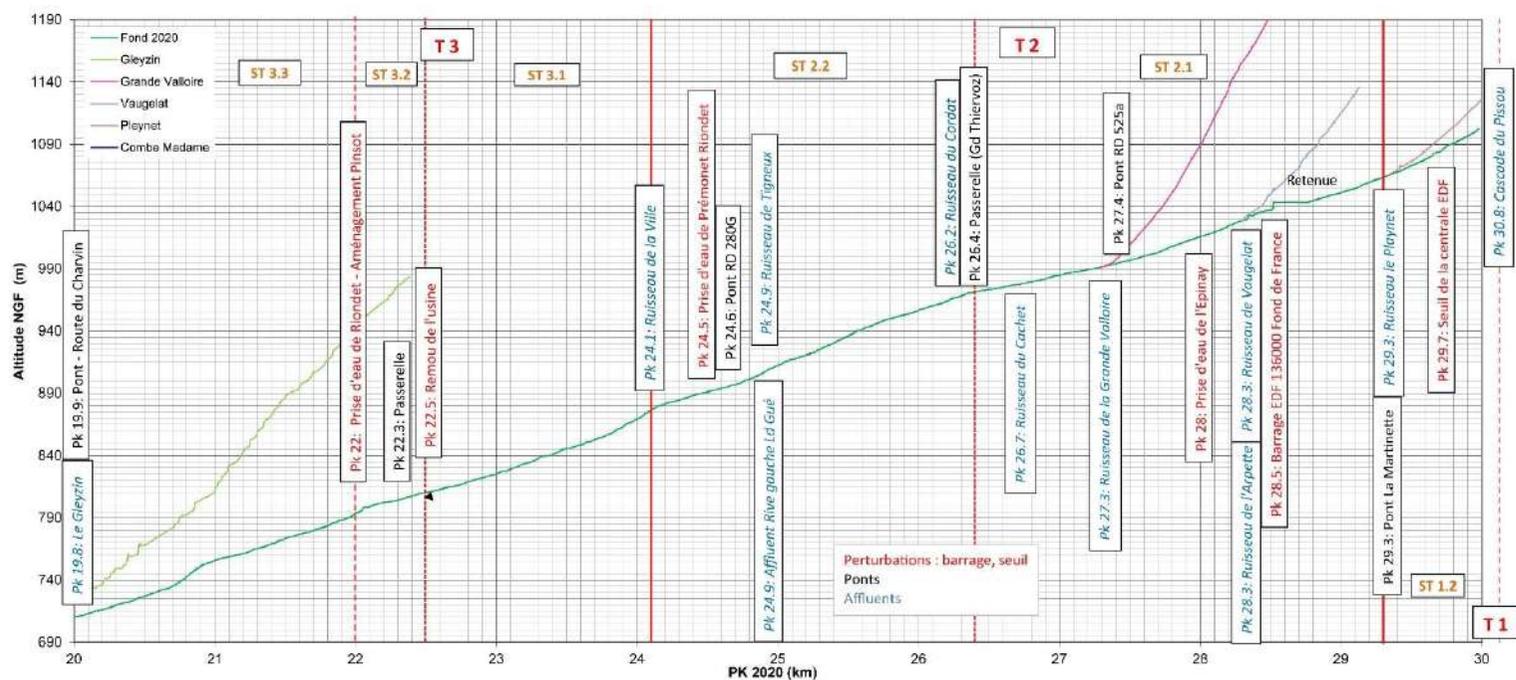


Figure 6 - Profil en long du Bréda, de la cascade du Pissou à la confluence avec l'Isère (données Lidar 2020).



L'analyse détaillée du profil en long permet d'identifier trois types de singularités dans le profil :

1. Une diminution de pente liée aux ouvrages hydrauliques, nombreux sur le linéaires (bassin, retenue d'ouvrage, barrages et seuils) : bassin 136 000, barrage du Bulbe, vieille prise d'eau du Bout du Monde, EDF à Allevard, seuil de Détrier, etc.
2. Une diminution de pente au droit de confluences : Grande Valloire, Buisson, Jeannotte. Néanmoins, au droit de ces confluences, on ne note pas de forte augmentation de la pente en aval qui devrait renseigner sur une forte recharge sédimentaire des affluents. Comme le confirme les observations de terrain, ces singularités locales sont liées à d'anciens apports de matériaux.
3. Une diminution de pente liée à des verrous géologiques, comme par exemple en aval de La Ferrière lorsque le Bréda entre dans les gorges ou en aval de la prise d'eau du Riondet.

Dans le détail, 3 singularités successives sont observées au droit des sous-tronçons ST2.1 et ST2.2 (Figure 7).

1. Une très faible modification de la pente du lit en aval du Vaugelat, qui traduit une faible recharge sédimentaire du Vaugelat. Les apports du Vaugelat sont réduits et essentiellement composés de matériaux de petites tailles. Ils participent néanmoins à diversifier la granulométrie du lit sans pour autant contribuer à une modification du style morphologique.
2. En aval du torrent de la Grande Valloire où la pente du profil en long se réduit sur un linéaire de près d'1 km. Ce secteur correspond à l'ancienne zone de progradation glaciaire et aux apports de la Grande Valloire. C'est une zone de plus forte sédimentation, un espace de plus grande mobilité au regard de la dynamique des tronçons amont et aval et un secteur d'exhaussement possible du fond du lit des événements de crues majeurs. Néanmoins, cette mobilité reste faible au regard de l'analyse des tracés des 70 dernières années.
3. Une diminution de la pente est également observée en amont du ruisseau du Tigneux et qui peut s'expliquer par ses apports puisqu'il semble avoir connu quelques crises en raison de la présence de fronts de laves torrentiels, mais sans qu'aucun événement n'est pu être retrouvé dans les archives (Alp'Géorisques, 1994). En amont des gorges, la pente diminue également, le verrou géologique contribuant à favoriser une zone d'expansion du Bréda, favorable aux dépôts de matériaux.

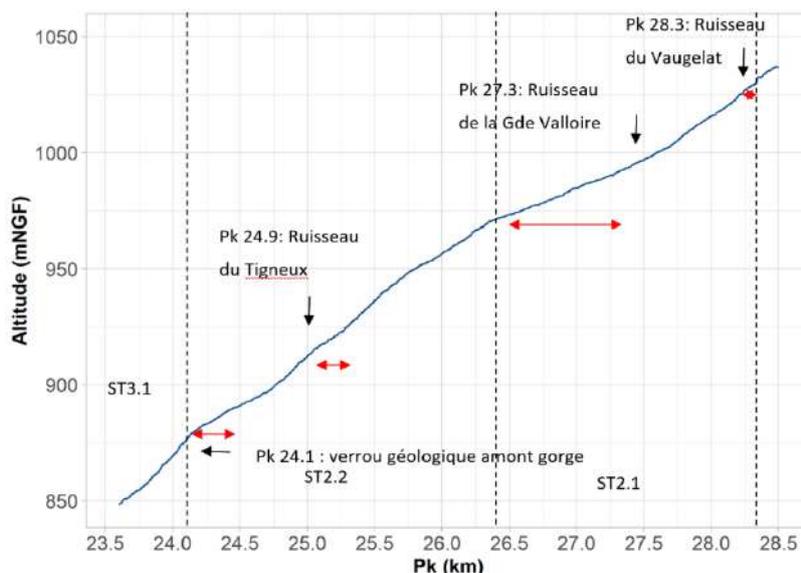


Figure 7 - Détail du profil en long au droit des sous-tronçons 2.1 et 2.2.

Plus en aval (aval du sous-tronçon ST2.2 et jusqu'à l'entrée d'Allevard), le Bréda entre dans un secteur de gorge (Tronçon 3) dans lequel le profil en long est structuré par la géologie, les faciès d'écoulement alternant entre système cascasant et step and pool, et par les ouvrages hydroélectriques (Figure 8).

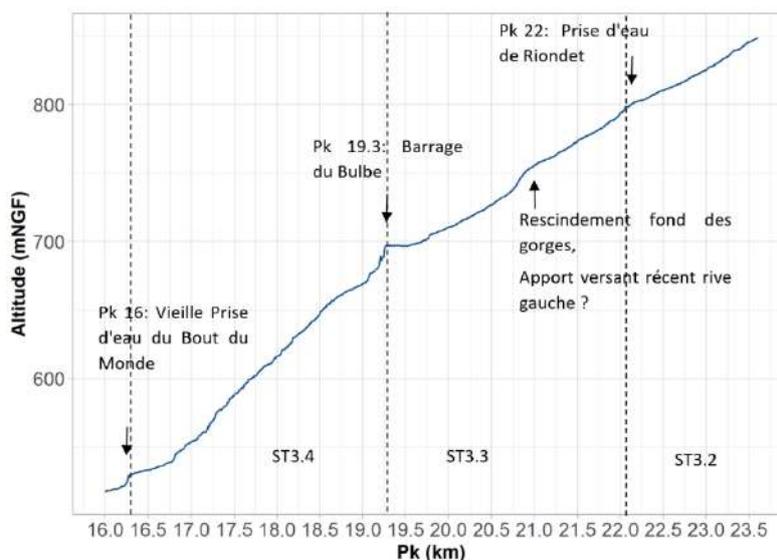


Figure 8 - Profil en long dans le tronçon 3.

A partir d'Allevard, la pente du lit diminue progressivement de 2 à 1 % et le profil en long est structuré par des aménagements hydroélectriques successifs. Néanmoins, l'analyse de la forme du profil permet d'identifier de légères augmentations de pente en aval de zones potentielles d'apports sédimentaires comme les confluences du Buisson, du Bard et du Bens.

En aval de ces confluences, le profil ne montre pas une tendance à l'aggradation ce qui s'explique par (1) la pente suffisante du Bréda pour transporter la fourniture sédimentaire et (2) au regard des observations de terrain et, hors événements de crues majeurs, une faible recharge sédimentaire provenant de ces affluents. Pour le Bard et le Buisson, ces singularités sont aussi liées au substratum rocheux affleurant.

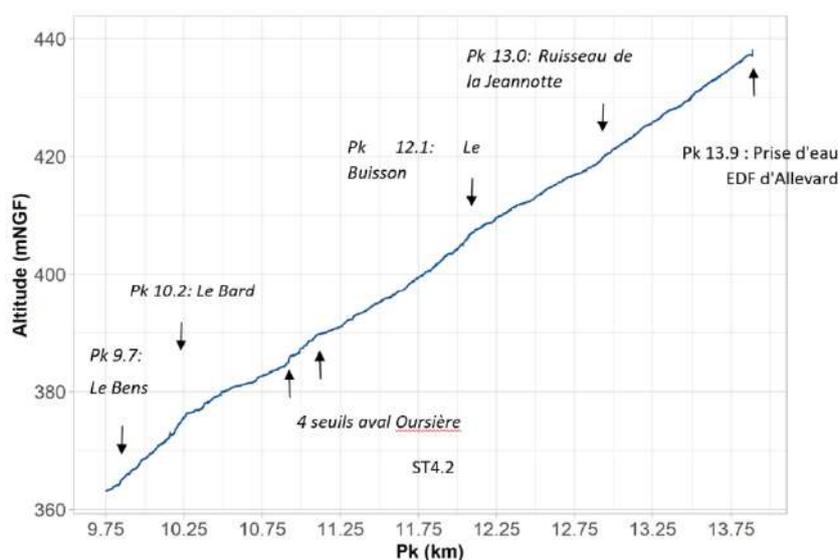


Figure 9 - Profil en long dans le tronçon 4.

En aval de la confluence avec le Bens (Figure 10), le Bréda entre de nouveau dans un secteur en gorge, mais dont la pente, de l'ordre de 1.2 % est plus modérée que sur le tronçon situé entre Pinsot et Allevard. Là aussi, le profil en long est structuré par les ouvrages hydroélectriques, en amont desquels le profil montre la présence d'un remous solide. C'est un secteur favorable aux dépôts de matériaux.

Les ouvrages, en retenant une partie de la faible charge solide en transit, participent à diversifier les écoulements. On retrouve ainsi une granulométrie mobile avec une succession de bancs alternés.

Plus en aval et jusqu'à la confluence avec l'Isère, les singularités observées sur le profil en long sont essentiellement liées à des ouvrages qui peuvent, malgré les faibles apports de matériaux, participer à exhausser le fond du lit.

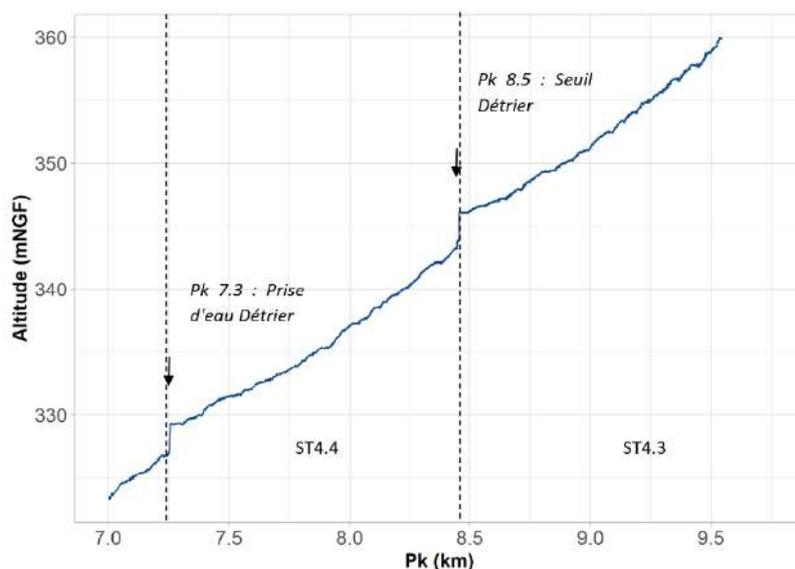


Figure 10 - Profil en long au droit des sous-tronçons ST4.3 et ST4.4.

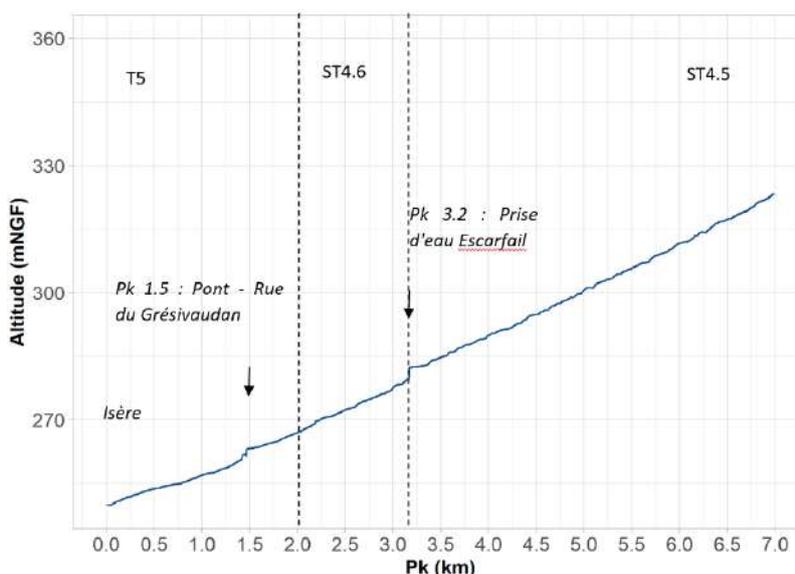


Figure 11 Figure 40 - Profil en long au droit des sous-tronçons ST4.6 et S5.

En synthèse, nous pouvons retenir que le Bréda n'est pas réputé comme étant un torrent au transport solide intense (Alp'Géorisques, 1994). Son cône de déjection, dans la vallée de l'Isère, n'est d'ailleurs pas démesuré par rapport au bassin versant. De nombreuses incertitudes demeurent quant à la connaissance du transport solide, des seuils de mise en mouvement des matériaux stockés et de déstabilisation du système.

La maîtrise du transport solide sur le Breda apparaît difficile et les apports issus directement du Breda réduits en raison :

- Du linéaire fortement corseté par la géologie (secteur en gorges), par l'urbanisation et l'activité hydroélectriques,

- Des sources sédimentaires diffuses essentiellement par érosion de berges dont les apports sont réduits. Les instabilités tels que des glissements de terrains ou les écroulements rocheux sont quasi absents (sauf celui enregistré à lors de l'événement de 2005 en aval du Veyton). La production sédimentaire peut néanmoins fluctuer au cours du temps en fonction du couvert végétal, des changements dans l'occupation du sol, du climat,
- Du peu de stock disponible dans le lit, déposé préalablement et pouvant être remobilisé par érosion directe (dépavage pour des crues de périodes de retour > 20/30 ans),
- Du stock disponible au droit des banquettes latérales qui est plus important, mais l'énergie du Bréda en situation courante ne permet pas de le remobiliser,
- D'une incision plus ou moins marquée (0.5/1m) selon les secteurs qui s'explique par l'impact des activités anthropiques dans un contexte de faible apports sédimentaires des versants et affluents sauf événement de crue majeure (exemple 2005, localisée).

Le lit du Bréda montre peu de fluctuations naturelles de granulométrie, de sections en travers et de niveaux du lit renseignant sur des processus de stockage sédimentaire. Les « respirations torrentielles » (Piton et al. 2019), observées sur des torrents actifs, ne sont pas observées sur le Bréda.

Quelques zones de plus « fortes » mobilités apparaissent cependant :

- En amont du bassin 136 000 EDF au droit du village vacances,
- Sur le tronçon situé en aval de la confluence avec la Grande Valloire,
- Sur le tronçon situé en aval de Détrier, où le Bréda perd sa morphologie torrentielle et s'écoule dans un environnement davantage alluvial, avec une pente plus faible et un espace de mobilité augmenté.

Dans les cours d'eau de montagne, le transport sédimentaire a principalement lieu durant les crues. La notion de temporalité et de purge des bassins versants est fondamentale pour bien comprendre la fourniture sédimentaire d'un bassin versant.

La Grande Valloire possède de très nombreux stocks mobilisables dans sa partie amont, bloqués actuellement par un seuil naturel (knickpoint). Les bassins versants du Bard, Buisson et Jeannotte semblent être purgés régulièrement par prise en charge régulière des pieds de glissements actifs. Le Buisson, dans sa partie amont en rive droite, peut être alimenté par des épisodes paroxysmiques de décapage et d'enlèvement de la couverture d'éboulis fins nappant les versants et actuellement en dehors de sa zone de stabilité (pente = 40-45° contre une pente d'équilibre des éboulis fins de surface de 35°). Une attention est à porter à ces secteurs où un déboisement massif serait très risqué (tout en sachant qu'il ne faut pas non plus laisser vieillir trop les peuplements). Le Vaugelat est alimenté régulièrement, par purge des pieds de glissement. Les grands décapages de rive droite dans les assises marneuses du Lias sont pour le moment actifs.

L'expérience des crues passées, fait apparaître que les désordres mentionnés occasionnés sur le Bréda sont essentiellement liés au débit liquide, au transport de bois flottés et dans une moindre mesure à l'érosion de berges. Il en est de même pour le Veyton et le Bens. Au contraire, La Grande Valloire, Le Vaugelat, le Gleyzin semblent constituer des menaces plus fortes du fait du transport solide plus fort.

L'épisode de 2005 a particulièrement été spectaculaire car, malgré le caractère torrentiel des cours d'eau, le Bréda et ses affluents n'avaient pas connu de crue importante au cours des dernières décennies voire du dernier siècle :

- Dernière crue exceptionnelle recensée sur la Grande Valloire en 1928,
- Dernière crue exceptionnelle du Bréda et du Gleyzin en 1940.

La vraie question pour ces bassins versants est d'éviter d'accumuler trop de stock mobilisable et d'assurer au contraire une fourniture sédimentaire régulière permettant de purger graduellement ces bassins versants, ce qui permet d'éviter un déstockage massif lors d'événement à forte magnitude. Le boisement peut-être une solution pour maintenir les terrains, mais jusqu'à un certain seuil où les forces tractrices liées à la charge des arbres dépassent la cohésion racinaire assurée par la couverture forestière.

L'analyse diachronique du territoire met en avant une augmentation du recouvrement de la végétalisation conduisant à la raréfaction des événements rares (plus d'évaporation/évapotranspiration et infiltration ainsi que stabilisation des matériaux à cause du réseau racinaire - rencontre avec RTM (avril 2021). Toutefois, l'influence du couvert végétal et du système racinaire est forte sur les érosions et instabilités de surface mais reste limitée sur les grands glissements (Piton et al, 2019).

Le rôle des flottants est également à évoquer et peut avoir de forts effets en raison de la production d'embâcles.

En termes de gestion de l'espace, la tendance naturelle des lits torrentiels à « respirer » pourrait être mise à profit pour réguler les forts débits solides. Il est alors possible de forcer l'élargissement du chenal (arasement de banc par exemple) pour que les matériaux se déposent préférentiellement dans ces zones élargies (amont bassin 136 000 : village vacances, en aval de la Grande Valloire état naturel).

Les torrents du Breda sont relativement peu actifs (mis à part le Vaugelat et la Grande Valloire), les plages de dépôts semblent donc être les aménagements les plus pertinents à mettre en œuvre dans la mesure où les apports en matériaux resteraient relativement rares.

H.2. FOURNITURE SEDIMENTAIRE / TRANSPORT SOLIDE

Les analyses quantitatives précédentes ont permis d'estimer à la fois la fourniture sédimentaire des sous-bassins versants et les capacités de transport du Breda et de ses affluents. Afin de mettre en évidence les tendances à l'exhaussement et à l'incision des différents tronçons, et d'évaluer leur impact sur les niveaux d'écoulement du cours d'eau, il convient de retenir les valeurs, qui, au regard des observations de terrain et des retours d'expérience suite aux crues, nous apparaissent le plus pertinente pour caractériser l'aléa torrentiel.

L'analyse générale des volumes fait penser que la formule de Rickenmann (1991) surévalue les volumes.

Les valeurs extrêmes ou « aberrantes » ont été supprimées de l'analyse (Figure 12).

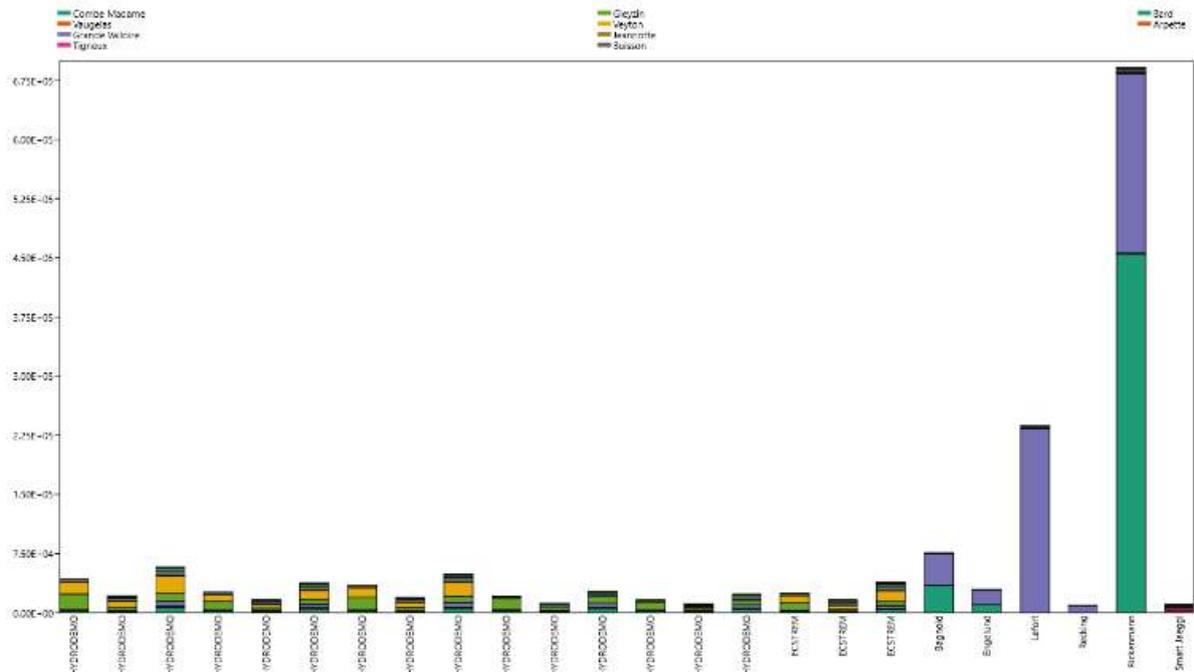


Figure 12 - Représentation des volumes fournis par Hydrodém0, Ecstrem et capacités de transport solide.

La Figure 13 représente les diagrammes en violon des valeurs brutes d'apports / transport fournies par les modèles Hydrodém0 / Ecstrem et les calculs de capacité de transport. En noir, sont cerclées les gammes de valeur à forte densité afin d'en extraire un tableau de synthèse avec les valeurs minimum et maximum de chaque cercle, correspondant aux gammes de plus fortes convergences.

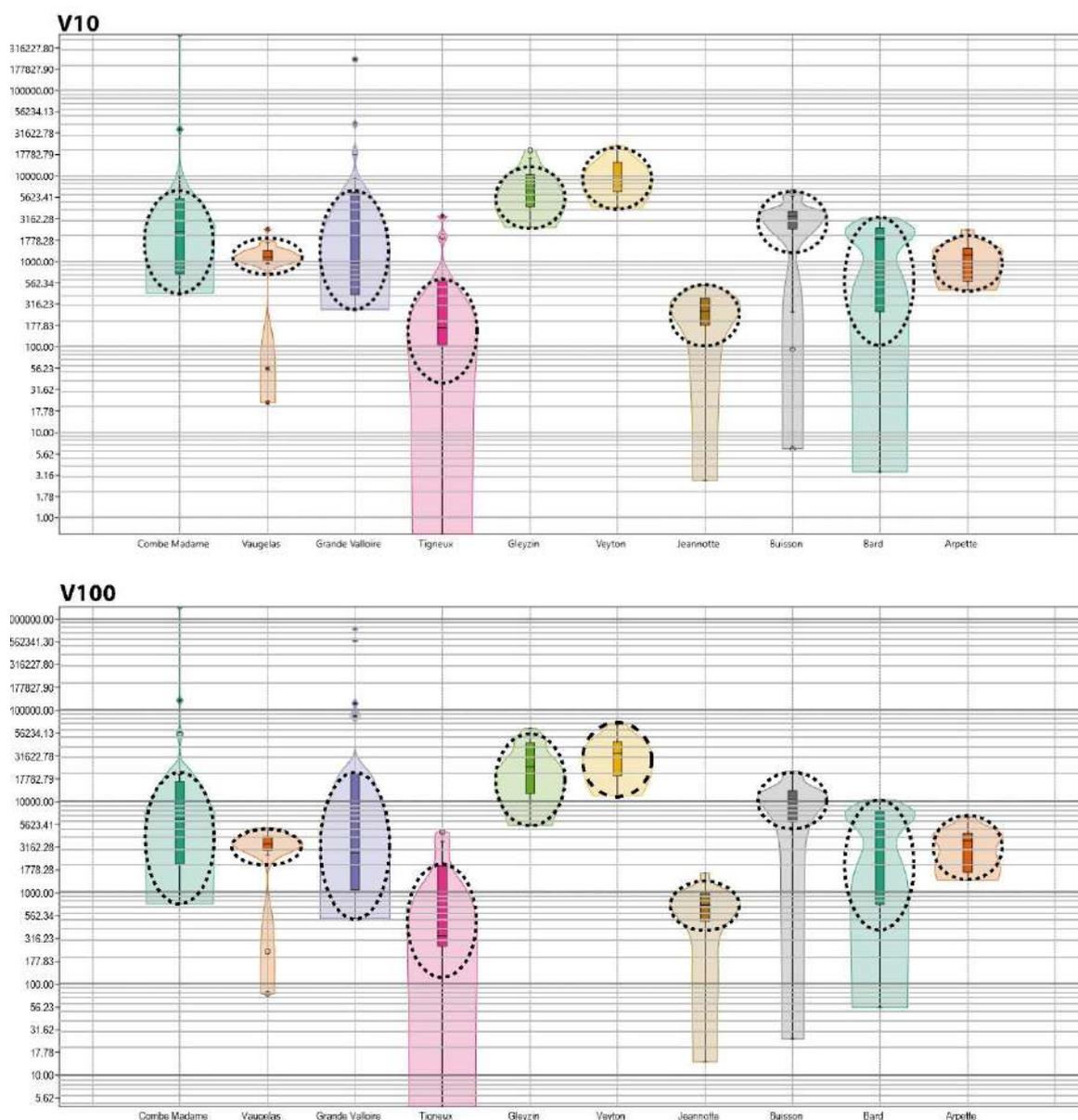


Figure 13 - Diagrammes en violon des valeurs brutes fournis par les modèles et calcul de capacité de transport pour V10 et V100.

La Figure 14 représente deux graphiques de synthèse sous forme de radar avec pointage des trois bassins versants à lave torrentielle, le reste des bassins versant ayant un fonctionnement mixte (charriage-lave).

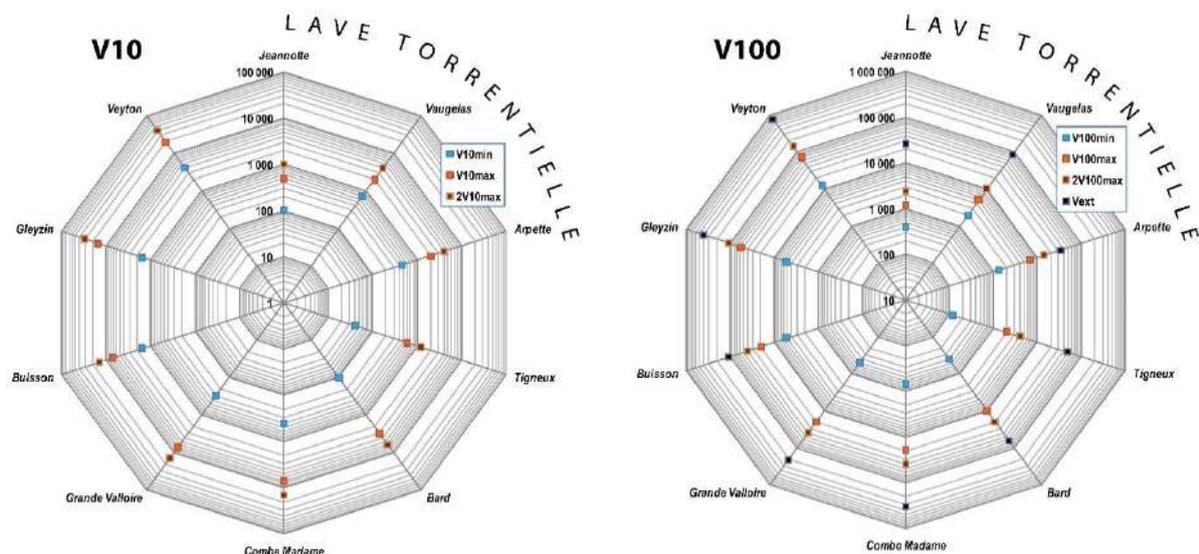


Figure 14 - Graphique de synthèse sous forme radar avec pointage des trois bassins versants à lave torrentielle, le reste étant mixte (charrriage-lave).

Enfin, le Tableau 1 synthétise les valeurs finalisées, avec en rouge, les valeurs préférentielles à retenir pour V10 et V100.

Pour V10, n'ayant aucune référence et retour d'expérience, il apparaît plus pertinent de retenir 2V10max.

Pour définir les volumes estimés à V100, nous nous sommes fondés, lorsque cela était possible sur les références historiques pour caler la valeur de référence (exemple : Vaugelat, Buisson et Bard). Lorsque aucune référence était disponible, nous avons retenu la valeur 2V100max.

Tableau 1 - Valeurs finalisées, avec en rouge, les valeurs préférentielles à retenir pour V10 et V100.

BV	Type dominant	Surface (km²)	V10min	V10max	2V10max	V100min	V100max	2V100max	Vext	Rex crues
Jeannotte	Lave	1.05	100	500	1000	400	1200	2400	26250	
Vaugelas	Lave	3.5	700	2000	4000	2000	5000	10000	87500	35-70000 (Rex crue 1948)
Arpette	Lave	1.34	450	2000	4000	1300	7000	14000	33500	
Tigneux	Mixte	1.89	40	600	1200	120	2000	4000	47250	
Bard	Mixte	2.59	100	3000	6000	400	10000	20000	64750	5000 (Rex crue 2016 tps retour 10/20ans) 3000 (Rex crue 2005)
Combe Madame	Mixte	13.44	400	7000	14000	700	20000	40000	336000	20000 (Rex crue 2005, tps retour 100ans)
Grande Valloire	Mixte	8.47	300	7000	14000	500	20000	40000	211750	30000 (Rex crue 2005)
Buisson	Mixte	4.33	1500	7000	14000	5000	20000	40000	108250	5000 (Rex crue 2005)
Gleyzin	Mixte	16.32	1500	15000	30000	5000	55000	110000	408000	1001 (Rex crue 2005)
Veyton	Mixte	30.71	4000	20000	40000	12000	70000	140000	767750	

H.3. EVOLUTION DU FOND DU LIT

La caractérisation de la crue ne repose pas uniquement sur un modèle hydraulique mais prend en compte également l'analyse Hydromorphologique et en particulier l'analyse du profil en long (zone de

contraction/ tronçon favorable à l'exhaussement, etc.) et sa possible évolution lors de l'évènement de crue.

Sur la base des estimations des fournitures sédimentaires des affluents et leur contribution à l'engravement dans le tronçon du Bréda, l'évolution possible du fond du lit a été estimée à partir de deux méthodes complémentaires : l'une fondée sur une approche « à dire d'expert », l'autre sur l'utilisation du modèle 1D Evofond (ONF-RTM) interfacé dans une feuille de calcul Excel®.

H.3.1. Estimation des épaisseurs du fond du lit

H.3.1.1. A dire d'expert

La méthodologie de calcul des épaisseurs de dépôts au droit des cônes de déjection des affluents et à la confluence du Bréda est la suivante pour les occurrences de crues T10 et T100 (Figure 15) :

1. Détermination des emprises de débordement, à dire d'expert, par étude bibliographique, analyse de la topographie issue du Lidar SYMBHI 2020, analyse des images aériennes post-évènement 2005,
2. Tracé du profil en long du fond du lit de l'affluent et du Bréda, et de plusieurs profils en travers sur le cône et dans le lit mineur du Bréda,
3. Estimation d'un profil d'équilibre qui reprend en partie le volume entre l'amont et l'aval du profil,
 - Pour une crue d'occurrence T10 : l'ensemble des matériaux sont contenus dans le chenal,
 - Pour une crue d'occurrence T100, 20 à 30 % des matériaux débordent sur les banquettes ou sur les marges du chenal,
 - Pour une crue d'occurrence T1000, les matériaux débordent sur l'ensemble du cône.
4. Evaluation sur des sections représentatives des volumes de matériaux pouvant être stockés dans le chenal et sur les emprises T10 et T100.

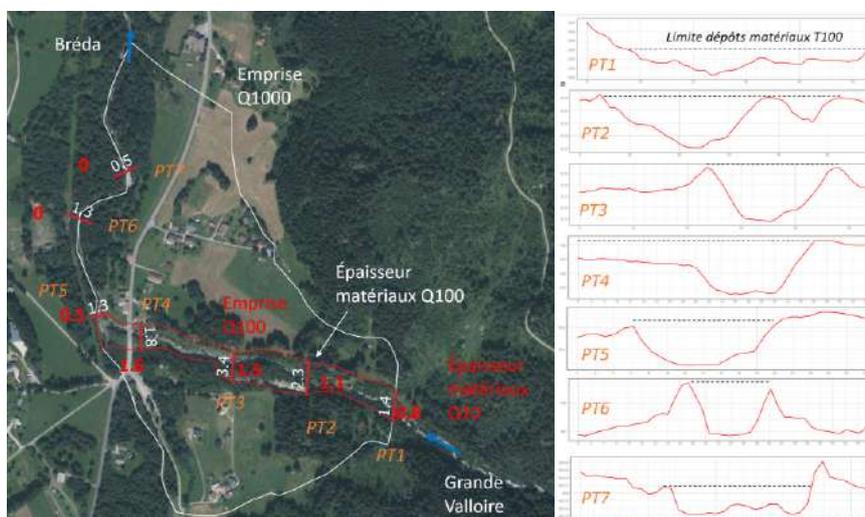


Figure 15 - Exemple de calculs réalisés pour estimer les épaisseurs du fond du lit sur la Grande Valloire.

Pour le Bréda, il s'est agi de comparer les capacités de transport amont/aval.

- Si la capacité de transport aval est égale ou supérieure à la capacité de transport amont, nous avons considéré une absence de dépôt de matériaux.
- Si la capacité de transport aval est inférieure à la capacité de transport amont, nous avons considéré un exhaussement du fond du lit. Les épaisseurs de dépôts sont alors calculées à partir de la différence des valeurs médiane de capacité de transport ramenée à la surface du linéaire (largeur du lit x longueur du profil en long d'équilibre).

Les traversées d'Allevard et de Pontcharra sont soumises à un exhaussement du fond du lit.

