

SCHEMA D'AMENAGEMENT DE LA PISSEROTTE AUX ECHELLES ET A SAINT-PIERRE DE GENEBROZ

Diagnostic et Avant Projet



15-035

HYDRETTUDES / Agence FRANCIN
et Siège d'ARGONAY

29/05/2017

Emetteur(s) **HYDRETTUES**
Alpes du Nord
 Alpespace - 50 Voie Albert Einstein
 73800 FRANCIN
 Tél. : 04 79 96 14 57
 contact-
 savoie@hydretudes.com



Réf. 15-035

Objet SCHEMA D'AMENAGEMENT DE LA PISSEROTTE AUX ECHELLES ET A SAINT-PIERRE DE GENE BROZ

Mission(s) : Diagnostic et Avant Projet

Type de document : Rapport final

Société(s) : HYDRETTUES

Maître d'Ouvrage : Syndicat Interdépartemental du Guiers et de ses Affluents (SIAGA)

Indice	Date	Titre du document	Phase	Statut du document	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
01	29/05/2017		Première diffusion	<input checked="" type="checkbox"/> Provisoire	Cécile PICOUET	Romain	Philippe
				<input type="checkbox"/> Définitif	Lionel GUITARD	Chevaudonna	MARTIN
02	11/05/2017		Première diffusion	<input type="checkbox"/> Provisoire	Cécile PICOUET	Lionel GUITARD	Philippe
				<input checked="" type="checkbox"/> Définitif	Romain CHEVAUDONNA		MARTIN

Chef de projet : Lionel GUITARD

Document protégé, propriété exclusive d'HYDRETTUES. Ne peut être utilisé ou communiqué à des tiers à des fins autres que l'objet de l'étude commandée.



SOMMAIRE

SOMMAIRE	3
TABLE DES ILLUSTRATIONS	5
TABLE DES TABLEAUX	7
Partie 1. Contexte et objectif de l'étude	9
1.1 Problématique de l'étude et objectifs	9
1.2 Localisation générale et périmètre d'intervention	10
1.3 Phasage de l'étude	11
Partie 2. Diagnostic de la situation initiale	13
2.1 Description global du secteur d'étude.....	13
2.1.1 Bassin versant de la Pisserotte.....	13
2.1.2 Description détaillée des secteurs de l'étude	16
2.1.3 Données hydrologiques de référence.....	42
2.1.4 Données topographiques.....	45
2.2 Diagnostic hydraulique.....	46
2.2.1 Schema de Modélisation hydraulique des écoulements en 1D/2D	46
2.2.2 revancheS et mise en charge des ouvrages.....	48
2.3 Diagnostic morphodynamique	65
2.3.1 Contribution des bassins versants à la formation de la charge sédimentaire.....	65
2.3.2 Role des berges dans l'alimentation de la charge solide actuelle.....	67
2.4 Diagnostic "Milieux aquatiques" et "PAYSAGER"	68
2.4.1 Synthèse de l'étude BURGEAP 2010.....	68
2.4.2 Diagnostic du potentiel écologique et « PAYSAGER » de la pisserotte	68
Partie 3. Recherche de solutions d'aménagements	71
3.1 Enjeux et objectifs par thématique	71
3.1.1 Risque Hydraulique (protection des personnes et des biens)	71
3.1.2 Gestion des sédiments.....	73
3.1.3 Gestion du potentiel écologique et « PAYSAGER ».....	73
3.2 Orientations d'aménagement proposées	73
3.2.1 Secteur 1 (Saint-Pierre de Genebroz).....	74
3.2.2 Secteurs 2 et 3 (Les echelles).....	75
Partie 4. Avant Projet	87
4.1 Secteur 1 : La Pisserotte Amont sur la commune de Saint-Pierre de Genebroz.....	87
4.1.1 AMENAGEMENT N° 1 : Remplacement et mise au gabarit de l'ouvrage (OF-Pl01)	87

4.1.2	AMENAGEMENT n°2 : Entretien de la ripisylve / Coupe de la cépée en berge droite / NETtoyage du lit	88
4.1.3	AMENAGEMENT N°3 : Création d'un piege a matériaux en amont de la traversée de la RD	89
4.1.4	AMENAGEMENT n°4 : CURAGE SOUS L'OUVRAGE	90
4.1.5	AMENAGEMENT n°5 : Recalibrage du lit mineur entre les deux traversées de la RD	90
4.2	Secteur 2 : La Pisserotte Amont sur la commune des echelles.....	93
4.2.1	Présentation du secteur et des contraintes.....	93
4.2.2	Présentation des travaux	93
4.3	Secteur 3 : La Pisserotte Aval sur la commune des echelles	99
4.3.1	Présentation du secteur et des contraintes.....	99
4.3.2	Présentation des travaux	100
4.4	Fonctionnement hydraulique - ETAT PROJET	103
4.4.1	Crue décennale	103
4.4.2	Crue centennale.....	107
4.4.3	Synthèse des impacts hydrauliques	110
4.5	Synthèse des opérations	111
4.5.1	COUT GLOBAL DE L'OPERATION.....	111
4.5.2	PRIORISATION DES INTERVENTIONS.....	112
4.5.3	ANALYSE MULTICRITERE pour le secteur 3	113
4.6	Synthèse pour tous les secteurs.....	114
Partie 5. Identification des objectifs réglementaires		115
5.1	Secteur AMONT (Saint-Pierre de Genebroz)	115
5.1.1	Autorisation au titre de la loi sur l'eau	115
5.1.2	Travaux en réserves naturelles nationales.....	116
5.1.3	Travaux en sites classés	116
5.1.4	Etude d'impact	116
5.1.5	Dérogations à l'interdiction d'atteinte aux espèces et habitats protégés	117
5.1.6	Dossier de défrichement.....	118
5.1.7	DIG	118
5.2	Secteur aval (Les Echelles).....	118
5.2.1	Autorisation au titre de la loi sur l'eau	118
5.2.2	Travaux en réserves naturelles nationales.....	119
5.2.3	Travaux en sites classés	119
5.2.4	Etude d'impact	119
5.2.5	Dérogations à l'interdiction d'atteinte aux espèces et habitats protégés	120
5.2.6	Dossier de défrichement.....	121
5.2.7	DIG	121

5.3 Synthèse des objectifs réglementaires	121
Partie 6. Annexes	123
ANNEXE 1 : RÉSULTATS HYDRAULIQUES 1D (Q₂, Q₅, Q₁₀ ET Q₁₀₀).....	123
ANNEXE 3 : DOSSIER DE PLANS AVANT-PROJET	123
ANNEXE 4 : ESTIMATION DU COUT DES TRAVAUX.....	123
ANNEXE 5 : CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES (ETAT PROJET).....	123
ANNEXE 6 : POTENTIALITES ECOLOGIQUES (HYDRETIJDES, 2017).....	123
ANNEXE 1 : RÉSULTATS HYDRAULIQUES 1D (Q₂, Q₅, Q₁₀ ET Q₁₀₀).....	125

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Localisation générale et caractéristiques du secteur d'étude (en rouge bassin versant concerné)	10
Figure 2 : Localisation générale et caractéristique du secteur d'étude (en rouge bassin versant concerné- en jaune linéaire de cours d'eau concerné)	13
Figure 3 : Profil en long de la Pisserotte (identification du secteur d'étude)	14
Figure 4 : Bassin versant de la Pisserotte dans son contexte géologique (en rouge bassin versant concerné)	15
Figure 5 : Occupation du sol d'après les données CORINE Land Cover (en rouge bassin versant concerné)	16
Figure 6 : Localisation des Unités Homogènes sur le secteur d'étude (HYDRETIJDES)	18
Figure 7 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène PI1a	20
Figure 8 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène PI1b	22
Figure 9 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène PI1c	24
Figure 10 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène PI1d	27
Figure 11 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène PI1e	29
Figure 12 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène PI2a	34
Figure 13 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène PI2b	36
Figure 14 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène PI2c	39
Figure 15 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène PI2d	41
Figure 16 : Hydrogrammes de projet 10 ans amont-aval au niveau des sous-bassins versant de l'étude (hydrogrammes par méthode SOCOSE)	44
Figure 17 : Hydrogrammes de projet 10 ans au niveau des sous-bassins versant injectés dans le modèle hydraulique	45
Figure 18 : Schéma de modélisation 1D/2D des 3 cours d'eau (Pisserotte, Canal du seuil Sibille et Guiers)	47
Figure 19 : Vue en plan des zones inondées et points de débordements de l'unité homogène PI1a	51
Figure 20 : Vue en plan des zones inondées et points de débordements de l'unité homogène PI1b et c	53
Figure 21 : Cartes de Cassini (1779-80) et d'Etat Major (vers 1880) sur le secteur de la Pisserotte	66
Figure 22 : Photographies aériennes et orthophotographies sur le secteur du ruisseau de la Pisserotte (en bleu réseau hydrographique actuel)	67

Figure 23 : Mise à jour de l'urbanisation sur le secteur du ruisseau de la Pisserotte	67
Figure 24 : Les habitations et la ferme à protéger	72
Figure 25 : Les enjeux à protéger (berges érodées et habitations)	72
Figure 26 : Zones inondées pour la Q10 et localisation des aménagements pour réduire le risque hydraulique en Q10	75
Figure 27 : Principe du stockage des débordements contrôlés dans des ouvrage(s) écrêteur(s) alimenté(s) par surverse	76
Figure 28 : Volumes à stocker au niveau de 3 sites potentiels de stockage	77
Figure 29 : Choix et positionnement de 3 bassins de rétention	77
Figure 30 : Principe d'aménagement pour le bassin n°1 (collège)	78
Figure 31 : Principe d'aménagement pour le bassin n°2 (ferme) pour que l'ouvrage reste à l'échelle du paysage vallonné et conserve son accès aux pâtures.	79
Figure 32 : Principe d'aménagement pour le bassin n°3 (château)	79
Figure 33 : Principe des aménagements dans la traversée de la zone urbanisée	80
Figure 34 : Principe des aménagements du canal de décharge aval RD1006	80
Figure 35 : Principe des aménagements dans la traversée de la zone urbanisée	82
Figure 36 : Zones inondées pour la Q10 et localisation des aménagements pour réduire le risque hydraulique en Q10 pour les secteurs 2 et 3	84
Figure 37 : Principe des aménagements de la Pisserotte dans la plaine	85
Figure 38 : Ouvrage PI-OJ1 - Amont	87
Figure 39 : Ouvrage PI-OJ1 - Aval	87
Figure 40 : Coupe- type aménagement n°1	87
Figure 41 : Entretien de la ripisylve et nettoyage du lit	88
Figure 42 : Entretien de la ripisylve et nettoyage du lit	88
Figure 43 : Arbre en pied de berge à couper	88
Figure 44 : Coupe type de protection localisé de la berge en boudin coco	88
Figure 45 : Localisation de l'aménagement n°3	89
Figure 46 : Coupe type aménagement n°3	89
Figure 47 : Coupe type aménagement n°3 - Barrette en enrochement	89
Figure 48 : Profil en long - Piège à matériaux - Déclenchement du curage	89
Figure 49 : Ouvrage OF-PI08 sous la RD à curer	90
Figure 50 : Coupe type - aménagement n°5	91
Figure 51 : Solution alternative - renaturation - Coupe type	91
Figure 52 : Solution alternative - renaturation	92
Figure 53 : Localisation du fossé à réaliser - aménagement n°6	93
Figure 54 : Localisation et Coupe - type Aménagement n°7	94
Figure 55 : Localisation et Coupe - type - Aménagement n°8.1	94
Figure 56 : Comparaison entre un caisson bois	95

Figure 57 : Localisation - Coupe - type - Aménagement n°8.2	95
Figure 58 : Localisation - Coupe - type - Aménagement n°8.3	96
Figure 59 : Mur dégradé en rive droite en aval de la RD1006	97
Figure 60 : Localisation - Coupe - type - Aménagement n°9	97
Figure 61 : : Localisation - coupe-type - Aménagement n°10	98
Figure 62 : Extrait carte hauteur d'eau - Q10 état initial	99
Figure 63 : Localisation du canal de décharge	100
Figure 64 : Coupe-type du canal de décharge (avec passage de la HTA)	101
Figure 65 : Coupe type - Confluence au Guiers	101
Figure 66 : Coupe -type - merlon de protection	102
Figure 67 : Localisation du fossé de décharge	103
Figure 68 : Fossé de décharge à prolonger en aval jusqu'au canal Sibille	103
Figure 69 : Extrait carte hauteur d'eau à l'état initial - Crue décennale	104
Figure 70 : Extrait carte hauteur d'eau à l'état projet - Crue décennale -secteur amont	105
Figure 71 : Extrait carte hauteur d'eau à l'état projet - Crue décennale solution 1	106
Figure 72 : Extrait carte hauteur d'eau à l'état projet - Crue décennale solution 2	106
Figure 73 : Extrait carte hauteur d'eau à l'état initial - Crue centennale	107
Figure 74 : Extrait de carte hauteur d'eau à l'état projet - Crue centennale- Secteur 1	108
Figure 75 : Extrait de carte hauteur d'eau à l'état projet - Crue centennale- Secteur 2 (amont RD) - les deux solutions	109
Figure 76 : Extrait carte hauteur d'eau à l'état projet - crue centennale - Secteur en aval de la RD - Solution 1	110
Figure 77 : Extrait carte hauteur d'eau à l'état projet - crue centennale - Secteur en aval de la RD - Solution 2	110

TABLE DES TABLEAUX


Tableau 1 - Liste des Unités Homogènes sur le secteur d'étude (HYDRETTUDES, 2016) (bassin versant de la Pisserotte)	19
Tableau 2 - Estimations des débits de pointe pour différentes crues de références lors des études antérieures (HYDROLAC, 2006 et BURGEAP, 2010)	42
Tableau 3 - Estimations des débits pour différentes crues de références pour chaque point de calcul sur le bassin versant de la Pisserotte	43
Tableau 4 - Caractéristiques des ouvrages modélisés (page suivante)	49
Tableau 5 - Etats de mise en charge et maximums des débits transités pour les crues Q2, Q5, Q10 et Q100 au niveau des ouvrages (+) Mise en charge (cm) (-) Tirant d'Air (cm)	49
Tableau 6 - Volumes de débordement en m ³ sur certaines sections du lit majeur pour Q2, Q5, Q10 et Q100	50

Partie 1. Contexte et objectif de l'étude

1.1 PROBLEMATIQUE DE L'ETUDE ET OBJECTIFS

Le Guiers et ses affluents drainent un bassin versant de 614 km² et un réseau hydrographique principal de 130 km environ. Le **Syndicat Interdépartemental d'Aménagement du Guiers et de ses Affluents (SIAGA)** a été créé en 1998, à la suite d'un syndicat d'études, pour porter le premier contrat de –rivière.

La présente étude intervient dans le cadre du 2ème contrat de bassin Guiers - Aiguebelette (2012 - 2018), signé le 6 octobre 2012. Ce contrat distingue des **zones à enjeu potentiel hydraulique fort**, comme c'est le cas dans les secteurs à forts enjeux du Ruisseau de la Pisserotte (ou Maillet), pour lesquelles le transit des crues et la protection contre la divagation du lit devront être favorisés tout en favorisant une réhabilitation a minima des milieux (Fiche action N° B1.1.5C du Schéma morpho-écologique du Guiers et de ses affluents).

	VOLET B	<i>Schéma global d'aménagement du Ruisseau de la Pisserotte (ou Maillet) aux Echelles</i>	<i>N° B1.1.5C</i>
	Sous-volet B2	<ul style="list-style-type: none"> ■ Obj 1 - Préserver et entretenir les fonctionnalités des cours d'eau ■ Obj 2 - Gérer l'équilibre sédimentaire et le profil en long ■ Obj 3 - Restaurer la continuité biologique et les habitats aquatiques ■ Obj 4 - Préserver la biodiversité ■ Obj 5 - Agir sur la réduction des risques à la source ■ Obj 6 - Réduire les aléas et la vulnérabilité à l'origine des risques dans le respect du bon fonctionnement des milieux aquatiques 	<p><i>Priorité 1</i></p> <p><i>Enjeu fort</i></p>

Le SIAGA a ainsi souhaité définir des solutions d'aménagements globales à l'échelle du bassin versant qui seraient nécessaires à la mise en sécurité des biens et des personnes en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau sur son bassin versant.

Le contrat de rivière s'étalant sur une durée totale de 7 ans découpée en 2 périodes de 4 et 3 ans, le SIAGA souhaite pour la 2ème période, qui débute en octobre 2016, réfléchir à la possibilité d'inscription de nouvelles actions, comme par exemple certains travaux d'aménagement.

L'objectif général de l'étude est ainsi de réaliser, un diagnostic complet pour l'ensemble des cours d'eau des secteurs identifiés et pour différents événements de crue et de permettre *in fine* de déterminer les enjeux à protéger et les aménagements envisagés au stade d'avant-projet (AVP).



Pisserotte amont RD1006 (caserne pompiers)



Pisserotte sur sa partie aval, proche de l'exutoire du canal de Sybille

1.2 LOCALISATION GÉNÉRALE ET PÉRIMÈTRE D'INTERVENTION

Le territoire de l'étude se situe sur le bassin versant du Guiers, de 614 km², situé en Région Auvergne Rhône-Alpes à cheval entre les départements de l'Isère et de la Savoie. Il s'étend du massif préalpin de la Chartreuse au Sud jusqu'à la plaine rhodanienne de l'Avant-pays Savoyard au Nord.

Le secteur d'étude concerne le **bassin versant de la Pisserotte** (petit affluent en rive droite du Guiers). Le secteur d'étude se situe sur les deux communes de **Saint-Pierre de Genebroz (73)** et **Les Echelles (73)**.

Le périmètre de l'opération comprend 2.7 km de cours d'eau depuis l'amont de la station de pompage sur la commune de Saint-Pierre de Genebroz (au niveau d'un petit étang en rive droite) jusqu'au canal du seuil Sibille (SCI du BEAL propriétaire du droit d'eau et du seuil Sibille).

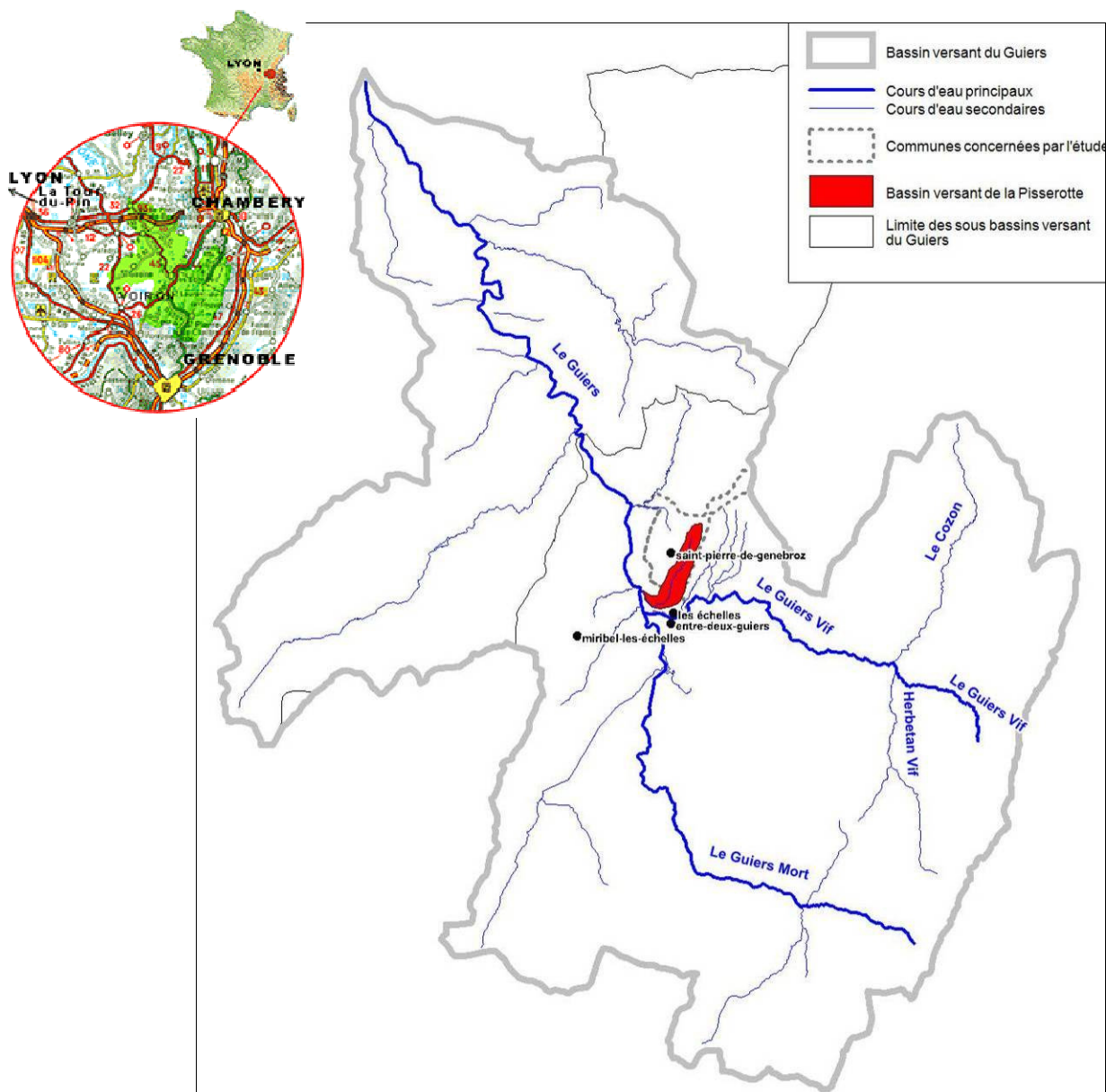


Figure 1 : Localisation générale et caractéristiques du secteur d'étude (en rouge bassin versant concerné)

1.3 PHASAGE DE L'ÉTUDE

L'objectif de l'étude est d'élaborer un schéma d'aménagement des linéaires hydrographiques décrits ci-dessus au stade d'Avant-Projet (AVP), c'est-à-dire d'élaborer tous les documents techniques permettant la conception d'ouvrages conformes aux normes et règlements en vigueur.

Les principales étapes sont :

- une phase de diagnostic de la situation actuelle (phase 1)
- une phase de recherche de scénarios d'aménagement (phase 2)
- et enfin une phase de définition au stade d'avant-projet de la solution choisie (phase 3).

Partie 2. Diagnostic de la situation initiale

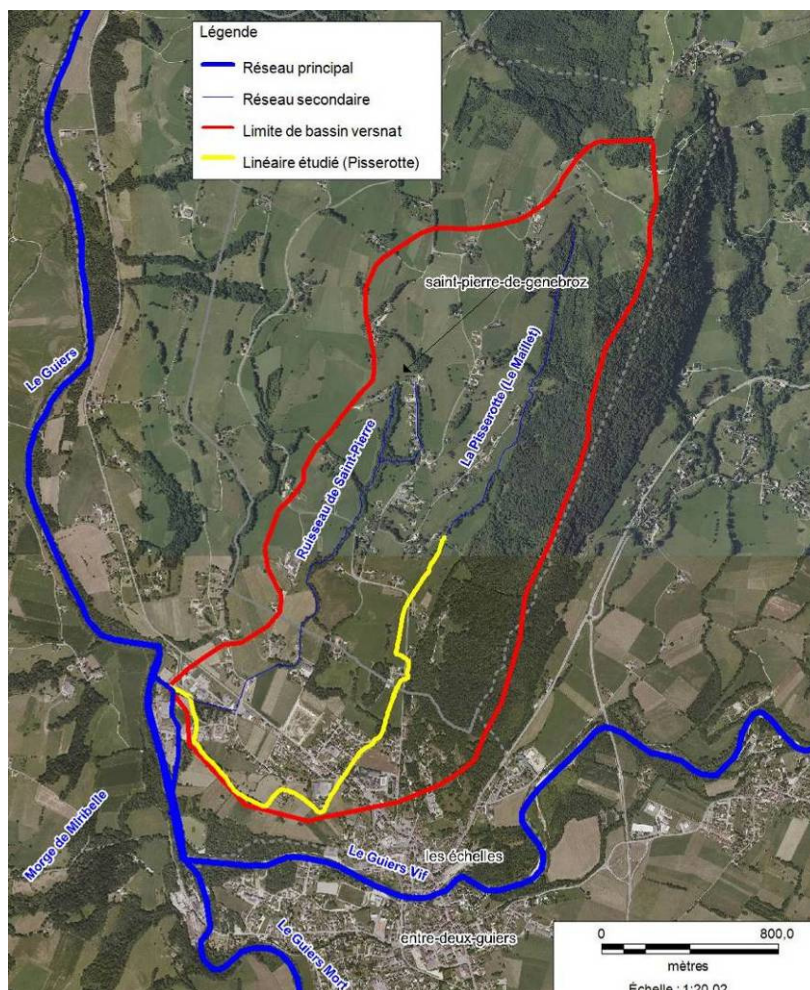
Cette phase d'étude a permis d'établir un diagnostic complet de la situation actuelle sur de nombreux aspects : état des milieux aquatiques, risque hydraulique et morphodynamique.

2.1 DESCRIPTION GLOBAL DU SECTEUR D'ÉTUDE

Le périmètre de l'opération concerne le ruisseau de la Pisserotte depuis 150 mètres en amont de la station de pompage à sa confluence avec le canal du seuil Sibille.

2.1.1 BASSIN VERSANT DE LA PISSEROTTE

Le ruisseau de la Pisserotte à sa confluence avec le canal du seuil Sibille draine un bassin versant d'environ 3.29 km². Situé dans le massif préalpin de la Chartreuse, il prend sa source à environ 770 m d'altitude sur la commune de Saint-Pierre-de-Genebroz.



D'une longueur d'environ 4.4 km, le ruisseau de la Pisserotte reçoit des apports intermittents en rive droite (par temps de pluie) dont le Ruisseau de Saint-Pierre. Le ruisseau de la Pisserotte rejoint le canal Sibille du seuil Sibille puis le Guiers à une altitude d'environ 370 m, sur la commune des Echelles. En aval de la RD1006, le cours d'eau est assimilable à un fossé de profondeur variable avec des assecs.

La figure suivante présente le profil en long de la Pisserotte. Le périmètre de l'étude comprend les 2.8 km de cours d'eau aval depuis l'amont de la station de pompage sur la commune de Saint-Pierre de Genebroz (au niveau d'un petit étang en rive droite) jusqu'au Guiers. Il est caractérisé par des pentes plus faibles et un réseau hydrographique artificialisé :

- le tracé du cours d'eau est linéaire, pas obligatoirement en fond de vallée et contraint par le réseau routier ;
- les apports intermédiaires des sous-bassins sont parfois concentrés par les voiries et atteignent le cours d'eau de la Pisserotte par des fossés ou des buses.

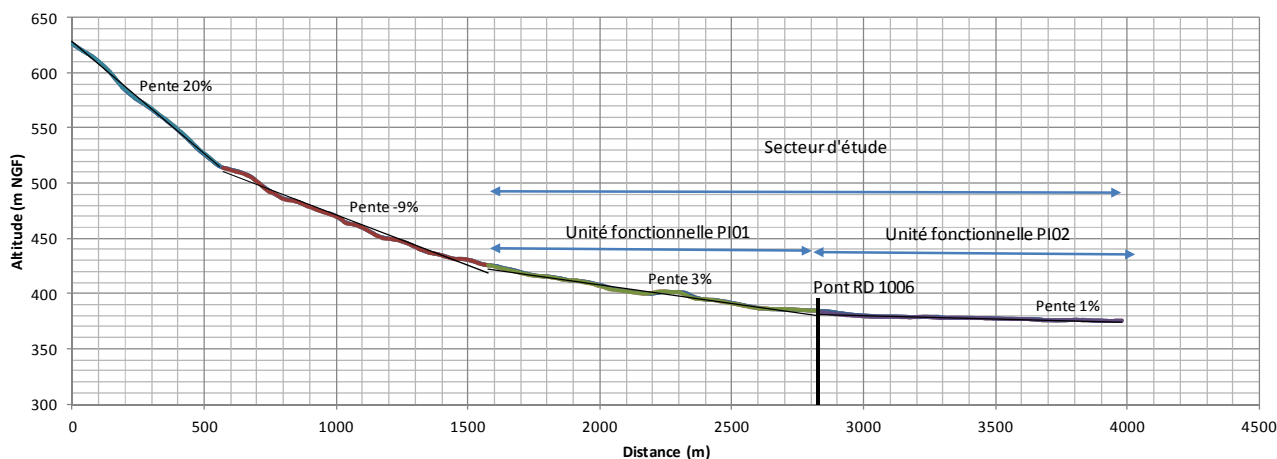


Figure 3 : Profil en long de la Pisserotte (identification du secteur d'étude)

Afin de tenir compte des apports intermédiaires des sous-bassins, le bassin versant de la Pisserotte a ainsi été divisé en 8 sous-bassins versants dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau et la figure du chapitre 2.1.3 ci-dessous.

❖ CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Le bassin versant du ruisseau de la Pisserotte jusqu'à la RD1006 présente 3 types de substratum de l'amont vers l'aval (voir figure suivante):

- Calcaires urgoniens sur le versant pentu en rive gauche (n4U. Urgonien).
- Alluvions à dominante glaciaire sur le versant en rive droite (GW. Alluvions glaciaires Wurmien) puis (G6b Alluvions glaciaires stade 6).
- Cône de déjection stabilisé à l'extrémité aval (Jy. Cônes de déjections stabilisés).

Le ruisseau de Saint-Pierre jusqu'à la RD1006 présente une structure en 2 types, avec des alluvions glaciaires (F6/G), sur la moitié amont et des alluvions fluviales (F6) sur la moitié aval.

Le bassin intermédiaire à l'aval de la RD1006 (entre la RN6 et le Guiers) est entièrement composé d'alluvions modernes (Fz. Alluvions actuelles. Alluvions en cours d'accroissement dans les fonds de vallées. Ces alluvions peuvent remonter, en ce qui concerne le début de leur dépôt à des époques plus ou moins reculées).

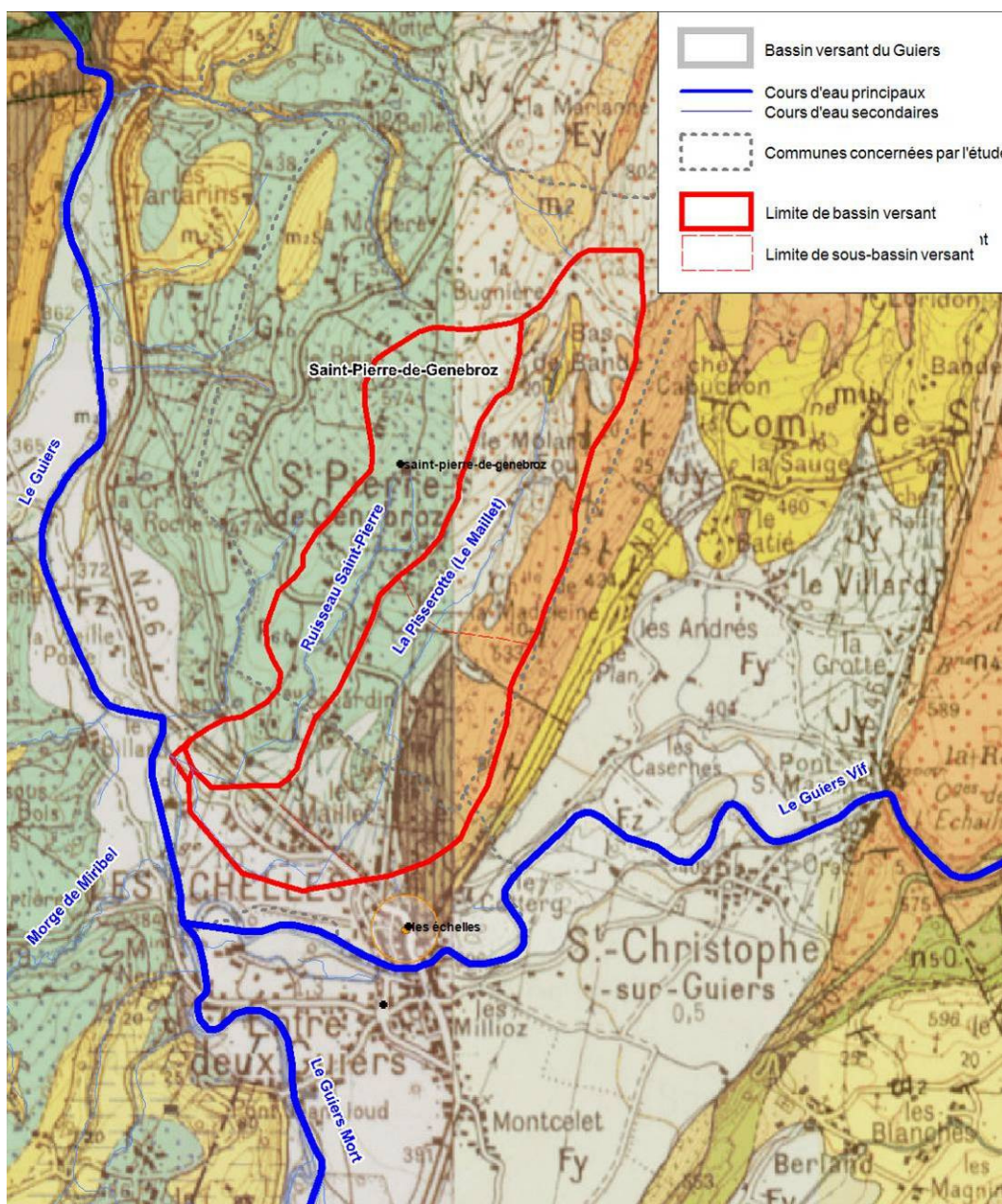


Figure 4 : Bassin versant de la Pisserotte dans son contexte géologique (en rouge bassin versant concerné)

Les terrains en amont de la RD1006, composés d'alluvions glaciaires à caractère argileux, sont plus imperméables que les alluvions fluviales, plutôt à caractère sableux à graveleux, présents au sud de la RD1006. Cette distinction explique en partie le fonctionnement par assècs du ruisseau en aval de la RD 1006 ; les eaux s'infiltrant dans les alluvions modernes.

❖ OCCUPATION DU SOL

Le secteur d'étude est essentiellement composé de terrains naturels. D'après la base de données d'occupation du sol nationale datant de 2006 suivant la nomenclature CORINE Land Cover la répartition de l'occupation du sol est la suivante pour les deux principaux bassins versants :

- Ruisseau de la Pisserotte (en amont de la confluence avec le ruisseau Saint-Pierre) :

Forêts mélangées	37%
Tissu urbain discontinu	10%
Prairies	27%

- Ruisseau de Saint-Pierre :
 Tissu urbain discontinu 5%
 Prairies 95%

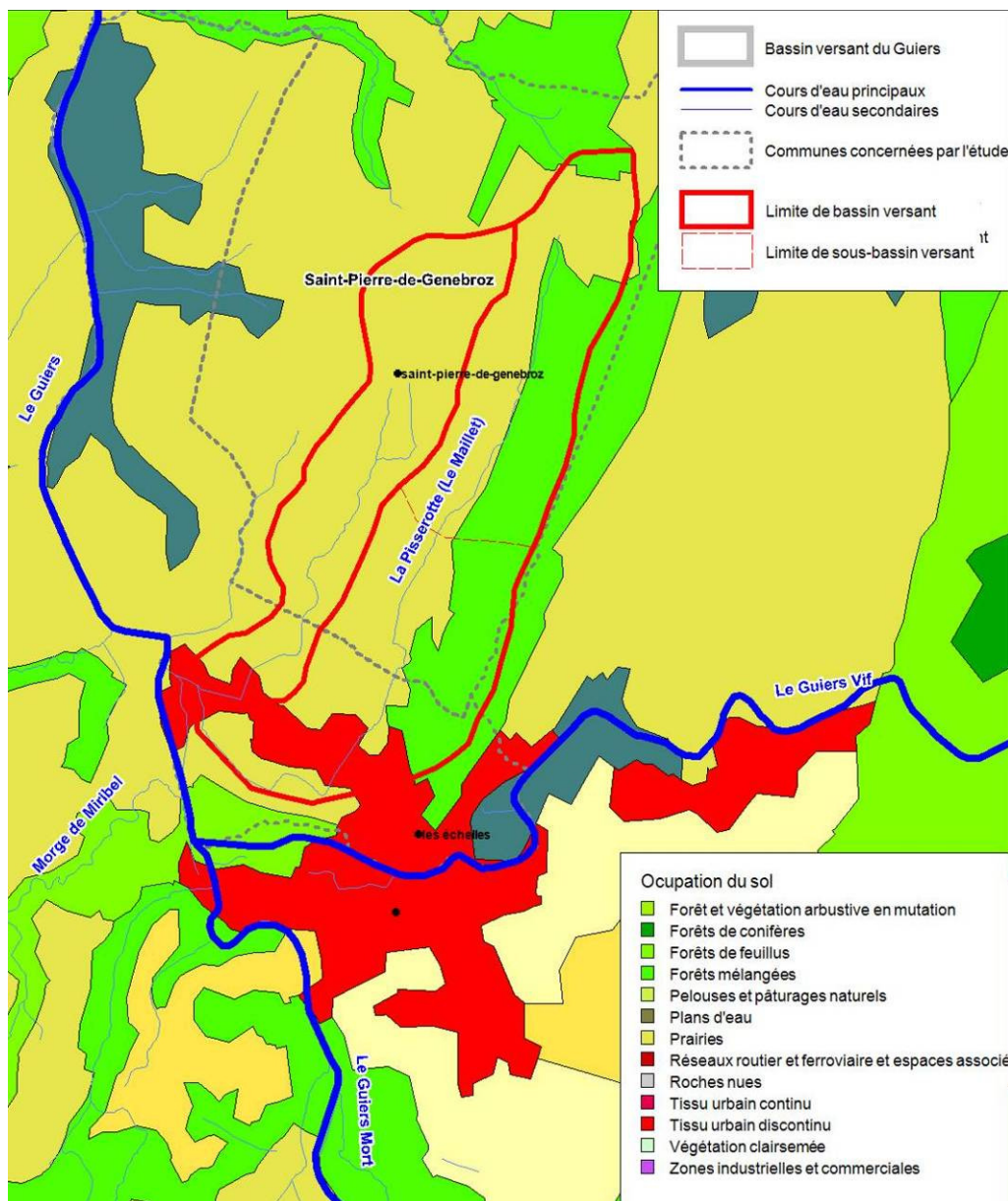


Figure 5 : Occupation du sol d'après les données CORINE Land Cover (en rouge bassin versant concerné)

2.1.2 DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES SECTEURS DE L'ÉTUDE

L'ensemble du linéaire d'étude a été parcouru à pied en février 2016 pour réaliser des observations de terrain :

1. Repérage des zones de production de transport solide et stabilité des terrains rencontrés (berges érodées, atterrissements de fond, éboulis de versants et diamètre caractéristique moyen des matériaux présents en fond de lit),
2. Mise à jour de l'occupation des sols et des données complémentaires à celles pouvant être extraites des photographies aériennes (encaissement, largeur de bande active, type de ripisylve...).
3. Repérage des points bas topographiques, des enjeux (conduites, bâtiments, ouvrages etc.)