H.3.1.2. Modélisation Evofond

EVOFOND est un modèle 1D codé en langage Python et interfacé dans Microsoft Excel®. Il couple (a) pour le transport solide : l'équation de conservation de la masse d'Exner, les débits solides pouvant être calculés avec de nombreuses formules de transport solide par charriage adaptées aux cours d'eau à forte pente (Rickenmann, Recking, Lefort...), (b) pour l'hydraulique : un calcul de hauteur d'écoulement en régime critique sans propagation d'onde de crue, la hauteur critique étant une approximation acceptable en contexte torrentiel de la hauteur d'écoulement dans le domaine de rugosités moyennes ($2 < R/D84 < 7$ avec R le rayon hydraulique et D84 le diamètre caractéristique de percentile 84%) (Recking et al., 2013). Les débits solides sont calculés avec la pente de la ligne d'énergie, ce qui permet de modéliser les évolutions altitudinales du fond de lit dans un contexte de variations brutales de largeur du lit. Malgré la simplicité des hypothèses hydrauliques réalisées, le test du modèle EVOFOND sur un jeu de données provenant d'un modèle réduit a montré que la hauteur maximale de dépôt à l'amont de contractions à fond fixe était modélisée avec une erreur moyenne de $\pm 20\%$ ce qu'on considère comme acceptable au vu des incertitudes inhérentes au contexte torrentiel (Velten et al., 2018).

L'incision du fond du lit peut être limitée en matérialisant un niveau de fond inaffouillable. Ce procédé a été utilisé pour prendre en compte des points fixes comme les seuils sur Pontcharra ou des affleurements de substratum.

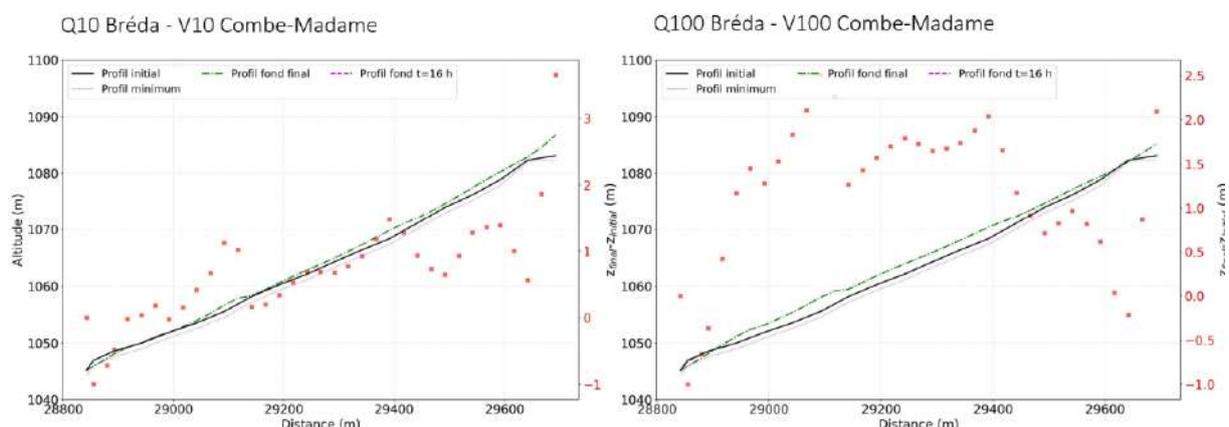


Figure 16 - Exemple de simulation d'évolution du fond du lit à partir du modèle EVOFOND, au droit de la confluence Combe Madame / Bréda pour une crue d'occurrence T10 et T100.

H.3.2. Résultats de l'estimation de l'évolution du fond du lit

H.3.2.1. Secteur confluence Combe Madame : seuil EDF jusqu'au barrage 136 000

La Figure 17 et la Figure 18 présentent respectivement les épaisseurs de dépôts sédimentaires modélisées sous Evofond et celles estimées de manière experte.

Les résultats des deux approches sont cohérents. Sur le Bréda, nous retiendrons les épaisseurs issues des modélisations Evofond :

- De 1 à 3.5 m pour une crue Q10 Bréda / Q10 Pleynet / Q10 Combe-Madame, avec un estimatif de 14 000 m³ d'apport,
- De 1 à 2.5 m pour une crue Q100 Bréda / Q100 Pleynet / Q100 Combe-Madame avec un estimatif de 40 000 m³ d'apport.

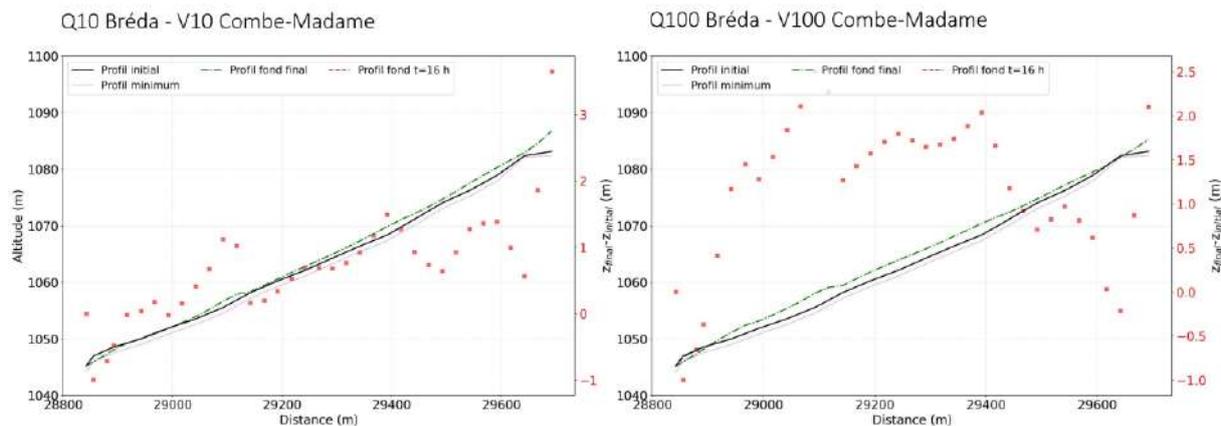


Figure 17 - Résultats sous forme de profil en long des épaisseurs de dépôts modélisées avec Evofond.

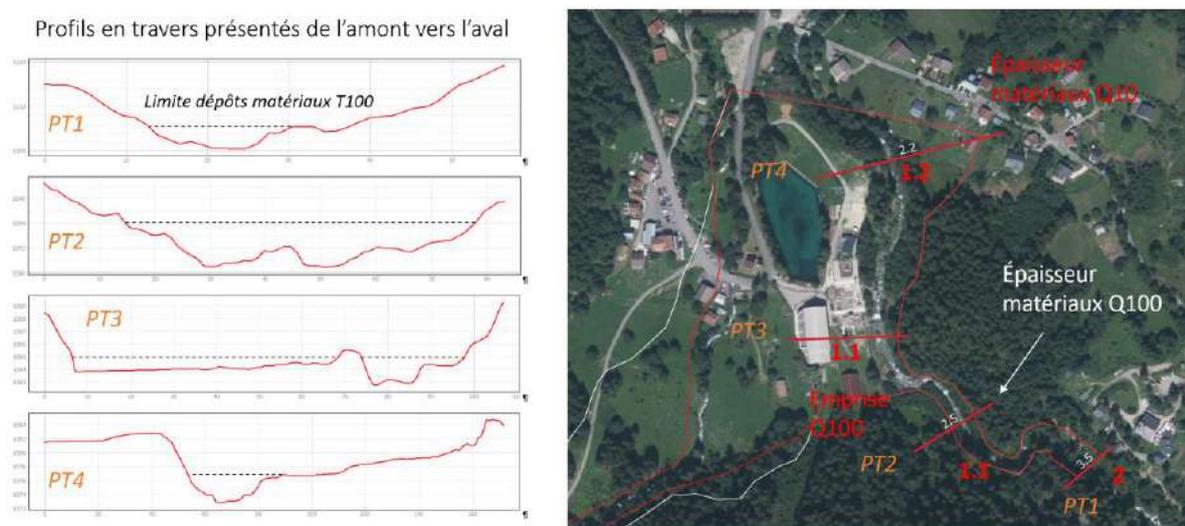


Figure 18 - Résultats des épaisseurs de dépôts estimés de manière experte.

H.3.2.2. Secteur confluence Grande Valloire jusqu'au ruisseau du Tigneux

La Figure 19 et la Figure 20 présentent respectivement les épaisseurs de dépôts sédimentaires modélisées sous Evofond et celles estimées de manière experte.

Les résultats des modélisations réalisées sous Evofond apparaissent surestimés sur le cône de déjection, l'outil ne pouvant correctement modéliser les débordements de matériaux. Sur le Bréda, nous retiendrons une approche mixte pour estimer les épaisseurs de matériaux, experte sur le cône et issu de la modélisation sur le Bréda :

- De 1 à 3 m pour une crue Q10 Grande Valloire / Q10 Tigneux, avec un estimatif de 18 000 m³ d'apport,
- De 1 à 8.5 m pour une crue Q100 Grande Valloire / Q100 Tigneux / Q100 Vaugelat avec un estimatif de 131 500 m³ d'apport.

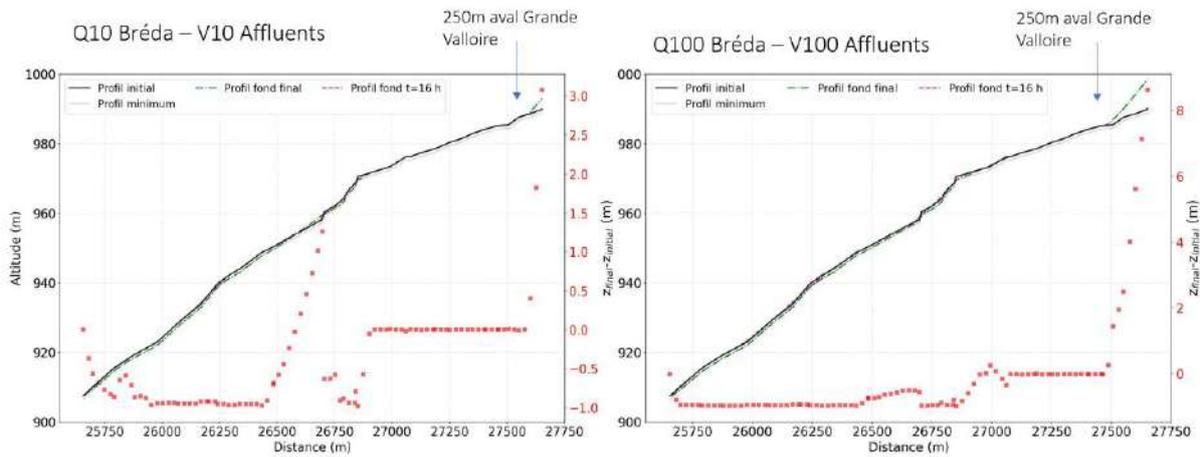


Figure 19 - Résultats sous forme de profil en long des épaisseurs de dépôts modélisés avec Evofond.

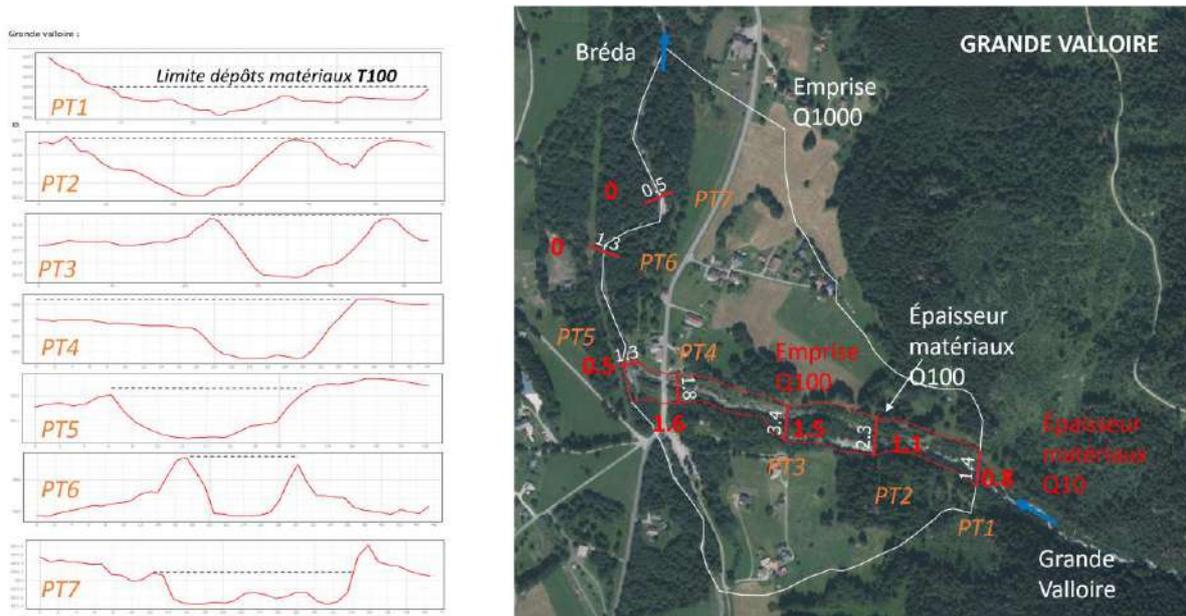


Figure 20 - Résultats des épaisseurs de dépôts estimés de manière experte.

H.3.2.3. Secteur confluence du Gleyzin jusqu'à la retenue de Pinsot

La Figure 21 et la Figure 22 présentent respectivement les épaisseurs de dépôts sédimentaires modélisées sous Evofond et celles estimées de manière experte.

Les résultats des modélisations réalisées sous Evofond apparaissent surestimés à l'entrée de Pinsot, sur le cône de déjection, en sortie du verrou géologique. Sur le Bréda, nous retiendrons l'approche experte pour estimer les épaisseurs de matériaux. Les épaisseurs de dépôts estimées au niveau de l'usine de Pinsot sont cohérentes avec celles mesurées à la suite de la crue de 2005 (3.2 m).

- De 1 à 3 m pour une crue Q10 Bréda / Q10 Gleyzin, avec un estimatif de 30 000 m³ d'apport,
- De 1.2 à 5 m pour une crue Q10 Bréda / Q100 Gleyzin avec un estimatif de 110 000 m³ d'apport.

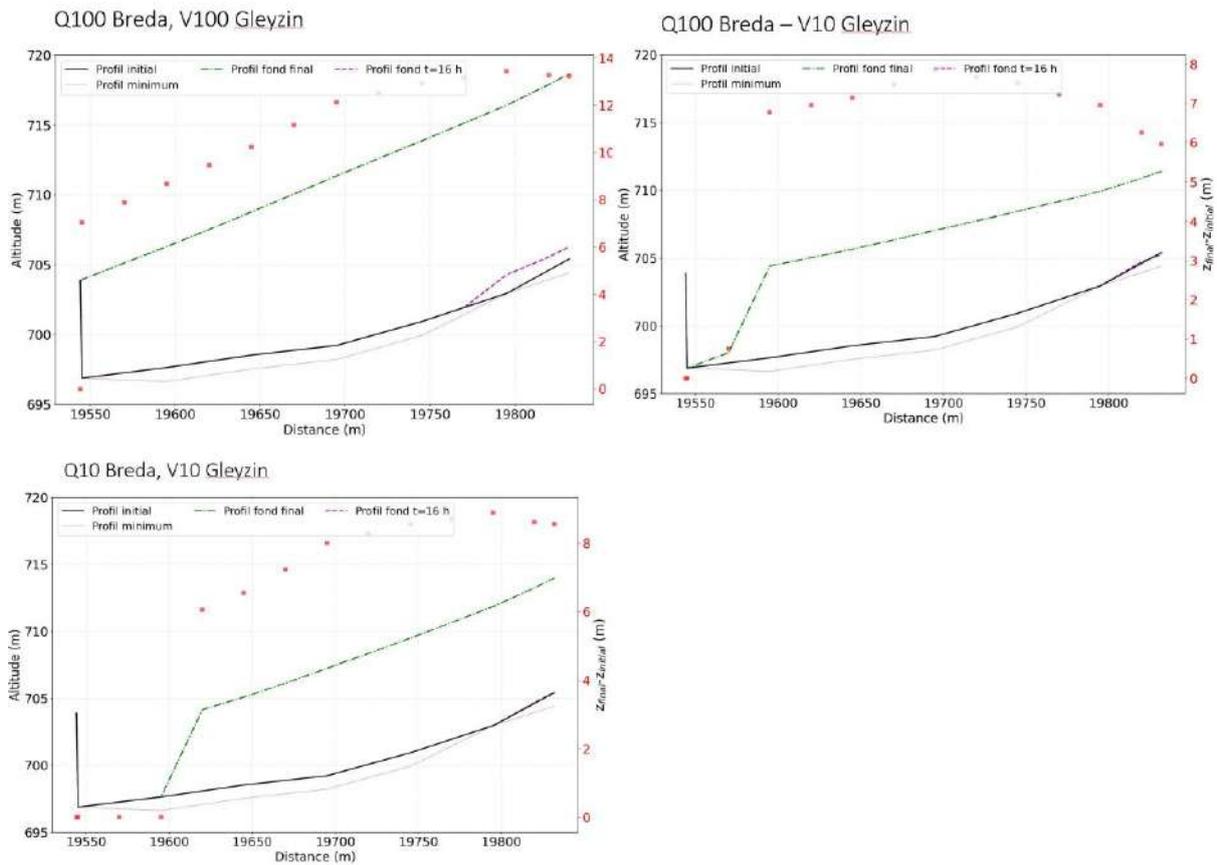


Figure 21 - Résultats sous forme de profil en long des épaisseurs de dépôts modélisées avec Evofond.

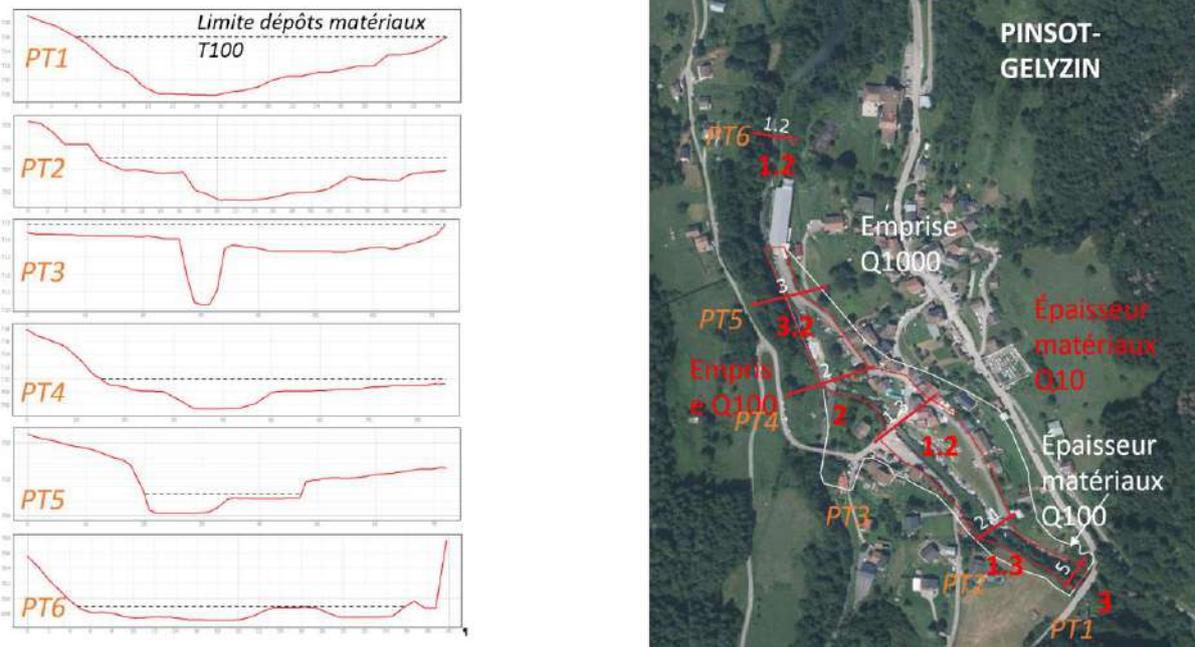


Figure 22 - Résultats des épaisseurs de dépôts estimés de manière experte.

H.3.2.4. Secteur confluence du Veyton jusqu'à la prise d'eau d'Allevard

La Figure 23 présente les épaisseurs de dépôts sédimentaires modélisées sous Evofond.

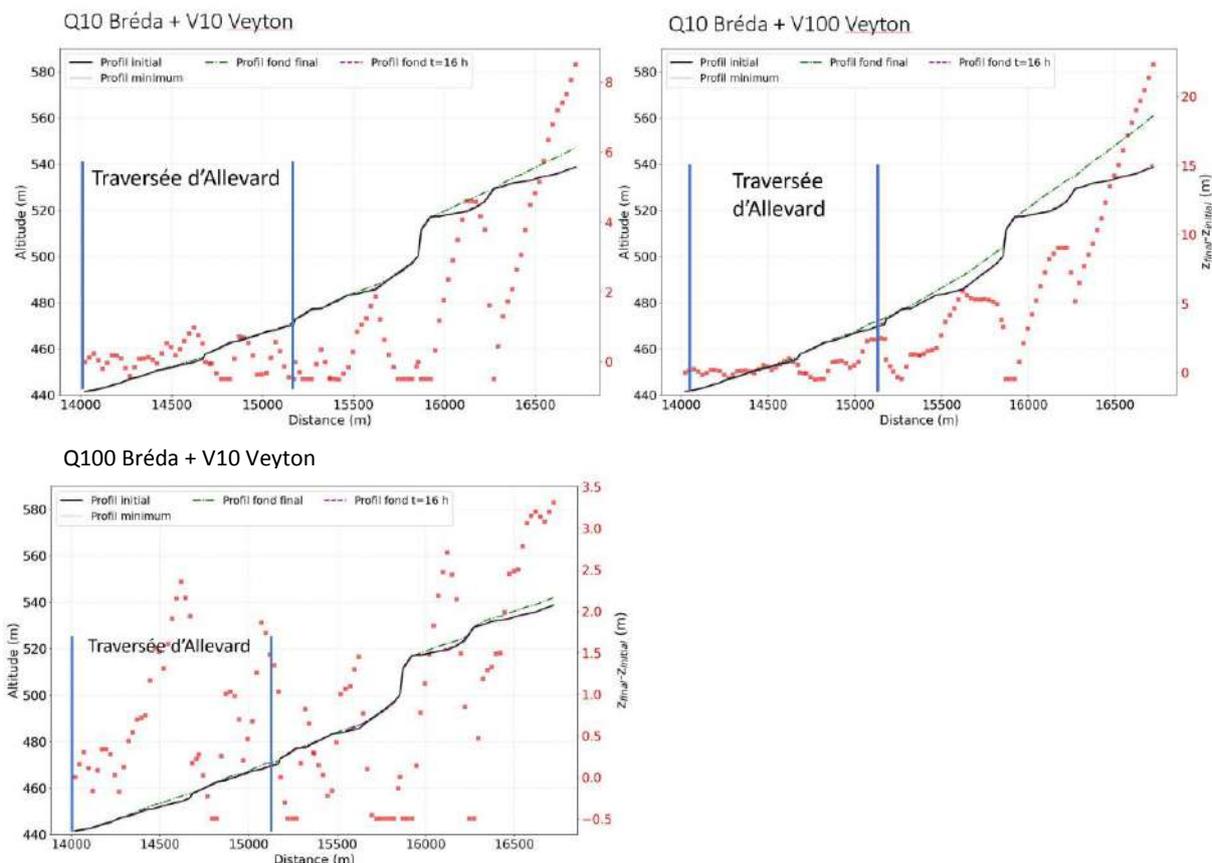


Figure 23 - Résultats sous forme de profil en long des épaisseurs de dépôts modélisées avec Evofond.

Pour la traversée d'Allevard, les épaisseurs de dépôts ont été estimées par la méthode experte de la façon suivante :

- Capacité de transport amont (valeur médiane) 49 000 m³.
- Capacité de transport aval (valeur médiane) 37 000 m³.
- Section totale : 25 m².
- Section de dépôts : 12 m².
- Linéaire dans la traversée d'Allevard, entre le pont de la RD et l'amont du remous de la retenue EDF : 970 m.
- Epaisseurs moyenne de dépôts retenues pour T100 : 1.2 m.

Les résultats des deux approches sont cohérents. Pour la traversée d'Allevard, nous retiendrons les épaisseurs issues des modélisations Evofond :

- De 0.5 à 1.5 m pour une crue Q10 Bréda / V10 Veyton, avec un estimatif de 40 000 m³ d'apport,
- De 1 à 3 m pour une crue Q100 Bréda / Q100 Veyton avec un estimatif de 140 000 m³ d'apport.

H.3.2.5. Secteur confluence du Bard jusqu'à la confluence du Bens

La Figure 24 et la Figure 25 présentent respectivement les épaisseurs de dépôts sédimentaires modélisées sous Evofond et celles estimées de manière experte.

Les résultats des estimations expertes et des modélisations apparaissent cohérents :

- 0.5 m pour une crue Q10 Jeannotte / Q10 Buisson, avec un estimatif de 15 000 m³ d'apport,
- De -0.8 à 0.5 m pour une crue Q100 Jeannotte / Q100 Buisson / Q100 Vaugelat avec un estimatif de 22 400 m³ d'apport.

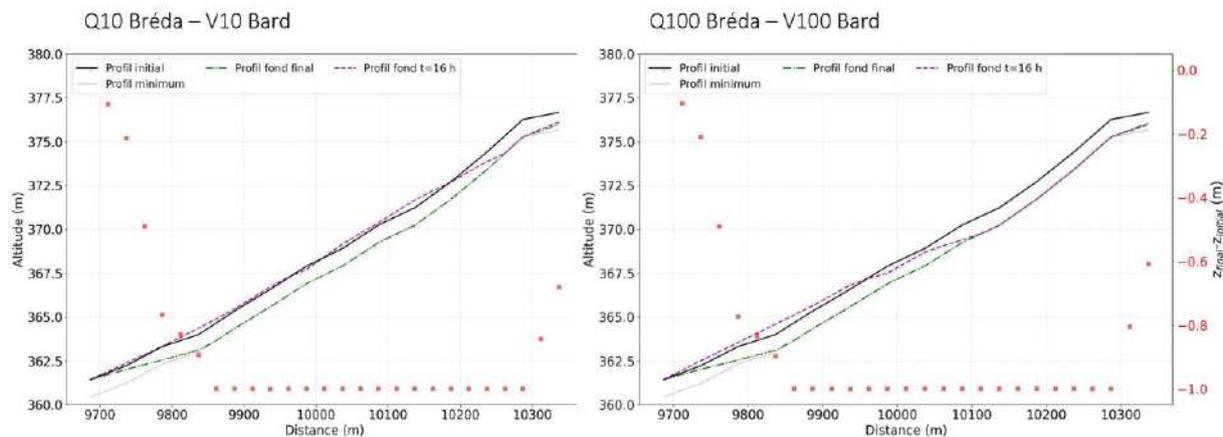


Figure 24 - Résultats sous forme de profil en long des épaisseurs de dépôts modélisés avec Evofond.

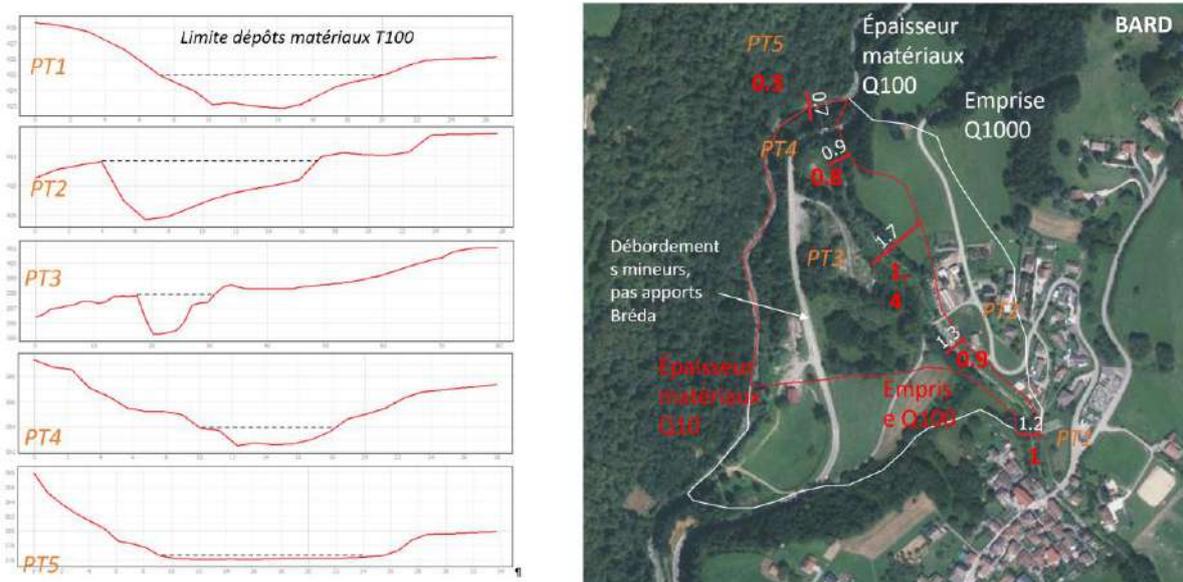


Figure 25 - Résultats des épaisseurs de dépôts estimés de manière experte.

H.3.2.6. Secteur prise d'eau Escarfail jusqu'à la confluence de l'Isère

La Figure 26 présente les épaisseurs de dépôts sédimentaires modélisées sous Evofond sur la traversée de Pontcharra.

Nous estimons des crues essentiellement à débit liquide pour les occurrences Q10, Q30 et Q100 et modélisons un engravement, à l'aide d'Evofond, pour une crue d'occurrence Q1000, avec l'hydrogramme de crue Q100 et la pente du Bréda amont (Secteur Détrier) comme pente d'apports de matériaux.

Les résultats fournissent une évolution du fond du lit compris entre -0.5 et 1.5 m pour une crue Q1000 du Bréda et un volume d'apport de 28 000 m³.

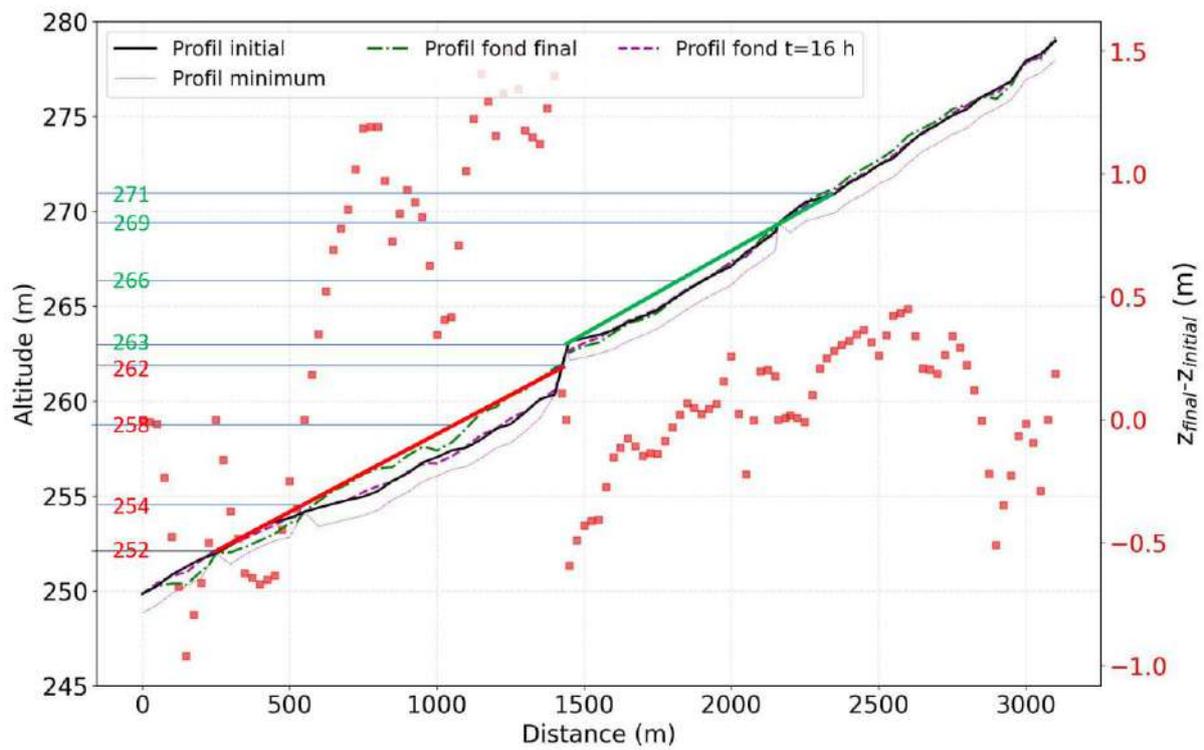


Figure 26 - Résultats sous forme de profil en long des épaisseurs de dépôts modélisées avec Evofond.

I. ANALYSE DE L'INONDABILITE

I.1. ETABLISSEMENT DES SCENARIOS ET MISE EN ŒUVRE DES INTENSITES DE CRUE

A partir des modèles mis en place, les scénarios suivants ont été simulés pour réaliser l'état des lieux du système :

- ✓ Scénario 1 : CRUE SIGNIFICATIVE : Crue de Projet T10 ans (sans embâcles ni transport solide)
- ✓ Scénario 2 : CRUE RARE : Crue de Projet T30 ans (avec embâcles et transport solide)
- ✓ Scénario 3 : CRUE TRES RARE : Crue de Projet T100 ans (avec embâcles et transport solide)
- ✓ Scénario 4 : CRUE EXTREME : Crue de Projet T1000 ans (avec embâcles et transport solide)

Les hypothèses d'embâcles et de transport solide qui ont été prises sont détaillées en annexe :

- ✓ EMBACLES :
 - Approche croisée entre une analyse multicritère et une analyse experte cas par cas Le détail est présenté en annexe de ce rapport
 - Les critères suivants ont été utilisés :
 - Le tirant d'air disponible dans la simulation « EAUX CLAIRES »
 - L'historique connue de l'ouvrage
 - La forme de l'ouvrage
 - La position de l'ouvrage :
 - Par rapport à un « bassin versant d'apport boisé »
 - Par rapport à un long « bief de relargage boisé »
 - Par rapport à un ouvrage amont « filtrant »
 - Le détail des embâcles considérés est présenté dans le rapport « Hydraulique »
- ✓ TRANSPORT SOLIDE :
 - Approche croisée entre une analyse calculatoire (EVOFOND) et une analyse experte
 - Les critères suivants ont été utilisés :
 - Engrèvement d'un bief en raison d'un apport soudain d'un affluent torrentiel
 - Equilibrage du fond de lit d'un bief soumis à un fort charriage
 - Le détail des méthodes et calculs considérés est présenté dans le rapport « Transport solide »

Au vu des types de scénarios mis en œuvre, 1 seul type de crue a été utilisé correspondant à la crue type observée sur le territoire (analyse de forme réalisée dans le cadre de l'étude Hydrologique) pour le BREDA et les principaux affluents et une crue courte pour les torrents secondaires (Voir détail dans le rapport Hydrologique). Un scénario de crue plus courte sur le BREDA aurait comme conséquence de mobiliser moins de matériaux solide.

Le détail des définitions de scénarios est présenté en annexe du présent rapport.

A partir de ces scénarios, les cartes d'intensité ont été établies. Ces cartes correspondent aux enveloppes maximales obtenues pour chaque scénario. En raison du caractère torrentiel des phénomènes l'Intensité FORTE a été appliquée sur l'ensemble de la zone sauf dans les cas suivants :

- ✓ Dans la zone de débordement de PONTCHARRA (écoulement de plaine) :
 - Pas d'intensité si la hauteur d'eau est inférieure à 5cm
 - Intensité moyenne pour une hauteur d'eau entre 5cm et 50cm
- ✓ Sur les affluents torrentiels importants (présence d'un risque de lave torrentiel)
 - Intensité moyenne pour des zones élargies du cône avec une estimation de probabilité d'atteinte plus faible.

I.2. SYNTHÈSE PAR TRONÇON

La zone d'étude a été décomposée en 7 tronçons :

- ✓ Haut-Bréda / Amont bassin 136 000
- ✓ Haut-Bréda / Vaugelat -> La Ferrière
- ✓ Haut-Bréda / Confluence Gleyzin
- ✓ Combe d'Alleverd / Traversée d'Alleverd
- ✓ Combe d'Alleverd / Jeannotte -> bens
- ✓ Gorges de Détrier-Pontcharra / Amont Pontcharra
- ✓ Gorges de Détrier Pontcharra / Traversée Pontcharra
- ✓ Bens

Ce découpage donne ainsi 19 secteurs de cours d'eau

- ✓ BREDA
 - Haut-Bréda
 - Amont bassin 136 000
 - Vaugelat -> Tigneux
 - Confluence Gleyzin
 - Combe d'Alleverd
 - Traversée d'Alleverd
 - Jeannotte-amont Bard
 - Bard- Pont de Détrier
 - Gorges de Détrier Pontcharra
 - Amont Détrier
 - Gorges aval Détrier
 - Traversée Pontcharra
- ✓ AFFLUENTS
 - Vaugelat
 - Grande Valloire
 - Gleyzin
 - Jalon
 - Jeannotte
 - Buisson
 - Bard
 - Bens
 - Bramefarine / Bayard
 - Autres Torrents de Bramefarine (hors Bayard)

La cartographie suivante localise ces tronçons.