Du fait de l'importance du linéaire étudié, le diagnostic de la situation actuelle doit s'appuyer sur la notion de « secteur » de cours d'eau, c'est-à-dire une zone homogène quant à ses grandes caractéristiques (hydrogéologie, dynamique - pente, transport de sédiment, débit, occupation du lit majeur, usages).

La sectorisation réalisée dans le cadre de l'étude du Schéma morpho-écologique du Guiers et de ses affluents (BURGEAP, 2010), en « secteurs de bassins versants » (également appelé « unité fonctionnelle ») et en sous-secteurs appelés « unités homogènes » n'est pas suffisante pour la présente étude. En effet, le secteur d'étude est concerné par 1 seul sous-bassin versant, correspondant à 1 seule unité fonctionnelle (MA) et une seule unité homogène. Notons que le ruisseau de la Pisserotte est nommé par son autre nom : Ru du Maillet.

Une nouvelle sectorisation en « unités fonctionnelles » et « unités homogènes » a été nécessaire pour la présente étude. Elle est basée sur l'analyse des caractéristiques hydrologiques et morphologiques du cours d'eau (géologie, pente, réseau hydrographique, confluences, géomorphologie du lit majeur, occupation du sol, présence de nombreux ouvrages de franchissement du cours d'eau).

Les « unités fonctionnelles » définissent un secteur géographique (bassin versant) dans lequel les fonctionnements géomorphologiques et anthropiques sont globalement homogènes et varient peu. Au sein de ces « unités fonctionnelles », un sous découpage en « unités homogènes » a été réalisé.

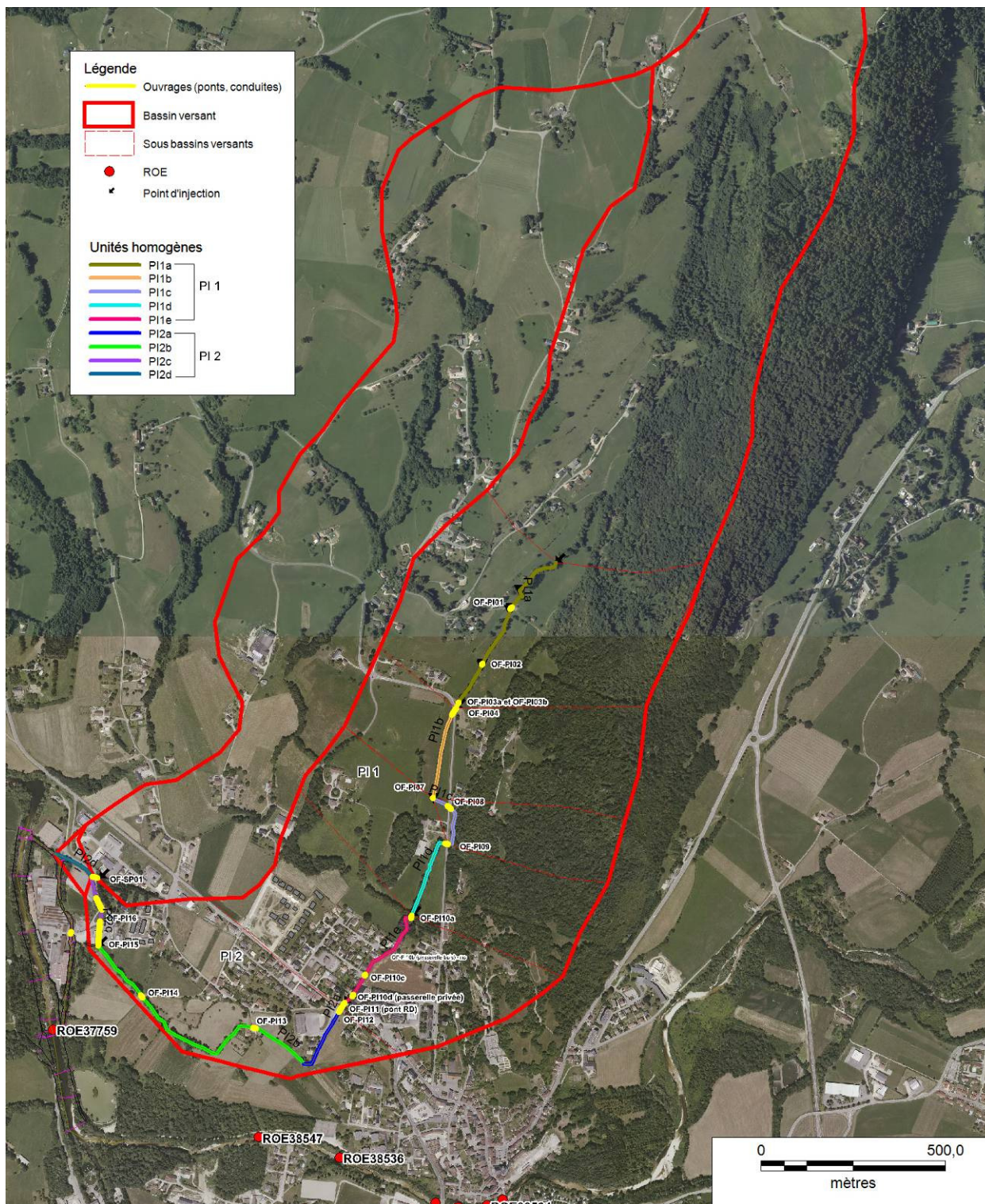


Figure 6 : Localisation des Unités Homogènes sur le secteur d'étude (HYDRETUDES)

Tableau 1 - Liste des Unités Homogènes sur le secteur d'étude (HYDRETTUDES, 2016)
 (bassin versant de la Pisserotte)

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
Pl1	Pl1a	192 m en amont de la station de pompage	OF-Pl01 OF-Pl02 OF-Pl03a,b	OF-Pl04	491.3	4.3%
	Pl1b	OF-Pl04		OF-Pl07	230	4.1%
	Pl1c	OF-Pl07	OF-Pl08	OF-Pl09	158.8	2.5%
	Pl1d	OF-Pl09		OF-Pl10a	228.5	3.3%
	Pl1e	OF-Pl10a	OF-Pl10b OF-Pl10c OF-Pl10d	OF-Pl11 (pont RD)	309.1	1.1%
Pl2	Pl2a	OF-Pl11 (pont RD)	OF-Pl12	Coude	182.1	2.1%
	Pl2b	Coude	OF-Pl13 OF-Pl14	OF-Pl15	735.5	0.5%
	Pl2c	OF-Pl15	OF-Pl16 a et b	Confluence Saint-Pierre	193	0.7%
	Pl2d	Confluence Saint-Pierre		Confluence Canal	120.4	1.2%

❖ SECTEUR AMONT RD1006 : Pl1

Le secteur en amont de la RD 1006 (Unité fonctionnelle Pl1) regroupe 5 unités homogènes, présentant des caractéristiques relativement différentes :

Pl1a :

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages de Franchissement	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
Pl1	Pl1a	192 m en amont de la station de pompage	OF-Pl01 OF-Pl02 OF-Pl03a,b	OF-Pl04	491.3	4.3%

- Le cours d'eau serpente jusqu'à la station de pompage puis est très rectiligne jusqu'au franchissement de la route.
- Le lit est relativement large (2.2 -6.2 m) et les berges plus ou moins hautes (0.5-2.3 m) et raides (25-60°).
- Malgré un aspect assez naturel, il semble avoir été fortement chenalisé dans le passé. En effet, des traces d'anciennes protections de berges (pierres taillées, murets etc.) sont observées en de nombreux endroits.



Figure 7 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène Pl1a

- Le fond du lit est plus ou moins colmaté par des dépôts calcaires (tufs). Ce tronçon à forte pente est le siège d'un déstockage des berges important. Après l'ouvrage d'accès à la station de pompage (OF-P101) l'érosion des berges est très marquée (cf. photos) (déstabilisation des berges et des protections, racines apparentes..).
- Un rétrécissement en amont de l'ouvrage OF-P102 (franchissement du chemin privé) est observé. Des protections de fortune ont été visiblement installées par les riverains pour contenir les écoulements.
- Les 4 ouvrages ne semblent pas limitant, mais sont susceptibles de provoquer des embâcles (présence de ripisylve et de dépôts de coupe laissés sur place).
- Les enjeux sont deux bâtiments en rive gauche (dont la station de pompage). Plus en aval, en cas de débordements, les écoulements sont susceptibles de toucher les 4-5 habitations en rive gauche en contrebas de la RD921 desservies par le chemin de Combe Noire (sur la commune St Pierre de Genebroz - en aval du 1er franchissement).



PI1b

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages de Franchissement	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
PI1	PI1b	OF-PI04		OF-PI07	230	4.1%

- Le linéaire après le franchissement de la route RD921 présente une forte pente et des berges très hautes (>1.5 m), un seuil naturel (65 cm) et des traces d'érosion importantes sur les deux rives (cf. photos).
- La largeur du lit est de 1.4 - 2.9 m. Le lit majeur en rive gauche est contraint par le talus de la route.
- La fin du tronçon (amont OF-PI07) est en revanche moins pentue et semble limitant. Des débordements en RG et RD semblent s'être produits (dépôts cf. photo) et sont attendus pour des crues fréquentes. L'ouvrage OF-PI07 semble limitant (ancien ponceau de franchissement).
- Un fort encombrement du lit par la végétation et la présence de certains points bas au sein de la berge gauche boisée sont observés.
- Le ruisseau n'est pas dans son fond de vallée naturelle. Le ruisseau est perché (exhaussement du lit mineur) avec des berges de très faibles hauteurs (40 cm). Il semble que d'anciens curages aient aussi contribué à cet état de fait (régalage des matériaux constituant des merlons de curage historiques).
- La fin du tronçon est caractérisée par un seuil de 48 cm, un ouvrage puis un coude à 90°, défavorable au transit des écoulements et des matériaux.

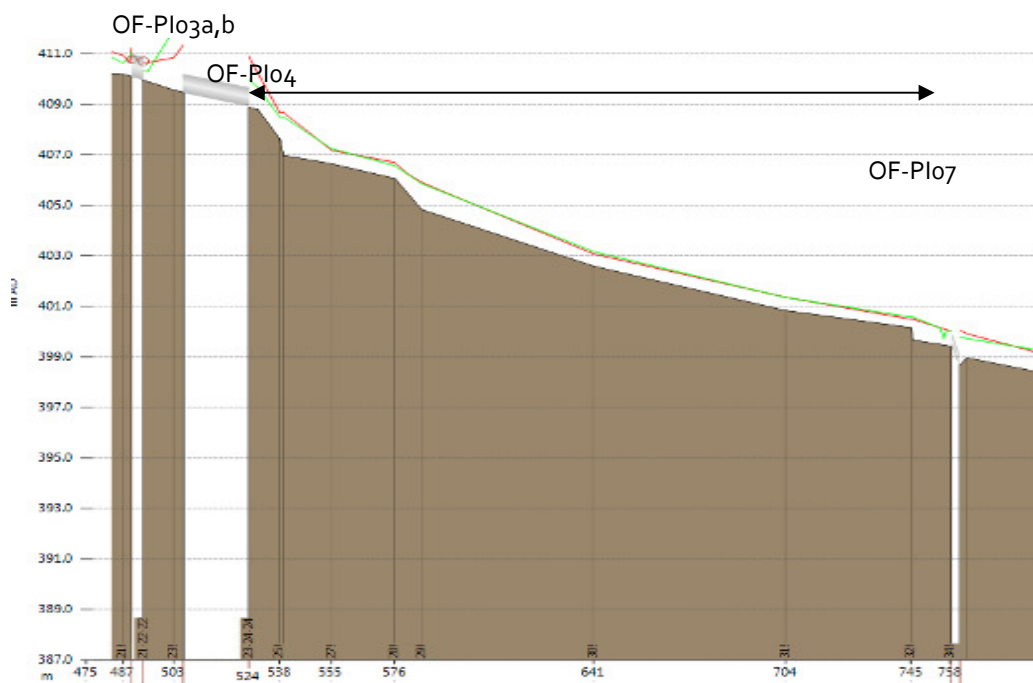
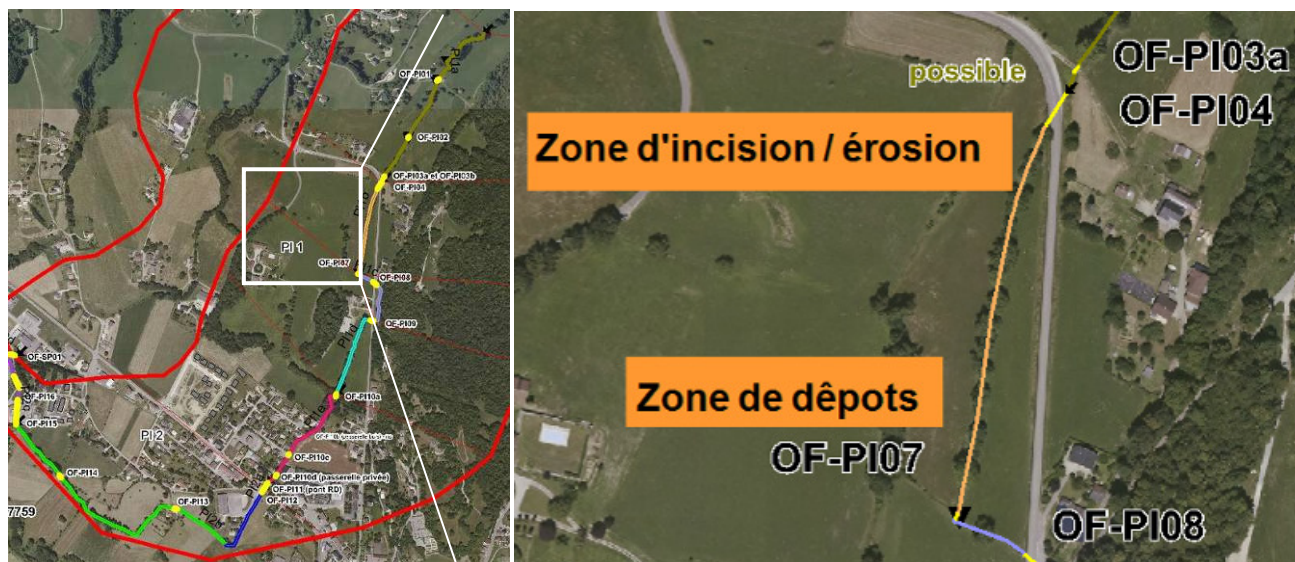


Figure 8 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène PI1b



Seuil en aval de OF-PI04



Traces d'érosion importantes sur les deux rives



Lit majeur RG



Traces d'érosion importantes



Lit perché (berges de très faibles hauteurs) et dépôts (merlons de curage historiques)



Pl1c

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages de Franchissement	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
Pl1	Pl1c	OF-Pl07	OF-Pl08	OF-Pl09	158.8	2.5%

- Le linéaire après le coude (limite communale), présente une pente homogène ; il est caractérisé par le double franchissement de la route du lac d'Aiguebelette (RD921).

- Le muret qui protège l'habitation et la ferme à l'aval tend à montrer que des débordements ont lieu avant le 1er franchissement (OF-PI08).
- Avant le 1er franchissement, le lit devient large (1.8 - 3.75 m) et colmaté (tufs) avec des berges naturelles. Leurs hauteurs diminuent de l'amont vers l'aval pour atteindre à peine 35 cm avant le 2eme franchissement (OF-PI09).
- Une petite buse de drainage permet le passage sous la route RD921. Elle permet d'évacuer le surplus des écoulements vers le champ de l'autre coté de la route, en cas de crue (cf. photo).