Le diagnostic reprend cette structure.

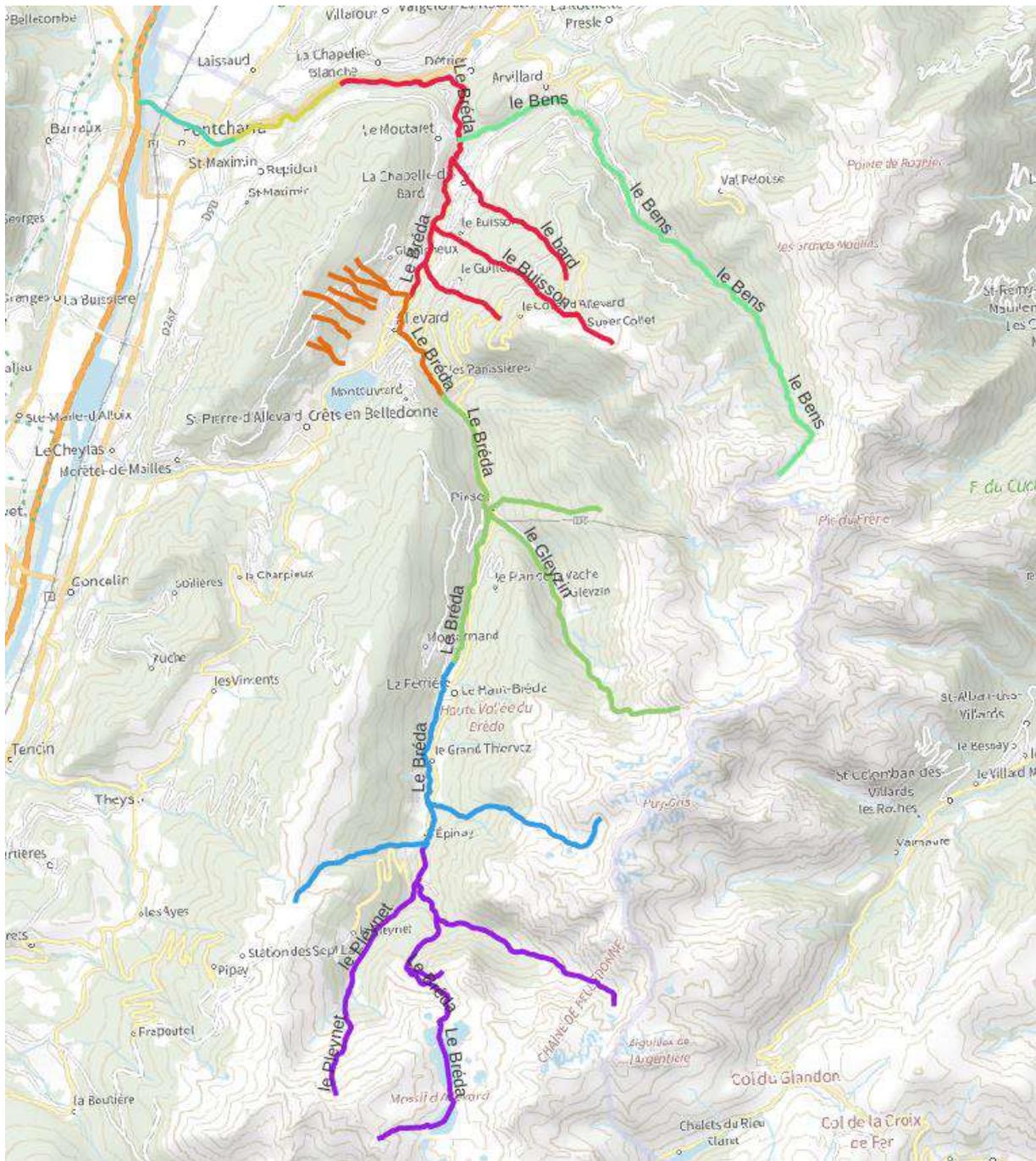


Figure 27 – Décomposition des tronçons de la zone d'étude

- ✓ **Amont Bassin 136 000 m³** : Les débordements apparaissent pour T = 30ans (Seuils Hydrométriques et point bas de la digue du CVO). Les hauteurs d'inondations sont faibles (20-30cm) mais touchent des bâtiments (Centrale EDF et Centre de vacances CVO).
- ✓ **Vaugelat** : Les premiers débordements sont observés pour T = 100ans au niveau du pont de la RD mais la prise en compte du risque de lave torrentiel amène à considérer une emprise bien supérieure dès 100 ans incluant les habitations en rive gauche et droite.
- ✓ **Sortie du bassin 136 000 m³** : Les ouvrages d'évacuation du barrage sont capacitaires jusqu'à T = 1000ans. Le pont en aval est en charge pour T = 1000ans mais non surversant.

- ✓ **Grande Valloire** : Les premiers débordements sont observés pour T = 100ans au niveau du pont de la RD, voire jusqu'à la prise d'eau CHCR mais la prise en compte du risque de lave torrentiel amène à considérer une emprise bien supérieure dès 100 ans incluant les habitations en rive gauche et droite.
- ✓ **La Ferrière** : Le pont du camping est en charge dès T = 10ans avec des débordements significatifs pour T = 30ans.
- ✓ **Pinsot** : Les débordements apparaissent dès T = 30ans par le Gleyzin puis sur le BREDA avec des hauteurs d'eau significatives au niveau de la forge et de la centrale ASCOMETAL. Les débordements du Jalon apparaissent pour T = 100ans en raison des embâcles sous la RD
- ✓ **Traversée d'ALLEVARD** : Les premiers débordements du BREDA apparaissent pour T = 100ans avec des hauteurs d'eau significatives. Les points suivants débordent : Pont de la libération, promenade du BREDA, Mur et Digue du camping (EDF, Rive droite), chemin de la Touvière à partir du pont de la RD525, Passerelle du lac de la Mirande.
- ✓ **Le Bayard** : Ce torrent déborde dès la crue T = 10ans au niveau du pont de la RD9. Pour T 10, ce débordement est juste en rive gauche et atteint la piscine. Pour T = 100ans des débordements se produisent également en rive droite vers le collège pour des hauteurs de l'ordre de 20cm.
- ✓ **Les autres torrents de Bramefarine** : La capacité des ouvrages EP est inférieure à la décennale. Les écoulements se produisant sur voirie sont importants avec des vitesses très fortes (6-7 m/s)
- ✓ **Combe d'Allevard aval** : Les premiers débordements apparaissent au droit du lac de la MIRANDE et de L'Oursière pour T = 30ans. Le reste du tronçon reste non débordant en dehors de zone naturel d'expansion.
- ✓ **Torrent de la JEANNOTTE** : Les premiers débordement apparaissent pour T = 30 ans au niveau du pont de la RD 525 puis remontent jusqu'en haut de la combe pour T = 100ans.
- ✓ **Torrent du BUISSON** : Les débordements apparaissent pour T = 100ans.
- ✓ **Torrent du BARD** : Les premiers débordement apparaissent pour T = 30 ans au niveau du pont communal.
- ✓ **Le BENS** : Les premiers débordement apparaissent pour T = 100 ans et restent très localisés (jardin et usine Hydro électrique FMG, 10-30cm).
- ✓ **Gorge de DETRIER** : Les premiers débordement sont observés pour T = 100 ans au niveau de la centrale de DETRIER et du BREDA (EDF) avec des hauteurs d'eau très faibles.
- ✓ **Traversée de PONTACHARRA** : La traversée de Pontcharra se caractérise par un ouvrage sensible (PONT du GRESIVAUDAN) en limite de capacité pour T = 10ans mais également des zones de débordement en amont (caserne des Pompiers, Place BAYARD et ses abords) qui peuvent déborder dès T = 30 ans. La topographie de la ville fait que l'eau ne retrouve pas le chemin du BREDA mais coule directement vers le COISETAN et l'ISERE.

I.3. Résultats détaillés

I.3.1. Haut-Bréda / Amont bassin 136 000 (Breda, Pleynet)

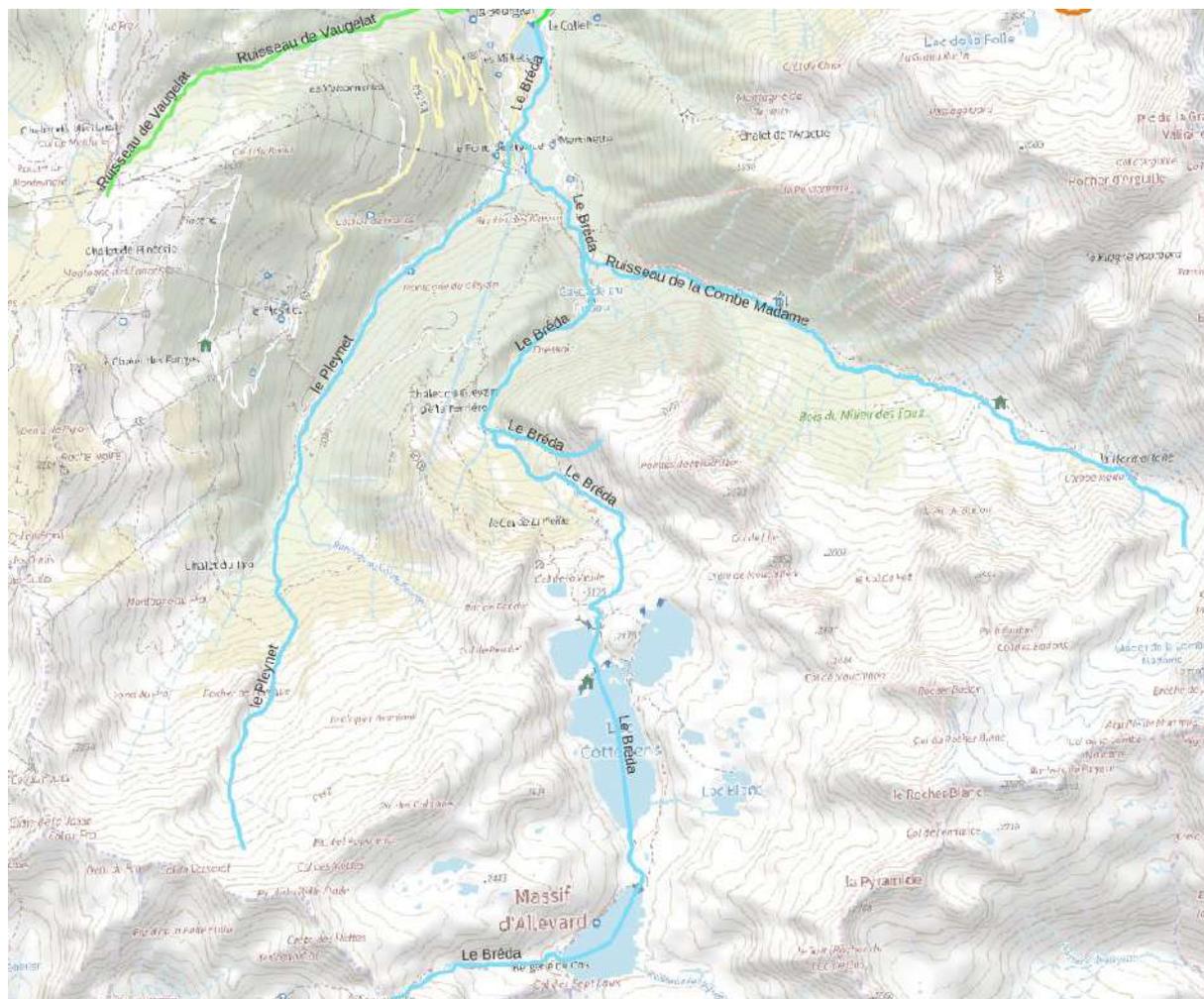


Figure 28 – Localisation du tronçon 01 (bleu)

Ce secteur regroupe le BREDA et le PLEYNET.

I.3.1.1. T = 10ans

Sur ce tronçon, le cours d'eau est non débordant pour les crues inférieures à T10ans.

Les premiers débordements apparaissent pour T = 10ans en rive gauche du Pleynet au niveau du seuil hydrométrique EDF (<10cm). L'écoulement de surface est cependant négligeable avec 0.25 m³/s.

I.3.1.2. T = 30ans

Sur ce tronçon il est important de noter pour T = 30ans :

1. Le seuil Hydrométrique EDF du PLEYNET déborde et génère un écoulement persistant faible (0.1m) sur la chaussée jusqu'à la confluence avec le BREDA
2. Le seuil Hydrométrique EDF du BREDA surverse (en raison de l'engravement du lit) et déborde en rive gauche. La centrale est inondée (0.1m)
3. La digue du CVO surverse au niveau d'un point bas de l'ouvrage. Le centre de vacances est inondé (0.1-0.2m).

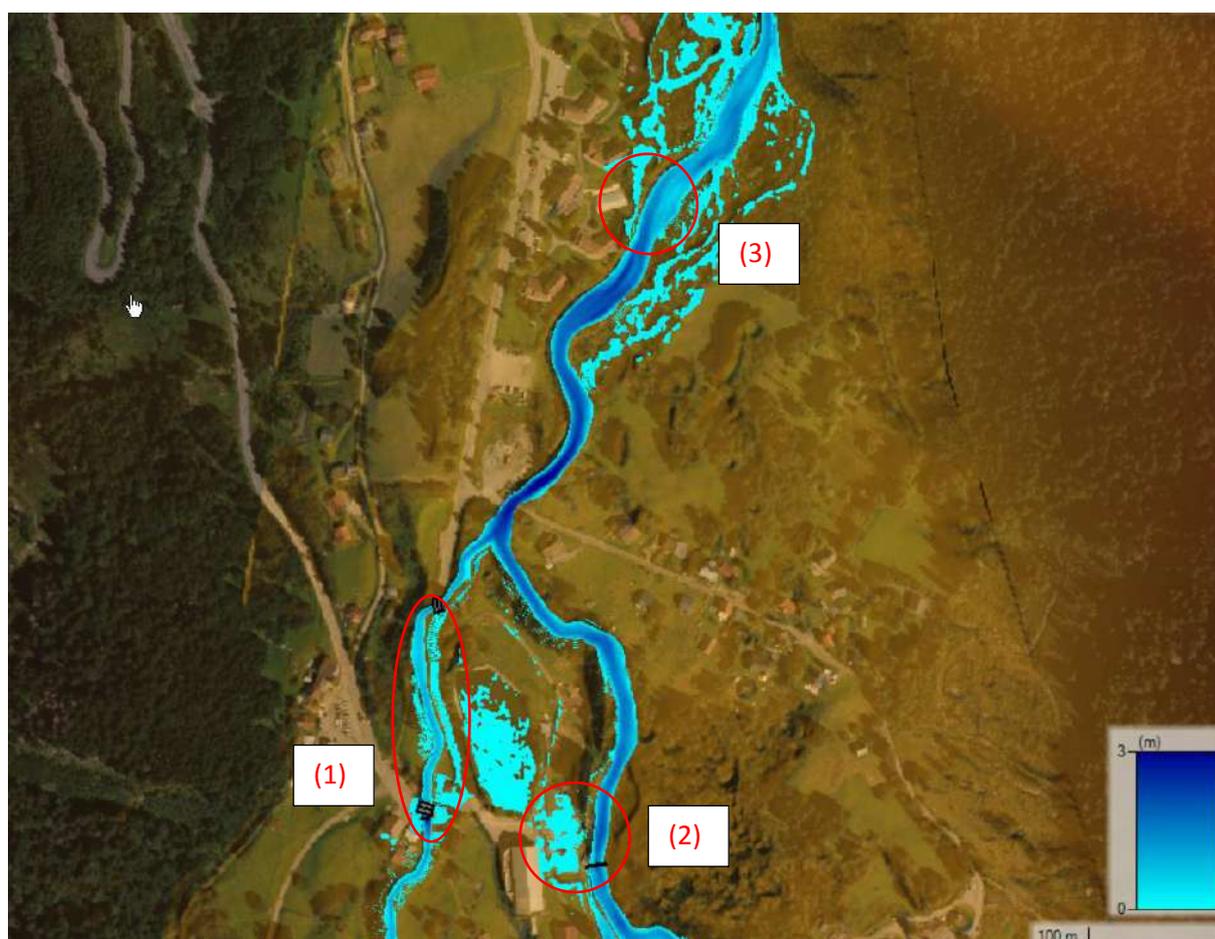


Figure 29 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon : Amont bassin 136 000

I.3.1.3. T = 100ans

Pour T = 100ans les débordements sont généralisés :

1. Le Bief du Pleynet déborde en amont des ouvrages (20-30cm). Le seuil hydrométrique EDF déborde en rive gauche et en rive droite (30cm) et génère un écoulement persistant sur la voirie. L'ouvrage de traversée de la RD au niveau du seuil Hydrométrique n'est pas en charge (tirant d'air de 40cm)
2. L'ouvrage de traversée de la RD avant la confluence avec le BREDA est en charge et surverse
3. Le seuil hydrométrique EDF déborde en rive gauche (10cm) et inonde la centrale (0.2-0.3m).
4. Le BREDA déborde en rive gauche au niveau du pont de la Martinette avec un écoulement le long du parking jusqu'au CVO (25-30 cm)
5. La digue du CVO surverse en plusieurs point et inonde en complément le CVO (0.2-0.4m)

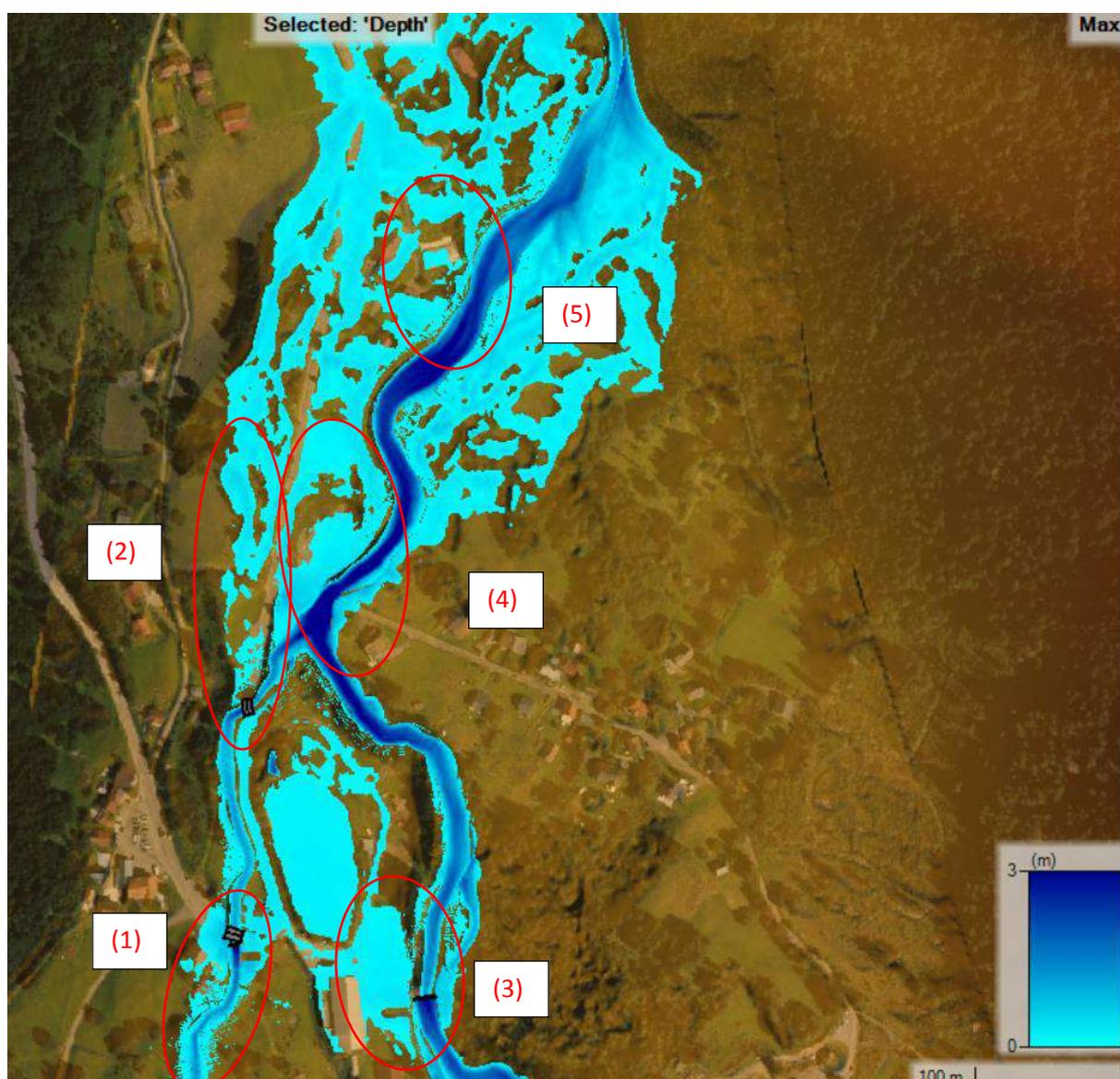


Figure 30 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Amont bassin 136 000

I.3.1.4. T = 1000ans

Les débordements sont généralisés avec :

- ✓ 40-50 cm d'eau au niveau de la centrale
- ✓ 30-40 cm d'eau sur le CVO
- ✓ 30cm d'eau sur la RD

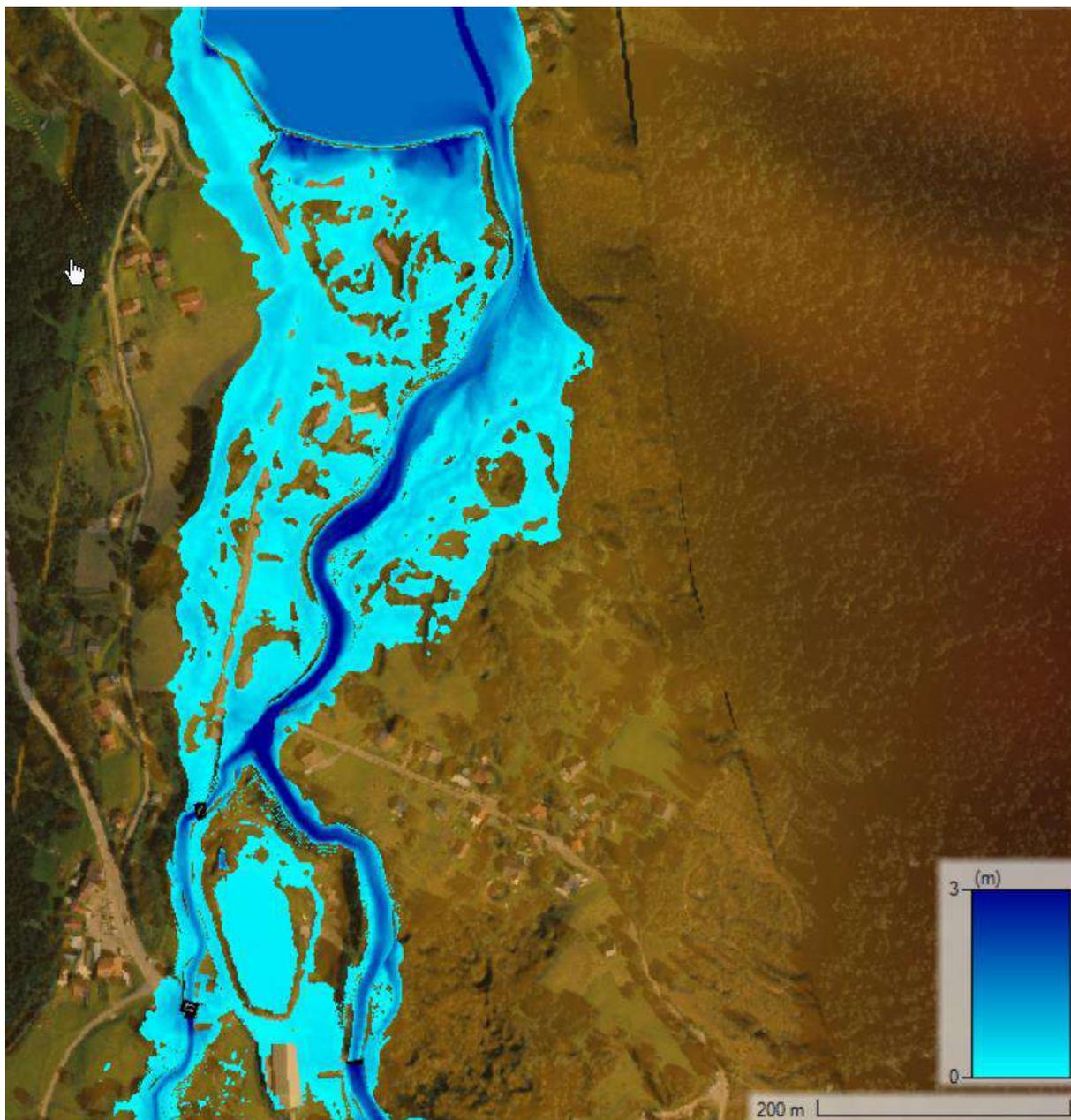


Figure 31 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Amont bassin 136 000

I.3.1.5. Caractéristiques des écoulements liquides pour T = 100ans

D'autre part, les caractéristiques de l'écoulement sont

- ✓ Pleynet
 - Largeur moyenne : 8-10m
 - Vitesse : 3.3 m/s
 - Ecoulement torrentiel ($Fr = 1.3$)
 - Puissance Spécifique : 2000 W/m²
 - Force tractrices : 600 N/m²
- ✓ BREDA Amont (en amont de la confluence Pleynet)
 - Largeur moyenne : 10-12m
 - Vitesse : 2.5 m/s
 - Ecoulement torrentiel limite ($Fr = 0.8-1.2$)
 - Puissance Spécifique : 1000 W/m²
 - Force tractrices : 400 N/m²
- ✓ Breda Aval (en aval de la confluence Pleynet)
 - Largeur moyenne : 15-20m
 - Vitesse : 3 m/s
 - Ecoulement torrentiel limite ($Fr = 0.9-1.1$)
 - Puissance Spécifique : 800-1500 W/m²
 - Force tractrices : 200-400 N/m²

I.3.1.6. Capacités liquides des ouvrages

Les capacités des ouvrages (avant mise en charge) sont estimées à :

- ✓ Pleynet
 - Seuil Hydrométrique EDF : 8 m³/s soit une période de retour de T5-10ans
 - Pont RD amont : 30 m³/s soit une période de retour de ~T100ans
 - Pont RD aval : 25 m³/s soit une période de retour de ~T50ans
- ✓ Breda
 - Seuil Hydrométrique EDF : >30 m³/s soit une période de retour de >T1000ans
 - Digue EDF de protection de la centrale (Rive gauche) : 20 m/s pour la première mise en charge (~T100ans)
 - Pont de la MARTINETTE : 60 m³/s soit une période de retour de >T1000ans
 - Digue de protection du centre de vacances CVO (Rive gauche) : 30 m/s pour la première mise en charge (~T100ans)

1.3.2. Haut-Bréda / Vaugelat -> La Ferriere (Breda, Vaugelat, Grande Valloire)

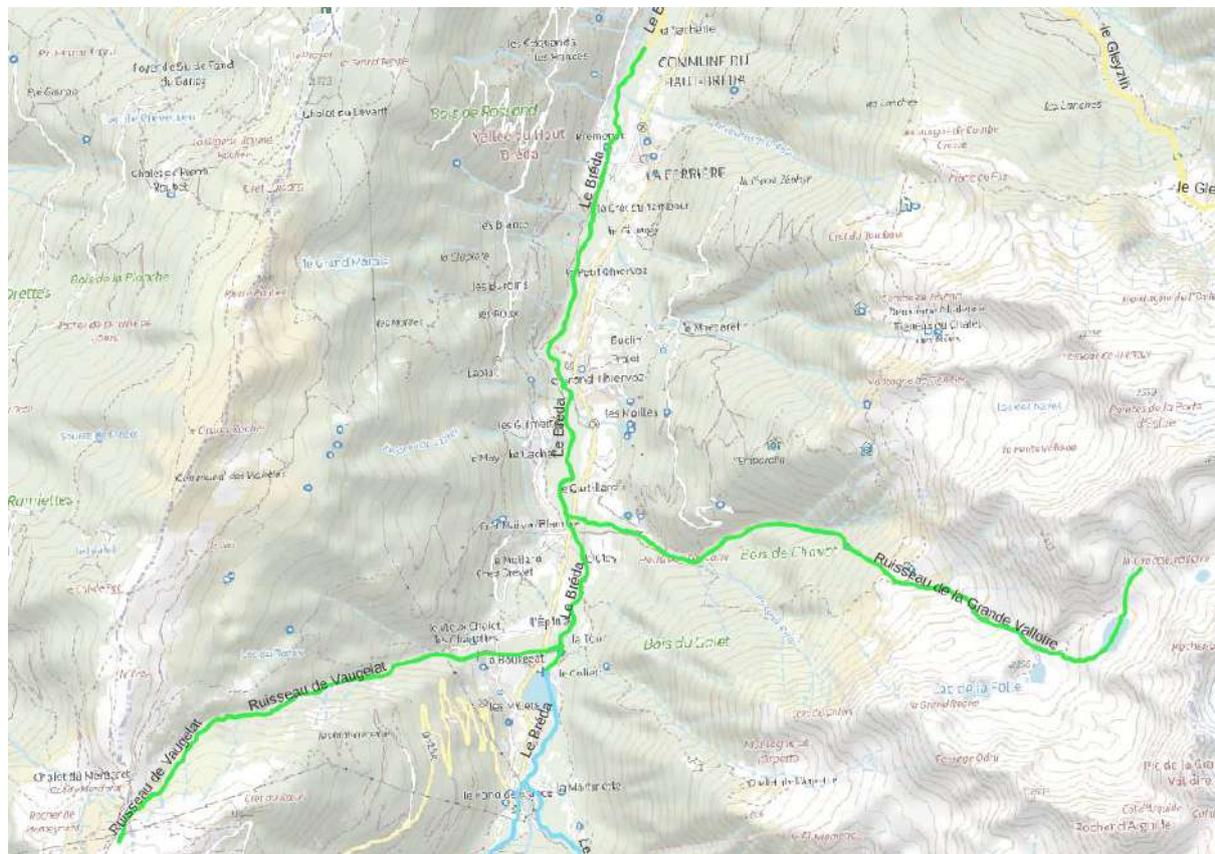


Figure 32 – Localisation du tronçon 02 (vert)

Ce secteur intègre le BREDA sur le tronçon concerné, le VAUGELAT et la GRANDE VALLOIRE.

I.3.2.1. T = 10 ans

Sur ce tronçon, les cours d'eau sont non débordant pour les crues inférieures à T10ans (inclus). En revanche le pont du camping de la FERRIERE est en charge dès T = 10ans.

I.3.2.2. T = 30 ans

Pour T30ans, le tronçon est globalement non débordant en dehors des points suivants :

1. Le pont du BREDA en amont de la grande Valloire est en charge mais non débordant
2. La grande Valloire déborde au niveau pont de la RD (en rive gauche et droite).
3. Le BREDA mobilise fortement les bras secondaires au niveau de la Grande Valloire.

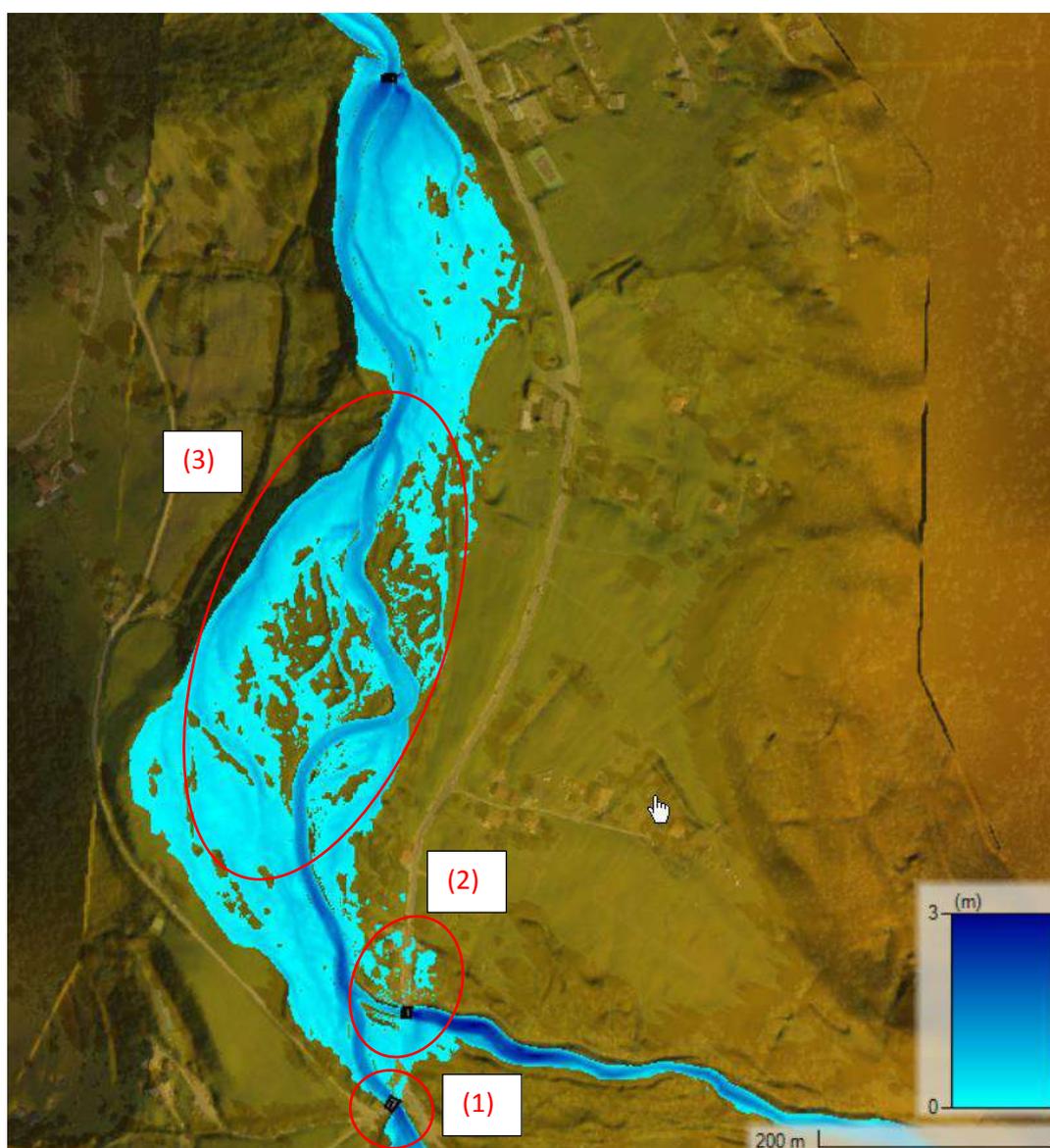


Figure 33 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon : Grande Valloire

Au niveau de la FERRIERE, le tronçon est globalement non débordant en dehors des points suivants :

1. Le pont du BREDA est en limite de surverse (0cm) et déborde faiblement en rive gauche
2. Le BREDA mobilise fortement les bras secondaires en aval de la prise d'eau.

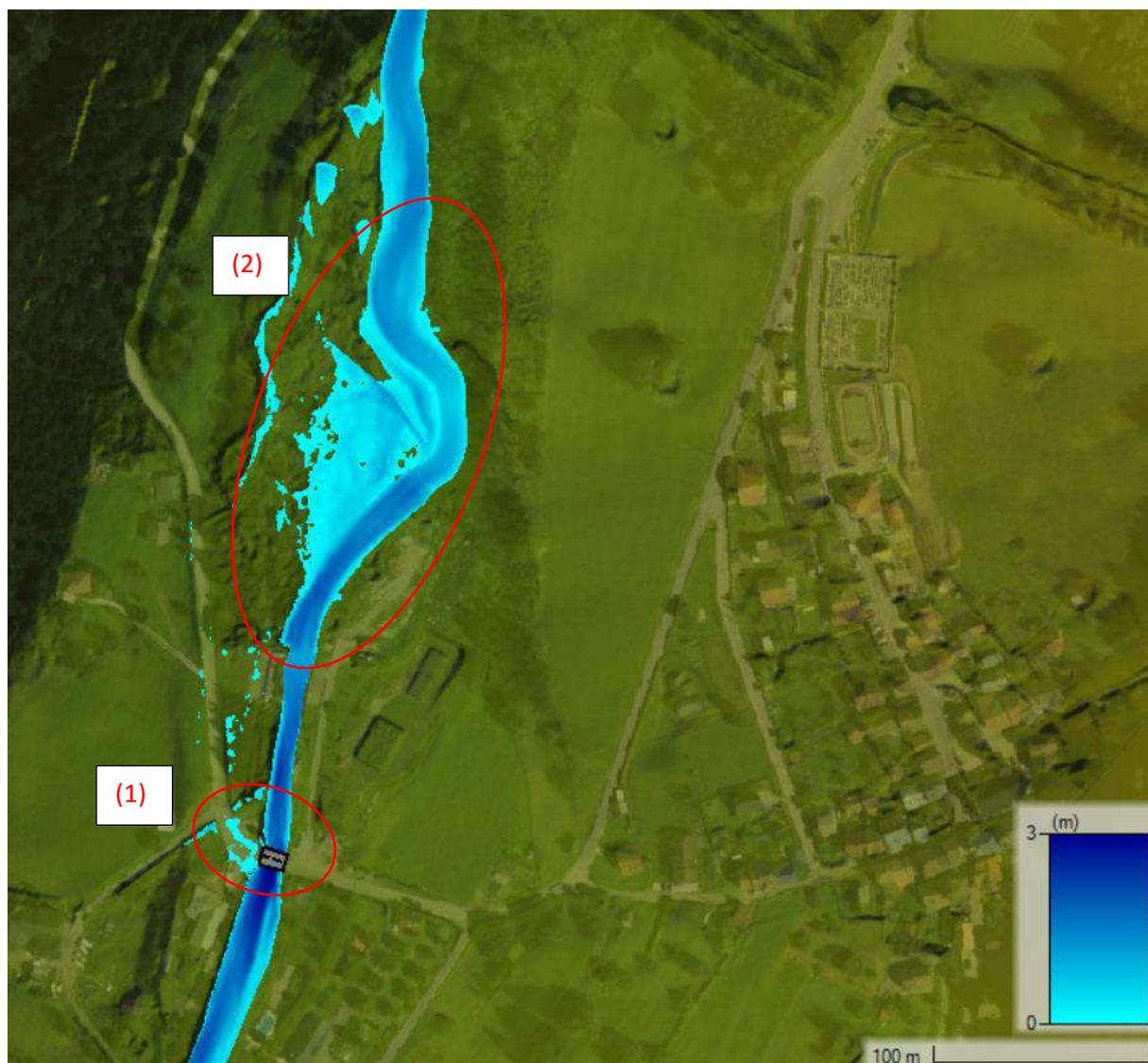


Figure 34 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon : La Ferrière

I.3.2.3. T = 100 ans

Pour T = 100ans sur le BREDA au niveau de l'Épinay (entre l'aval du bassin 136000m³ et la confluence du Vaugelat) :

1. Les vannes du bassin 136 000 m³ sont complètement ouvertes avec un débit à évacuer de 30 m³/s. dans cette configuration le niveau dans le bassin peut être maintenu en dessous de 1043.75 NGF (transparence sans tamponnage), soit avec une revanche de 50-60cm sur le barrage (coefficient de seuil sécuritaire de 0.3).
2. Le pont de la route des Haberts n'est pas en charge mais avec un risque de remonté du ressaut situé en aval du coursier (voir profil suivant).
3. Les bras secondaires sont partiellement mobilisés (en rive droite du BREDA dès la T10ans)
4. Le Vaugelat déborde en rive gauche à partir du pont de la RD. La route est inondée

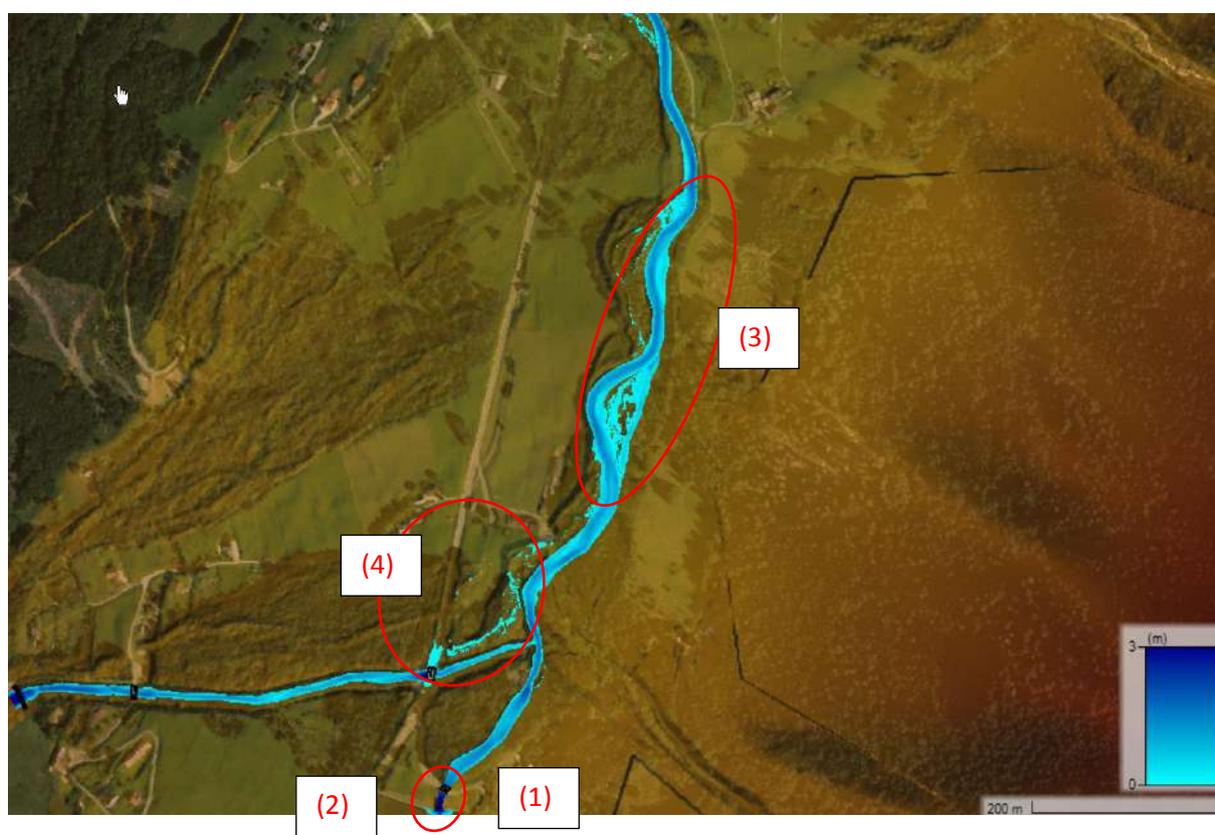


Figure 35 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Epinay / Vaugelat (hors alea torrentiel)

Concernant le Vaugelat, l'analyse du risque torrentiel dans son intégralité (lave torrentielle) amène à caractériser l'emprise sur une largeur plus importante comme le montre la figure suivante (polygone violet).



Figure 36 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Vaugelat (alea Torrentiel)

Au niveau de la Grande Valloire, les débordements pour T100ans sont amplifiés :

- ✓ (1) En amont du pont de la RD à partir de la prise d'eau (rive gauche).
- ✓ (2) L'impact sur l'habitation à proximité est important (30cm).
- ✓ (3) Sur le BREDA en fond de vallée, la totalité du lit est mobilisée.

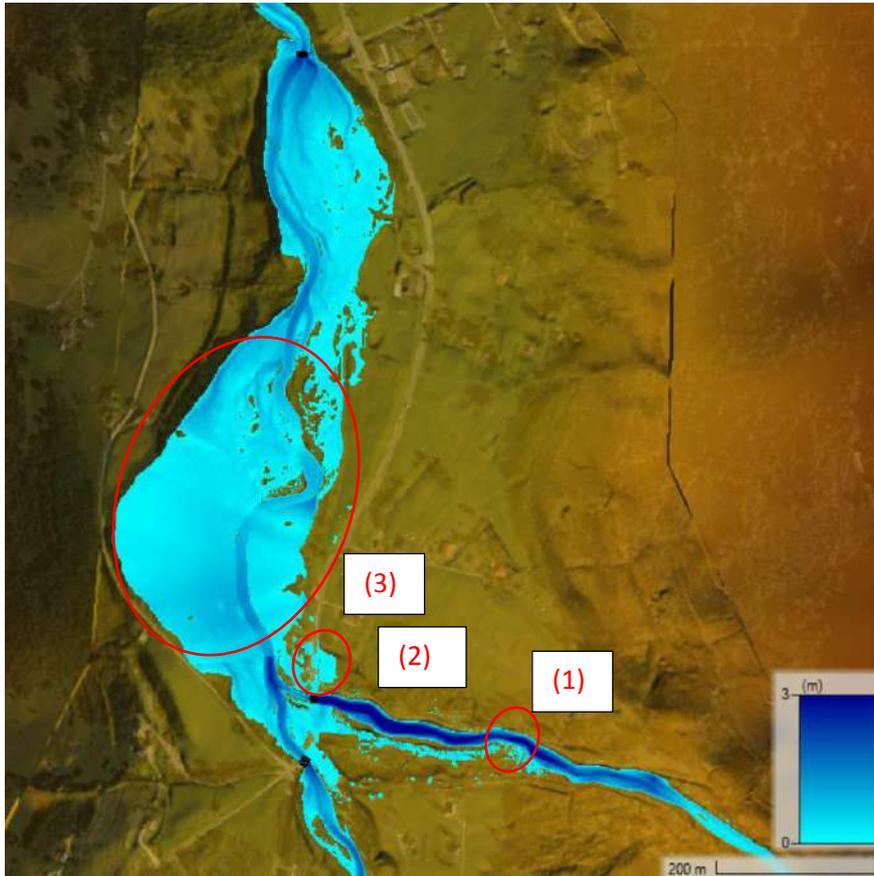


Figure 37 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Grande Valloire (hors alea torrentiel)

La prise en compte de l'aléa torrentiel amène à considérer une emprise plus importante sur la Grande Valloire (polygone violet).

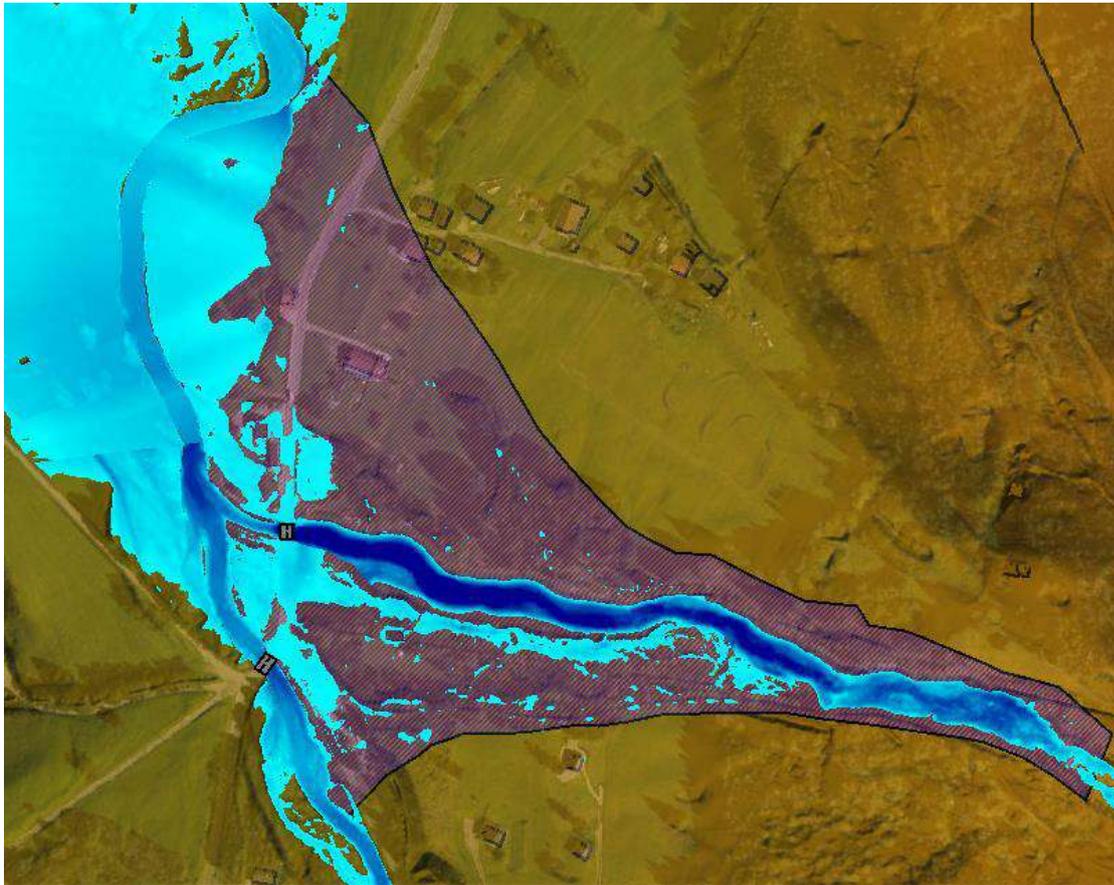


Figure 38 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Grande Valloire (alea torrentiel)

Au niveau du Tigneux, l'emprise est importante également en raison du risque torrentiel (polygone violet).

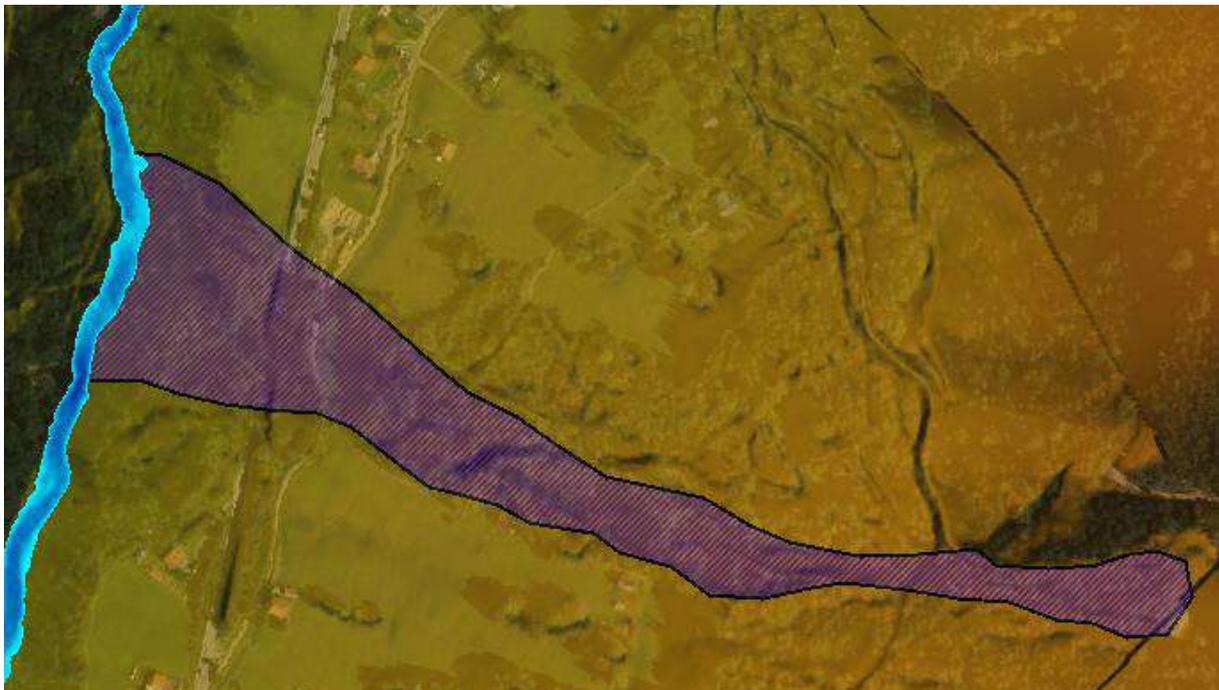


Figure 39 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Tigneux (alea torrentiel)

Ainsi pour T = 100ans sur le BREDA au niveau de la FERRIERE :

1. Le pont du camping surverse (60cm)
2. Le BREDA déborde en rive gauche et un écoulement s'étend sur la route au droit des habitations.
3. Le pont d'accès à la centrale du RIONDET n'est pas en charge (1m de revanche)
4. La Traversée de la conduite CHCR n'est pas en charge (en raison de l'accélération des seuils) avec un tirant d'air de 50cm.
5. Le BREDA active les lits secondaires en plusieurs endroits (20-30 cm).

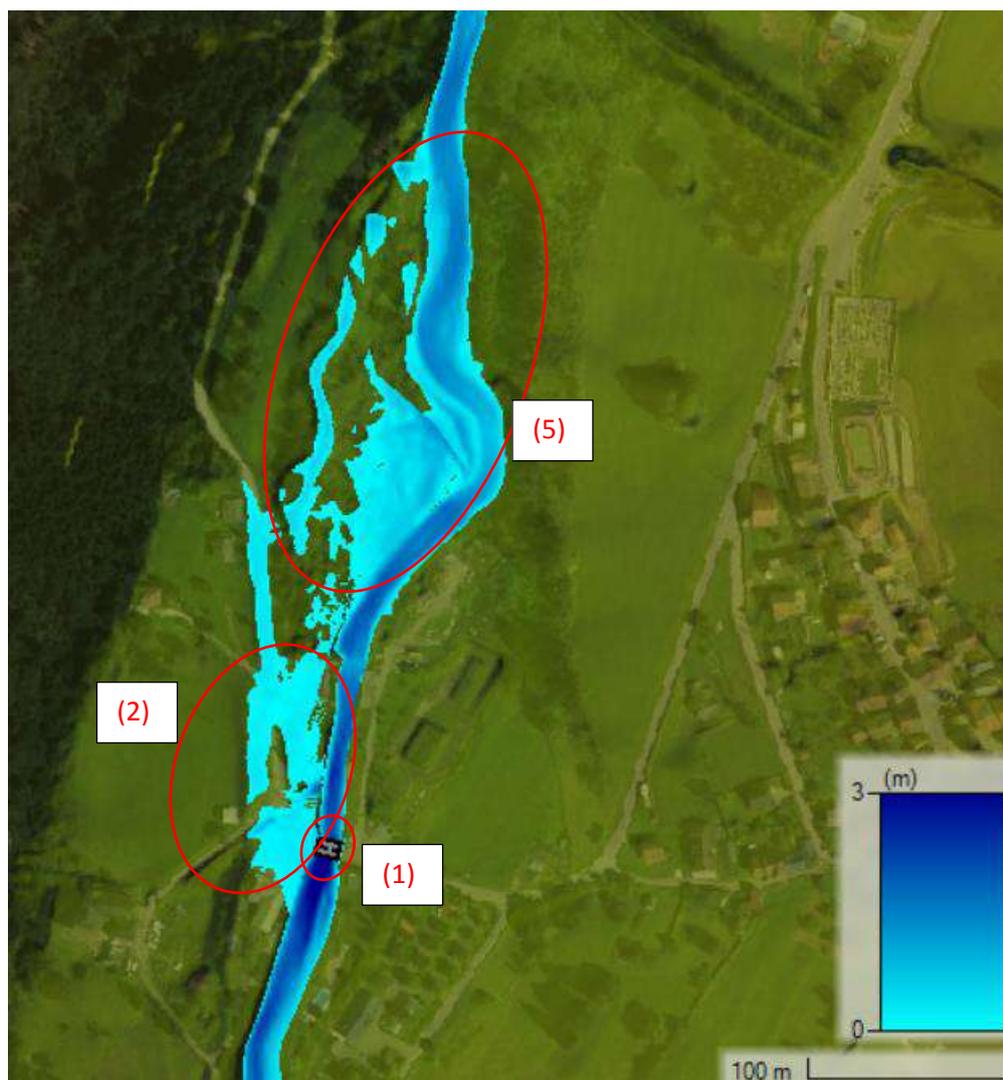


Figure 40 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : La Ferrière– 1/2

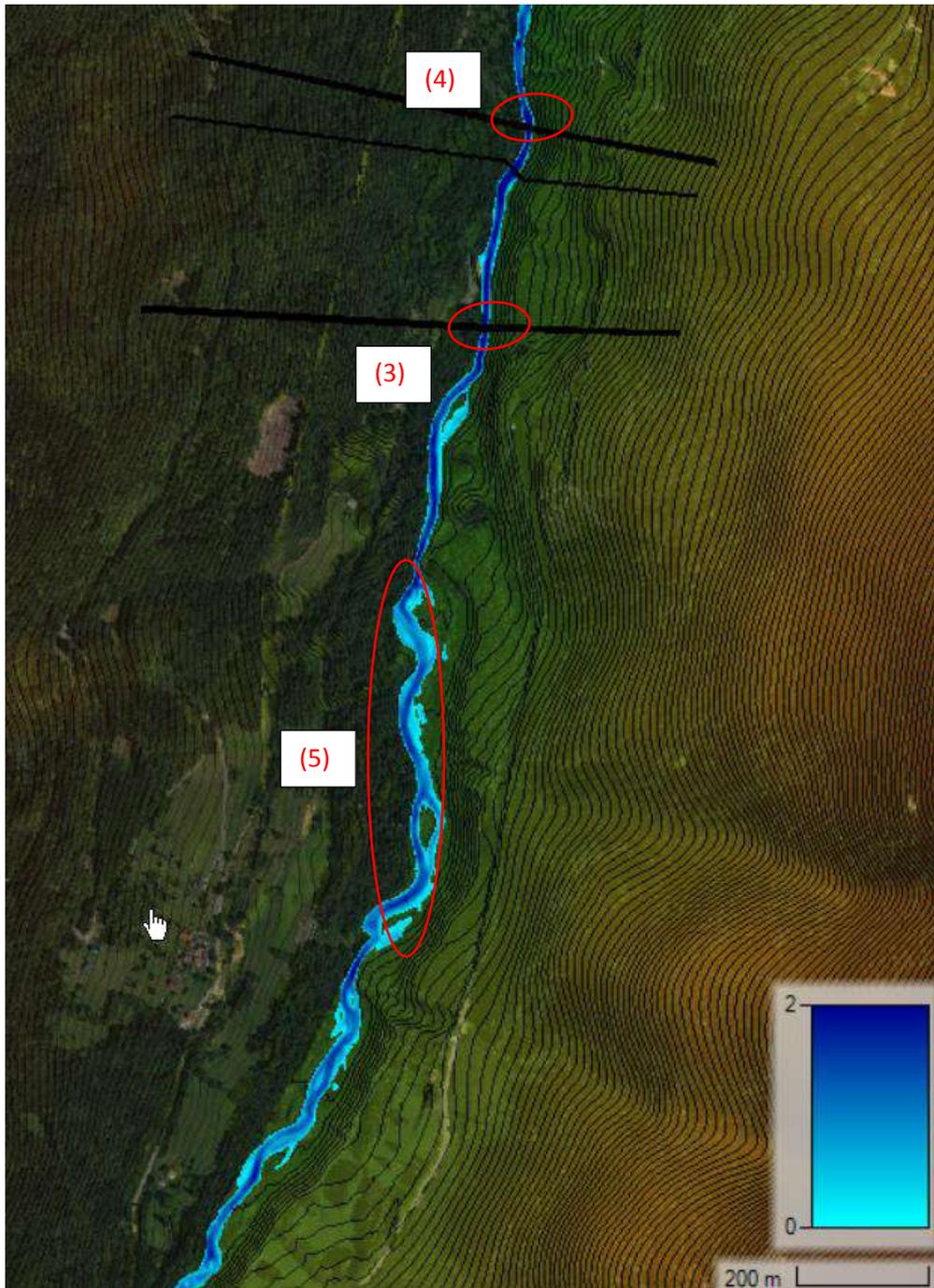


Figure 41 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : La Ferrière- 2/2

I.3.2.4. T = 1000 ans

Pour la crue T = 1000ans :

1. En sortie du Bassin 136 000, l'ouvrage permet d'évacuer le débit T1000ans, en revanche un flux secondaire contourne le bassin depuis le centre CVO et rejoint le BREDA en aval du barrage.
2. Les débordements sont augmentés au niveau du Vaugelat (débordement sur la chaussée).
3. Les lits secondaires sont complètement activés sur le BREDA mais les débordements restent faibles en amont de la grande Valloire.

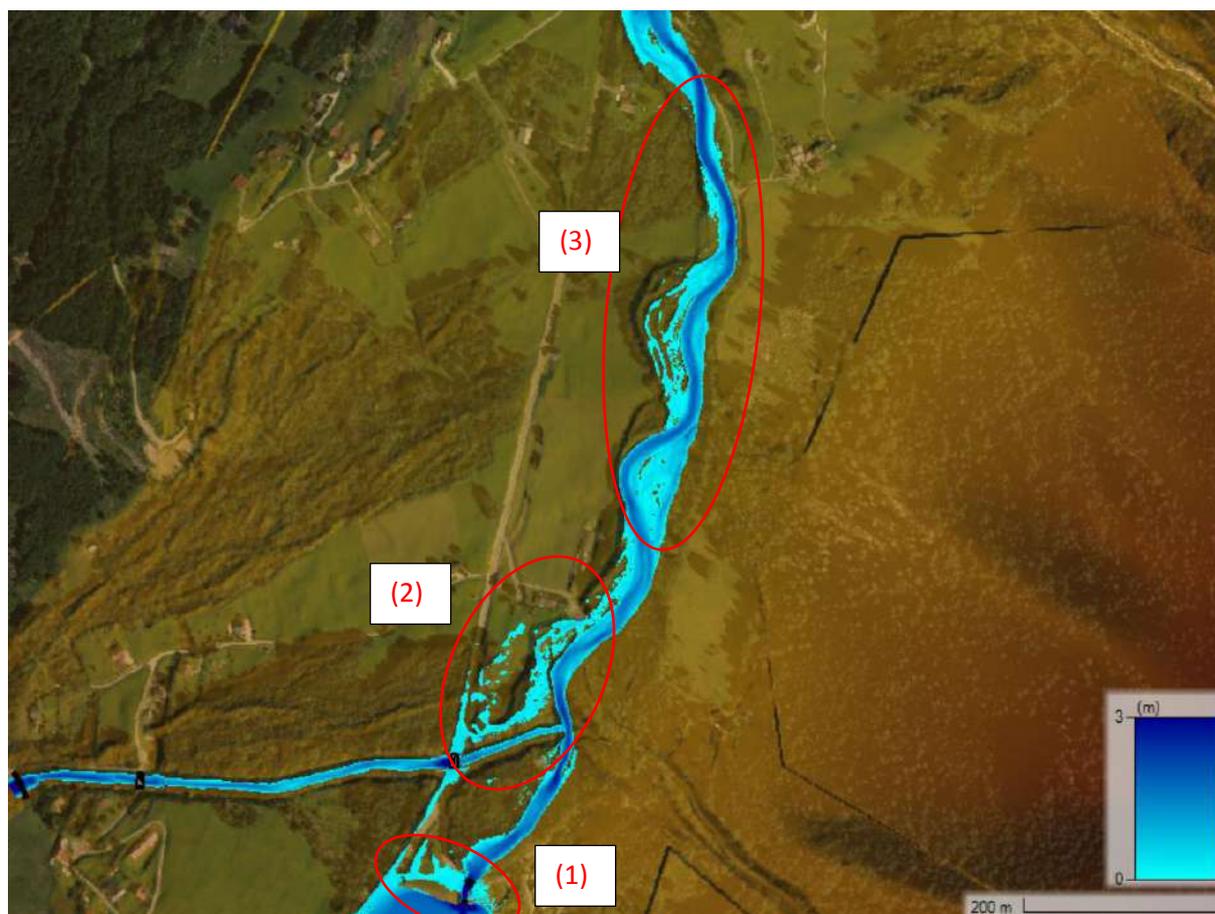


Figure 42 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Epinay / Vaugelat (hors alea torrentiel)

Comme pour $T = 100$ ans, la prise en compte du risque de lave torrentiel impacte de manière importante la zone d'inondabilité du VAUGELAT selon la carte suivante (polygone vert)



Figure 43 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Vaugelat (alea Torrentiel)

Au niveau de la Grande Valloire l'impact principale se fait sur le cône mobilisé et sur l'habitation au niveau de la confluence (rive gauche et rive droite).

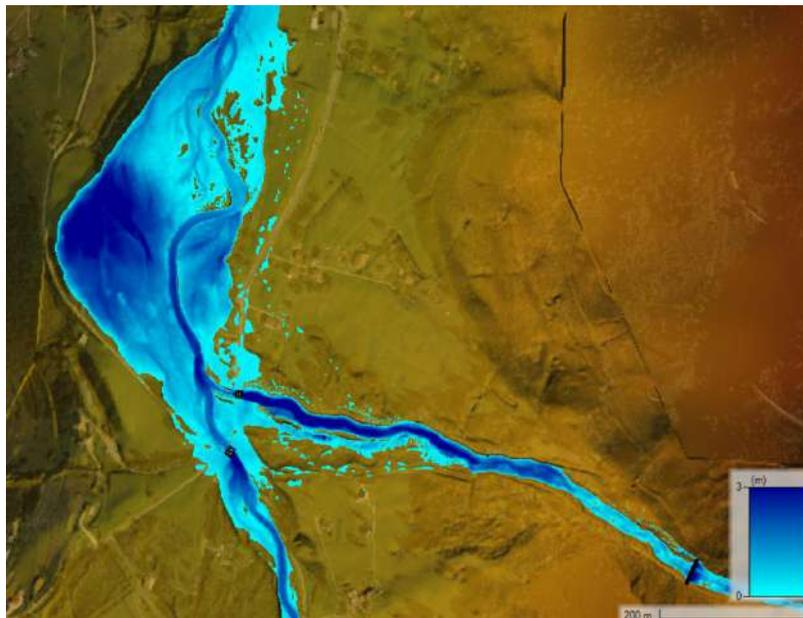


Figure 44 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Grande Valloire (Hors aleva Torrentiel)

Comme pour T = 100ans, la prise en compte du risque de lave torrentiel impact de manière importante la zone d'inondabilité de la Grande VALLOIRE selon la carte suivante (polygone vert)

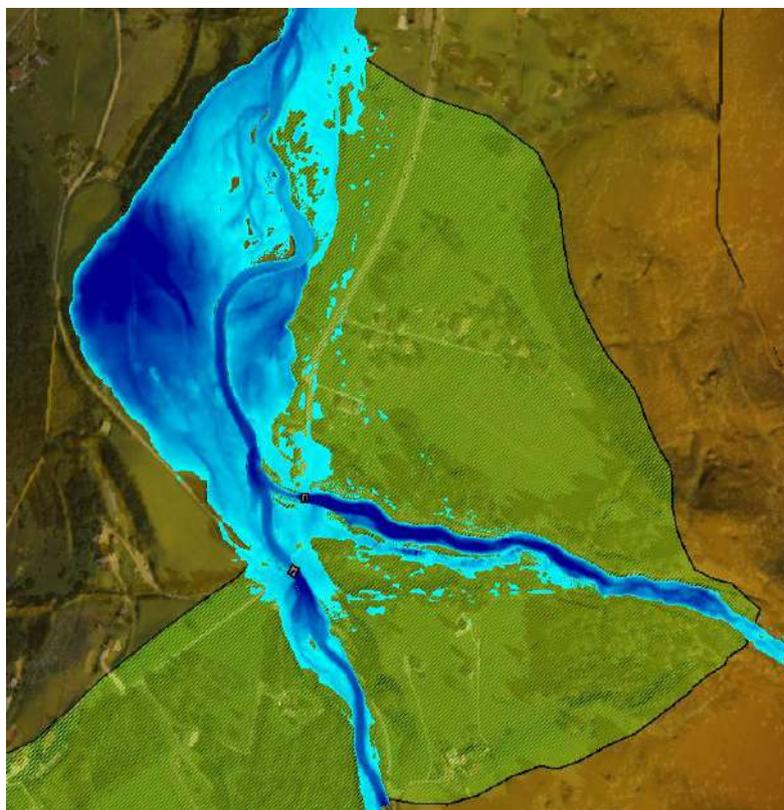


Figure 45 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Grande Valloire (Aleva Torrentiel)



Figure 46 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Tigneux (Alea Torrentiel)

Au niveau de la FERRIERE, la zone inondée s'étend en rive gauche et en rive droite, impactant :

- ✓ (1) les habitations,
- ✓ (2) la prise d'eau
- ✓ (3) la STEP (40-60cm).