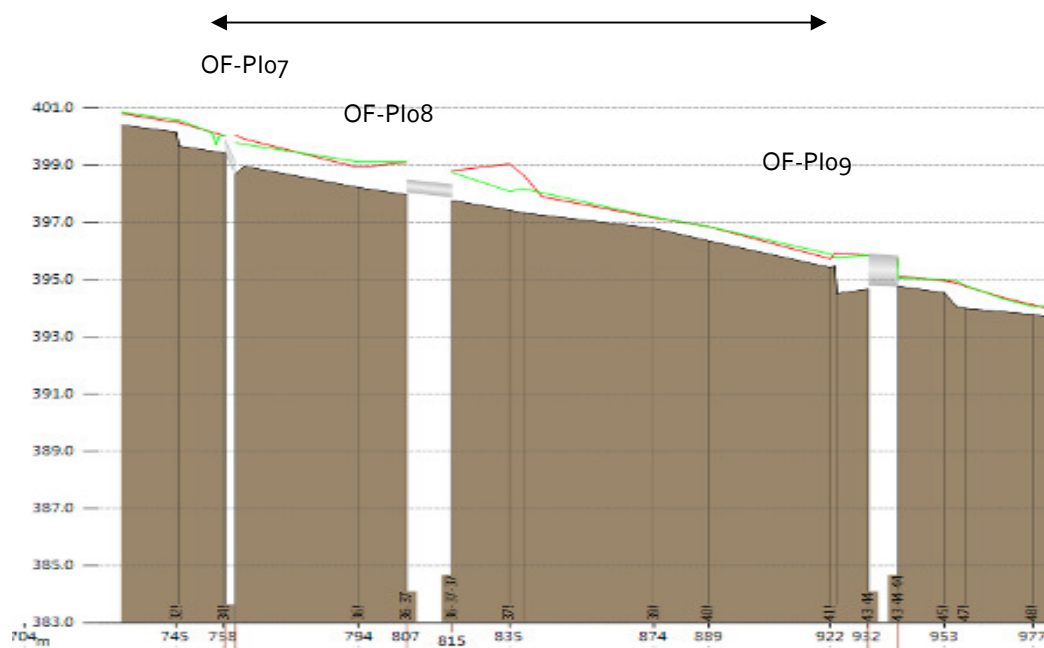
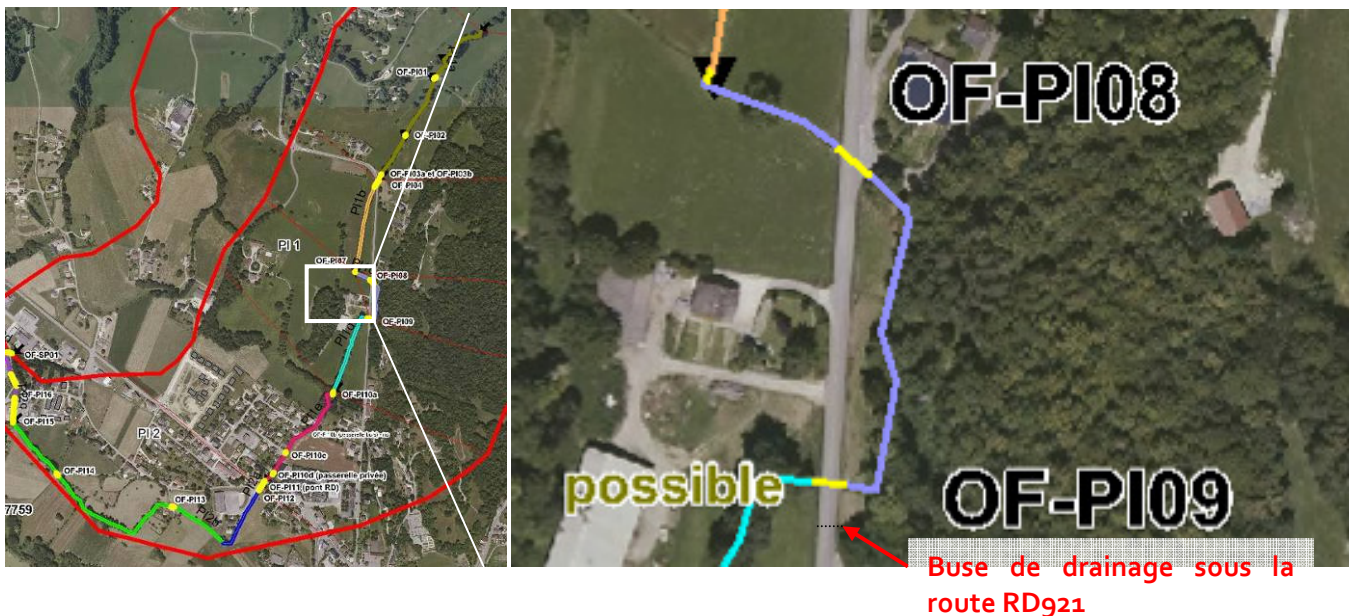


Figure 9 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène PI1c



Zone de débordement (amont OF-Pl08)



Muret qui protège l'habitation et la ferme à l'aval



Après le 3^{ème} farnchissement de la route



Lit large, colmaté (tufs) + Boisement RG



Lit large, colmaté (tufs) avec des berges naturelles



Sortie de la buse de drainage sous la route RD921



Pl1d

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages de Franchissement	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
Pl1	Pl1d	OF-Pl09		OF-Pl10a	228,5	3,3%

- Le début du linéaire est caractérisé par une zone de replat dans des pâturages puis un coude à 90°.
- La largeur du lit est très variable avec des zones d'élargissement importantes (1.45- 3 m). Les berges sont naturelles et de hauteur très variable (0.3 - 1.4 m) et peu pentues (15-45°).
- La pente du lit n'est pas homogène avec une succession de paliers de faibles pentes (et donc de seuils naturels).
- Des traces d'érosion, de glissement de berge et de piétinement (zone d'abreuvement) sont visibles.
- Des passerelles en bois et une racine en travers du cours d'eau sont présentes. Ces obstacles peuvent favoriser des embâcles.
- Le tronçon semble limitant. Des débordements en RG et RD sont attendus pour des crues très fréquentes.
- L'ouvrage OF-Pl10 n'est pas a priori limitant.
- L'enjeu consiste en un bâtiment de la ferme qui est situé en rive droite en aval des traversées de la RDg21 (le hangar se situe à cheval sur les deux communes).

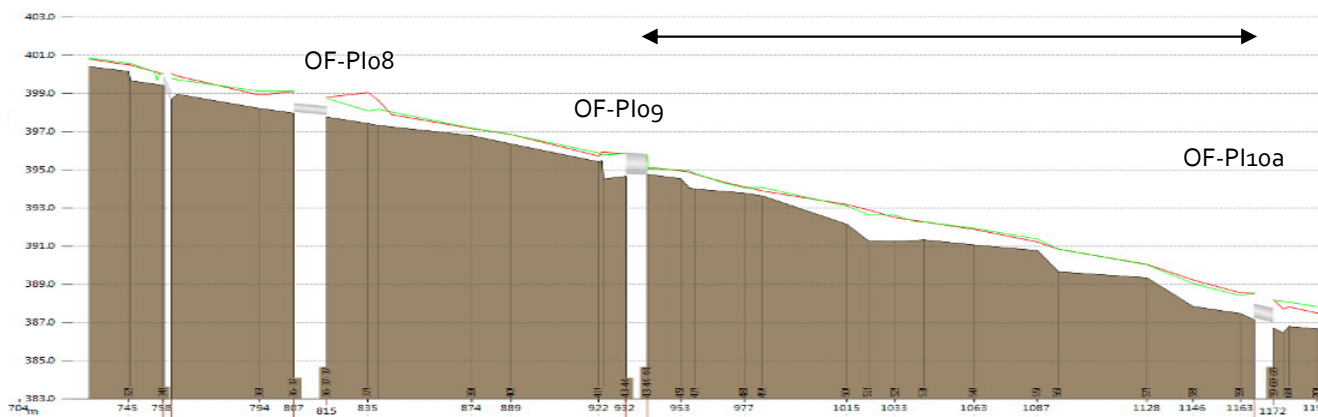
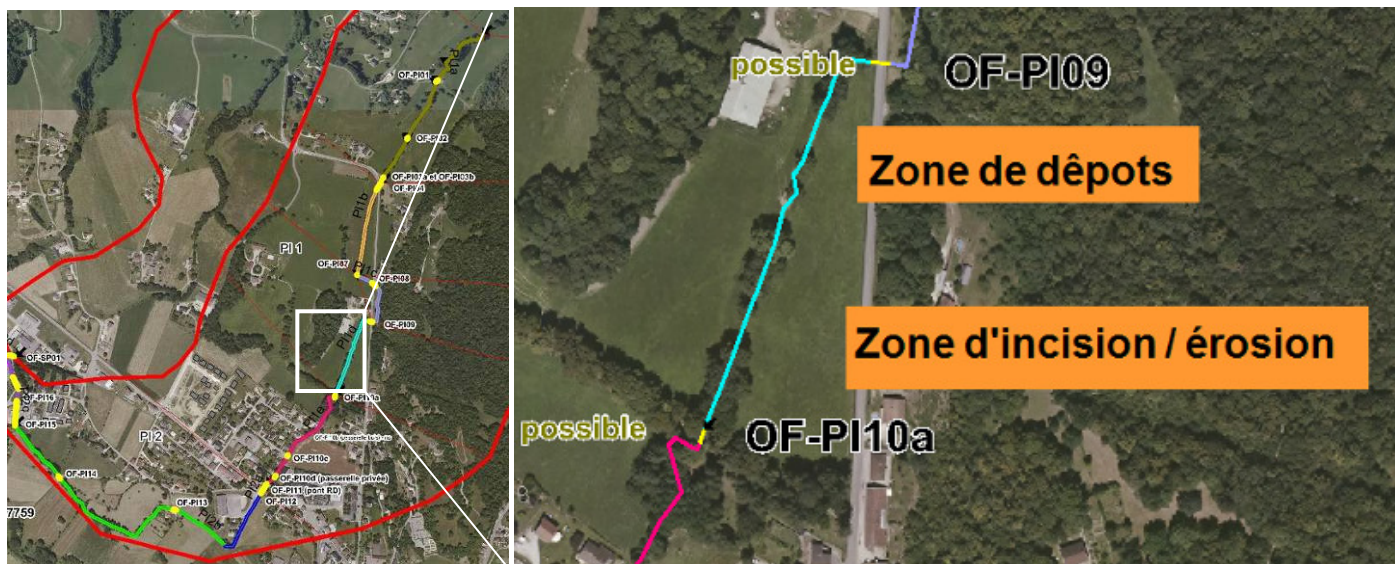


Figure 10 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène PI1d



Passerelle en bois pouvant favoriser des embâcles



Traces d'érosion, de glissement de berge



traces d'érosion, de glissement de berge et de piétinement (zone d'abreuvement)



Seuil naturel entre deux replats



Pl1e

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages de Franchissement	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
Pl1	Pl1e	OF-Pl10a	OF-Pl10b OF-Pl10c OF-Pl10d	OF-Pl11 (pont RD)	309.1	1.1%

- Le linéaire est marqué par une rupture de pente globale (la pente moyenne n'est que de 1.1 %). Le linéaire est divisé en une première partie naturelle dans une zone de replat puis après un seuil naturel, une seconde partie rectiligne est plus aménagée dans la traversée de la zone urbanisée. La largeur du lit est variable (1.5- 3 m) avec des zones de rétrécissement (en aval de la première habitation- en amont des ouvrages de franchissement...). Le fond du lit présente un pavage.
- Le cours d'eau à l'aval de l'ouvrage OF-Pl10a (chemin du château) forme un coude et un tracé atypique mais le lit est large et les berges hautes. Des zones d'érosion sont visibles (racines apparentes - cf. photo). Des souches sont observées et limitent la section d'écoulement.
- Le long du champ amont collège et en amont de ce dernier jusqu'au chemin du château, le lit est relativement naturel, incisé de ~50-60 cm sur sa moitié amont avec des désordres sur les berges : des traces d'érosion et de glissement de berge sont visibles (cf. photos).

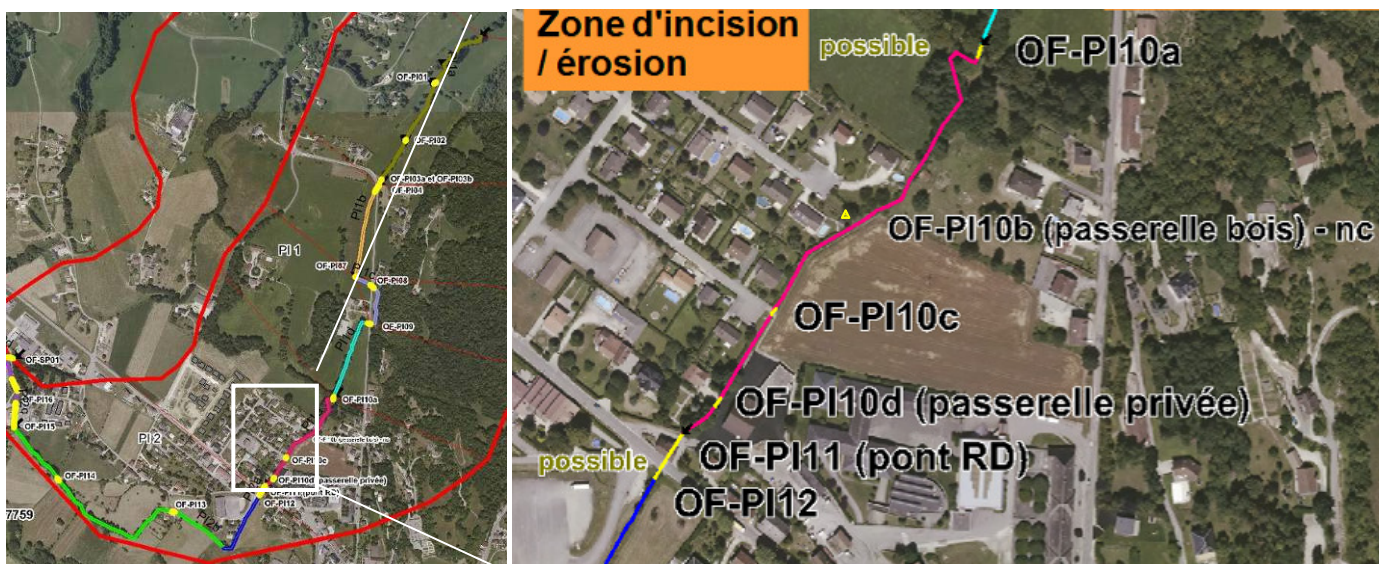


Figure 11 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène PI1e

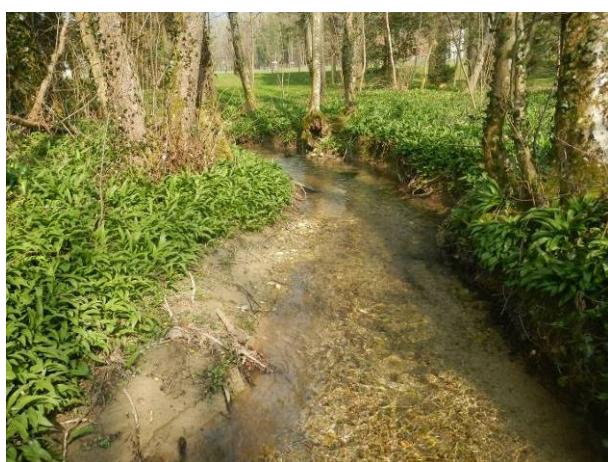
- Les berges présentent des points bas et sont en partie artificialisées : vers l'amont ancienne protection de berges ou de pieds berge en pierre taillées (mauvais état - certaines pierres se sont écroulées) ou des pieux, vers l'aval le long de la voie d'accès et parking des pompiers, le lit actuel est totalement emmuré.
- Une passerelle en bois et une poutre en travers du cours d'eau sont présentes. Ces obstacles peuvent favoriser des embâcles. L'ouvrage OF-PI10c (accès à l'habitation) présente un gabarit faible à son aval.
- L'ouvrage de franchissement de la RD 1006 est un canal en pierre maçonné sur lequel est posé un hourdis béton. Cet ouvrage passe sous la maison située en bord de route (côté amont) ; il présente a priori un gabarit suffisant.
- Les enjeux sont importants en rive droite (lotissement) et en rive gauche (bâtiments du collège et pompiers).



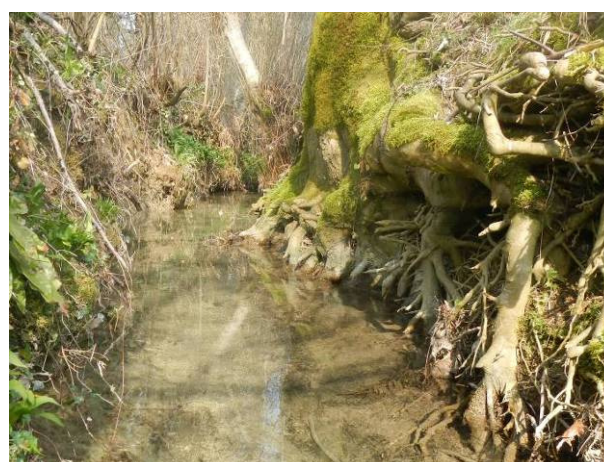
Zone de replat aval OF-Pl10a



Coude aval OF-Pl10a



Partie naturelle (boisement) – amont seuil naturel



Traces d'érosion (racines apparentes)



Habitation et muret de protection



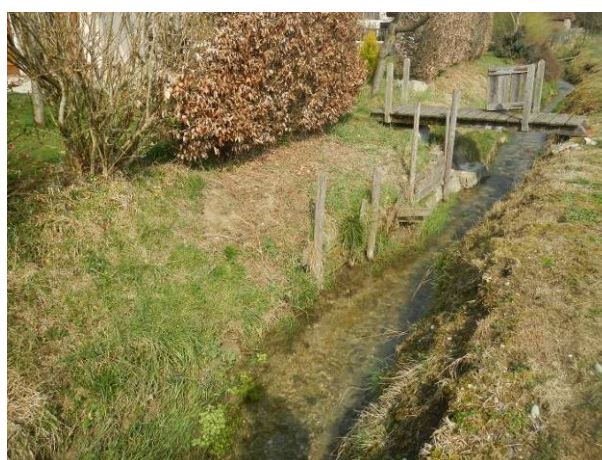
Pierre écroulée (ancienne protection de pieds berge)



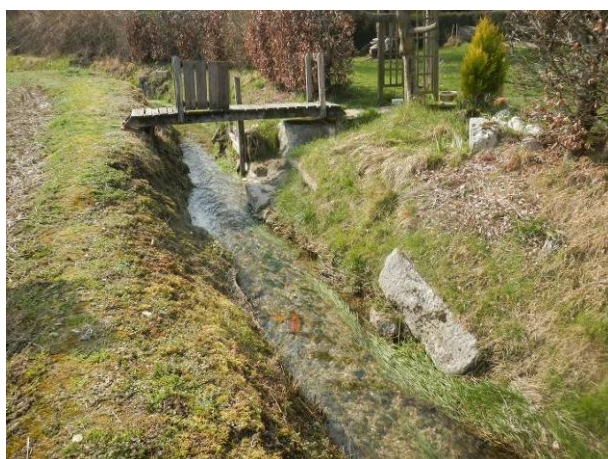
Anciennes protections de pieds berge (en mauvais état) – traces d'érosion et de glissement



Passerelle pouvant faire obstacle (embâcle)