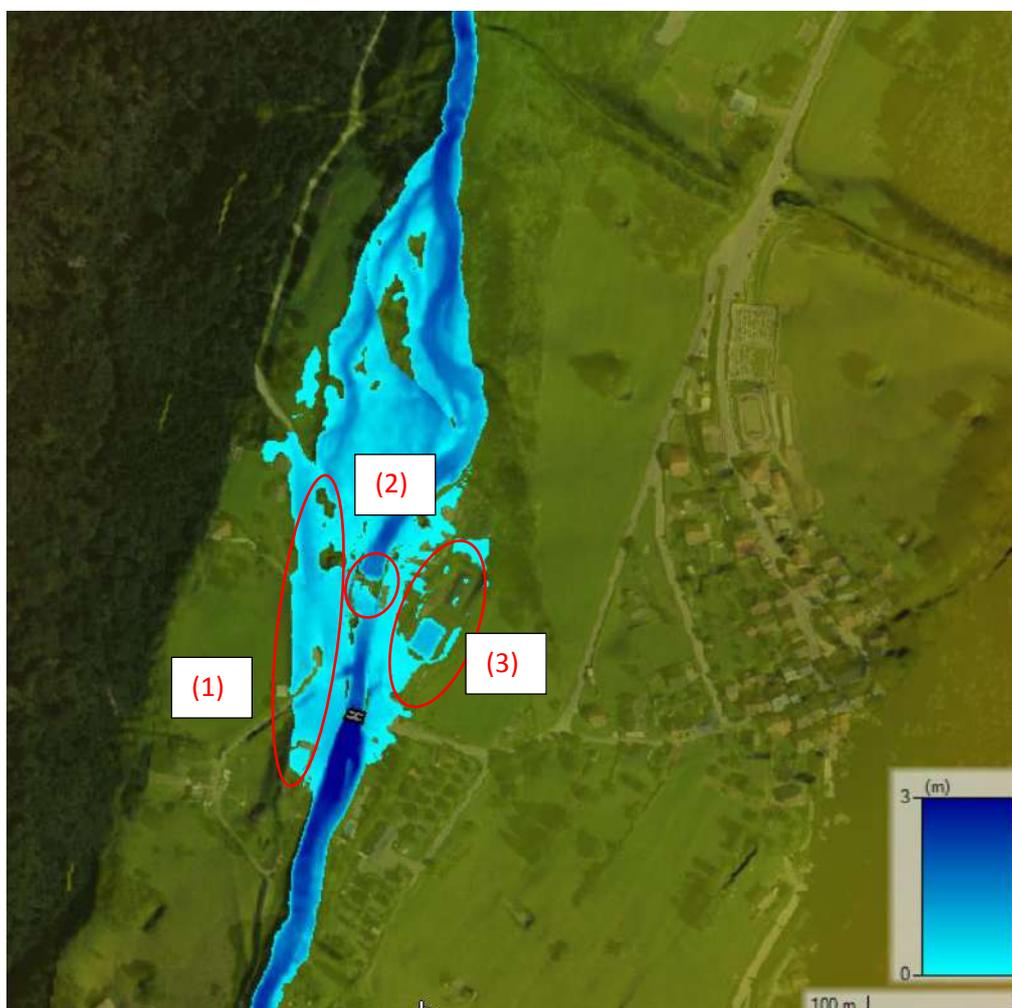


Figure 47 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : LA FERRIERE

I.3.2.5. Caractéristiques des écoulements liquides pour T = 100ans

D'autre part, les caractéristiques de l'écoulement sont :

- ✓ BREDA / Epinay
 - Largeur moyenne : 20-30m
 - Vitesse : 3.5 m/s
 - Ecoulement torrentiel ($Fr = 1.1$)
 - Puissance Spécifique : 1200 W/m²
 - Force tractrices : 400 N/m²
- ✓ BREDA / Grande Valloire
 - Largeur moyenne : 35-200m
 - Vitesse : 3.0 m/s
 - Ecoulement critique ($Fr = 0.8-1$)
 - Puissance Spécifique : 800 W/m²
 - Force tractrices : 250 N/m²
- ✓ BREDA / La FERRIERE
 - Largeur moyenne : 15-20m
 - Vitesse : 3 m/s
 - Ecoulement torrentiel limite ($Fr = 0.9-1.1$)
 - Puissance Spécifique : 1000 W/m²
 - Force tractrices : 400 N/m²
- ✓ Grande VALLOIRE
 - Largeur moyenne : 10-15m
 - Vitesse : 3.5 m/s
 - Ecoulement torrentiel ($Fr = 1.5-2$)
 - Puissance Spécifique : 2000-3000 W/m²
 - Force tractrices : 800-1000 N/m²
- ✓ VAUGELAT
 - En moyenne la ligne d'énergie est décalée de 30 à 80cm mais reste non débordante.
 - Les digues ne sont pas en charge et disposent d'une revanche de 3m en moyenne
 - Un écoulement torrentiel sur l'ensemble du tronçon
 - Largeur moyenne : 5-8m
 - Vitesse : 3-3.5 m/s
 - Ecoulement torrentiel limite ($Fr = 1.6-1.8$)
 - Puissance Spécifique : 400 et ponctuellement vers 2500 W/m²
 - Force tractrices : 600 N/m²

1.3.2.6. Capacité liquide des ouvrages

- ✓ BREDA au niveau de l'Épinay
 - Vannes EDF du bassin 136 000 m³ : 100 m³/s (avant surverse) soit une période de retour >T1000ans
 - Pont des Haberts : 20 m³/s sans prendre en compte l'accélération du coursier soit une période de retour de T20ans et T1000 ans si l'on considère l'effet d'accélération du coursier. Pour T 1000ans, le ressaut est déplacé à l'amont de l'ouvrage et le met en charge avec un risque de surverse. La période de retour T = 1000ans peut être retenue à ce stade.
 - Vannes de la prise d'eau de l'ÉPINAY : 30 m³/s, soit une période de retour de T100ans
 - Pont du BREDA en amont de la confluence avec la GRANDE VALLOIRE : 25 m³/s, soit une période de retour de T50ans

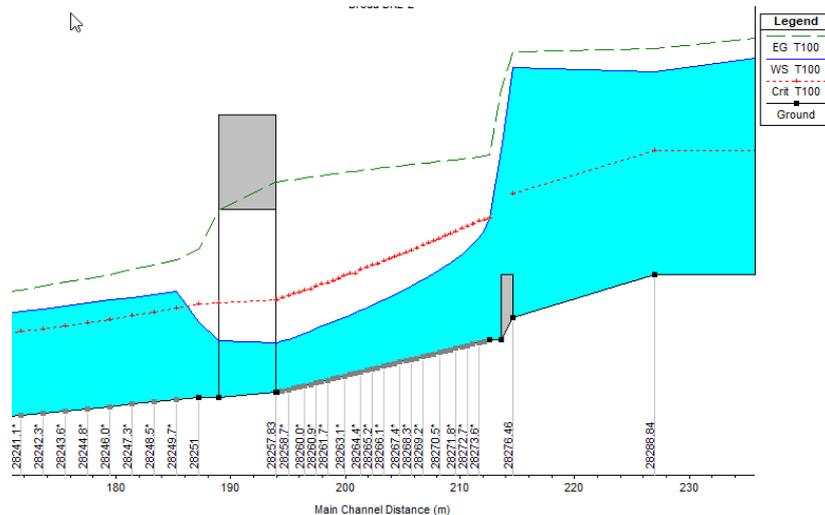


Figure 48 : Profil en sortie du bassin 136 000 pour T1000ans du BREDA (Tronçon BREDA EPINAY)

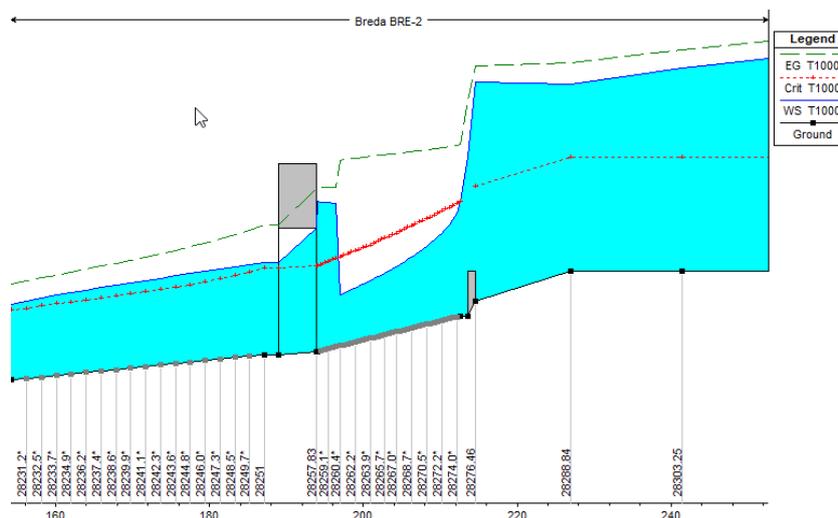


Figure 49 : Profil en sortie du bassin 136 000 pour T1000ans du BREDA (Tronçon BREDA EPINAY)

- ✓ BREDA au niveau de la GRANDE VALLOIRE
 - Pont de la RD925 sur la GRANDE VALLOIRE : 8 m³/s soit une période de retour de T5-10ans

- Passerelle sur le BRED A BAROZ 1 : 60 m³/s soit une période de retour de ~T100ans
- Passerelle sur le BRED A BAROZ 2 : 90 m³/s soit une période de retour de ~T500ans
- ✓ BREDA au niveau de la Ferrière :
 - Pont du camping de la FERRIERE : 40 m³/s soit une période de retour de T10ans
 - Pont d'accès à la Centrale du RIONDET : 100 m³/s soit une période de retour de ~T200ans
 - Galerie Technique de traversée du BRED A de la Prise d'eau de PINSOT : 80 m³/s soit une période de retour de ~T100ans
- ✓ Vaugelat
 - Plage de dépôt : 25 m³/s, soit une période de retour > T1000ans
 - Pont communal : une période de retour >> T1000ans
 - Pont de la RD 925 : une période de retour >> T1000ans
 - Dignes latérales RG/RD : une période de retour >> T1000ans

I.3.3. Haut-Bréda / Confluence Gleyzin (Breda, Gleyzin, Jalon)

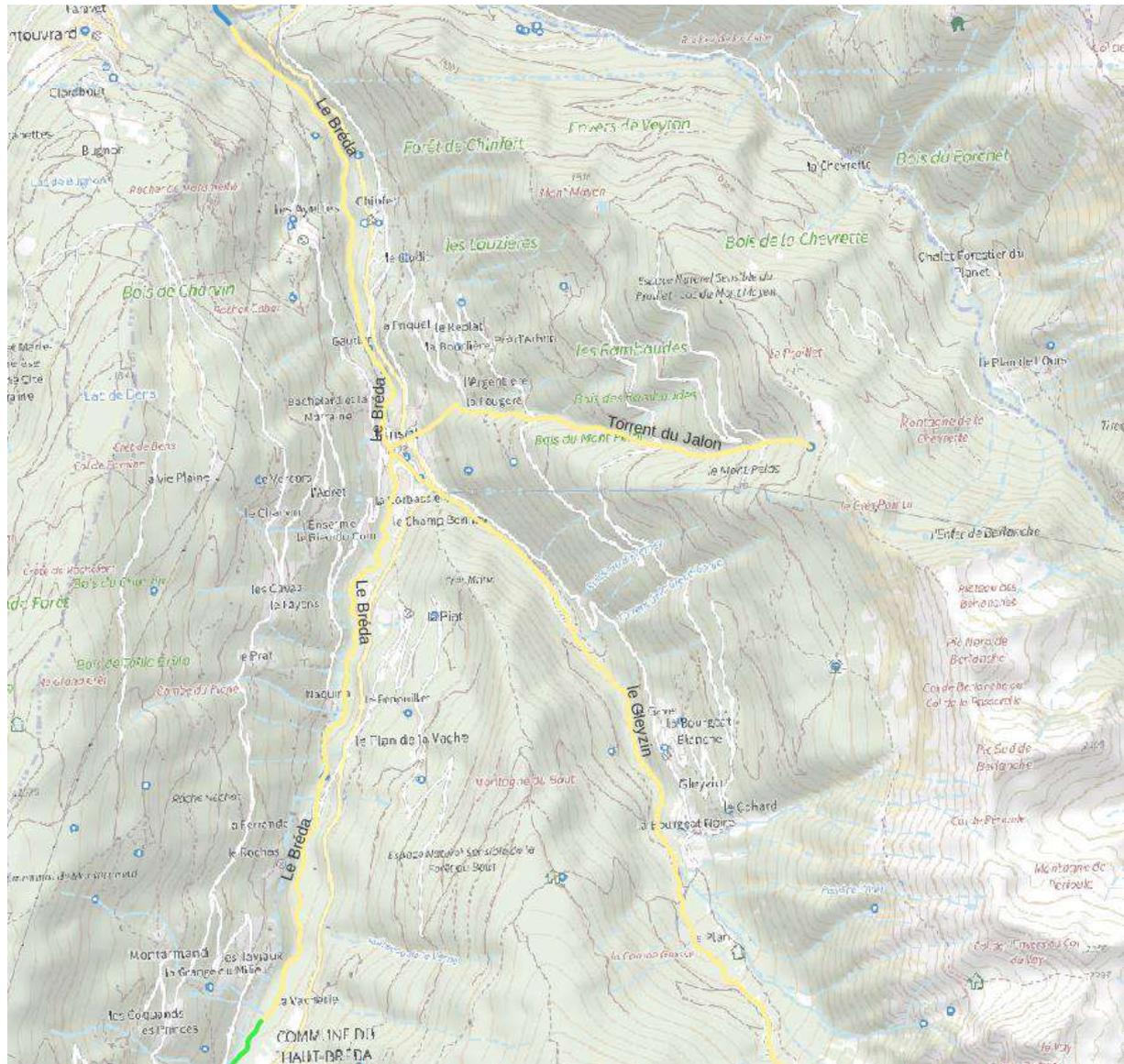


Figure 50 – Localisation du tronçon 03 (jaune)

Ce secteur intègre le BREDA sur le tronçon concerné, le GLEYZIN et le JALON.

I.3.3.1. T = 10 ans

Sur ce tronçon, les cours d'eau (le Breda, Le jalon et le Gleyzin) sont non débordant pour la crue T10 ans.

I.3.3.2. T = 30 ans

Les premiers débordements apparaissent pour T = 30ans au niveau de PINSOT sur le GLEYZIN, principalement en raison des embâcles :

1. La forge est inondée (0.4m) en rive droite
2. La centrale de PINSOT est inondée (1.15m)

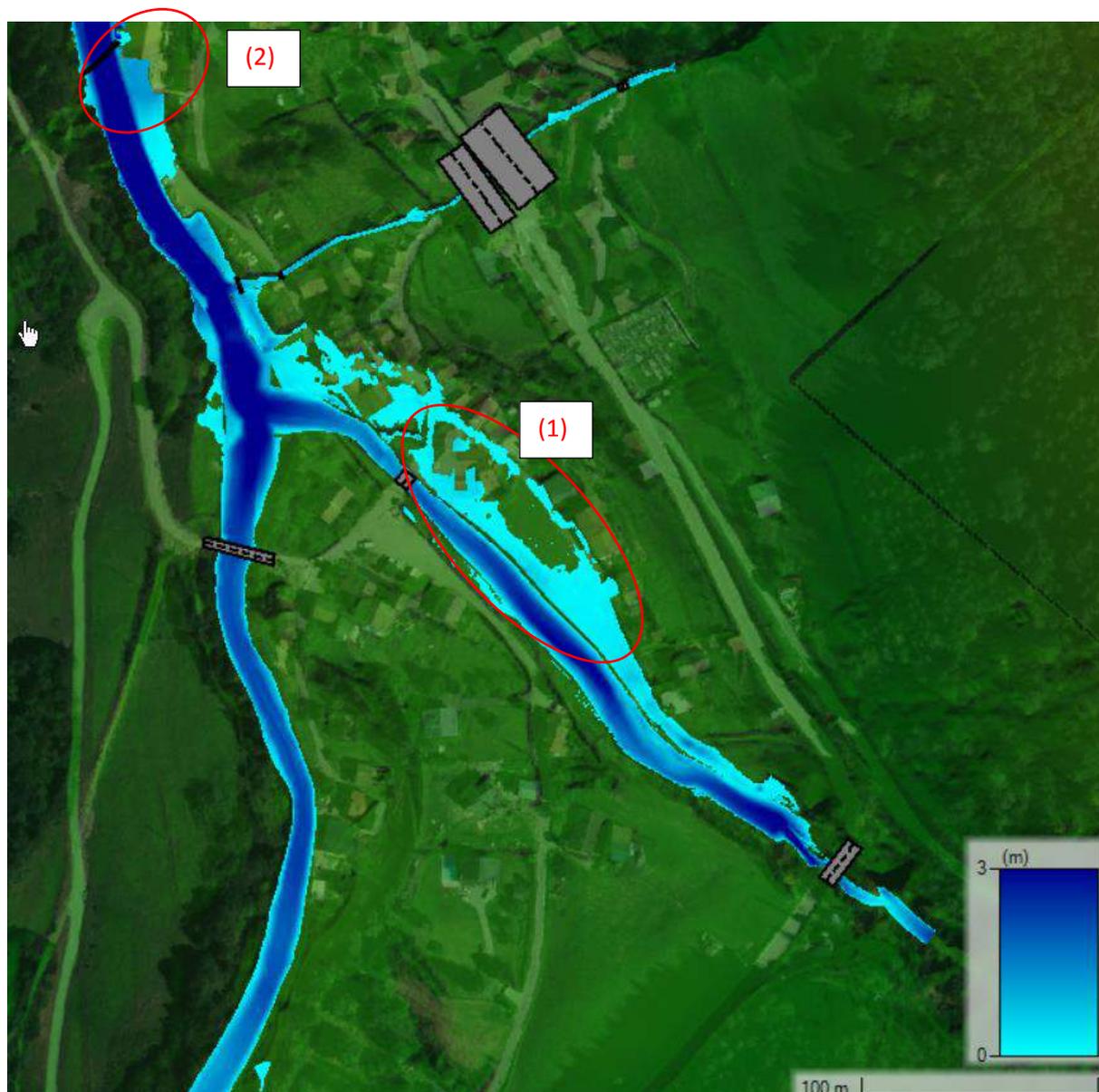


Figure 51 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon : PINSOT

I.3.3.3. T = 100 ans

Pour T100ans les débordements sont augmentés avec des hauteurs importantes au niveau de la centrale, le long du Gleyzin et le long du Jalon.

L'inondation de la centrale est due à l'engravement du secteur et à la cote basse de la conduite forcée qui augmente le risque d'embâcle.

Ainsi pour T = 100ans :

1. 70cm au niveau de la forge
2. 1.85m au niveau de la centrale de Pinsot
3. 60cm sur la RD525 à Pinsot

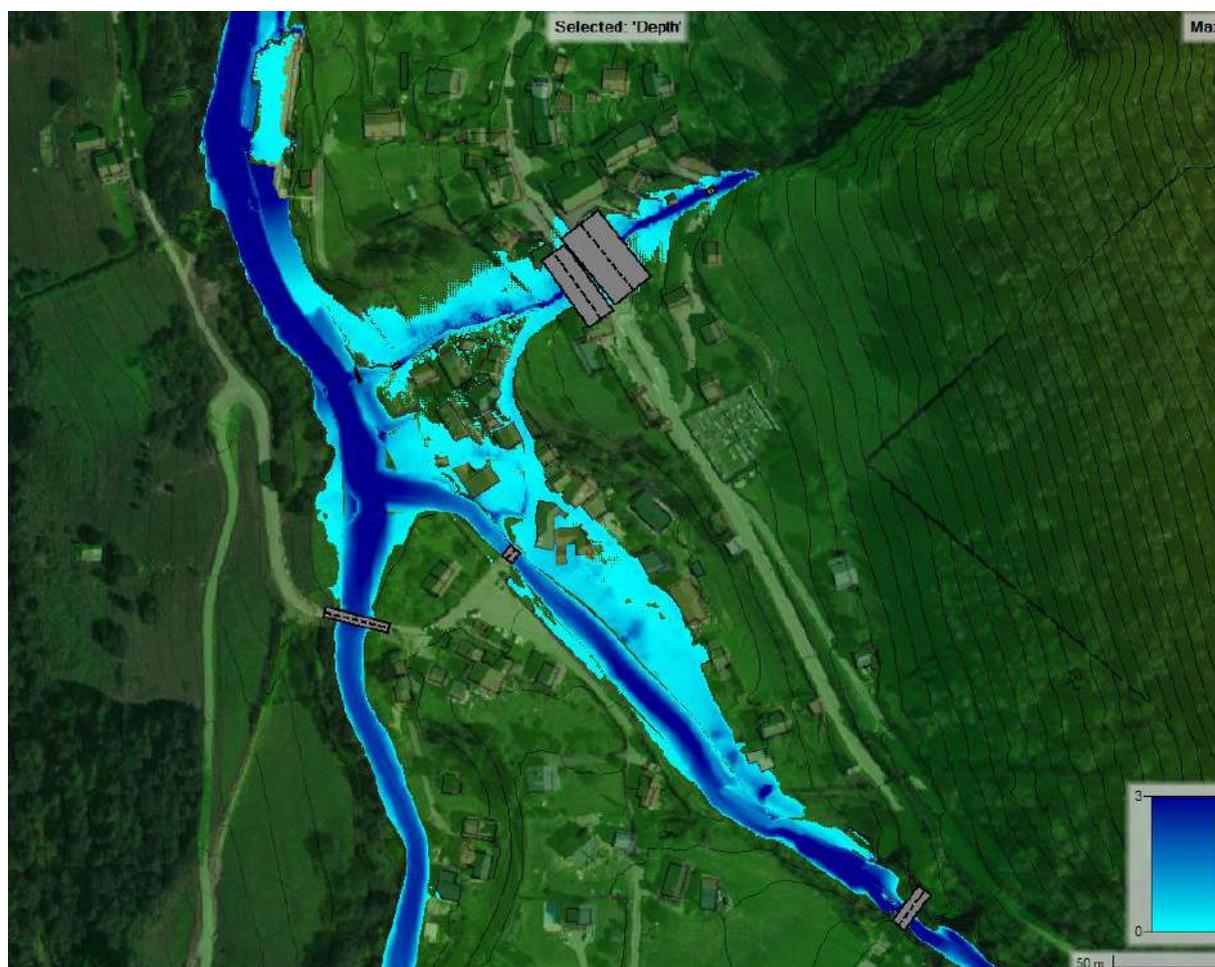


Figure 52 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : PINSOT (Hors risque torrentiel)

La prise en compte de l'aléa torrentiel amène à considérer une emprise légèrement plus importante sur le GLEYZIN (polygone violet).

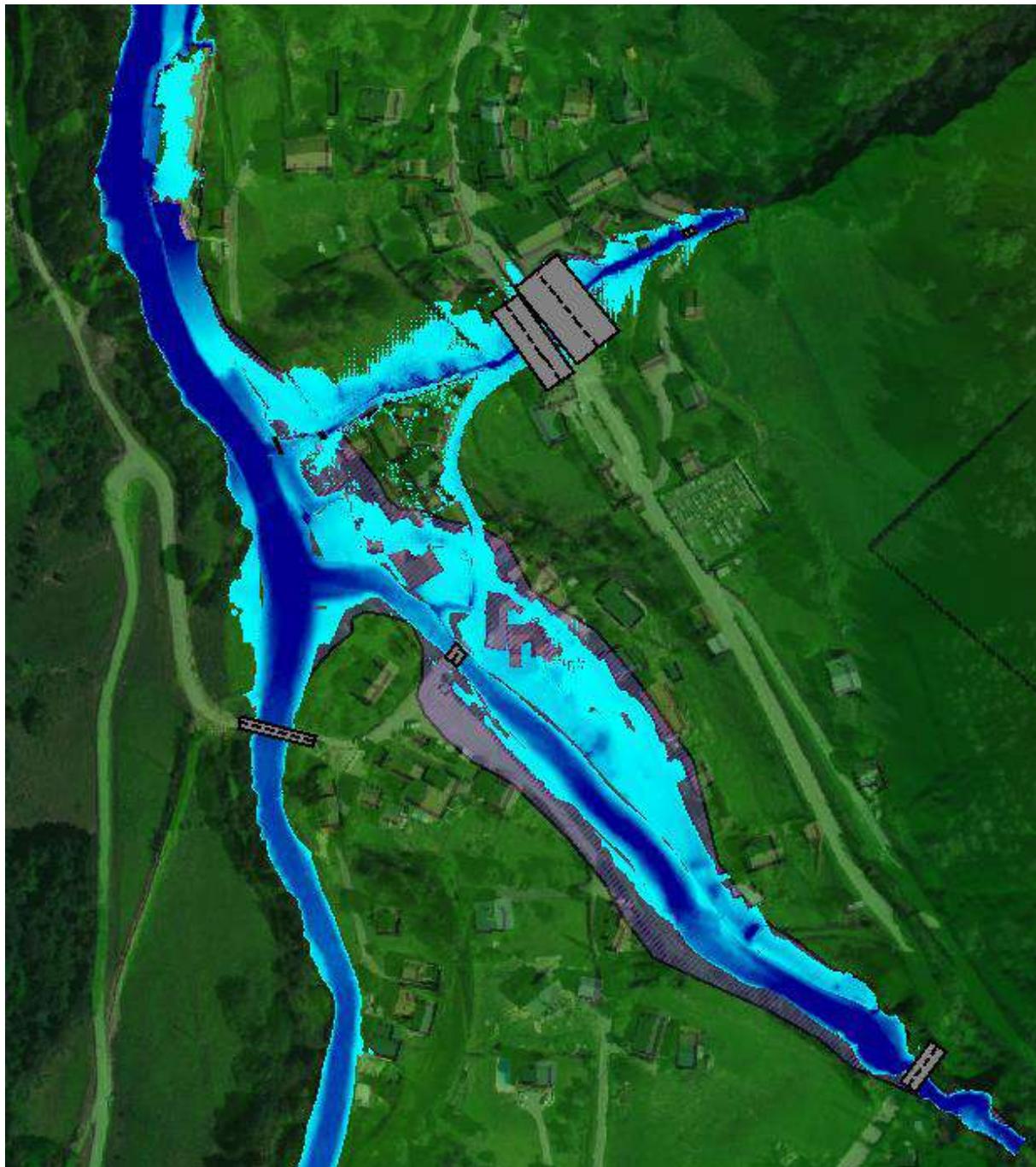


Figure 53 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : PINSOT (alea torrentiel)

I.3.3.4. T = 1000 ans

Les débordements pour T = 1000ans sont augmentés significativement sur toute la zone. Les habitations situées en amont du pont communal sont inondées (60cm)

La prise en compte de l'aléa torrentiel amène à considérer une emprise plus importante sur le GLEYZIN et le Jalon (polygone vert).

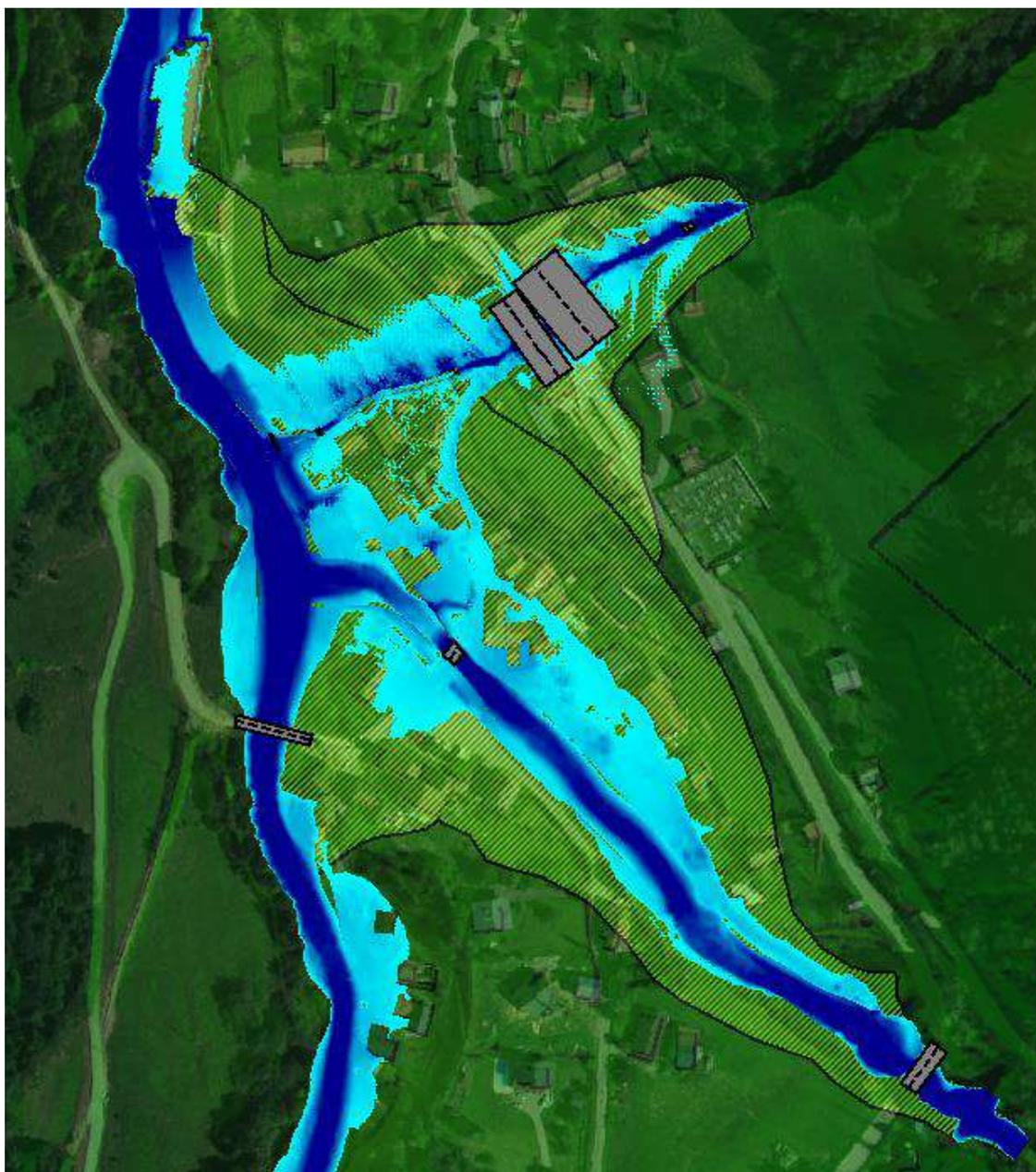


Figure 54 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : PINSOT (y compris alea torrentiel)

D'autre part, les caractéristiques de l'écoulement sont

- ✓ GLEYZIN
 - Largeur moyenne : 6-10m
 - Vitesse : 2.5 m/s
 - Ecoulement torrentiel ($Fr = 1.1$)
 - Puissance Spécifique : 1000 W/m²
 - Force tractrices : 400 N/m²
- ✓ BREDA à PINSOT
 - Largeur moyenne : 10-15m
 - Vitesse : 3.5 m/s puis rapidement en diminution à l'approche du BULBE à 0.4m/s
 - Ecoulement mixte ($Fr = 1.5-0.5$)
 - Puissance Spécifique : 1300 à 50 W/m²
 - Force tractrices : 400 à 20 N/m²
- ✓ JALON
 - Largeur moyenne : 2m
 - Vitesse : 2 m/s
 - Ecoulement torrentiel ($Fr = 1.5$ à 3)
 - Puissance Spécifique : 400 W/m²
 - Force tractrices : 200 N/m²
- ✓ BREDA dans les Gorges
 - Largeur moyenne : 10-15m
 - Vitesse : 4.5 m/s
 - Ecoulement torrentiel ($Fr = 1.5$)
 - Puissance Spécifique : 4000 W/m²
 - Force tractrices : 800 N/m²

I.3.3.6. Capacité liquide des ouvrages

Les capacités des ouvrages (avant mise en charge) sont estimées à :

- ✓ BREDA au niveau de PINSOT :
 - Pont communal : Environ T >> 100ans (~250ans)
 - Conduite forcée qui traverse le BREDA : T100 ans (90 m³/s)

I.3.3.7. Nota par rapport aux modèles historiques

Ce BIEF a déjà fait l'objet d'une modélisation en 2006 par GEO+. Les résultats diffèrent sensiblement sur ce secteur au niveau du GLEYZIN, principalement pour les raisons suivantes :

- ✓ Débit estimé à 25 m³/s pour T100 au lieu de 36 m³/s en 2006
- ✓ Lissage de l'emprise inondable voire prise en compte d'une ligne d'énergie sur le BREDA (FURLANI)



Figure 56 : Localisation des torrents de Bramefarine avec le réseau EP (rouge)

Dans le cadre de cette étude seul le BAYARD a été modélisé comme un cours d'eau car les autres Torrents sont canalisés dans le réseau EAUX PUVIALES d'ALLEVAR dès leur entrée dans la zone urbanisée.

Pour les autres torrents (hors Bayard), les hydrogrammes hydrologiques d'apport ont été injectés directement dans le BREDA avec une comparaison de la capacité des tronçons EP.

L'intégration du risque d'embâcles au niveau des entonnements dans le réseau pluvial conduit en revanche à injecter les hydrogrammes dans le modèle 2d en écoulement de surface à partir de T = 30ans.

I.3.4.1. T= 10 ans

Sur ce tronçon :

- ✓ Le BREDA est non débordant pour les crues toutes les crues jusqu'à T10ans (inclus).
- ✓ Le BAYARD déborde dès 10ans
- ✓ Le BREMON, Le CHABOUD et le MOLLARD débordent avant T = 10ans.

Le Bayard est effectivement débordant à partir de T = 10ans :

1. L'ouvrage de la RD 9 (Hôtel Le Panoramic) est en charge
2. Le bief déborde en rive gauche au moment où le torrent devient « perché »
3. Un écoulement se propage dans le champ (0.5 m³/s) et vient buté sur la digue le long du stade et du gymnase. Aucun débordement au-dessus de la protection n'est observée (15cm de revanche). Cette digue est en charge de 3m par rapport au pied de digue aval mais avec seulement 30cm de hauteur d'eau accumulée à l'amont
4. L'entonnement du Bayard sous la RD525 déborde légèrement sur la chaussée

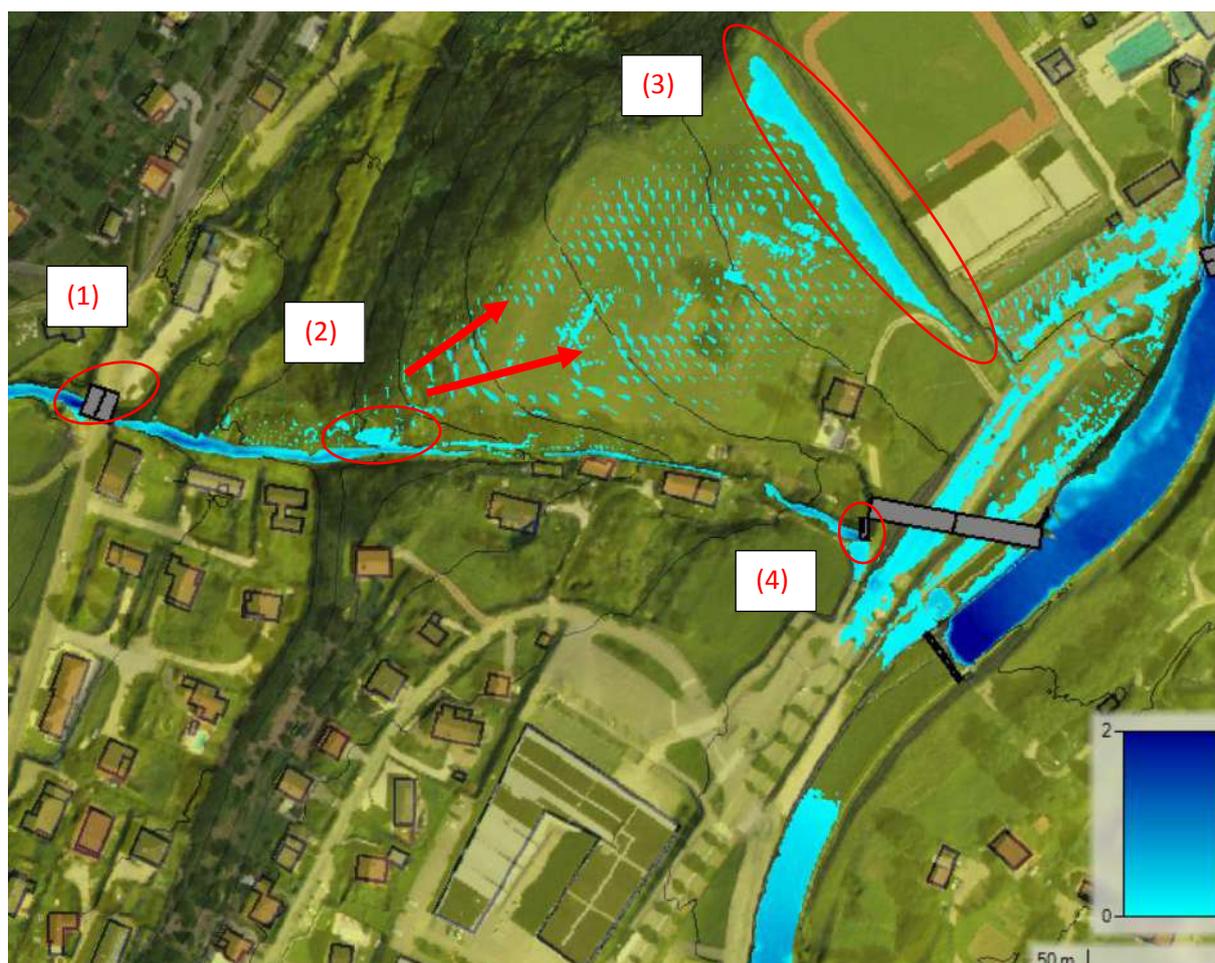


Figure 57 : Emprise maximale pour T10ans du TORRENT du BAYARD



1.3.4.2. T = 30 ans

Pour T = 30ans l'ensemble des torrents de BRAMEFARINE sont sous capacitaires.

Le BREDA dans la traversée d'ALLEVARD reste non débordant mais limite en aval du pont de la libération.



Figure 58 : Emprise maximale pour T30ans du TORRENT Tronçon : traversée d'ALLEVARD

Au niveau de l'écoulement de surface des torrents de Bramefarine :

- ✓ Les hauteurs d'eau restent faibles (0.1-0.4m),
- ✓ Les vitesses sont fortes (3-7 m/s)
- ✓ Les écoulements suivent principalement les voiries

I.3.4.3. T = 100 ans

Les premiers débordements apparaissent localement sur le BREDA pour T100ans en plusieurs endroits de la ville : Forge, Pont de la libération, promenade du Breda.

Ainsi, pour T = 100ans :

1. Le pont en arche servant à maintenir une ancienne conduite forcée (en amont du Barrage du bout du monde) est en charge (> 1.5m) et surverse
2. Les passerelles de la promenade du bout du monde sont hors d'eau (tirant d'air supérieur à 1m)
3. Le BREDA déborde ponctuellement en rive gauche au niveau des ateliers municipaux
4. Le pont de la libération est en charge et génère un débordement en rive droite.
5. Les habitations en aval (RG et RD) du pont sont inondées (jardin) avec un écoulement négligeable sur la rue de la soierie
6. Le pont de la RD925 est en limite de mise en charge
7. Le petit pont n'est pas en charge avec un tirant d'air significatif (1m)
8. En aval du petit pont le BREDA déborde en rive droite (jardins inondés) sur 10-15cm
9. La promenade du BREDA déborde en rive gauche au niveau de la passerelle. Les jardins en rive gauche en aval de la digue sont inondés (25-40cm). La digue est en charge de 1m au plus haut (60cm au point de surverse)
10. La passerelle n'est pas en charge avec un tirant d'air suffisant (90cm)
11. Un écoulement se fait en rive gauche de la promenade du BREDA à hauteur de 1.5 m³/s jusqu'au barrage EDF
12. En rive droite un débordement se fait en amont du mur / digue EDF. Un écoulement se fait à hauteur de 1 m³/s jusqu'au camping. La protection est en charge de 1.5m avec une revanche de 25-30cm.
13. La zone du camping est inondée
14. Le pont de la RD 925 est en charge mais non surversant.
15. En aval de la RD, le BREDA déborde en rive gauche avec un écoulement important (3.5 m³/s sur 25cm d'écoulement) qui se maintient jusqu'à la passerelle
16. La passerelle aval est en charge et surverse.