Glissement de berge RG



Passerelle et pierre écroulée pouvant faire obstacle (embâcle)



Traces d'érosion, de glissement de berge – points bas



Anciennes protections de pieds berge (en mauvais état)



Anciennes protections (pieux en bois) de pieds berge (en mauvais état) – points bas



Protections de pieds berge (RG)



Lit entièrement artificialisé entre deux murs





❖ SECTEUR AVAL RD1006 : Pl2

Le secteur en aval de la RD 1006 (Unité fonctionnelle Pl2) regroupe 4 unités homogènes, présentant des caractéristiques relativement différentes :

Pl2a

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
Pl2	Pl2a	OF-Pl11 (pont RD)	OF-Pl12	Coude	182.1	2.1%

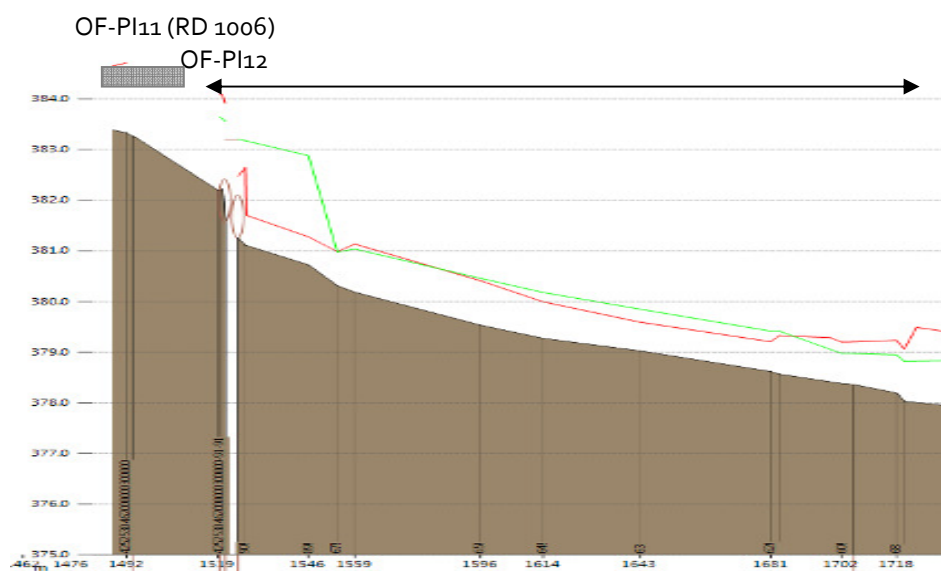
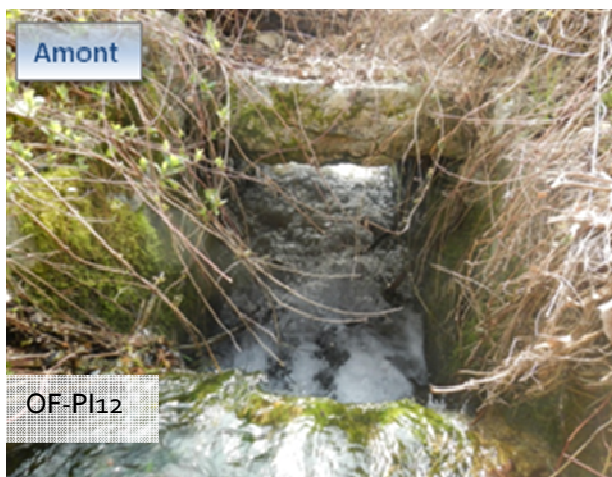


Figure 12 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène PI2a

- Le linéaire est marqué par une reprise de la pente globale (la pente moyenne n'est que de 2.1 %).
- Le tronçon est rectiligne, artificialisé et se termine par un coude à 90 °.
- Des traces d'érosion sont visibles. Le mur de soutènement de l'aire de tri sélectif est actuellement menacé par l'érosion de pied par le ruisseau.
- Les enjeux en rive droite sont importants (les bâtiments industriels et habitations semblent surélevés : haut mur maçonné puis talus qui se fait de plus en plus bas - cf. photo).



Mur de soutènement de l'aire de tri sélectif



Traces d'érosion



Bâtiments industriels et habitations surélevés (RD)

Pl2a

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
Pl2	Pl2b	Coude	OF-Pl13 OF-Pl14	OF-Pl15	735.5	0.5%

- Le linéaire est marqué par une pente globale très faible (la pente moyenne n'est que de 0.5 %) et un changement du substratum (alluvions modernes). Lors des visites de terrain, cette partie de la Pisserotte a été observée sans écoulements ; contrairement à l'amont.
- Des traces d'érosion sont visibles à de nombreux endroits.
- Le haut des berges est caractérisé par la présence de petits merlons (témoin d'anciens curages accumulés).
- Le muret de l'habitation en rive gauche (en amont de l'ouvrage OF-Pl13) est plus bas que la rive droite. Les traces d'humidité sur le bâtiment tendent à montrer qu'il est parfois inondé.
- Les autres enjeux se situent en aval du linéaire, au niveau de la ZAC.
- Un ancien chenal (qui part en ligne droite dans l'axe du cours d'eau) est visible au niveau du dernier ouvrage (OF-Pl15). Ce dernier est dans une position atypique (en rive droite) et semble sous-dimensionné par rapport au gabarit du cours d'eau.

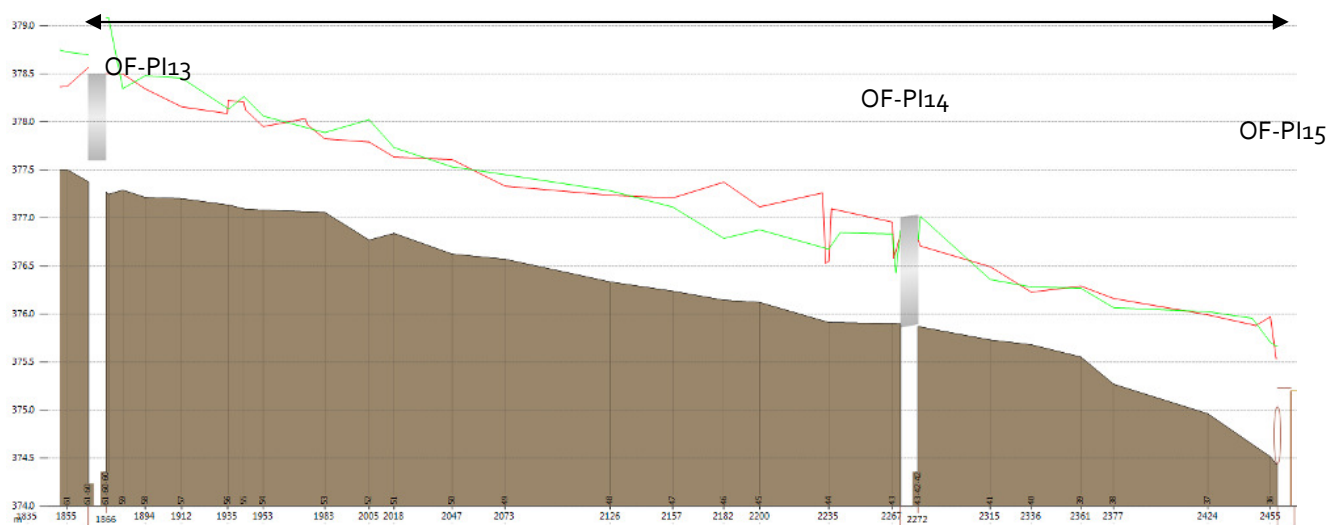
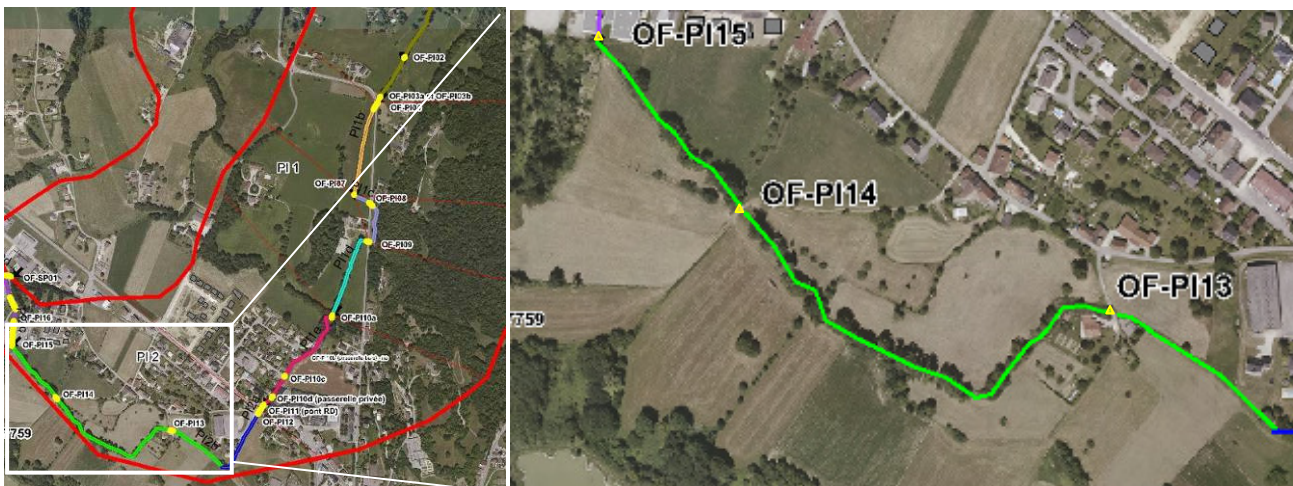


Figure 13 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène PI2b



Merlon de curage



Traces d'humidité sur l'habitation RG



Traces d'érosion



Merlon de curage et arbres isolés



Points bas dans la plaine



Nouvelles habitations RD



CAT en amont de la buse (RD)



Fossé - ancien chenal (RG - proche buse)



Pl2c

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages de franchissement	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
Pl2	Pl2c	OF-Pl15	OF-Pl16	Confluence Saint-Pierre	193	0.7%

- Le linéaire est marqué par une artificialisation importante (2 buses sous la ZAC puis voirie). Le cours d'eau est à ciel ouvert sur environ 91 m.
- La partie aval est plus naturelle avec la présence d'une ripisylve. Le lit est pavé. Des traces d'érosion sont visibles.

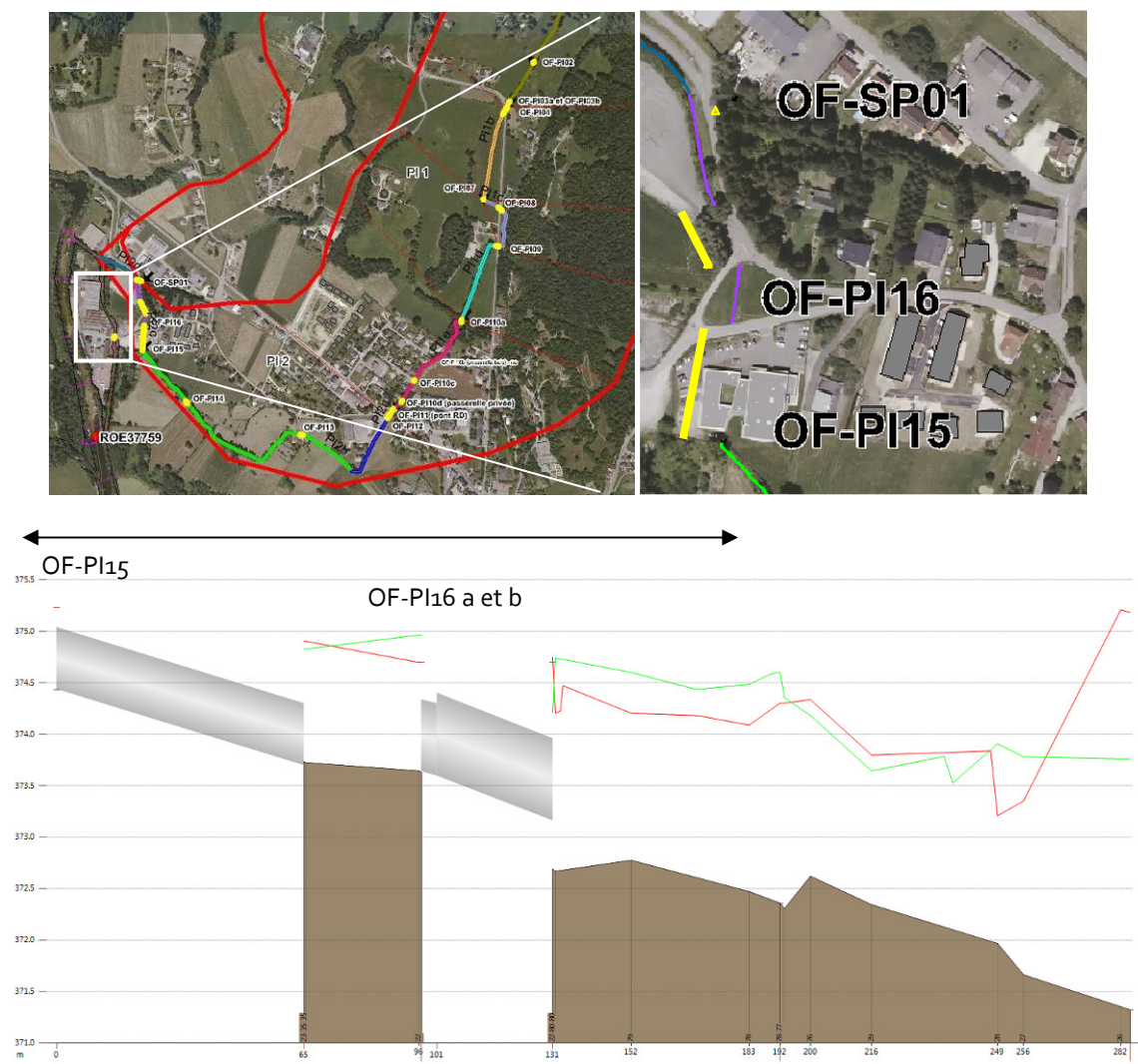


Figure 14 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène Pl2c



Traces d'érosion

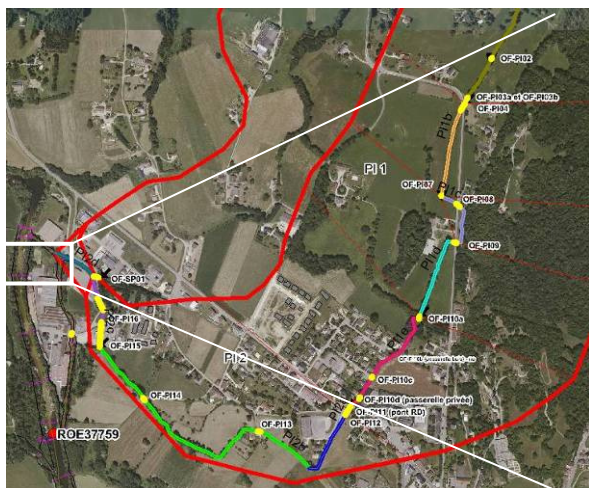


En amont de la confluence avec le ruisseau Saint Pierre

Pl2d

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
Pl2	Pl2d	Confluence Saint-Pierre		Confluence Canal	120.4	1.2%

- Le linéaire est plus naturel avec la présence d'une ripisylve. Le lit est pavé. Des traces d'érosion sont visibles.



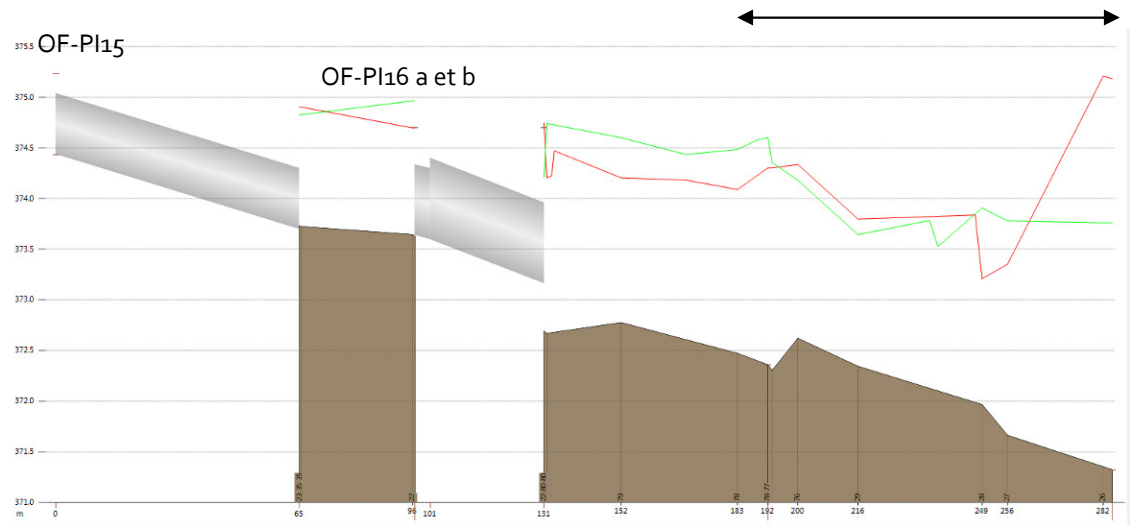


Figure 15 : Vue en plan et profil en long de l'unité homogène PI2d



Ruisseau de Saint Pierre



Boisement RG



Traces d'érosion



Confluence avec le canal Sibille

2.1.3 DONNÉES HYDROLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

❖ DÉBITS DE POINTES DE RÉFÉRENCES RETENUS

Les **données hydrologiques de référence** sont issues de la synthèse de deux études : 1) Etude HYDROLAC (2006) et 2) Etude BURGEAP (2010). Le tableau suivant présente les estimations obtenues pour différentes crues de références. Les bassins versants définis dans ces deux études ne sont pas exactement similaires, de même que les méthodes hydrologiques employées.

Tableau 2 - Estimations des débits de pointe pour différentes crues de références lors des études antérieures (HYDROLAC, 2006 et BURGEAP, 2010)

Cours d'eau	Point de calcul	Superficie (km ²)	Débit de référence (m ³ /s)						
			2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
Burgeap (2010)									
Pisserotte (Maillet)	Confluence ruisseau de Saint-Pierre	2.2	2.1	3.4	4.2	5.9*	6.5*	7.3*	8.7
Pisserotte (Maillet)**	Amont RD 1006**	1.66	1.6	2.6	3.2	4.4	4.9	5.5	6.6
Hydrolac (2006)									
Pisserotte	Amont RD 1006	1.66			2.96-3.97		4.32-5.84		5.72-7.85
Ruisseau de Saint-Pierre	Amont RD 1006	1.2			3.16-3.85		4.51-5.49		5.88-7.17

* Pour ces temps de retour, les débits de pointe ont été déduits par extrapolation des débits des crues connus selon un ajustement de Gumbel.