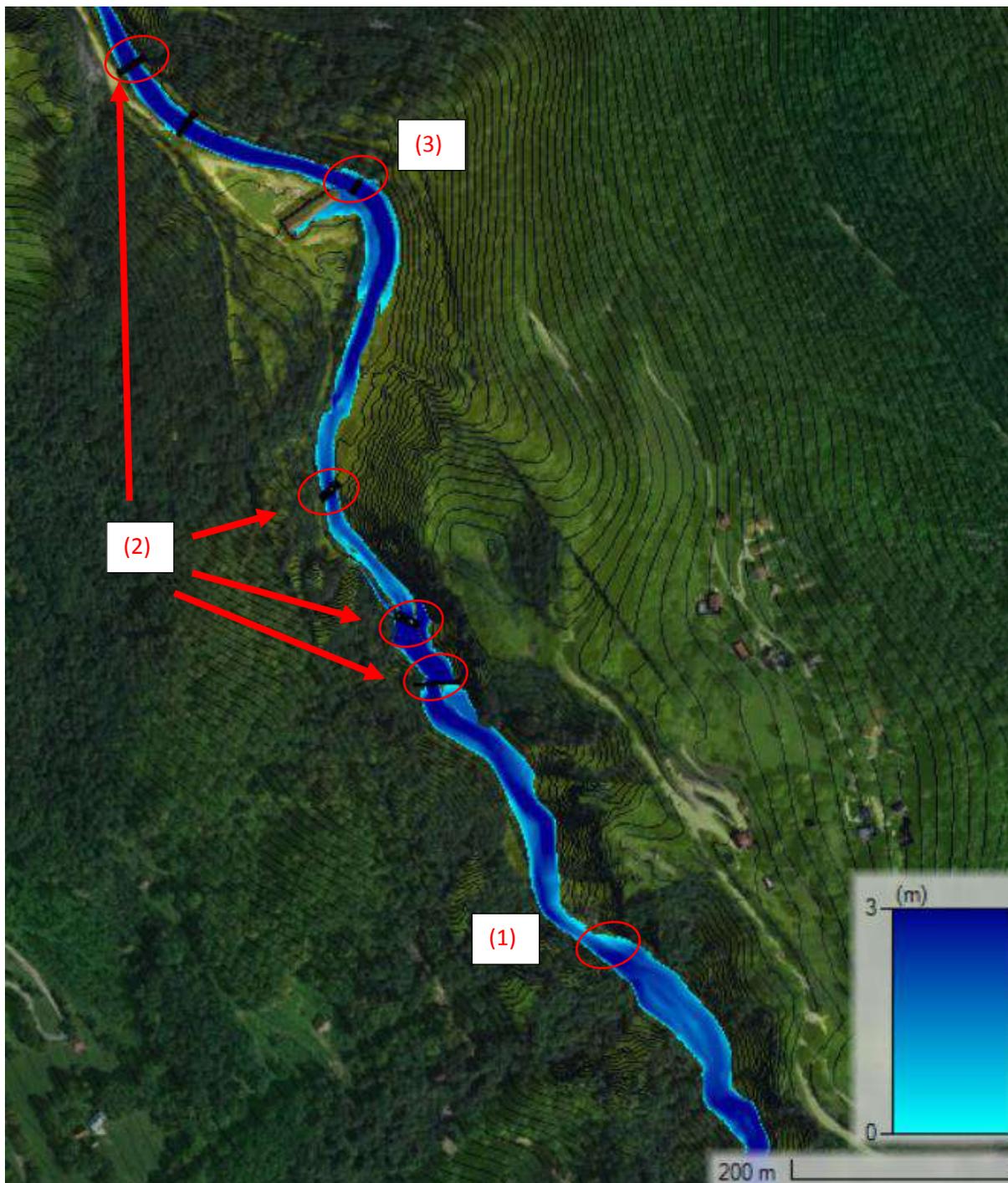


Figure 59 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / ALLEVARD 1/4



Figure 60 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / ALLEVARD 2/4

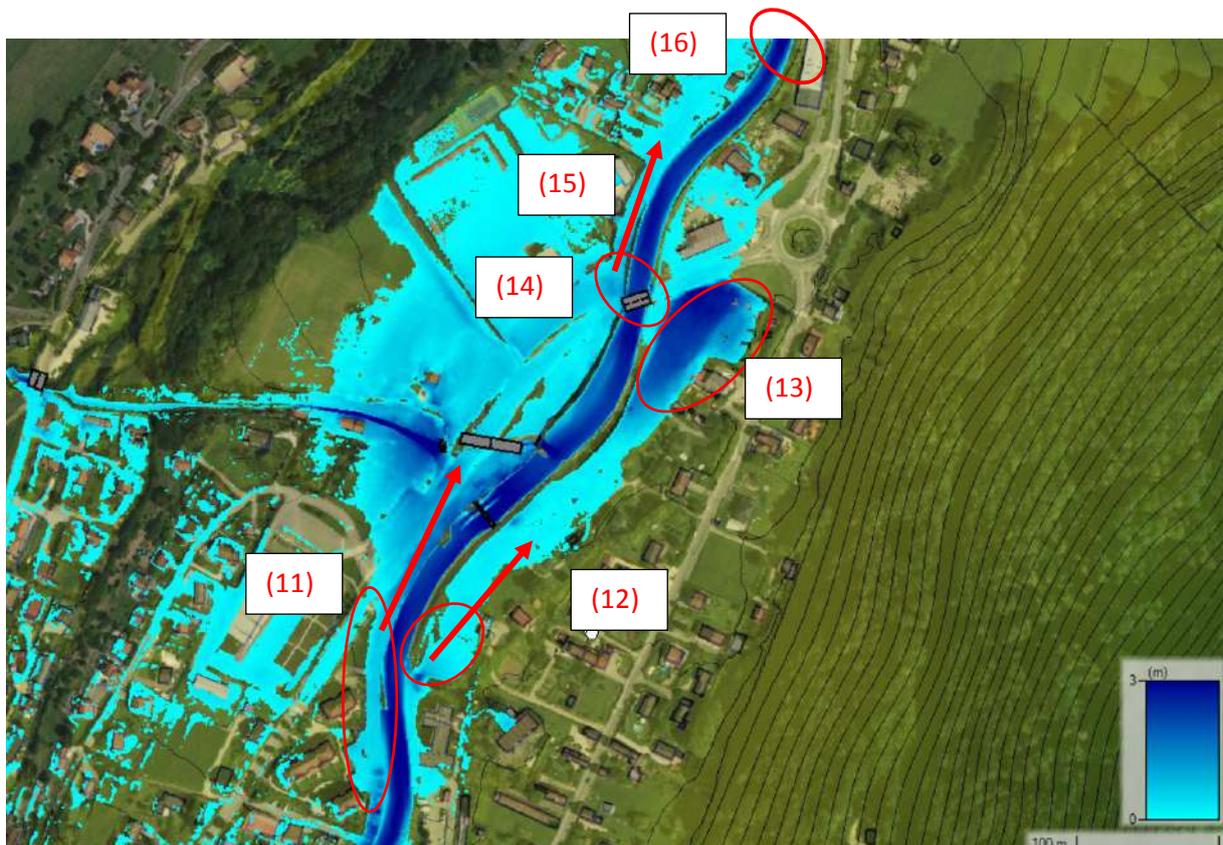


Figure 61 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / ALLEVARD 3/4

Au niveau du BAYARD la zone inondée est amplifiée par le risque d'embâcles sur l'ouvrage réduit de la RD9. Les hauteurs d'inondation deviennent importantes (30-60cm) en plus d'impacter des habitations en rive gauche.

Pour T = 100ans, ces débordements sont amplifiés, avec :

1. Un Débordement de l'ouvrage sous la RD9 en rive gauche avec un écoulement sur la chaussée qui amène de l'eau dans les habitations en contre bas (2 m³/s).
2. Un débordement en rive gauche plus significatif (1.5 m³/s) qui contourne la digue et vient inonder le parking. La digue est en limite de surverse.
3. L'entonnement du Bayard sous la RD525 déborde sur la chaussée

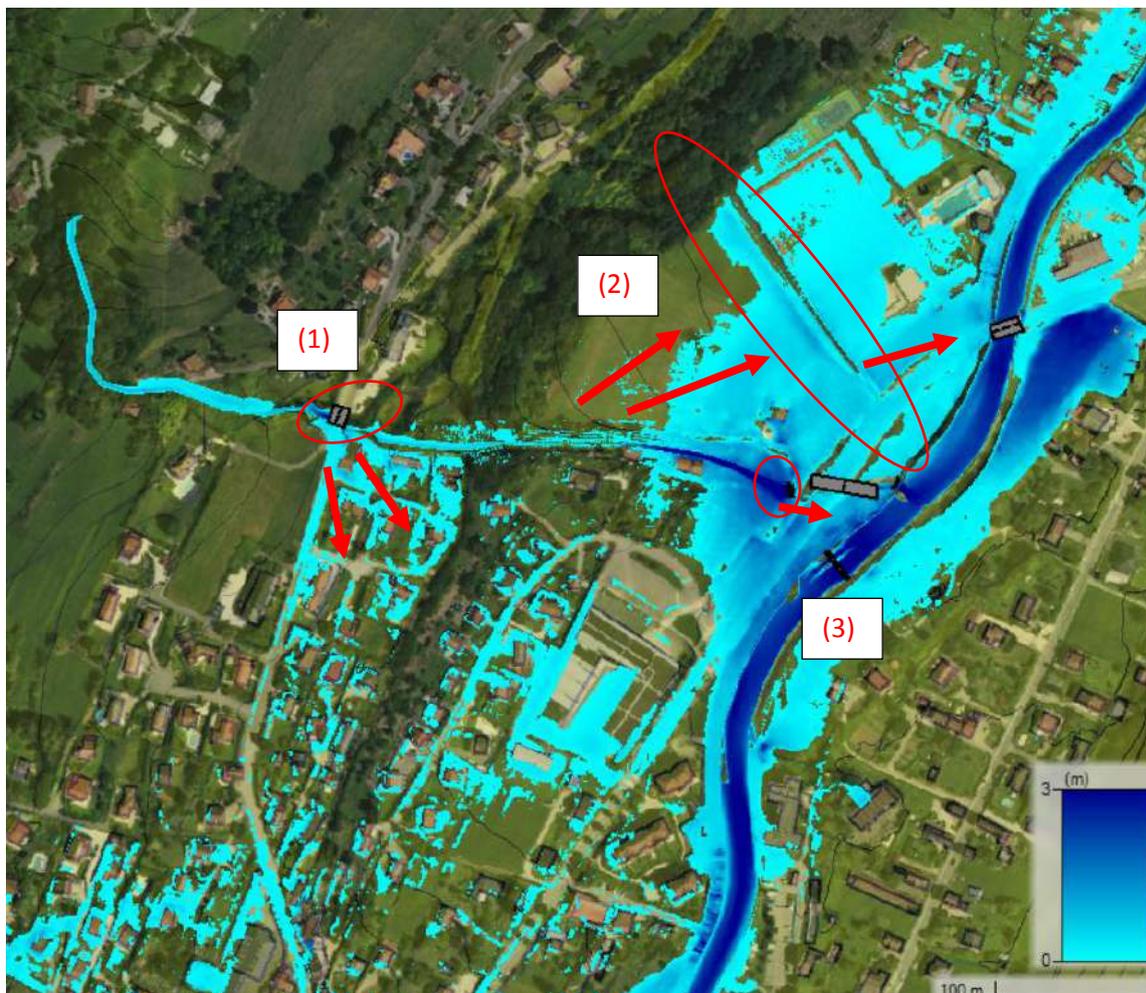


Figure 62 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / ALLEVARD 4/4

L'impact des autres torrents de Bramefarine est important avec des écoulements rapides à travers la ville.

I.3.4.4. T = 1000 ans

Pour T = 1000ans, l'emprise de la zone inondable autour du BREDA dépasse 80m de large et les principales habitations longeant le cours d'eau sont impactées avec des hauteurs d'eau significatives (0.3 à 1m).

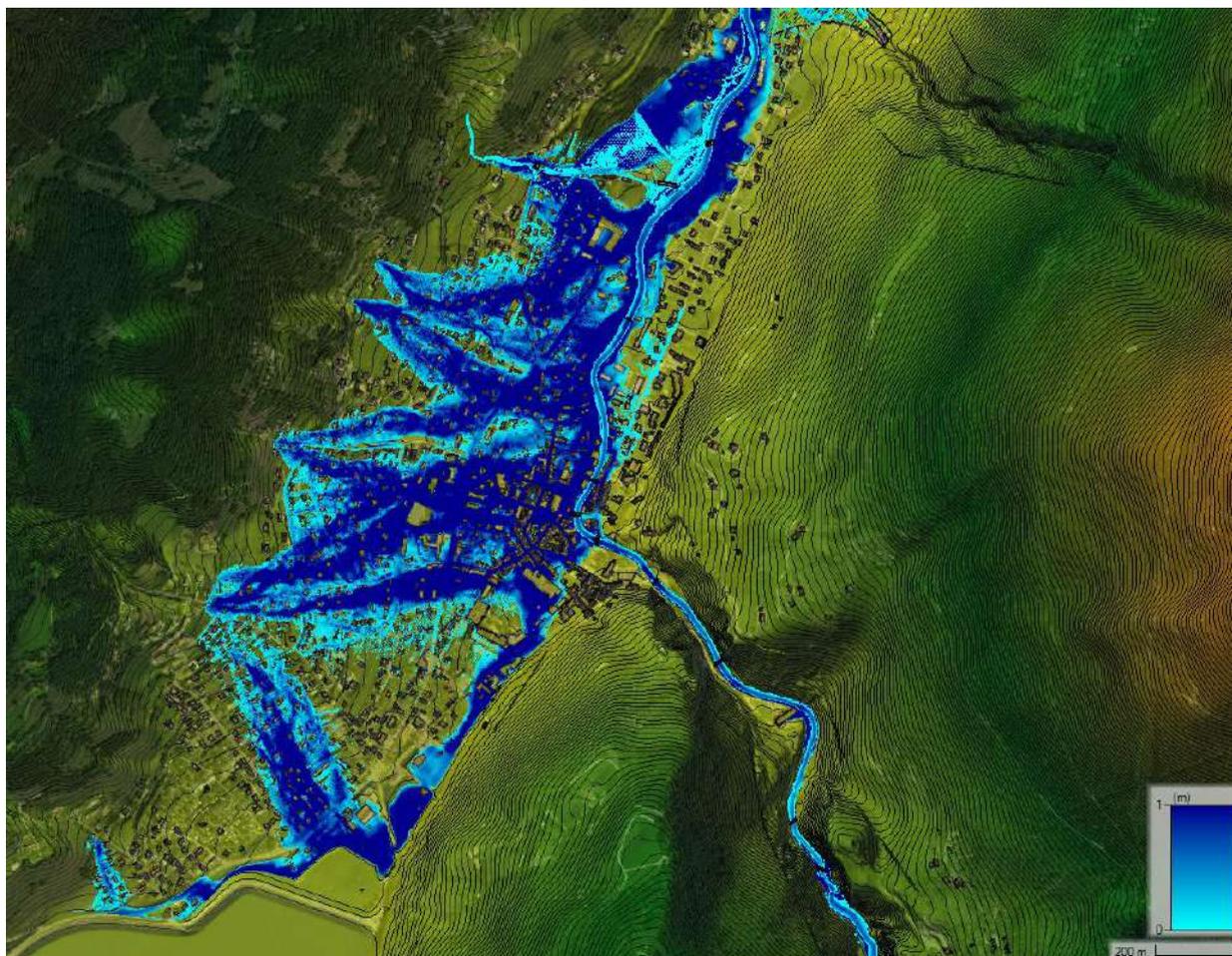


Figure 63 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Traversée ALLEVARD

I.3.4.5. Caractéristiques des écoulements liquides pour T = 100 ans

D'autre part, les caractéristiques de l'écoulement sont :

- ✓ BREDA
 - Largeur moyenne : 15m régulier
 - Vitesse : 3 - 4 m/s
 - Ecoulement mixte ($Fr = 1.3$ dans les gorges puis 0.8)
 - Puissance Spécifique : 1000 W/m²
 - Force tractrices : 300-600 N/m²
- ✓ BAYARD
 - Largeur moyenne : 3m
 - Vitesse : 2.7 m/s
 - Ecoulement torrentiel ($Fr = 1.5$)
 - Puissance Spécifique : 1000 W/m²
 - Force tractrices : 400 N/m²

I.3.4.6. Capacité liquide des ouvrages

Les capacités des ouvrages (avant mise en charge) sont estimées à :

- ✓ BREDA
 - Pont arche extrême du bout du monde : 60 m³/s soit une période de retour de T10ans
 - Passerelles de la promenade du bout du monde : Capacité >> T100ans
 - Pont de la libération : Capacité >> T100ans mais risque important d'obstruction dès 100ans
 - Grand Pont : 220 m³/s soit une période de retour de T1000ans
 - Petit Pont : 200 m³/s soit une période de retour de T500-1000ans
 - Digue en rive gauche de la promenade du BREDA : T20-50ans
 - Digue / Mur de protection rive Droite du Barrage d'ALLEVARD : T100ans
 - Passerelle de la Promenade du BREDA : Capacité >> T100ans
 - Pont de la RD 925 (camping) : 120 m³/s soit une période de retour de T50-100ans
 - Passerelle Aval : 75 m³/s soit une période de retour de T10-20ans
- ✓ BAYARD
 - Pont sous la RD9 : 3.4 m³/s soit une période de retour de T10ans
 - Cadre sous la RD525 : 1.4 m³/s soit une période de retour de ~T2 ans mais pouvant accepter une charge importante.
- ✓ Autres Torrents de BRAMEFARINE

TORRENT	Type de réseau EP	Longueur	Débit Capable (tronçon représentatif du réseau)	Période de retour capacitaire
LE CHABOUD	DN 600	1 km	2 m ³ /s	T 5-10 ans
LA BATIE	DN 800	1 km	4 m ³ /s	T 20-50 ans
LE JAQUEMOUD	DN 600	1 km	2.5 m ³ /s	T 20-50 ans
LE BREMON	DN 600	600ml	2 m ³ /s	T 5-10 ans
LE MOLLARD	DN200	300 ml	0.1 m ³ /s	T < 1 an
GALERIE commune	DN1500 ou équivalent	1km	10 m ³ /s	T 50-100 ans

Figure 64 : Capacité des réseaux EP collectant les TORRENTS de BRAMEFARINE

1.3.4.7. Nota par rapport aux modèles historiques

Ce bief du BREDA a déjà fait l'objet d'une modélisation en 2006 par GEO+. Les résultats sont sensiblement équivalents sur ce secteur. Les différences (hauteur de tirant d'air plus faibles et zone inondées plus importantes) s'expliquent par :

- ✓ Type de modèle utilisée et topographie plus précise (Profil plus dense et LIDAR)
- ✓ Lissage de l'emprise inondable voire prise en compte d'une ligne d'énergie sur le BREDA (PROMENADE DU BREDA)

Le BAYARD a également déjà fait l'objet d'une modélisation en 2020 par EGIS. Les résultats sont sensiblement équivalents sur ce secteur car la topographie est issue de la même source. Les différences proviennent des hypothèses de débit : T100ans calculé à 6.8 m³/s en 2022 (sensiblement équivalent à l'étude de ERGH de 2002) contre 16.4m³/s estimé par EGIS en 2020. Les différences Hydraulique proviennent de la non prise en compte du risque d'embâcles par EGIS et de la superposition des crues BREDA / Bayard sur la partie la plus basse (RD925).

1.3.5. Combe d'Allevard / Jeannotte -> Bens (Breda, Jeannotte, Buisson, Bard)

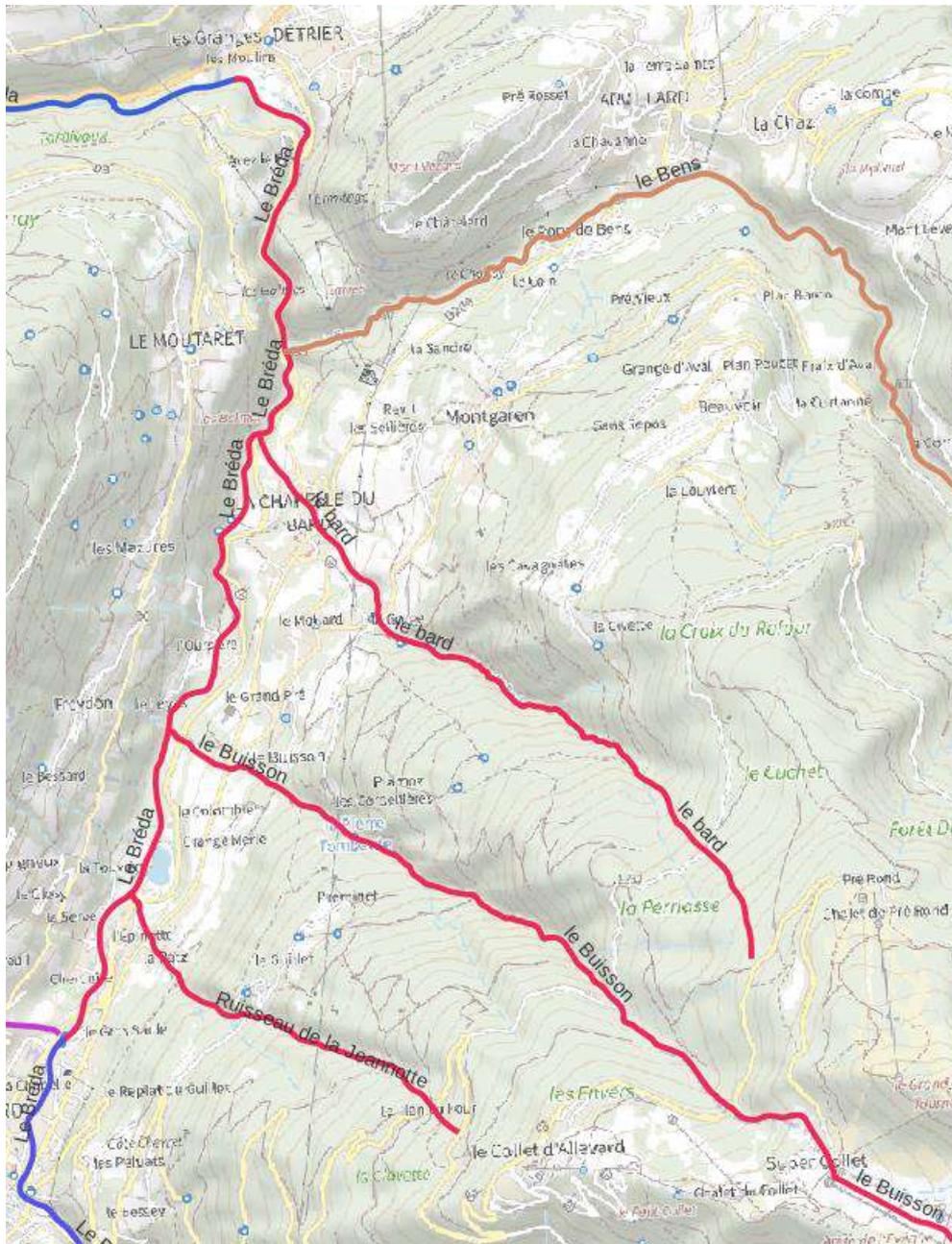


Figure 65 – Localisation du tronçon 05 (Rouge)

Ce tronçon intègre le BREDA en aval d'ALLEVARD à la confluence avec le BENS ainsi que les torrents du Buisson, de la Jeannotte et du Bard.

I.3.5.1. T = 10 ans

Sur ce tronçon, les cours d'eau (Breda, Jeannotte, Buisson, Bard) sont non débordants pour toutes les crues jusqu'à T10ans.

Pour la crue T 10ans on observe plusieurs mobilisations de zone d'expansion inhabitées :

1. Poney Club en aval du lac de la Mirande (surtout Rive gauche)
2. Zone Rive droite en amont de L'Oursière
3. Zone Rive droite et rive gauche en aval de L'Oursière
4. Zone rive gauche en amont de la confluence avec le BARD

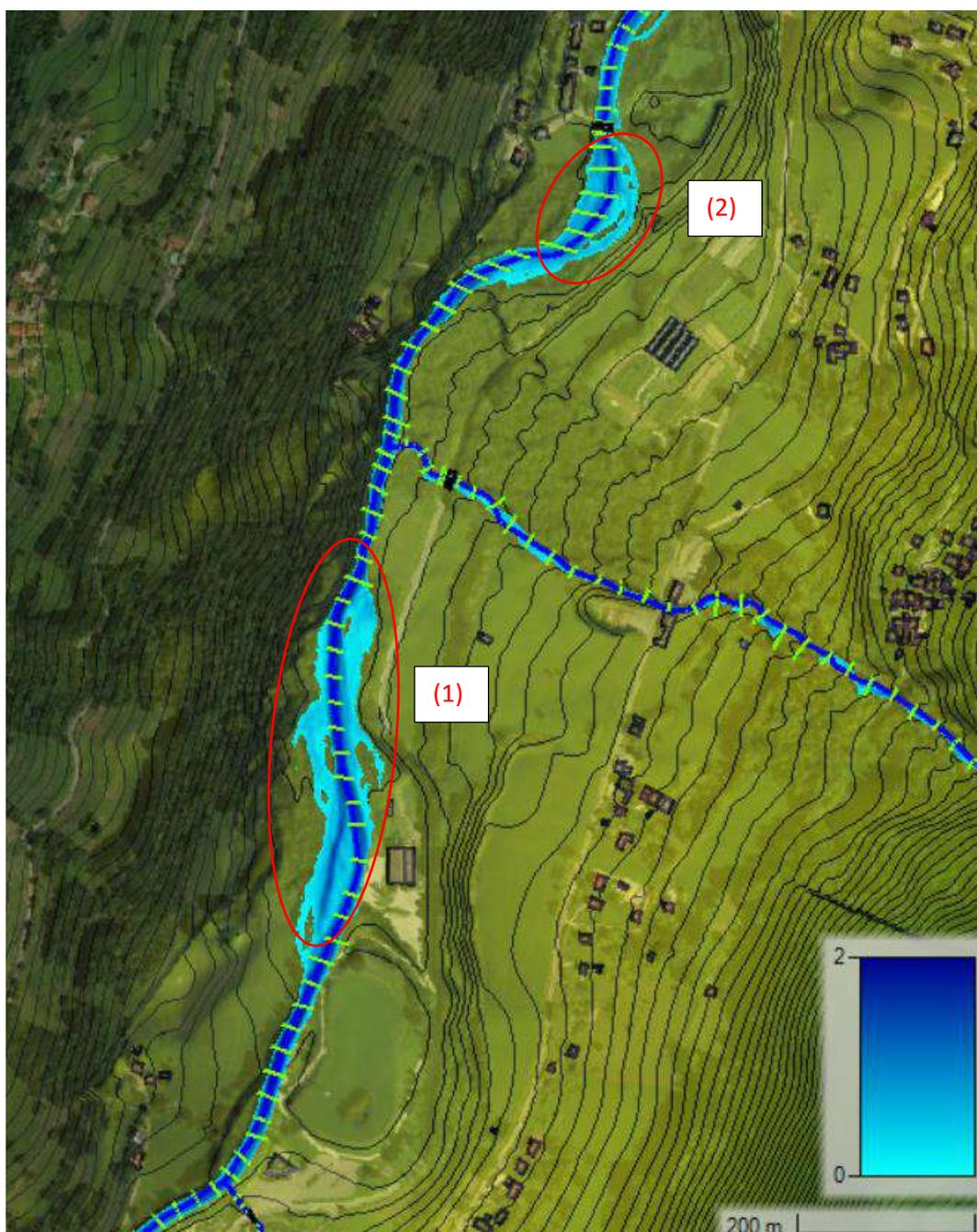


Figure 66 : Emprise maximale pour T10ans du Tronçon BREDA / ALLEVAR D AVAL 1/2

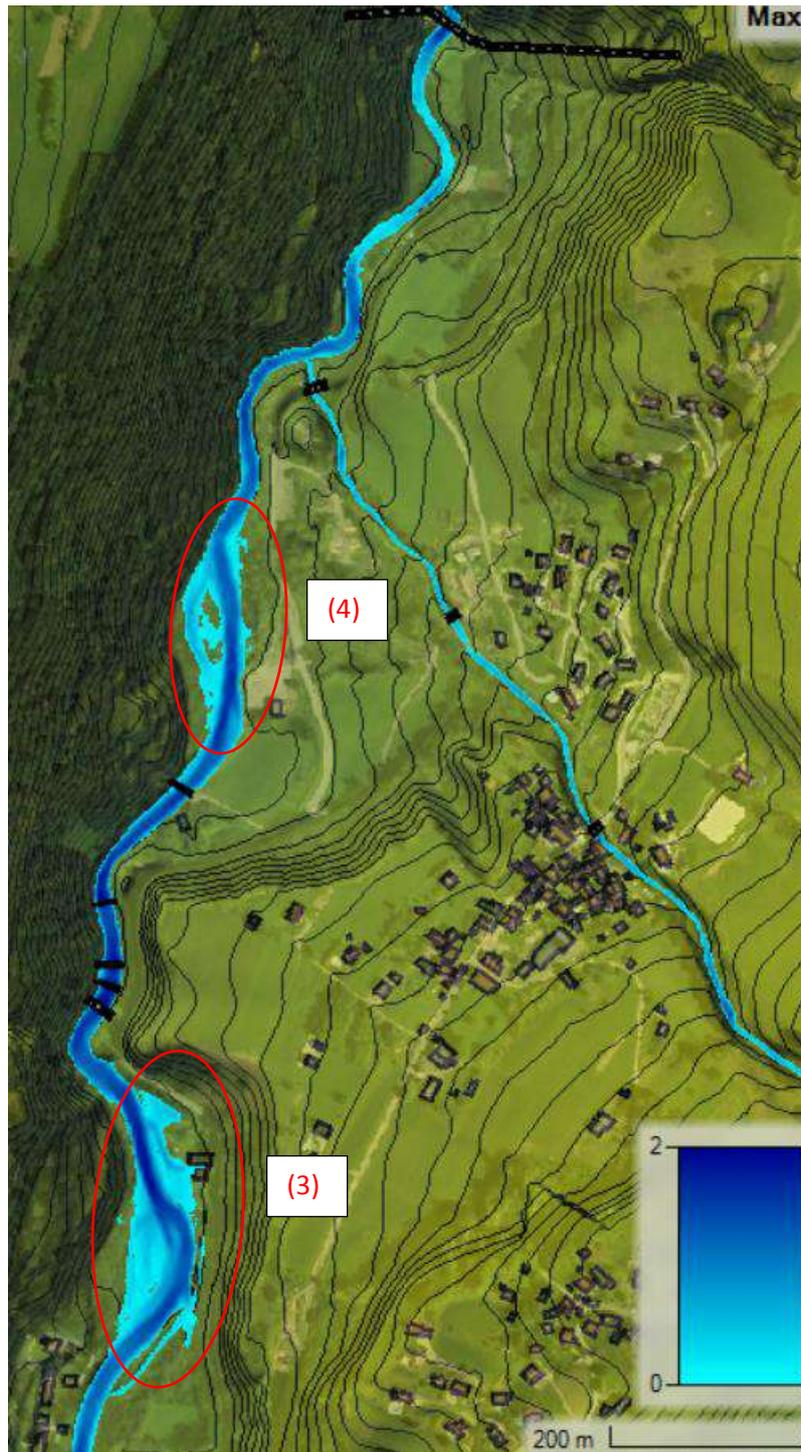


Figure 67 : Emprise maximale pour T10ans du Tronçon BREDA / ALLEVARD AVAL 2/2

I.3.5.2. T = 30 ans

Pour T = 30ans les premiers débordements sont observés sur ce tronçon :

1. Mise en charge et débordement du pont de la JEANNOTTE sous la RD525
2. Activation des interactions par surverse avec le LAC de la MIRANDE
3. Débordements légers en aval du pont de l'Oursière (rive gauche, 10cm)
4. Débordement du torrent du bard au niveau du pont communal (rive gauche)

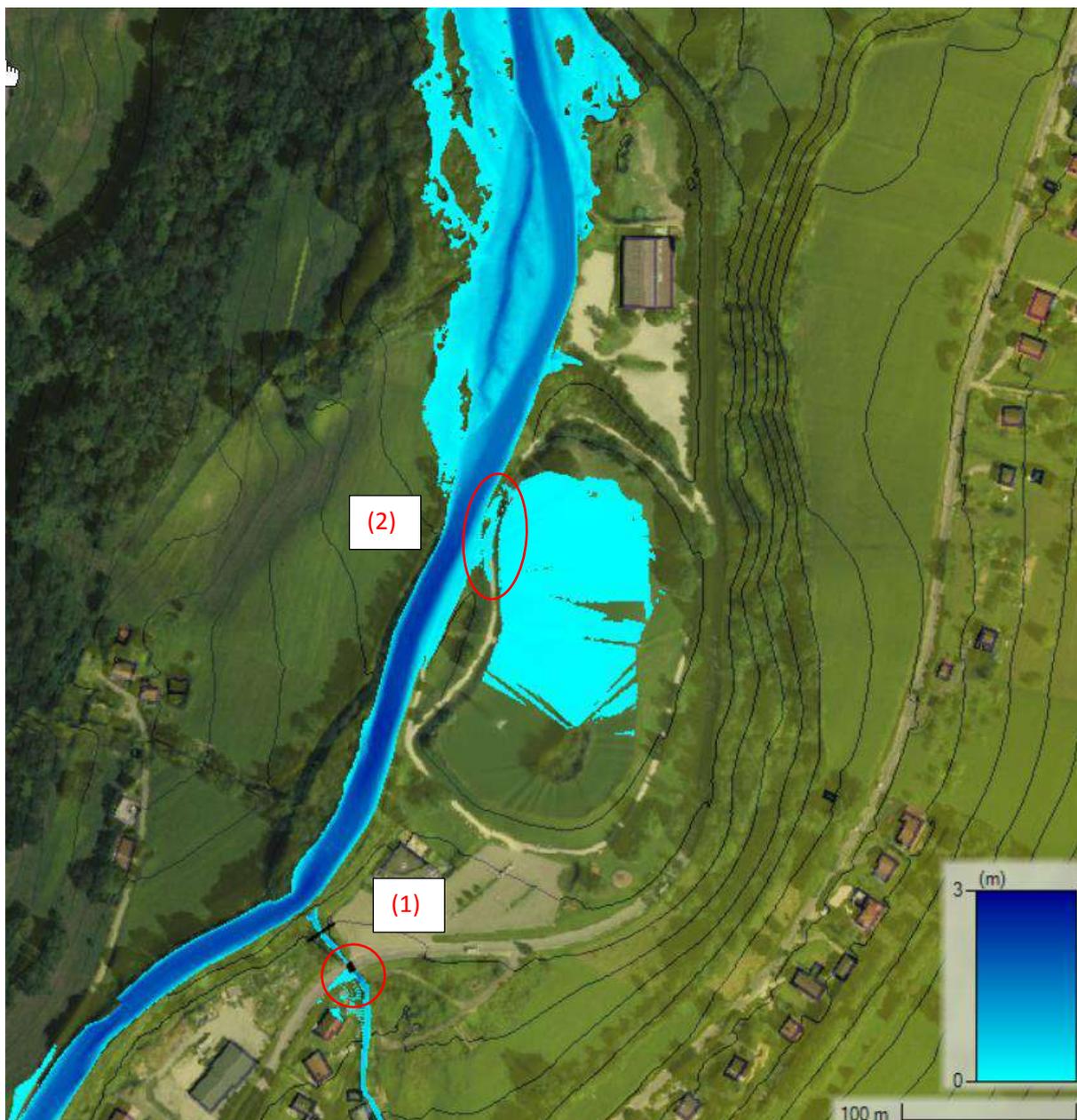


Figure 68 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon : Combe d'Allevard aval 1/2

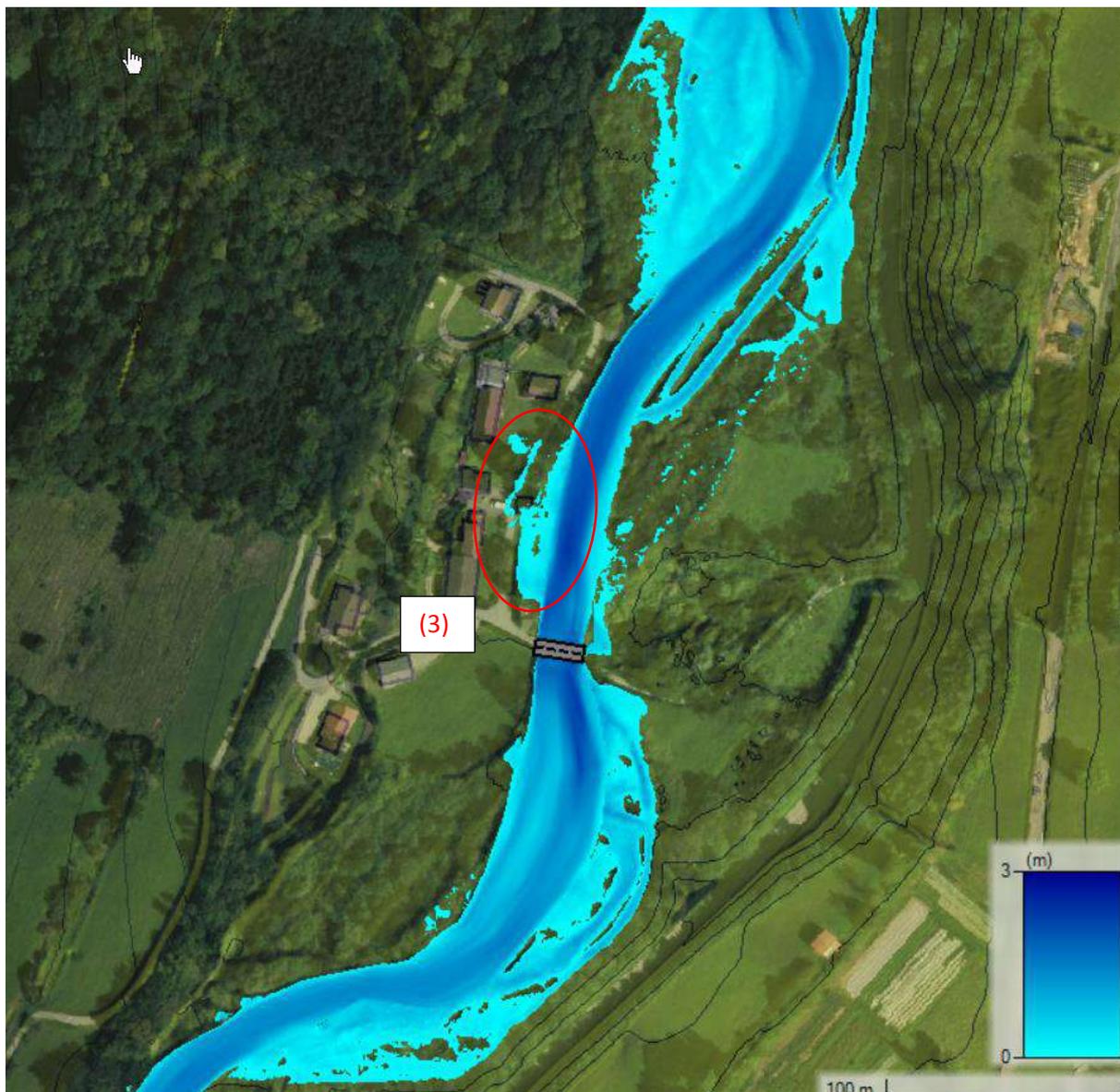


Figure 69 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon : Combe d'Allevard aval 2/2

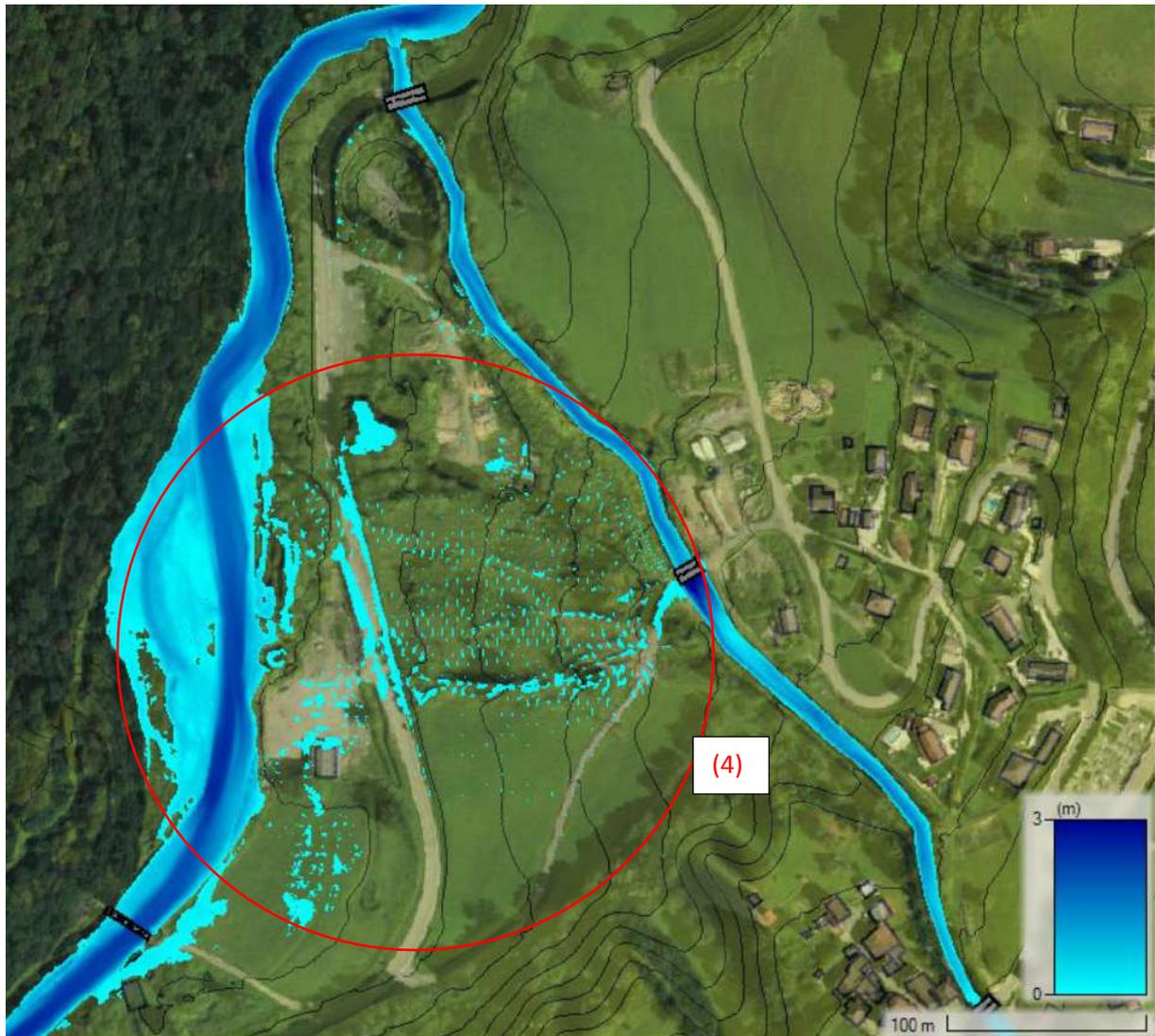


Figure 70 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon : Torrent du Bard

I.3.5.3. T = 100 ans

Pour T = 100 ans, les débordements observés pour 30 ans sont augmentés et de nouveau apparaissent :

5. Débordement de la Jeannotte au niveau de la route de la Ratz
6. Débordement du buisson au niveau du pont de la RD525

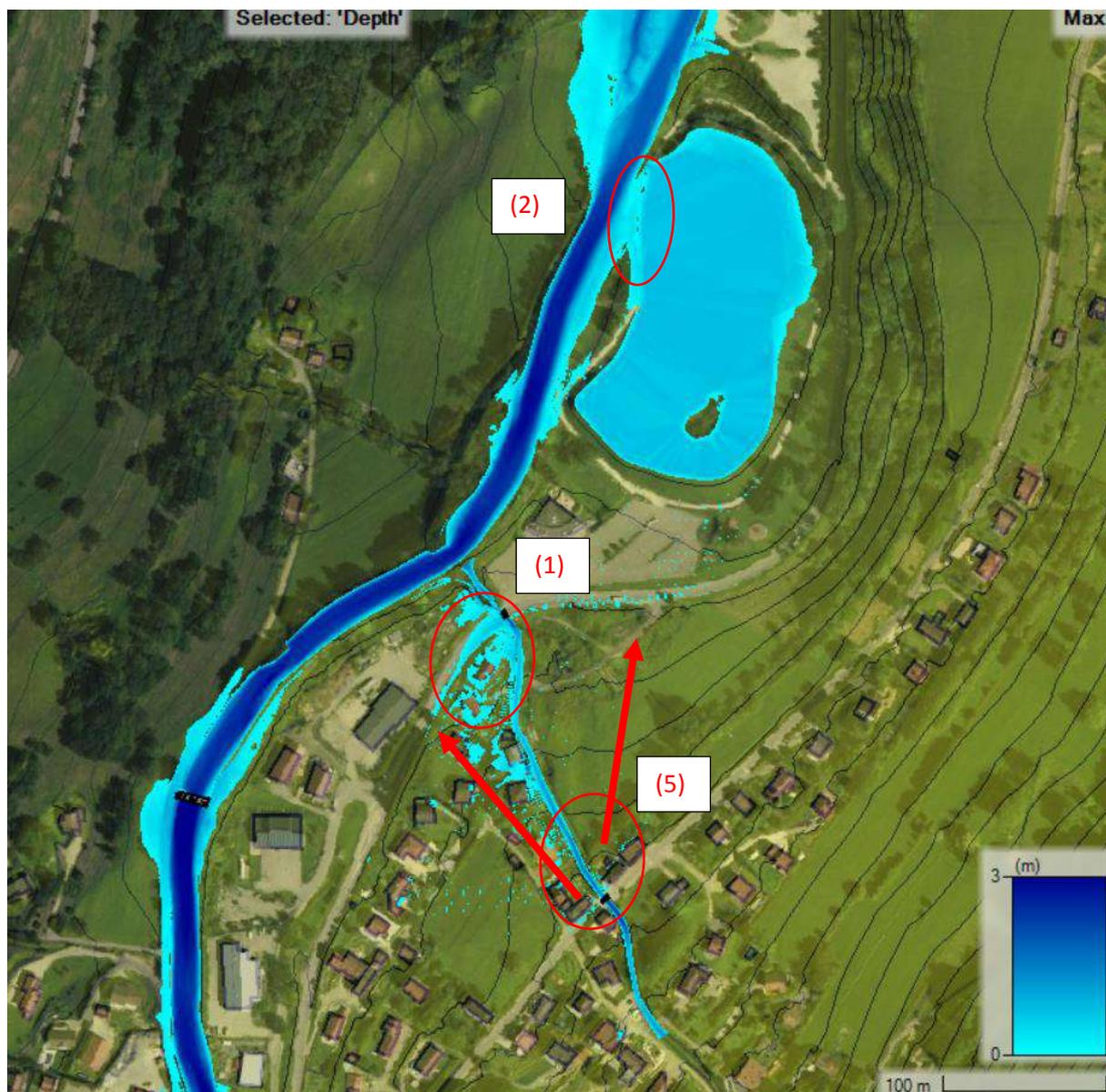


Figure 71 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Combe d'Allevard aval ½ (Hors risque Torrentiel)

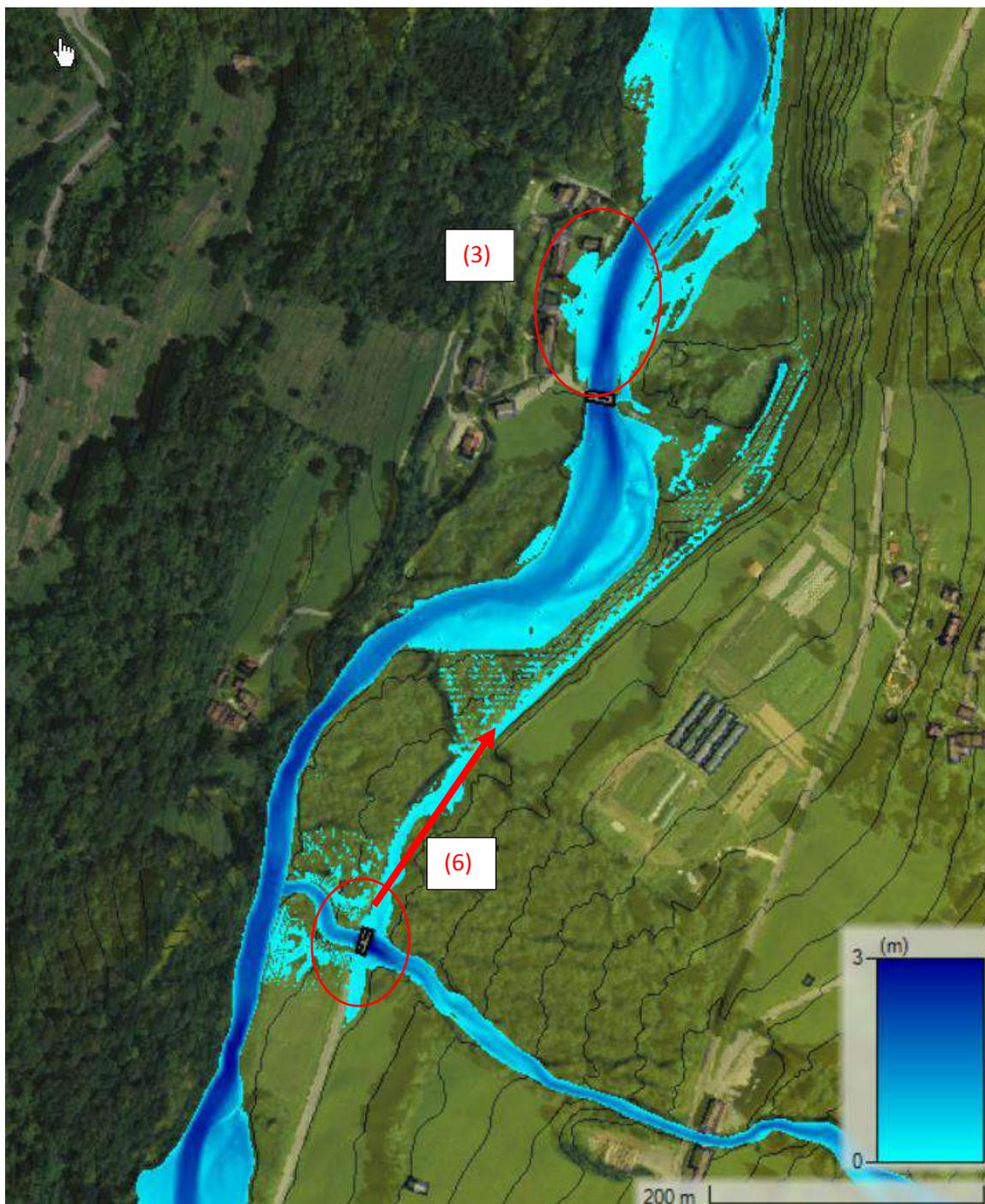


Figure 72 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Combe d'Allevard aval 2/2 (Hors risque Torrentiel)

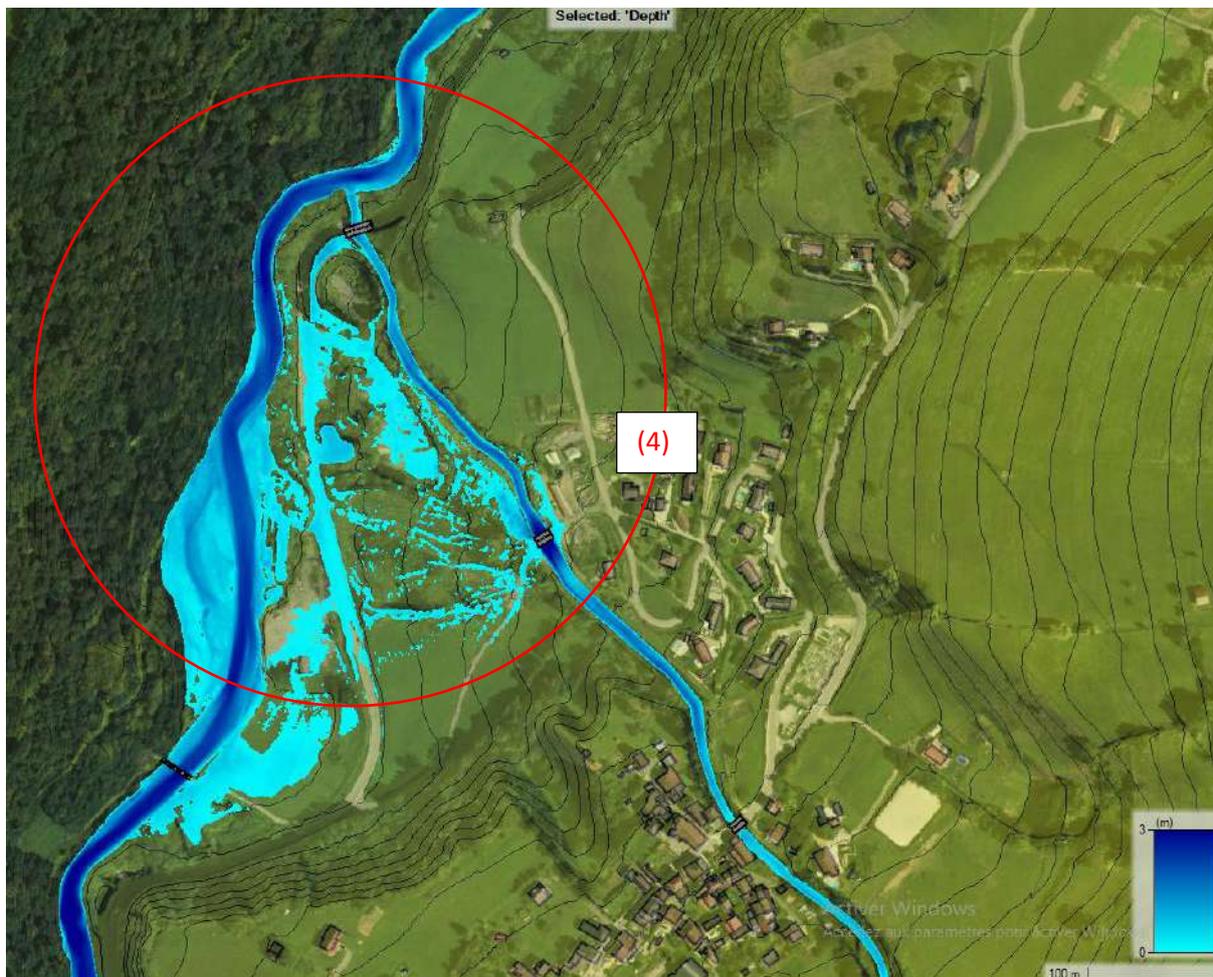


Figure 73 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : Torrent du Bard (Hors risque Torrentiel)

La prise en compte de l'aléa torrentiel amène à considérer une emprise légèrement plus importante sur la JEANNOTTE, le BUISSON et le BARD (polygone violet).



Figure 74 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : JEANNOTTE (Risque torrentiel)



Figure 75 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : BUISSON (Risque torrentiel)



Figure 76 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon : BARD (Risque torrentiel)

I.3.5.4. T = 1000 ans

Pour T = 1000ans les débordements sont amplifiés sur :

- ✓ Le secteur de la MIRANDE
- ✓ Le secteur de l'Oursière
- ✓ Les 3 torrents

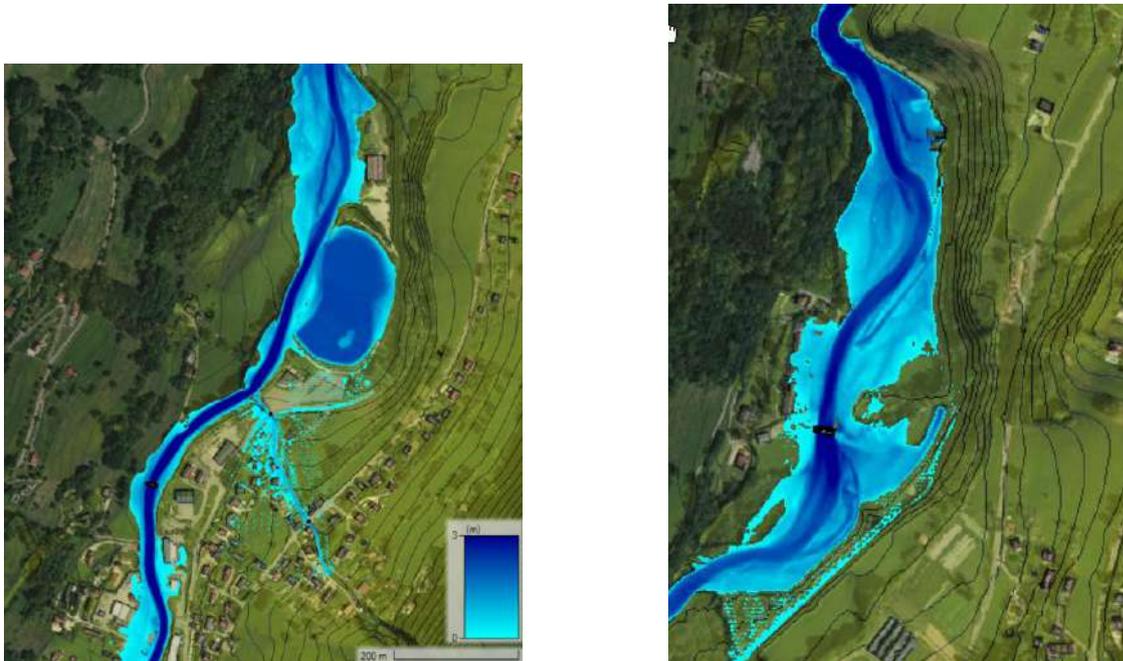


Figure 77 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Combe d'Allevard Aval (Hors risque Torrentiel)

La prise en compte de l'aléa torrentiel amène à considérer une emprise légèrement plus importante sur la JEANNOTTE, le BUISSON et le BARD (polygone vert).

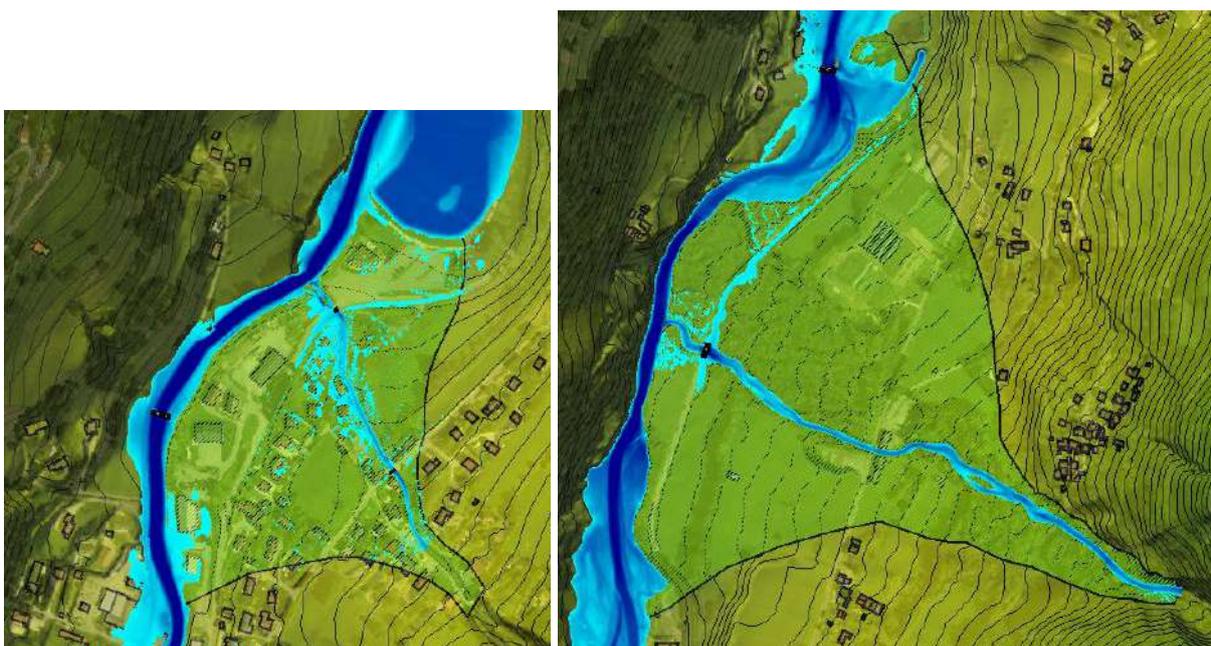




Figure 78 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon : Torrents de la JEANNOTTE, BUISSON et BARD (risque Torrentiel)

I.3.5.5. Caractéristiques des écoulements liquides pour T = 100 ans

D'autre part, les caractéristiques de l'écoulement sont :

- ✓ BREDA
 - Largeur moyenne : 20 à 50m dans les zone d'expansion
 - Vitesse : 2.5 m/s
 - Ecoulement mixte (Fr = 0.7 et localement 1.2)
 - Puissance Spécifique : 500 W/m²
 - Force tractrices : 200-300 N/m²
- ✓ JEANNOTTE
 - Largeur moyenne : 3.5m
 - Vitesse : 3.5 m/s
 - Ecoulement torrentiel (Fr = 1.6)
 - Puissance Spécifique : 1800 W/m²
 - Force tractrices : 600 N/m²
- ✓ BUISSON
 - Largeur moyenne : 7m
 - Vitesse : 3.5 m/s
 - Ecoulement torrentiel (Fr = 1.6)
 - Puissance Spécifique : 2500 W/m²
 - Force tractrices : 600 N/m²
- ✓ BARD
 - Largeur moyenne : 8m
 - Vitesse : 4 m/s
 - Ecoulement torrentiel (Fr = 1.4)
 - Puissance Spécifique : 2000 W/m²
 - Force tractrices : 500 N/m²

I.3.5.6. Capacité liquide des ouvrages

Les capacités des ouvrages (avant mise en charge) sont estimées à :

- ✓ BREDA
 - Pont de L'Oursière : 110 m³/s soit une période de retour de 100ans
 - Pont d'accès au réservoir : 110 m³/s soit une période de retour de T50-100ans
 - Pont de la RD à la confluence du BENS : T >> 100ans

I.3.6. Gorges de Détrier-Pontcharra / Amont Pontcharra (Breda)



Figure 79 – Localisation du tronçon 06 (Vert)

Ce tronçon intègre le BREDa de la confluence avec le BENS à la centrale EDF du BREDa.

I.3.6.1. T = 10 ans

Sur ce tronçon, le cours d'eau est non débordant pour les crues toutes les crues jusqu'à T10ans (inclus).
En revanche :

1. La plaine de DETRIER est mobilisée dès T = 10ans.
2. Sur le tronçon longeant la RD 925, les bras secondaires sont mobilisés significativement (50cm) au niveau de la centrale de DETRIER
3. Les bras secondaires sont mobilisés significativement (50cm) au niveau de la centrale du BREDA (EDF)

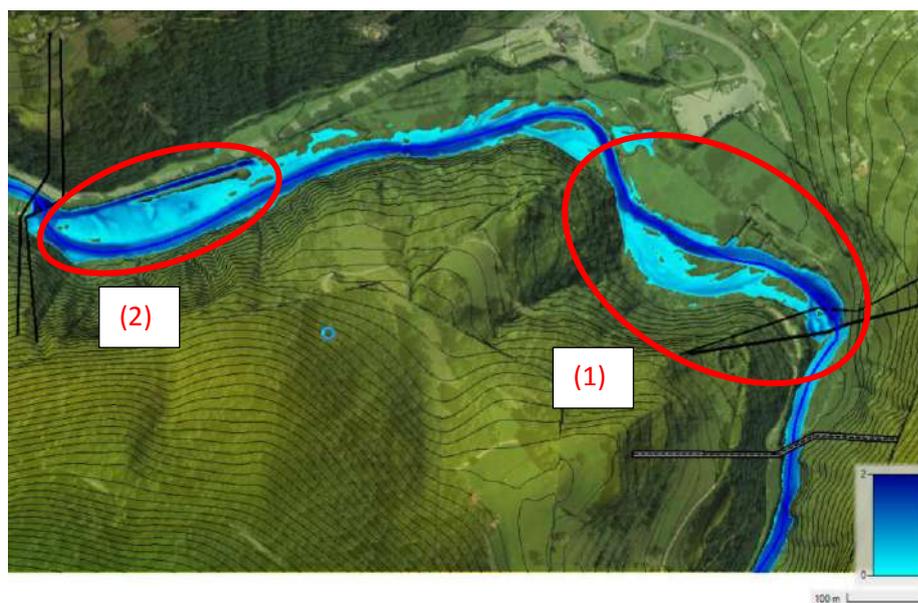


Figure 80 : Emprise maximale pour T10ans du Tronçon BREDA / DETRIER 1/2

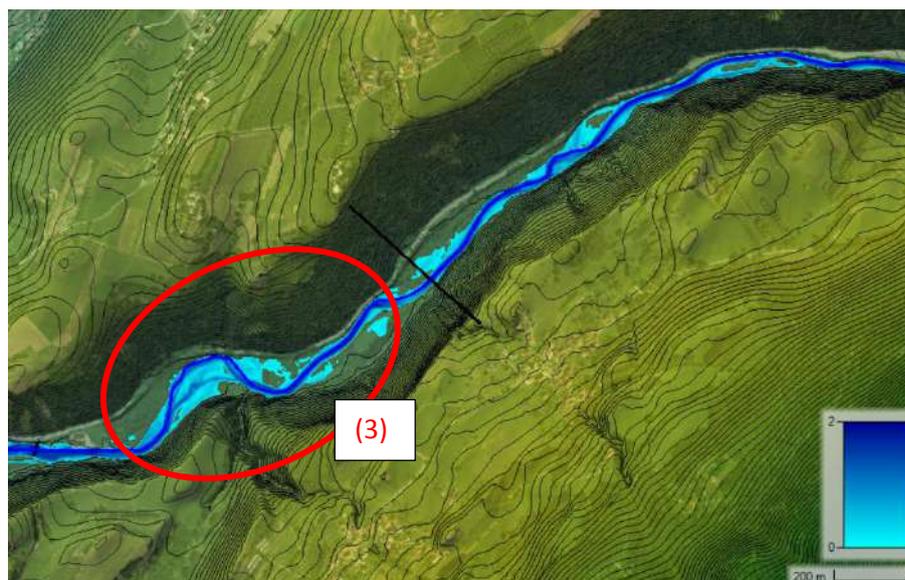


Figure 81 : Emprise maximale pour T10ans du Tronçon BREDA / DETRIER 2/2

I.3.6.2. T = 30 ans

Le diagnostic est équivalent à T = 10 ans.

I.3.6.3. T = 100 ans

Pour T = 100ans, Les zones d'expansion sont augmentées mais restent principalement contenues dans le lit du cours d'eau :

1. La centrale de DETRIER est inondée (40cm)
2. La centrale du BREDA est légèrement inondée (15cm)

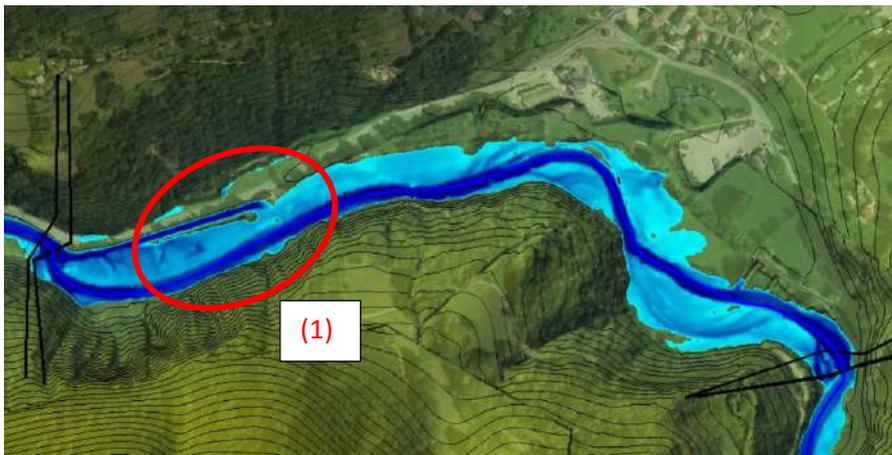


Figure 82 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / DETRIER 1/2

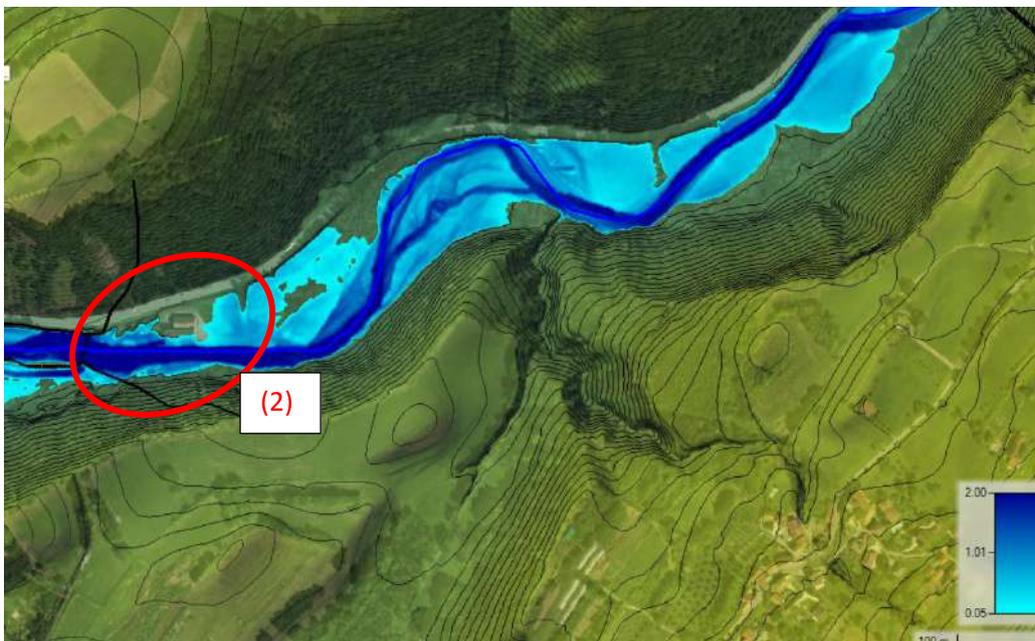


Figure 83 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / DETRIER 2/2

I.3.6.4. T = 1000 ans

Pour T = 1000 ans les voiries sont inondées :

1. Au niveau de la confluence du BENS (pont)
2. Au niveau de la centrale de DETRIER et de la prise d'eau EDF

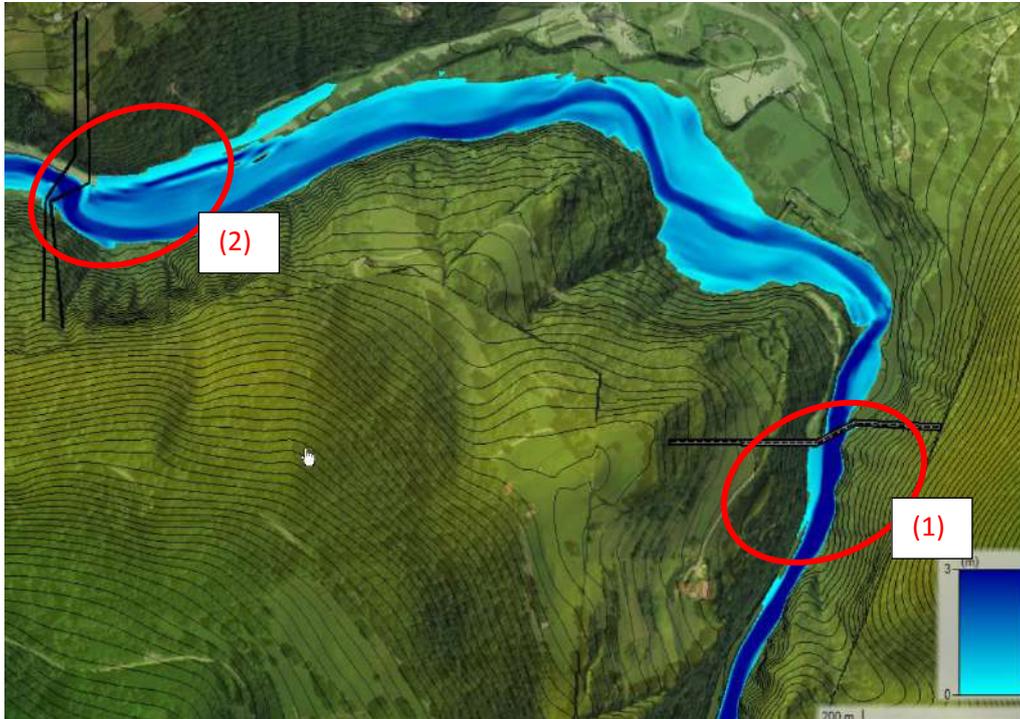


Figure 84 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon BREDA / DETRIER

I.3.6.5. Caractéristiques des écoulements liquides pour T = 100 ans

D'autre part, les caractéristiques de l'écoulement sont :

- Largeur moyenne : 25m
- Vitesse : 3.5-4 m/s
- Ecoulement mixte ($Fr = 1$)
- Puissance Spécifique : 300-600 W/m²
- Force tractrices : 80-200 N/m²

I.3.7. Gorges de Détrier Pontcharra / Traversée Pontcharra (Breda)

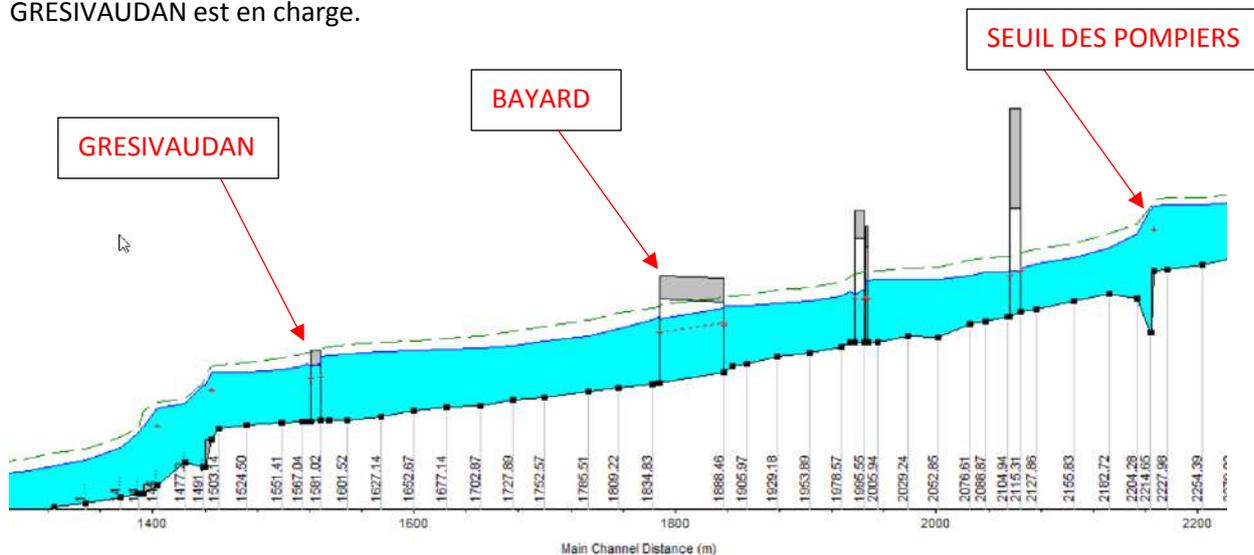


Figure 85 – Localisation du tronçon 09

Ce tronçon intègre le Breda en aval de la centrale du Breda jusqu'à la confluence avec l'Isère.