** Les valeurs de débits de crue pour ce bassin versant ont été estimées sur la base d'une transposition de bassin versant afin de comparer avec l'étude Hydrolac (2006).

Les résultats des deux études sont cependant cohérents, en termes de débits de pointes, rapportés aux surfaces des bassins considérés. Le rapport Q100/Q10 est similaire et est proche de 2.

Pour la présente étude et pour obtenir la meilleure représentativité des débits de référence par rapport à la taille du bassin versant, 5 points de calculs hydrologiques correspondant aux 5 sous-bassins versants considérés dans l'étude ont été retenus. Les valeurs de débits de crue ont été estimées sur la base d'une transposition de bassin versant à partir des valeurs de références de l'étude Burgeap (2010) pour le bassin de la Pisserotte de 2.2 km² (en amont de la confluence ruisseau de Saint-Pierre).

Les données hydrologiques de référence pour chaque point de calcul, utilisées dans la présente étude, sont récapitulées ci-dessous.

Tableau 3 - Estimations des débits pour différentes crues de références pour chaque point de calcul sur le bassin versant de la Pisserotte

	Point de calcul *	Superficie (km ²)	Débit de référence (m ³ /s)						
			2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
Ruisseau de la Pisserotte									
1	CL-amont	0.90	0.86	1.39	1.72	2.39	2.66	3.00	3.56
2	BK-am-4	1.23	1.18	1.90	2.35	3.28	3.64	4.10	4.87
3	BK-am-7	1.44	1.37	2.22	2.74	3.82	4.25	4.79	5.68
4	BK-am-10	1.72	1.64	2.66	3.28	4.57	5.09	5.73	6.80
5	BK-am-11 Amont RD1006	1.98	1.89	3.07	3.79	5.28	5.87	6.61	7.85
6	BK-am-15 (Amont confluence Saint-Pierre)	2.21	2.11	3.41	4.22	5.88	6.54	7.36	8.73
7	Confluence Canal	3.29	3.14	5.09	6.29	8.76	9.74	10.97	13.02
Ruisseau de Saint-Pierre									
8	Amont confluence Saint-Pierre	1.08	1.03	1.66	2.05	2.86	3.18	3.58	4.25

* voir Figure 17 : Hydrogrammes de projet 10 ans au niveau des sous-bassins versant injectés dans le modèle hydraulique

Rappel : Il est important de rappeler que les débits de référence, en particulier les débits de crue, présentent une marge d'incertitude et qu'ils sont susceptibles d'évoluer dans le temps en fonction des événements hydrologiques. Par ailleurs, les valeurs de débits de crue sont des valeurs hydrologiques théoriques qui ne tiennent pas compte des éventuels débordements à l'amont et des effets de stockage conduisant à un laminage de la crue.

❖ HYDROGRAMMES DE CRUE CARACTÉRISTIQUES

Le passage de débit de pointe à des hydrogrammes de crue (et donc aux volumes liquides et solides transitant dans le cours d'eau) pour une fréquence donnée est très difficile ; et cela d'autant plus pour les petits bassins versants non jaugés et en milieu de montagne. Différentes méthodes permettent cependant de construire des hydrogrammes de projet à partir des débits de pointe de fréquence donnée et de paramètres caractéristiques (temps de concentration, durée caractéristique de la crue...). La difficulté réside donc en l'estimation de ces paramètres sachant qu'à l'heure actuelle aucune méthode régionale ne permet de connaître de manière réellement précise et fiable la durée caractéristique de la crue d'une fréquence donnée en fonction de paramètres physiographiques et des débits de pointe.

En l'absence de données de base nécessaires pour le calage (mesures de débit, hauteur d'eau, durée des crues...), les hydrogrammes ont été construits à partir des débits de pointes précédemment estimés, des caractéristiques physiques des bassins versants et de données climatiques et sur la base de la méthode des **hydrogrammes de SOCOSE**. Le paramètre D, qui représente la durée caractéristique du bassin versant¹ (en heure), est un paramètre issu d'une régionalisation ; il dépend de variables physiques du bassin et climatique (cf. ci-dessous). Cette méthode est valable pour des bassins versants en milieu rural de superficie S comprise entre 2 et 200 km². Elle est a priori extrapolable pour des débits plus rares mais dans la limite d'une période de retour de 50 ans (Lang, 2007). Elle est cependant très couramment utilisée pour construire des hydrogrammes de crue centennaux dans de nombreuses études faute d'autres données.

Les données pluviométriques de référence (Pa et Pj10) sont déduites des données pluviographiques disponibles aux deux stations Météo-France existantes dans la région des Echelles (stations de l'aéroport de Grenoble Saint-Geoirs - à 33 km à vol d'oiseau et de Voglans - aéroport de Chambéry-Aix à 24 km à vol d'oiseau).

Méthode Socose (résumé)
 La méthode SOCOSE est le résultat, obtenu en 1980, d'une synthèse nationale de l'observation de près de 5000

¹ Durée pendant laquelle plus de la moitié du débit instantané maximal est dépassé.

crues sur 137 petits bassins versants en milieu rural, entreprise par le ministère de l'agriculture
 (Ctgreg et al., 1980-1982)

Le hétérogramme de projet est un hétérogramme type (centré et symétrique) qui tient compte de la pluie locale. Il correspond à une pluie idéale susceptible d'engendrer la crue. Il a une durée totale égale à 2D. La hauteur de pluie sur la durée D est décennale.

L'hydrogramme unitaire de base de SOCOSE de temps de montée D se calcule à partir de la formule suivante, elle-même déduite de la formule du ruissellement du Soil Conservation Service des Etats-Unis (d'où le nom de la méthode) :

$$Q(t) = 2 \times Qd \times (0.67 \times t/D)^4 / (1 + (0.67 \times t/D)^8)$$

Avec :

- Qd = débit décennal (m³/s) ;
- D = durée caractéristique de crue en heures ;
- Q(t) = débit instantané au temps t (m³/s) ; t en heures.

Durée caractéristique de la crue :

$$\ln(D) = Rd + 0.32 \ln(S) + 2.2 \times \text{RACINE}(Pa/P) \times 1/(t_a)$$

Avec :

- D : en heures
- S : en km²
- P : pluie décennale journalière locale (mm) (moyenne interannuelle sur les stations de Chambéry et Grenoble)
- P_a : pluviométrie moyenne interannuelle sur le bassin versant, en mm
- t_a : température moyenne interannuelle au niveau de la mer (variant en latitude de 10°C à Dunkerque à 16°C à Nice)
- Rd résidu à caler (-0,69 pour la moyenne nationale)

Les durées caractéristiques SOCOSE D calculées au niveau des différents points de calculs donnent des durées caractéristiques de crue d'environ 3-4 heures. Prendre cette durée de SOCOSE pour bâtir les hydrogrammes de crue revient à appliquer des temps de montée d'environ 6-7 heures, ce qui revient à prendre en compte des précipitations de longue durée et non seulement des orages violents à très faibles durées (dont les volumes de crue correspondant seraient plus faibles).

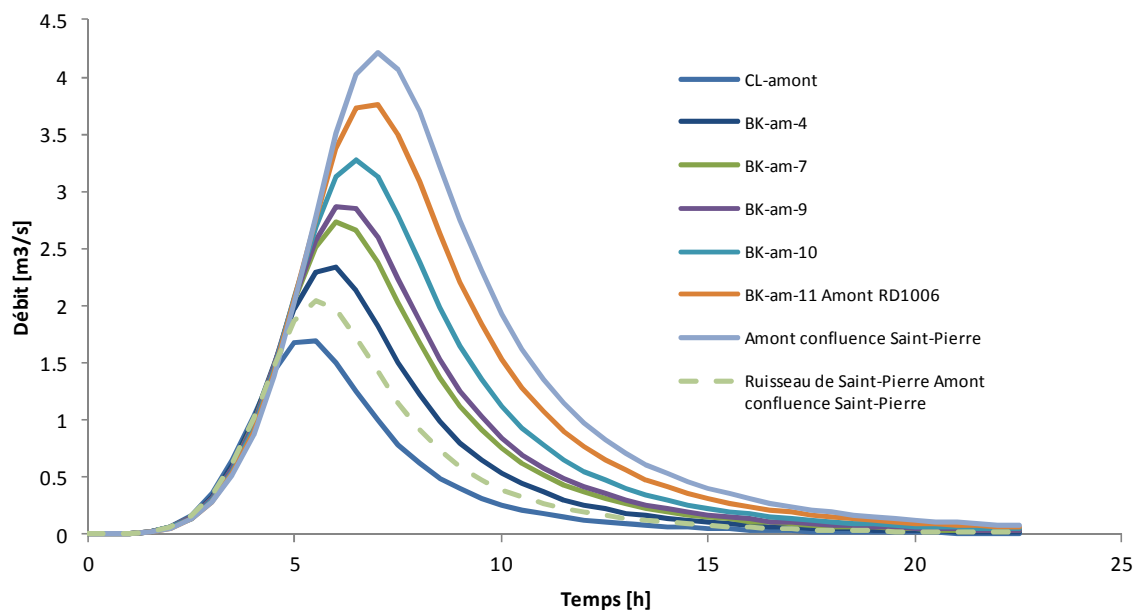


Figure 16 : Hydrogrammes de projet 10 ans amont-aval au niveau des sous-bassins versant de l'étude (hydrogrammes par méthode SOCOSE)

Rappel : Rappelons que, quelque soit la méthode d'estimation des hydrogrammes la période de retour n'est respectée qu'en débit de pointe. Le volume a, dans certain cas, une durée de retour supérieure.

La figure ci-après présente les hydrogrammes de crue décennaux obtenus par déconvolution des hydrogrammes amont-aval au niveau des sous-bassins versant de l'étude et qui ont été injectés dans le modèle hydraulique.

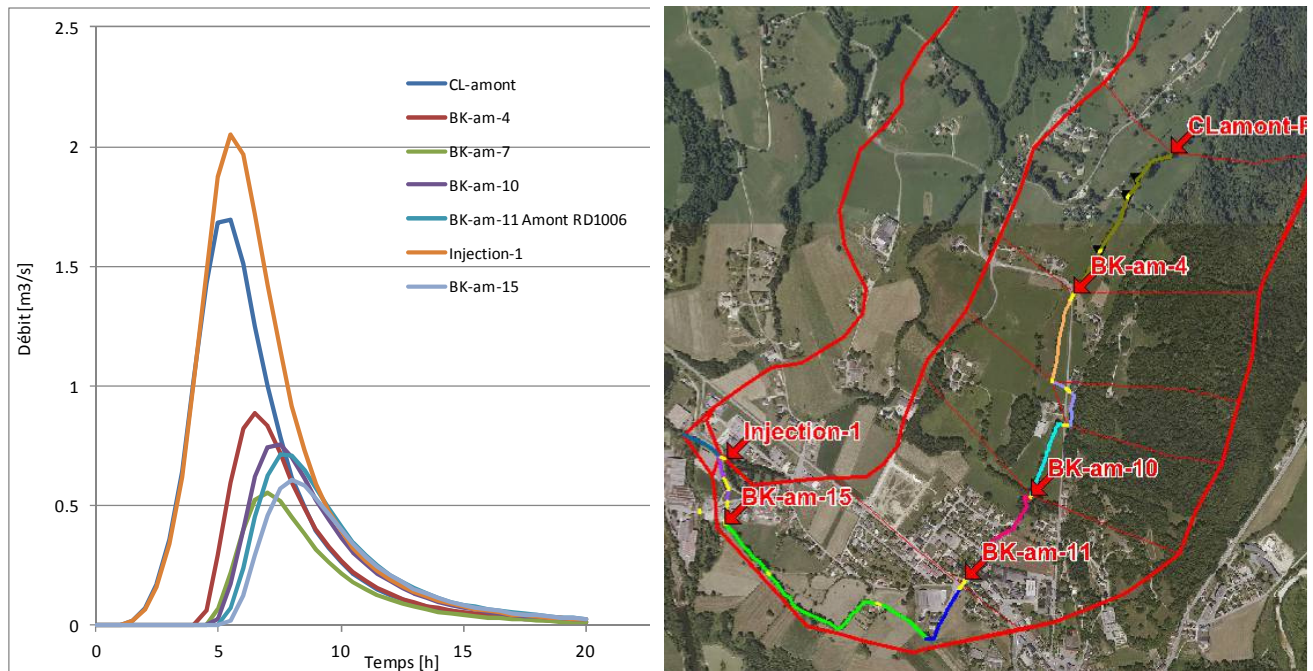


Figure 17 : Hydrogrammes de projet 10 ans au niveau des sous-bassins versant injectés dans le modèle hydraulique

2.1.4 DONNÉES TOPOGRAPHIQUES

❖ DONNÉES TOPOGRAPHIQUES ANCIENNES

Les données topographiques suivantes, antérieures à la présente étude, sont disponibles et ont été récupérées par HYDRETTUDES en 2015.

- Levés topographiques réalisés dans le cadre de l'étude HYDROLAC (2006, 2007) sur le cours d'eau de la Pisserotte.
- Données historiques de profil en long récupéré par CEMAP (2009) - Profil en long EXCEL avec en 1947 (40 points) ; 1988 (28 points) ; 1996 (21 points) ; 2000 (10 points) ; 2009 (175 points).
- Levés topographiques ARGEOP (mars 2010) sur le Guiers vif en amont de la confluence avec le Guiers Mort (Profil en long et 9 profils en travers).

❖ NOUVELLES DONNÉES TOPOGRAPHIQUES

Différents levés topographiques nécessaires à la description du lit mineur et du lit majeur ont été réalisés en 2015 et 2016. Ces données qui permettent de construire une bonne représentation du cours d'eau dans la modélisation hydraulique et l'analyse de la dynamique sédimentaire ainsi que le modèle numérique de terrain (MNT), utilisé dans la modélisation 1D/2D des écoulements, sont cruciales pour une modélisation réussie.

Lit mineur

HYDRETTUDES a réalisé plusieurs campagnes de levés topographiques terrestres détaillés du **lit mineur** (lit et berges coté rivière comme coté val) et des **ouvrages transversaux** (ponts et buses) en Décembre 2015, janvier 2016 et Février 2016.

Les levés topographiques terrestres sur la Pisserotte présentent les caractéristiques suivantes :

- **184 profils (dont 140 uniquement sur la Pisserotte)** + Points d'ancrage pour lit majeur (calage pour les levés aériens de IX'ALP).
- **Ouvrages linéaires** : Il s'agit des ouvrages présents dans le lit des cours d'eau qui limitent l'espace de mobilité (enrochements, murets maçonnés).
- **Ouvrages transversaux**. Il s'agit donc **d'ouvrages fixant le profil en long** tels que : ponts, passerelles, seuils, gués / radiers. Le recensement existant des ouvrages transversaux a été validé et complété par les relevés réalisés lors des campagnes de levés topographiques terrestres et lors de la visite de terrain.

Lit majeur

Les levés topos dans le lit majeur ont été réalisés par drones par le bureau IX'ALP Drone en décembre 2015 ; les caractéristiques sont les suivantes :

- **Emprise des levés**. Afin d'avoir la donnée la plus exhaustive et la plus homogène possible (éviter des sources et années différentes), le choix s'est porté sur un levé aérien sur tout le lit majeur du linéaire à traiter.
- **La précision du levé** dépend de la qualité du calage et de la hauteur de vol (en général 50-80m sauf présence d'obstacles de grande hauteur). Les points géo-référencés levés avec précision par HYDRETTUDES, répartis sur le secteur à lever et marqués au sol, ont permis de tirer le meilleur du système. La précision en XYZ peut alors descendre sous 5 cm.
- **Rendu**. Semi de point avec une densité de points à votre convenance. Une maille de 20 cm par exemple.

2.2 DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE

Le premier objectif du diagnostic hydraulique est d'estimer l'aléa inondation sur le secteur concerné et par suite le niveau de risque actuel sur le territoire.

Dans un deuxième temps, le diagnostic hydraulique permet d'obtenir l'ensemble des caractéristiques hydrauliques nécessaires à l'étude du transport solide et aux pré-dimensionnement des aménagements.

2.2.1 SCHEMA DE MODÉLISATION HYDRAULIQUE DES ÉCOULEMENTS EN 1D/2D

Les modélisations monodimensionnelles (1D) et bidimensionnelles (2D) des écoulements ont été réalisées à partir du logiciel Infoworks-ICM avec des données topographiques récentes et d'une résolution très fine (notamment en lit majeur).

❖ TOPOGRAPHIE ET CONSTRUCTION DU MNT

Les sources topographiques utilisées pour la modélisation sont :

- Pour le lit mineur : levés topographiques terrestres de la zone d'étude réalisés par HYDRETTUDES en 2016.
- Pour le lit majeur et la construction du MNT :
 - Données topographiques (semis de points tous les 25 cm) issues des photos aériennes (spectre visible) levées à partir de drones par IXALP DRONES (2016).
 - Données cadastrales numérisées.

❖ HYPOTHÈSES DE BASE ET CONSTRUCTION DU MODÈLE

Schéma de modélisation 1D/2D

- **Modélisation du lit mineur** des 3 cours d'eau (Pisserotte, Canal du seuil Sibille et Guiers) en 1D à partir des profils en travers et des profils en long issus des levés topographiques terrestres :
 - 235 profils en travers
 - 55 biefs de rivière et 53 nœuds
 - 17 conduites et 3 ponts
 - Rugosité du lit mineur : 0.029
- **Modélisation du lit majeur** avec 1 polygone de modélisation bidimensionnelle des écoulements en lit majeur (40.454 ha) avec une rugosité du lit majeur de 0.03.
 - 4 Polygones pour différencier la finesse du maillage triangulaire fin irrégulier (TIN) de 1 à 10 m² de surface produit à partir des données MNT. Le maillage le plus fin (1 à 5 m²) est appliqué dans la zone en amont de la RD 1006 (en bleu dans la figure ci-dessous).
 - 2 Polygones pour différencier les zones urbaines des zones naturelles (la rugosité en zone urbaine de 19.7 ha - en mauve dans la figure ci-dessous, est prise à 0.015).

Rappelons que la **macro-rugosité de surface** est intégrée dans la représentation du modèle numérique de terrain et dans la représentation des bâtiments.



Figure 18 : Schéma de modélisation 1D/2D des 3 cours d'eau (Pisserotte, Canal du seuil Sibille et Guiers)

Conditions aux limites

- Conditions limites amont : Huit points d'injection ont été créés pour injecter les hydrogrammes de crue définis précédemment.
- Condition limite aval : La condition limite aval a été calée sur la base d'une condition hydraulique dite « normale » sur le Guiers.