I.3.7.1. T = 10ans

Sur ce tronçon, le cours d'eau est non débordant pour les crues toutes les crues jusqu'à T10ans (inclus). En revanche le tirant d'air sous le pont du la place BAYARD est inférieur à 50cm (0.45cm) et le pont du GRESIVAUDAN est en charge.



Les premiers débordements sont observés au niveau du pont du GRESIVAUDAN à partir du débit de 75 m³/s (surverse du pont), soit T5-10ans et 100 m³/s (débordement rive droite), soit T10-20ans.

I.3.7.2. T = 30 ans

Les premiers débordements sont observés pour T = 30ans à partir de l'entrée de la ville de PONTCHARRA :

1. Le Pont de la RD 523a est en charge (partie passerelle piétonne) entraînant un débordement rive gauche
2. La place BAYARD surverse et un écoulement se propage dans les rues perpendiculaires à hauteur de 10m³/s
3. Le pont du GRESIVAUDAN surverse et un écoulement se propage dans les rues à hauteur de 10m³/s
4. La topographie de la ville empêche le retour de l'eau dans le cours d'eau et favorise sa propagation vers le COISETANT en rive droite et le super U en rive gauche.
5. En aval de la SNCF, le BREDA déborde à nouveau en inondant la zone du STADE.

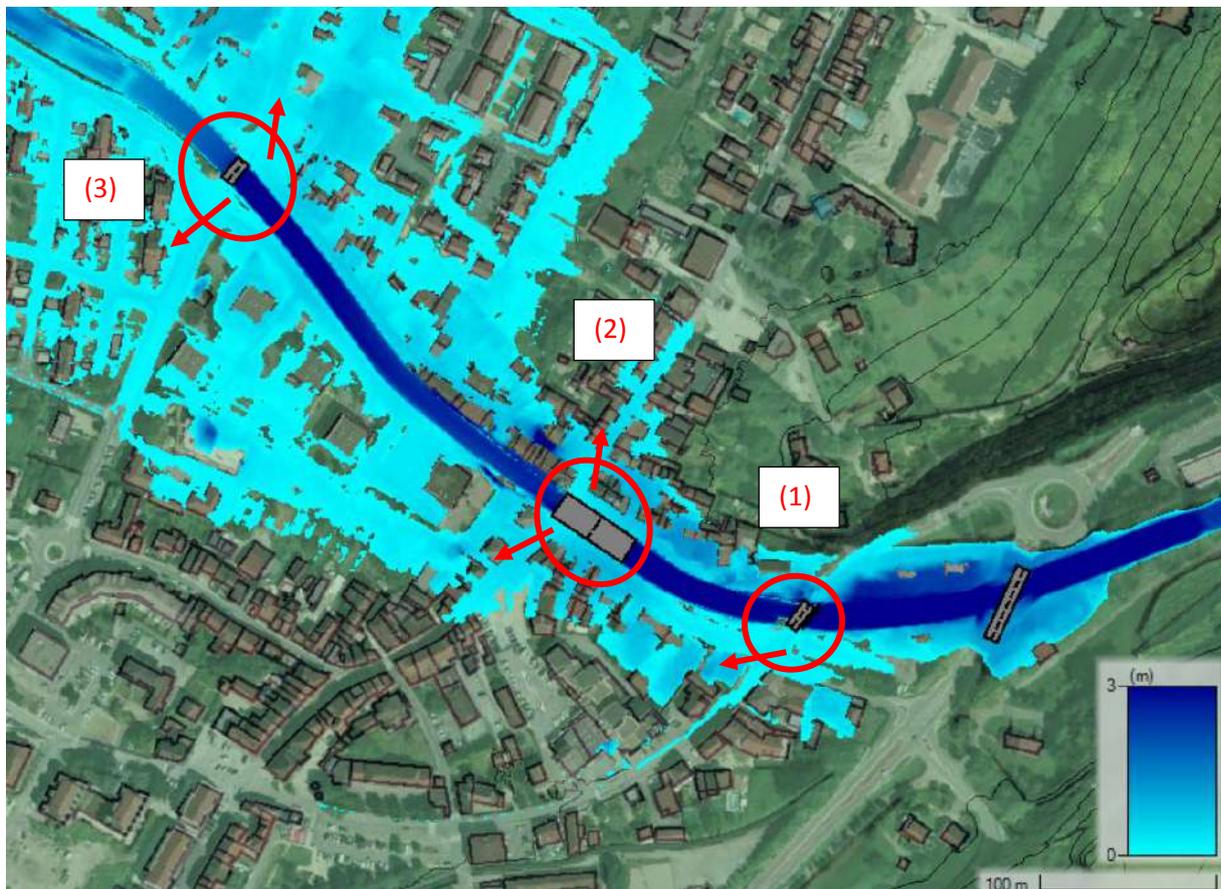


Figure 87 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon BREDA / PONTCHARRA 1/2

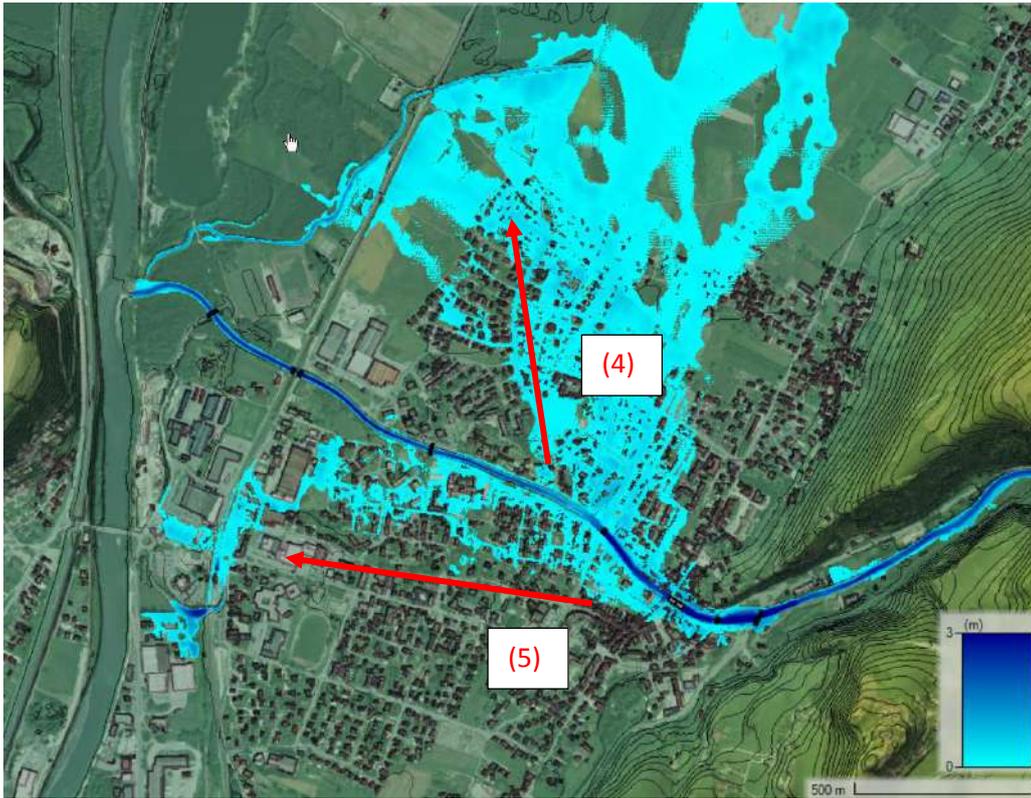


Figure 88 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon BREDA / PONTCHARRA 2/2

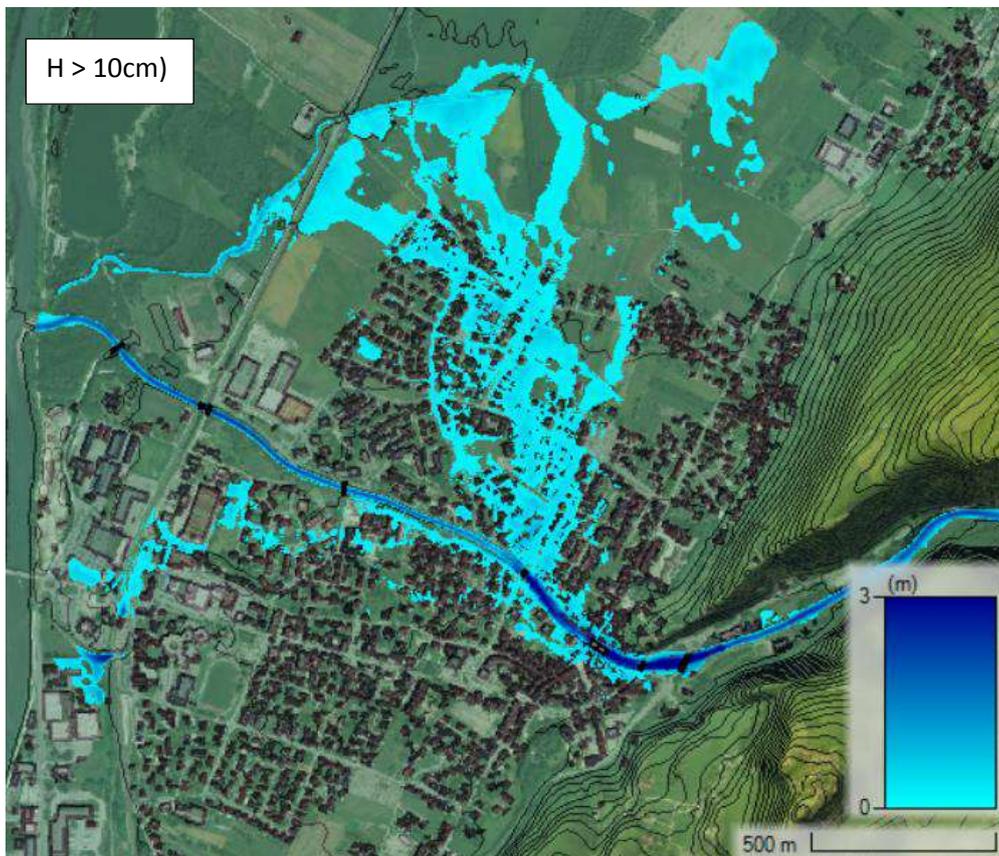


Figure 89 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon BREDA / PONTCHARRA 2/2 ($h > 10\text{cm}$)

I.3.7.3. T = 100 ans

Pour T100ans Les débordements sont significativement augmentés en amont de la ville et dans la plaine inondable étendue à travers l'urbanisation :

1. Le BREDA déborde en rive droite au niveau des pompiers avec une zone inondée sur le rond-point de la RD925
2. Les habitations en rive gauche en amont de la place Bayard sont inondées

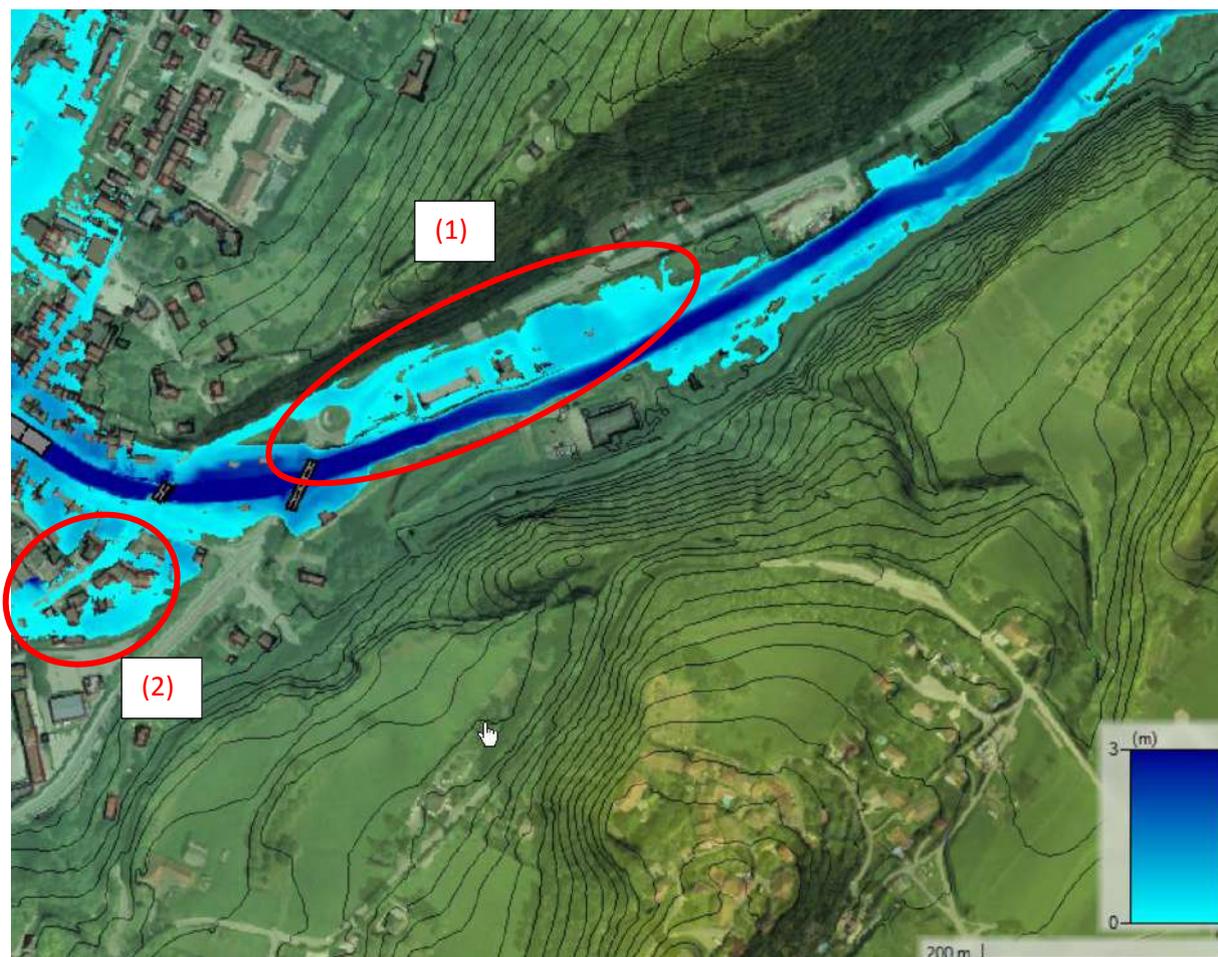


Figure 90 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / PONTCHARRA 1

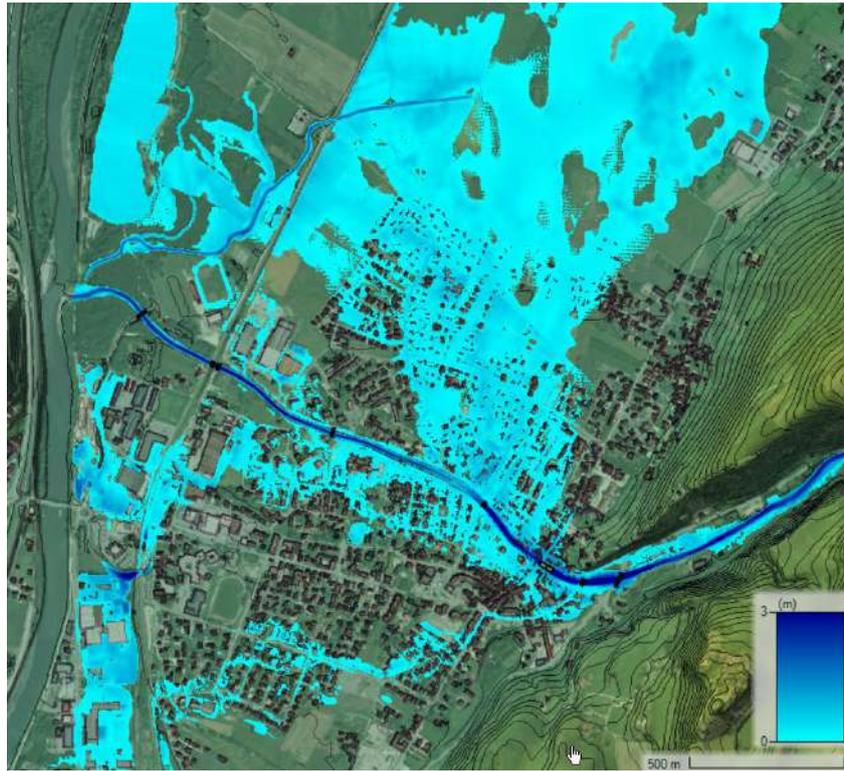


Figure 91 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / PONTCHARRA 2/2

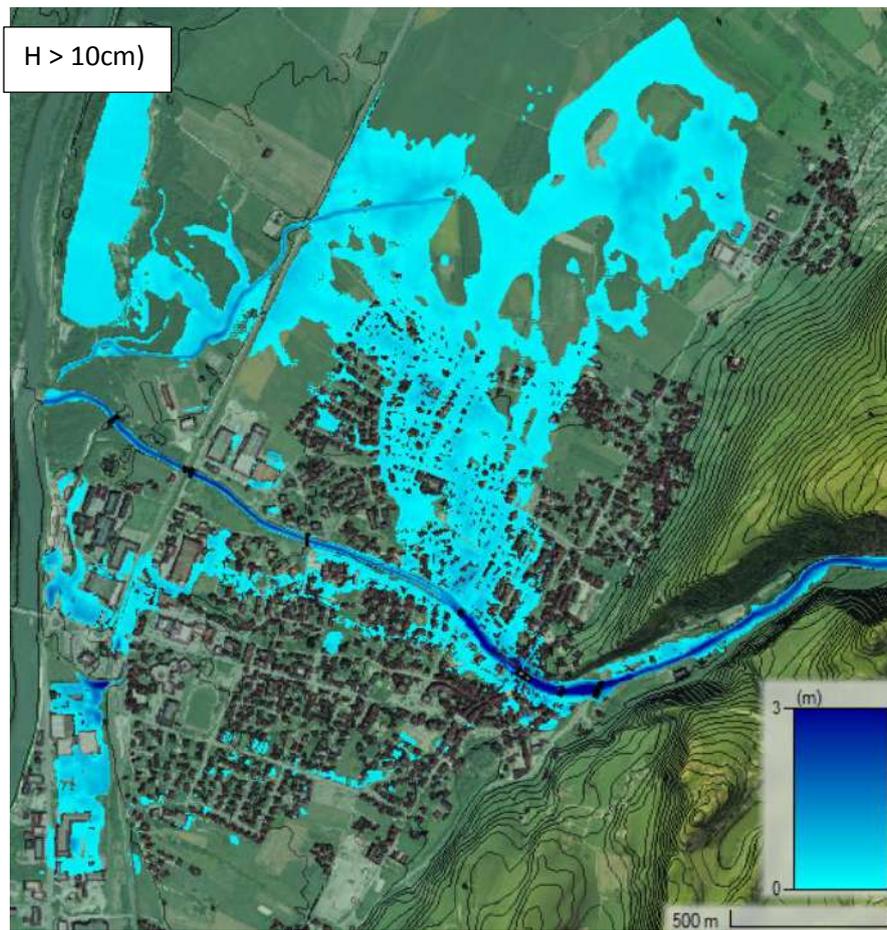


Figure 92 : Emprise maximale pour T100ans du Tronçon BREDA / PONTCHARRA 2/2 ($h > 10\text{cm}$)

I.3.7.4. T = 1000 ans

Pour T = 1000 ans la quasi-totalité de la plaine est inondée ou enclavée.



Figure 93 : Emprise maximale pour T1000ans du Tronçon BREDA / PONTCHARRA 2/2

I.3.7.5. Caractéristiques des écoulements liquides pour T = 100 ans

D'autre part, les caractéristiques de l'écoulement sont :

- Largeur moyenne : 25m
- Vitesse : 3 sur PONTCHARRA et 3.5-4 en amont
- Ecoulement mixte (Fr = 1 en amont de Pontcharra et 0.6-0.8 dans la ville)
- Puissance Spécifique : 300-600 W/m²
- Force tractrices : 80-200 N/m²

I.3.7.6. Capacité liquide des ouvrages

Les capacités des ouvrages (avant mise en charge) sont estimées à :

- ✓ Pont de la RD925 à l'entrée de PONTCHARRA : 160 m³/s soit une période de retour de T = 50 ans
- ✓ Pont de la D523 (passerelle piétonne plus limitante) : 150 m³/s soit une période de retour de T = 50 ans
- ✓ Pont de la place BAYARD : 110 m³/s soit une période de retour de T = 10-20 ans
- ✓ Pont du GRESIVAUDAN : 70 m³/s soit une période de retour de T = 5-10 ans
- ✓ Passerelle piétonne : T > 100 ans
- ✓ Pont routier en amont de la SNCF : 160 m³/s soit une période de retour de T = 50 ans
- ✓ Pont de la SNCF : 190 m³/s soit une période de retour de T = 100 ans
- ✓ Nouveau pont du stade : T > 100 ans

I.3.7.7. Nota par rapport aux modèles historiques

NOTA : Les éléments suivants ne sont pas pris en compte dans ce modèle :

- Conduite forcée traversant le BREDA au niveau de la centrale du BREDA
- Canal du Moulin Vieux

Ce bief du Breda sur Pontcharra a déjà fait l'objet d'une modélisation par Silène en 1994. Les résultats sont sensiblement identiques avec une précision supplémentaire sur les rendus en raison des données topographiques disponibles et du type de modèle.

En revanche les modèles historiques ne prennent pas en compte les embâcles et le transport solide.

I.3.8. Bens (Bens)



Figure 94 : Localisation du tronçon 7

Ce tronçon intègre le BENS jusqu'à la confluence avec le BREDA.

Les enjeux sont localisés au niveau du centre d'ARVILLARD en rive gauche et en rive droite du cours d'eau.

I.3.8.1. T = 10 ans

Sur ces secteurs le cours d'eau est non débordant pour T = 10 ans.

I.3.8.2. T = 30 ans

Pour T = 30 ans les seuls débordements qui apparaissent sont localisés au droit de l'usine LEBORGNE en rive gauche mais restent très localisés et de faible hauteur (20-30cm).

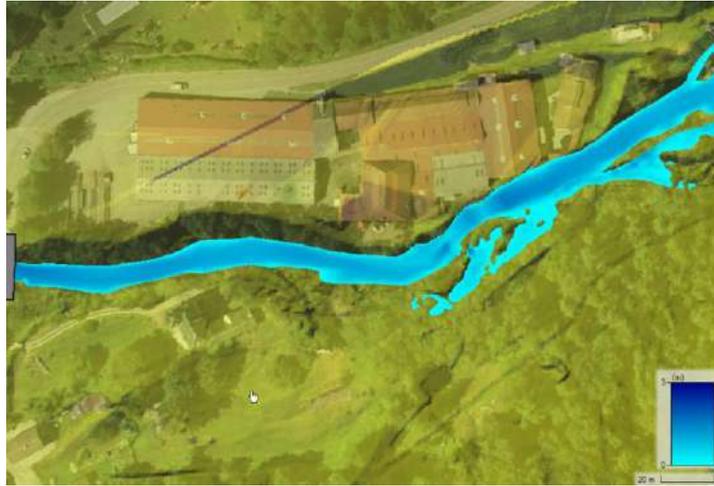


Figure 95 : Emprise maximale pour T30ans du Tronçon BENS

I.3.8.3. T = 100 ans

Pour T = 100ans, on observe :

1. Le bras secondaire du seuil (prise d'eau FMG) est activé
2. La banquette en rive gauche au niveau de l'usine LEBORGNE est activée
3. La « digue » de protection de l'habitation en rive gauche au niveau de l'usine LEBORGNE n'est pas en charge
4. Le pont de la RD reste à surface libre avec un tirant d'air significatif de 1.60m (voute)
5. L'habitation en rive gauche à l'aval du pont de la RD n'est pas inondée
6. L'Usine FMG est inondée (0.25-0.3 m d'eau)

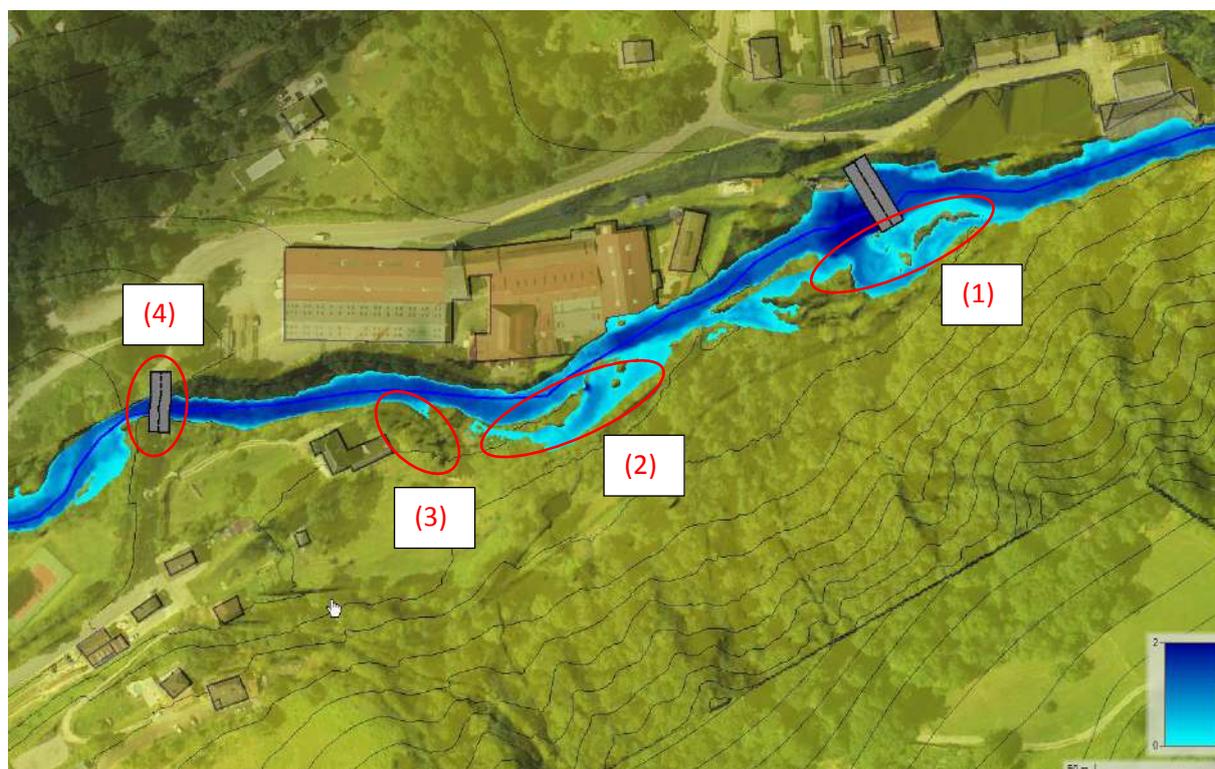


Figure 96 : Emprise maximale pour T100ans du BENS (Tronçon ARVILLARD) 1/2

NOTA : La digue de protection repérée sur le LIDAR pour l'habitation en rive gauche semble être un remblai discontinu non structuré.



Figure 97 : Emprise maximale pour T100ans du BENS (Tronçon ARVILLARD) 2/2

1.3.8.4. T = 1000 ans

Pour T = 1000ans on observe surtout une mise en charge et une surverse de l'ouvrage sur la départementale (40-50cm) ainsi que la mise en eau des habitations immédiatement situés en bordure de la route (rive gauche).

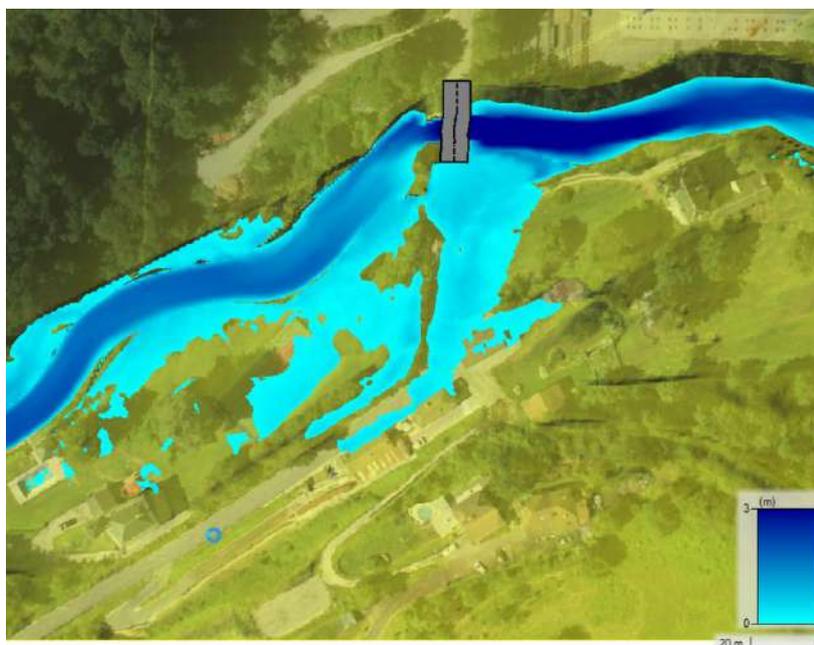


Figure 98 : Emprise maximale pour T1000ans du BENS

I.3.8.5. Caractéristiques des écoulements liquides pour T = 100 ans

Sur ces secteurs ont pu noter les indicateurs suivants pour la T100ans :

- ✓ Bens Amont Arvillard
 - Largeur moyenne : 5-10m
 - Vitesse : 3.5 m/s
 - Ecoulement fortement torrentiel ($Fr = 1.5$)
 - Puissance Spécifique : 2000 W/m²
 - Force tractrices : 800 N/m²
- ✓ Bens Aval Arvillard
 - Largeur moyenne : 5-10m
 - Vitesse : 3 m/s
 - Ecoulement torrentiel ($Fr = 1$)
 - Puissance Spécifique : 1000 W/m²
 - Force tractrices : 400 N/m²
- ✓ Bens Arvillard
 - Largeur moyenne : 5-10m
 - Vitesse : 3 m/s
 - Ecoulement torrentiel ($Fr = 1$)
 - Puissance Spécifique : 1000 W/m²
 - Force tractrices : 400 N/m²

I.3.8.6. Capacité liquide des ouvrages

La capacité du pont sous la RD est estimée à 50 m³/s avant mise en charge et surverse soit une période de retour de ~T500ans.

Le passage des 2 seuils au droit de l'usine Leborgne crée une accélération de l'écoulement.

L'altitude de la conduite (FMG) traversant le BENS au niveau de l'usine (trait rouge sur la figure suivante) n'est pas connue précisément (génératrice inférieure évaluée à 2m au-dessus du fond de lit pour un diamètre de 1m).

Cette conduite n'est pas en charge pour T100ans (avec un tirant d'air de 50cm).

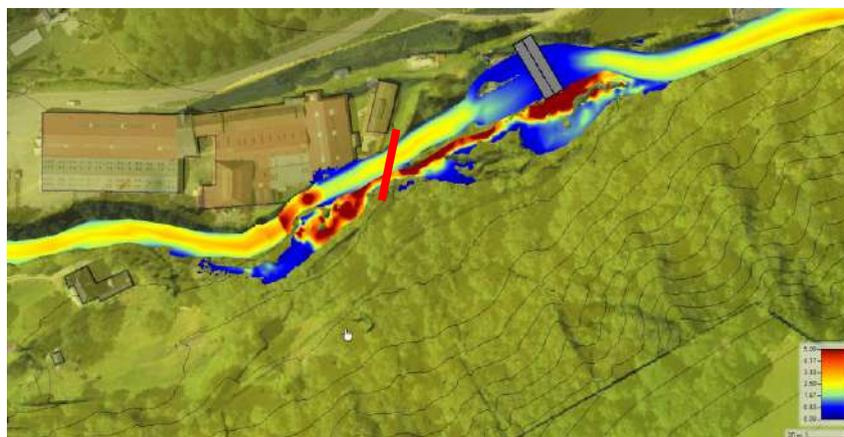


Figure 99 : Vitesse de l'écoulement pour T100ans du BENS (Tronçon ARVILLARD)

J. ESPACE DE BON FONCTIONNEMENT

Cette partie est reprise en détail dans le rapport : 1.6 – Etude de l'Espace de bon fonctionnement

Dans un contexte de cours d'eau torrentiel, le périmètre morphologique peut être constitué, en première approche, de l'intégralité du bassin versant du Bréda. Ce périmètre se doit d'inclure (Figure 100) :

- Le bassin de réception avec l'ensemble des zones de production de sédiments (zones de glissement, éboulements, ravines, etc.),
- Le lit torrentiel correspondant au lit et à l'ensemble des versants connectés au lit et potentiellement en interaction avec celui-ci,
- Les cônes de déjection des affluents.

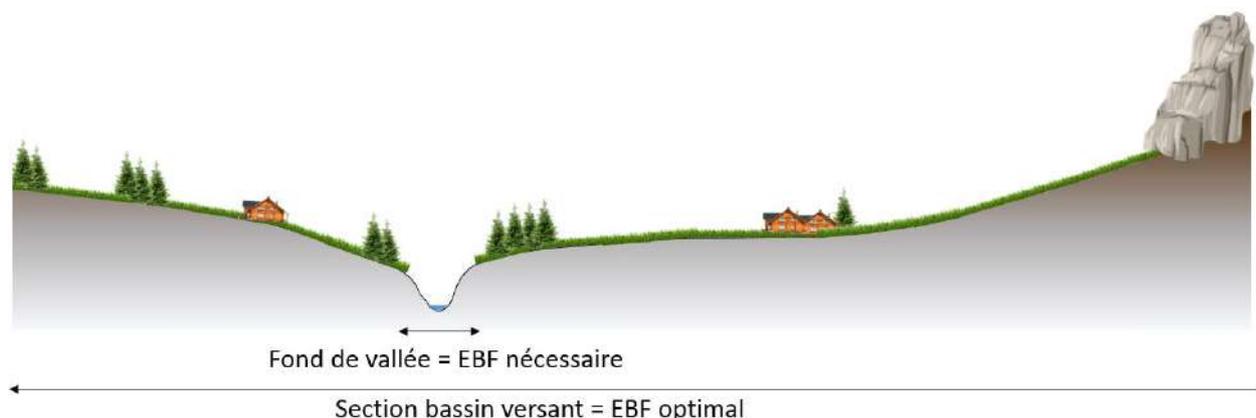


Figure 100 - Schématisation des emprises considérées pour l'EBF morphologiques dans un contexte de rivière à forte pente.

Cet espace optimal a été ajusté sur la base de l'altimétrie du bassin versant (BD Alti et Lidar), des analyses présentées dans les paragraphes précédents, d'une analyse des images aériennes, des connexions thalweg/versants et des observations de terrain.

L'espace a, par exemple, été resserré autour des versants raides attenants directement au cours d'eau pour lesquels aucun apport solide n'a été identifié. *A contrario*, cet espace a été élargi au droit des versants considérés comme potentiellement contributeur.

Sur les secteurs à bancs alternés, le périmètre morphologique s'étend sur la zone de mobilité historique du lit actif. Cette enveloppe a été déterminée à partir de l'étude quantitative détaillée des levés Lidar (voir analyse de l'évolution des largeurs entre les basses terrasses) et de l'étude qualitative des anciens tracés du lit.

Conformément à la méthode, cette enveloppe comprend les crues majeures dont les enveloppes Q100.

A partir de l'EBF initial n'intégrant aucun enjeu, le choix a été fait de choisir une enveloppe de fonctionnement la plus large possible et cohérente avec le fonctionnement du Bréda et les connexions avec les versants. Par la suite, cette enveloppe risque d'être diminuée une fois les enjeux intégrés.

Sur le bassin versant du BREDA, on retiendra comme EBF :

- Sur les secteurs à forte pente du Bréda et des affluents, le périmètre morphologique optimal constitué du lit de la rivière et des versants attenants et les pentes raides avoisinantes contribuant sur le temps long à l'apport sédimentaire,

- Sur les secteurs à bancs alternés du Bréda le périmètre hydraulique optimal qui constitue l'enveloppe d'une crue centennale,
- Sur les cônes de déjection des affluents l'enveloppe de l'EBF englobe l'ensemble de l'éventail de mobilité latérale connu. Les données utilisées pour ce contexte sont les données Lidar, la RGE 1m de l'IGN ainsi que les rapports existants sur les crues historiques. Le critère de précédents historiques laisse plus de place à l'interprétation sur le cône de déjection.

Des fortes différences entre l'EBF initial et l'espace actuellement alloué au cours d'eau sont observées. Les aménagements anthropiques sont présents aux abords du Bréda et de ses zones pourvoyeuses sur tout le linéaire allant de Fond de France jusqu'à la confluence avec l'Isère où la rivière est contrainte avec un espace disponible de moins en moins important.

Globalement, sur le bassin versant, on identifie 5 secteurs principaux sur lesquels l'espace disponible en berge n'est pas suffisant puisqu'éloigné de l'emprise EBF, à savoir, sur le Bréda :

- Le secteur compris entre Fond de France, Village vacances, bassin 136 000 et La Ferrières,
- Les cônes de déjection : Combe Madame, Vaugelat, Grande Valloire, Tigieux, Gleyzin, Buisson, Bard,
- La traversée de Pinsot,
- La traversée d'Allevard,
- La traversée de Pontcharra.

K. ANNEXE 1 : HYPOTHESES DE DEFINITION DES SCENARIOS