Calage

Faute de donnée de calage, une étude de sensibilité a été menée en jouant sur les rugosités.

2.2.2 REVANCHES ET MISE EN CHARGE DES OUVRAGES

Pour les ouvrages, les résultats des modélisations 1D/2D pour les crues Q_2 , Q_5 , Q_{10} et Q_{100} sont présentés dans les tableaux ci-dessous en termes de mise en charge / tirant d'air et de débits transités.

Pour chaque bief, l'état de mise en charge² a été représenté sous forme cartographique. Ces cartes représentent également les surfaces inondées ainsi que les volumes de débordements sur certaines sections du lit majeur (voir annexe cartographique). Les volumes de débordement sont également présentés dans le tableau ci-après.

Se reporter à l'annexe cartographique pour la localisation des ouvrages.

² Dans les résultats du modèle hydraulique, l'état de mise en charge d'un bief ou d'un ouvrage correspond à la différence entre la hauteur d'eau sur le profil (au point le plus bas) et la hauteur de plein bord exprimée en % de la hauteur de plein bord. L'état de mise en charge est égal à 1 lorsque la hauteur d'eau sur le profil atteint la hauteur de plein bord dans le cas des biefs ou la hauteur de l'ouvrage dans le cas des ouvrages.

Tableau 4 - Caractéristiques des ouvrages modélisés (page suivante)

Code Ouvrage	Link ID	ID Section	Longueur (m)	Diam/larg (mm)	Hauteur (mm)	Rugosité fond Manning's 1/n	Cote radier amont (m AD)	Côte radier aval (m AD)	Tablier (m AD)
OF-Pl01	BK-am-1.3	RECT	7.30	500	500	0.025	421.73	421.30	
OF-Pl02	BK-am-2.2	RECT	4.00	750	750	0.025	413.61	413.56	
OF-Pl03a	BK-am-3.2	CIRC	3.80	300	300	0.025	410.63	410.55	
OF-Pl03b	BK-am-3.1	RECT	3.80	920	920	0.025	410.07	386.99	
OF-Pl04	BK-am-4.2	RECT	21.60	750	750	0.025	409.46	408.90	
OF-Pl07	BK-am-7.1	RECT	2.90	520	520	0.025	399.42	398.62	
OF-Pl08	BK-am-8.1	RECT	12.30	450	450	0.025	398.04	397.89	
OF-Pl09	BK-am-9.1	CIRC	8.20	1100	1100	0.025	394.80	394.75	
OF-Pl10a	BK-am-10.1	CIRC	7.40	760	760	0.025	387.25	386.99	
OF-Pl10c	BK-am-pass-1.1	RECT	2.80	1600	1600	0.050	383.949	383.922	385.00
OF-Pl10d	BK-am-pass-2.1	RECT	5.40	800	800	0.025	383.58	383.74	
OF-Pl11	BK-am-11.1	RECT	24.40	1100	1100	0.025	383.255	382.20	384.90
OF-Pl12	BK-am-12.1	RECT	3.80	850	850	0.025	381.57	381.25	
OF-Pl13	BK-am-13.2	RECT	8.90	900	900	0.025	377.60	377.60	
OF-Pl14	BK-am-14.1	OVAL	8.80	1150	1150	0.025	375.86	375.89	
OF-Pl15	BK-am-15.1	CIRC	65.50	600	600	0.025	374.44	373.70	
OF-Pl16a	BK-am-16.2	RECT	4.20	700	700	0.025	373.64	373.60	
OF-Pl16b	BK-chgt-section.1	CIRC	30.60	800	800	0.025	373.60	373.16	
OF-SP01	BK-am-17.1	CIRC	14.00	1000	1000	0.025	373.28	372.81	

Tableau 5 - Etats de mise en charge et maximums des débits transités pour les crues Q2, Q5, Q10 et Q100 au niveau des ouvrages (+) Mise en charge (cm) (-) Tirant d'Air (cm)

Unité Fonctionnelle	Unité Homogène	Code Ouvrage	Q2		Q5		Q10		Q100	
			Mise en charge (cm)	Max US Débit (m3/s)	Mise en charge (cm)	Max US Débit (m3/s)	Mise en charge (cm)	Max US Débit (m3/s)	Mise en charge (cm)	Max US Débit (m3/s)
Pl1	Pl1a	OF-Pl01	41,30	0,85	62,20	0,94	66,40	0,96	80,50	1,02
		OF-Pl02	-9,40	0,85	9,70	1,19	15,30	1,23	30,10	1,30
		OF-Pl03a	-10,90	0,05	9,10	0,12	14,90	0,13	28,40	1,84
		OF-Pl03b	-48,00	1,13	-33,10	1,74	-27,00	1,98	-7,20	2,67
		OF-Pl04	-43,70	1,18	-33,60	1,85	-29,70	2,14	-4,30	3,37
	Pl1b	OF-Pl07	-35,00	0,60	8,20	1,34	10,50	1,34	17,50	1,38
	Pl1c	OF-Pl08	-0,40	1,25	47,20	1,85	48,80	1,80	57,30	1,80
		OF-Pl09	-39,30	1,30	-27,20	1,73	-26,60	1,75	-24,20	1,84
	Pl1d	OF-Pl10a	16,50	1,54	23,70	1,65	25,70	1,68	33,50	1,79
	Pl1e	OF-Pl10b								
		OF-Pl10c	-4,70	1,69	9,60	2,28	9,60	2,28	25,00	3,10
OF-Pl10d		37,20	1,48	49,40	1,62	54,60	1,65	73,90	1,74	
	OF-Pl11	-48,30	1,77	-34,70	2,12	-34,70	2,12	1,10	2,94	
Pl2	Pl2a	OF-Pl12	-15,20	1,76	9,90	2,11	24,20	2,30	43,10	2,41
	Pl2b	OF-Pl13	-7,60	1,24	-6,20	1,27	-4,60	1,29	-1,70	1,33
		OF-Pl14	-27,60	0,76	-26,70	0,77	-25,60	0,79	-22,50	0,85
	Pl2c	OF-Pl15	66,80	0,40	77,90	0,41	85,40	0,41	92,80	0,42
		OF-Pl16a	22,70	0,72	27,40	0,77	33,20	0,82	39,90	0,85
		OF-Pl16b	-22,10	0,72	-19,20	0,77	-15,90	0,82	0,20	0,85
SP		OF-SP01	-51,40	1,02	-35,60	1,66	-23,70	2,05	108,70	4,25

Tableau 6 - Volumes de débordement en m³ sur certaines sections du lit majeur pour Q₂, Q₅, Q₁₀ et Q₁₀₀

Unité Fonctionnelle	Unité Homogène	Ligne de résultats 2D	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₁₀₀	Commentaires
PI1	PI1a (amont)	bk-av-1&2				3490	Débordement Rive gauche (aval OF-PI01 et OF-PI02)
	PI1a (aval)	bk-av-1&2&3		167	1075	13836	Débordement Rive gauche (aval OF-PI01, PI02, PI03, PI04)
	PI1b	bk-av-4&5	1078	3918	7521	31007	Débordement Rives gauche et droite (aval OF-PI08)
	PI1c	bk-av-9		123	444	3794	Débordement Rive droite (aval OF-PI09)
	PI1d (RG)	bk-av-10	29	1044	2161	9912	Débordement Rive Gauche + débordement RG (aval OF-PI10a)
	PI1e (RD)	bl-am-10-pass-2	1209	9547	15878	54749	Débordement Rive droite (aval OF-PI10)
PI2	PI2a	bk-av-12-2				382	Débordement par dessus la RD 1006 (aval OF-PI11, PI12)
	PI2b	BK-am-14.1 RD	5682	7556	8988	15099	Débordement RD vers la ZAC de Hauterive (OF-PI14)
		BK-am-14.1 RG	1647	2833	2309	4796	Débordement RG vers la plaine (amont OF-PI14)

❖ SECTEUR AMONT RD1006 : PI1

Le secteur en amont de la RD 1006 (Unité fonctionnelle PI1) présente de très nombreux points de débordements et de mise en charge des ouvrages dès la crue Q₂.

- 7 des 12 ouvrages de franchissement (OF-PI01 ; OF-PI07 ; OF-PI10a ; OF-PI10d ; OF-PI02 ; OF-PI08 ; OF-PI10c) sont en charge ou à la limite de mise en charge dès la crue biennale Q₂.
- Des zones de débordements relativement importantes sont observées - et cela dès la crue Q₂.

Les paragraphes ci-dessous reprennent la description du diagnostic hydraulique par secteur de cours d'eau (Unités homogènes) de l'amont vers l'aval :

PI1a :

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
PI1	PI1a	192 m en amont de la station de pompage	OF-PI01 OF-PI02 OF-PI03a,b	OF-PI04	491.3	4.3%

- Les 3 ouvrages amont OF-PI01, OF-PI02 et OF-PI03a sont en charge en Q₅ (seul OF-PI01 est en charge dès la Q₂).
- Un premier point de débordement se situe en amont de l'ouvrage de franchissement pour aller à la station de pompage au niveau du chemin de Cote sous l'Epine (OF-PI01 en charge dès la Q₂ + point bas en amont). L'amont de l'ouvrage d'accès à l'habitation (OF-PI02) constitue un deuxième point bas. Ces points bas et mise en charge des ouvrages induisent des débordements en rive gauche (aval OF-PI01 et OF-PI02) qui se produisent pour la Q₅ et Q₁₀. Ils restent très limités et n'atteignent pas les enjeux situés plus en aval (excepté en Q₁₀₀).
- En revanche, un troisième point de débordement se situe au niveau de l'ouvrage de franchissement OF-PI03a,b pour la Q₅ (en charge) . Les volumes débordés sont relativement faibles (167 m³ et 1075 m³ respectivement pour Q₅ et Q₁₀) et touchent des enjeux importants (habitations en contrebas - à l'est de la route RD921).

Remarque : suite aux entretiens avec la commune de Saint-pierre de Genebroz, ces débordements de la Pisserotte semblent effectivement toucher ces habitations de manière récurrente. La commune rappelle

également la présence d'un fossé existant en pied de coteau Est qui draine les éventuelles eaux débordantes amont et les résurgences et montées de nappe proches de ces habitations enclavées entre RD921 et coteau de Combe Noire. Par ailleurs, il semble que cet aléa inondation est aussi assez récurrent du fait la remontée de nappe (inondation des caves ; cf. nappe phréatique à fleur sur la zone qui se trouve en point bas du vallon).

- Les écoulements rejoignent la Pisserotte plus en aval, lorsque son tracé passe de l'autre coté de la route du lac d'Aiguebelette.

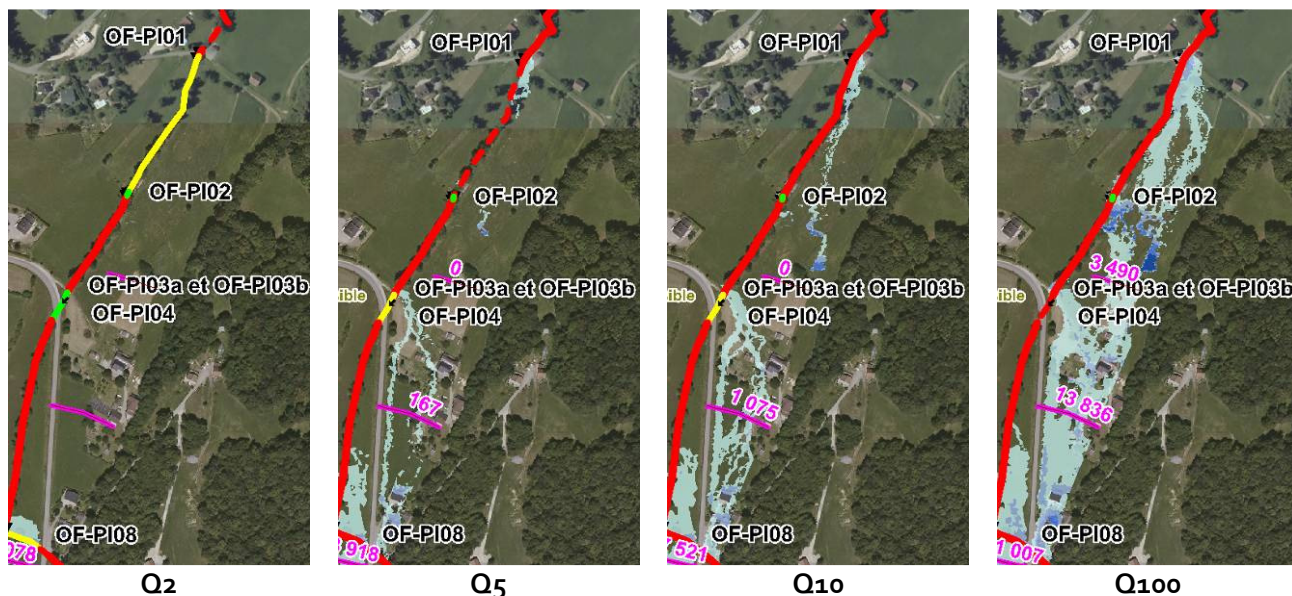


Figure 19 : Vue en plan des zones inondées et points de débordements de l'unité homogène Pl1a

Pl1b et Pl1c

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
Pl1	Pl1b	OF-Pl04		OF-Pl07	230	4.1%
Pl1	Pl1c	OF-Pl07	OF-Pl08	OF-Pl09	158.8	2.5%

- Les débordements se produisent RD et RG en amont de l'ouvrage de franchissement (ancien ponceau de franchissement) qui permet d'aller dans les champs dès la Q2 (OF-Pl07 est en charge en Q5 + point bas en amont).

- Les débordements en RD se propagent vers l'aval et sont contraints par le muret et par le talus de la route RD921. Les débordements en RG "coupent" le coude que forme le tracé de la Pisserotte pour rejoindre le cours d'eau plus en aval et participer aux débordements sur le secteur plus aval (amont OF-PI08). L'ouvrage OF-PI08 (2ème franchissement de la route) est ainsi en charge dès la Q2.

Remarque : la commune de Saint-pierre de Genebroz confirme que le propriétaire de la ferme en rive droite a aménagé un mur de ceinture pour se protéger des inondations plus récurrentes qu'il subit du fait des eaux débordantes à l'amont de la seconde traversée de la RD921 et de celles qui sortent du lit dès le méandre qui précède cette traversée à la faveur également d'un ancien ponceau de franchissement.

- Les volumes débordés sont importants (1078 m³ dès la Q2 et 7521 m³ pour Q10). L'habitation est relativement protégée grâce au muret et à l'évacuation des eaux par un fossé (excepté en Q100).
- Les volumes qui franchissent la route sont ainsi réduits. Le cours d'eau est capable de récupérer les débordements issus de l'amont sans déborder sur ce secteur (PI1c). Le 3eme ouvrage (PI-09) de franchissement de la route du lac d'Aiguebelette n'est jamais en charge et permet d'évacuer les volumes de la Q100.

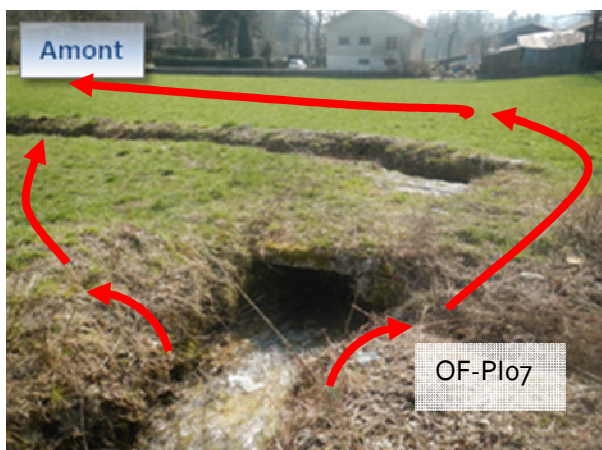
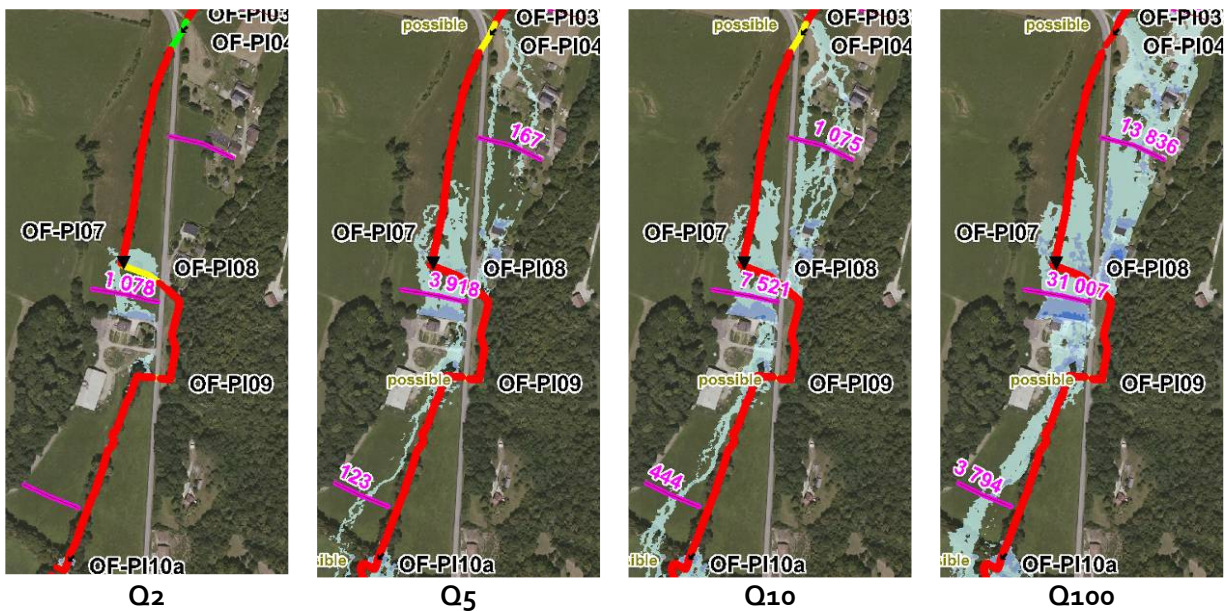


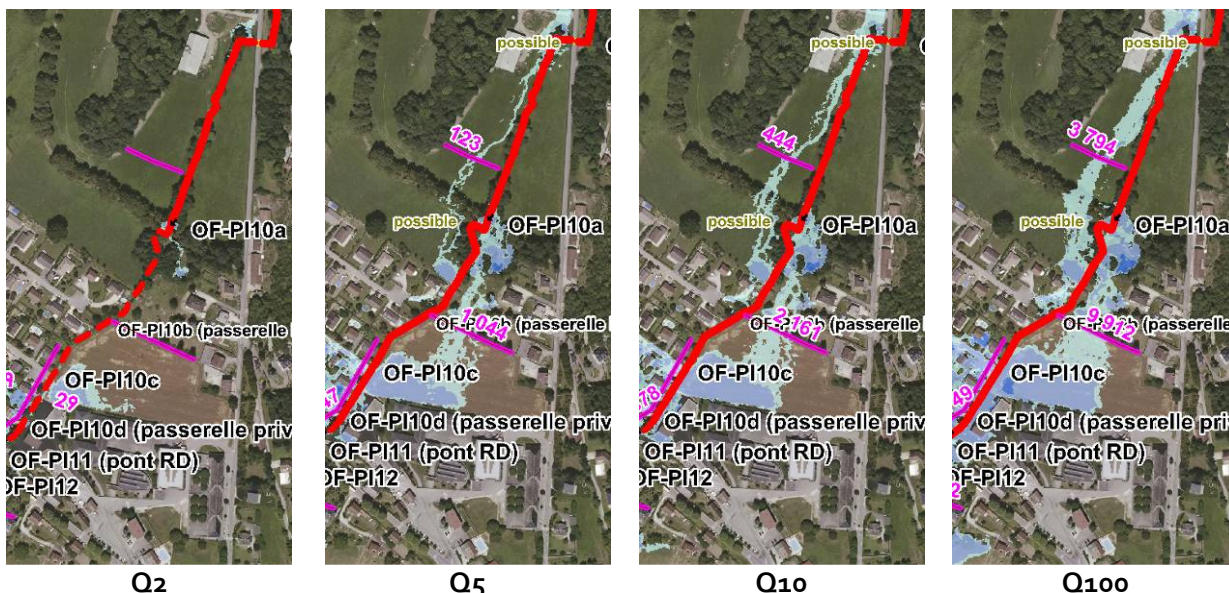


Figure 20 : Vue en plan des zones inondées et points de débordements de l'unité homogène PI1b et c

PI1d

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
PI1	PI1d	OF-PI0g		OF-PI10a	228.5	3.3%

- La ferme, en amont du secteur, est touchée par les débordements provenant de l'amont (le bâtiment d'habitation et le hangar ne sont toutefois jamais touché). Une partie des écoulements rejoint le ruisseau, une autre partie s'écoule vers l'aval en lit majeur.
- De nouveaux débordements en RD se produisent pour la Q5 au niveau du Hangar (point bas multiples), s'ajoutent aux précédents de l'amont et se propagent vers l'aval. Les volumes qui se propagent dans le lit majeur (RD) sont peu importants (123 m³ en Q5 et 444 m³ pour Q10). En revanche, ils franchissent le chemin du château Savardin et rejoignent plus en aval le lotissement du Maillet (rue du Bois du Comte et allée du Rossignol). Un muret permet de protéger l'habitation (propriété Brunier) pour les crues courantes mais non pour les crues rares (Q10 et Q100).





- Un deuxième secteur de débordements RG dès la Q2 est observé en aval du chemin du château (points bas). L'ouvrage OF-Pl10a, en amont du chemin du château Savardin, est limitant et induit également des débordements. Une partie des débordements retourne plus en aval dans le cours d'eau, mais une autre partie s'écoule dans le lit majeur. Ils ne touchent pas les habitations plus en retrait. Les volumes débordés (RG) qui rejoignent la parcelle agricole (champ d'expansion de crue naturelle) plus aval sont importants (1044 m³ en Q5 2161 m³ pour Q10). Ils rejoignent par la suite les débordements directs sur ce secteur (RG)

Pl1e

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
Pl1	Pl1e	OF-Pl10a	OF-Pl10b OF-Pl10c OF-Pl10d	OF-Pl11 (pont RD)	309.1	1.1%

- Le linéaire est marqué par des **débordements généralisés** en RD et RG qui touchent des zones urbanisées.
- Un premier point de débordement se situe en amont de la passerelle piétonne du lotissement (OF-Pl10a en charge en Q5 + point bas en amont RG). Cela induit des débordements en RG (au niveau du champ) très faibles en Q2 (29 m³) puis plus importants. Avec des crues plus importantes, des débordements se produisent aussi en RD vers le lotissement du Maillet.
- Un deuxième secteur de débordement se produit entre la passerelle piétonne et la passerelle d'accès à l'habitation. L'ouvrage (OF-Pl10d) est effectivement limitant (fortement en charge dès la Q2) et provoque une remontée de la ligne d'eau en amont. Le profil en long présente une rehausse locale à son endroit. Les dimensions aval de l'ouvrage sont insuffisantes.

- Le gabarit du cours d'eau depuis cette passerelle jusqu'à l'ouvrage aval de traversée de la RD 1006 est limité dès la Q₅. La voie d'accès et le parking des pompiers sont touchés. Les bâtiments du collège ne sont pas atteints.
- Les volumes débordés (RD) sont importants à très importants (1209 m³ en Q₂ ; 9547 m³ pour Q₅ et 15 878 m³ pour Q₁₀).
- L'ouvrage aval de traversée de la RD 1006 n'est en charge que pour la Q₁₀₀ du fait du rétrécissement amont. De très faibles débordements franchissent alors la RD 1006.
- Les écoulements en RD se propagent en lit majeur selon la ligne de pente à travers la partie Sud du lotissement du Maillet (le long de l'allée des Rossignols). Ils rejoignent une zone basse au niveau du nouveau lotissement (allée des Fresnes) où ils s'accumulent dans la dépression (les hauteurs d'eau peuvent devenir importantes). Pour les très fortes crues (>Q₅), les débordements peuvent franchir la route de Savardin ou la route de Lyon (RD 1006) et s'épandent vers l'ouest (sous-bassin du ruisseau de Saint-Pierre) ou vers le sud (bassin de la Pisserotte aval).

Q₂



Q₅



Q₁₀



Q100



❖ SECTEUR AVAL RD1006 : Pl2

Le secteur en aval de la RD 1006 (Unité fonctionnelle Pl2) est caractérisé par de très nombreux points de débordements et de mise en charge des ouvrages dès la crue Q2.

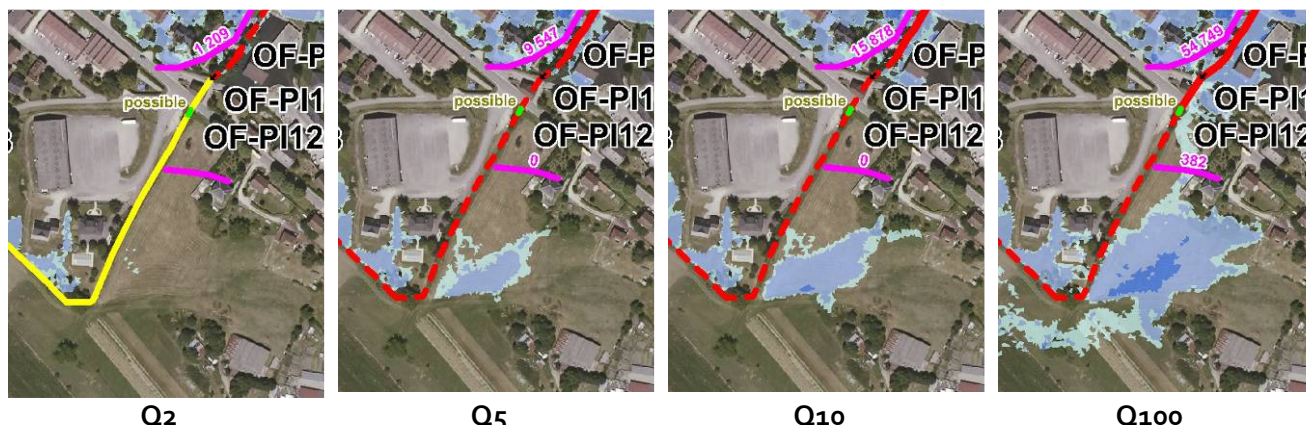
- 6 des 7 ouvrages de franchissement (OF-Pl12, OF-Pl13, OF-Pl15 et OF-Pl16a) sont en charge ou à la limite de mise en charge dès la crue biennale Q2.
- Les surfaces inondées sont importantes en zone naturelle et en zone urbanisée (ZA de Hauterive) et cela dès la crue Q2.

Les paragraphes ci-dessous reprennent la description du diagnostic hydraulique par secteur de cours d'eau (Unités homogènes) de l'amont vers l'aval :

Pl2a

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
Pl2	Pl2a	OF-Pl11 (pont RD)	OF-Pl12	Coude	182.1	2.1%

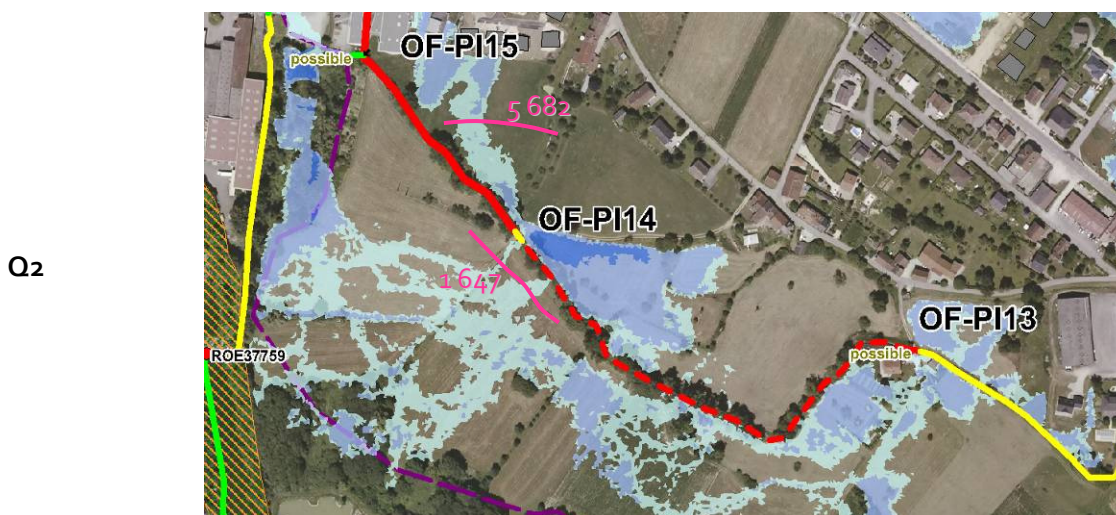
- Le linéaire est marqué par de faibles débordements liés à un point bas localisé.
- Les débordements en lit majeur provenant de l'amont ne se produisent qu'en Q100 et sont aussi très limités.



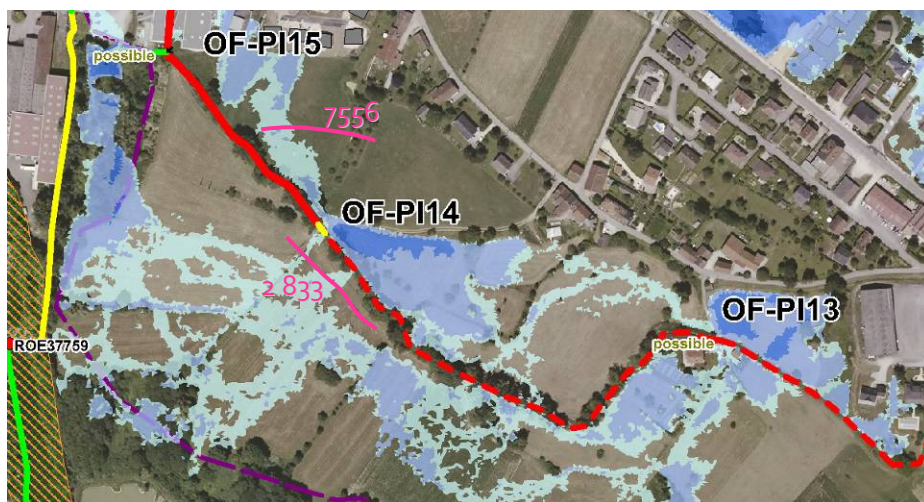
Pl2b

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
Pl2	Pl2b	Coude	OF-Pl13 OF-Pl14	OF-Pl15	735.5	0.5%

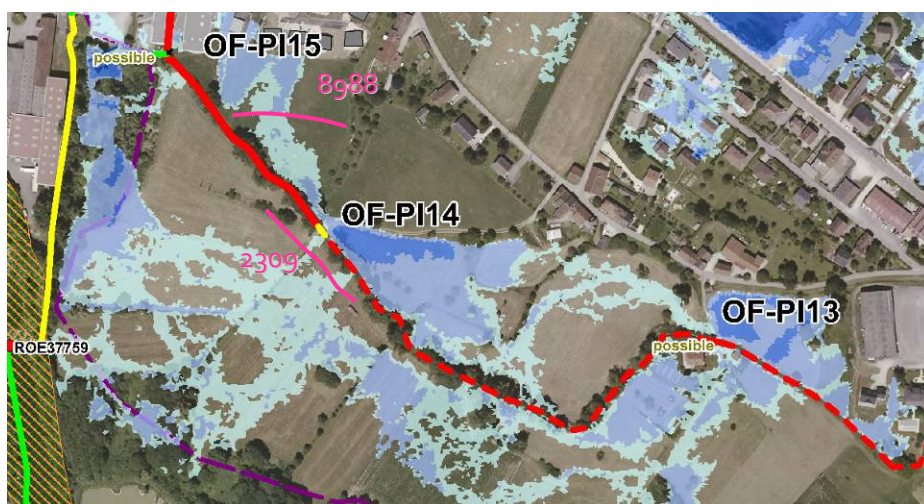
- Les débordements sont généralisés en RD et RG dès la Q2. Le gabarit du cours d'eau est à de très nombreux points insuffisant (points bas localisés).
- L'ouvrage OF-Pl13 est limitant en Q5.
- Les débordements en RG (point bas en amont de l'ouvrage OF-Pl13) contournent l'habitation surélevée (au niveau de l'ouvrage OF-Pl13) et se propagent par la suite essentiellement à travers champs ou rejoignent le cours d'eau. Les débordements en RD (en amont de l'ouvrage OF-Pl13) s'approchent des bâtiments et des habitations surélevés (cf. photo). Le chemin du Sauget constitue un "pseudo barrage" qui concentrent les écoulements.
- Plus en aval, l'ouvrage OF-Pl14 garde un tirant d'air, même faible.
- Des secteurs de débordements RD et RG se produisent du fait de nombreux point bas en amont de l'ouvrage OF-Pl14. Les volumes RD sont importants (de 5 682 m³ en Q2 à 8 988 m³ en Q10). Ils se propagent vers la ZAC de Hauterive et atteignent des bâtiments et des habitations. Ils rejoignent le cours d'eau et participent à sa mise en charge sur l'unité suivante (Pl2c). Les débordements en RG se propagent selon les lignes de pentes pour rejoindre le canal Sibille. Un point de concentration puis d'évacuation est l'ancien chenal qui rejoint le parking près du canal Sibille (au niveau de la buse OF-Pl15).
- L'ouvrage OF-Pl15 en aval de ce secteur (la buse sous le bâtiment du CAT de la ZAC de Hauterive) est effectivement limitant (fortement en charge dès la Q2) et provoque une remontée de la ligne d'eau en amont.



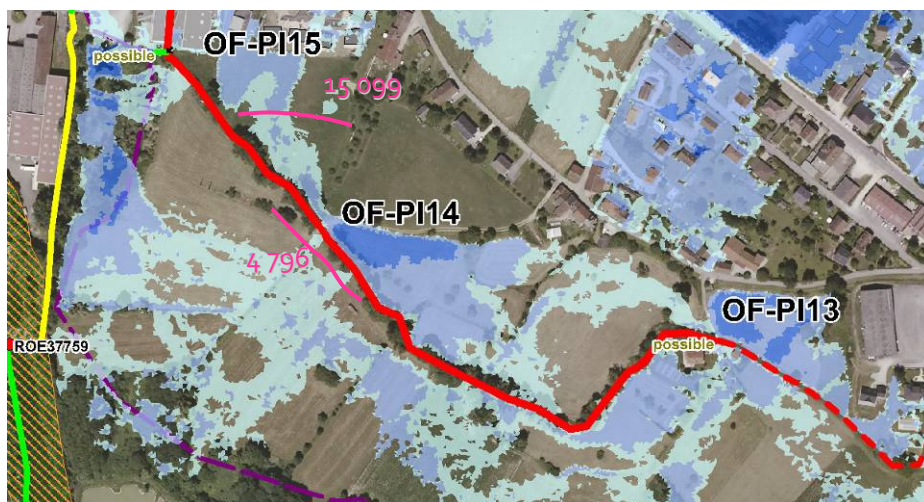
Q5

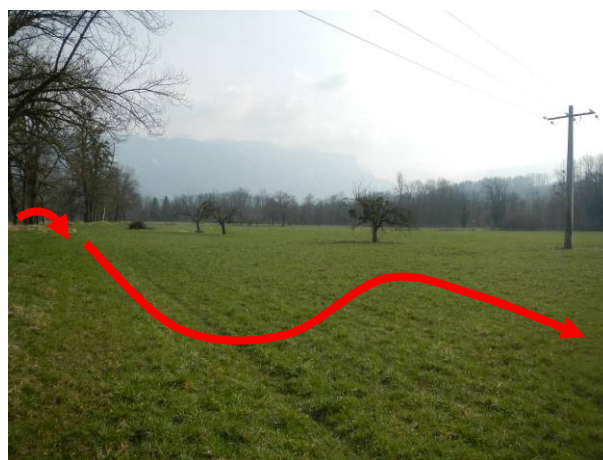


Q10



Q100





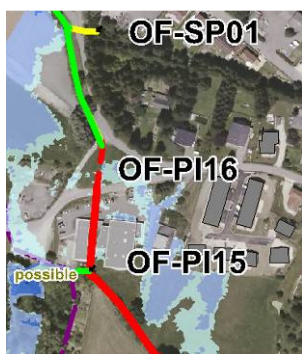
Pl2c

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
Pl2	Pl2c	OF-Pl15	OF-Pl16	Confluence Saint-Pierre	193	0.7%

- Le linéaire aval (en amont de la confluence) n'est pas en charge même pour Q100. La plupart des débordements RD de l'amont sont évacués par la Pisserotte.
- Par contre des débordements se produisent dans la partie à ciel ouvert (avant la deuxième buse sous la voirie de la ZAC) suite à l'arrivée massive des eaux de débordements amont qui rejoignent la Pisserotte.



Q2



Q5



Q10



Q100



Pl2d

Unités fonctionnelles	Unités homogènes	Limite amont	Ouvrages	Limite aval	Longueur (m)	Pente %
Pl2	Pl2d	Confluence Saint-Pierre		Confluence Canal	120.4	1.2%

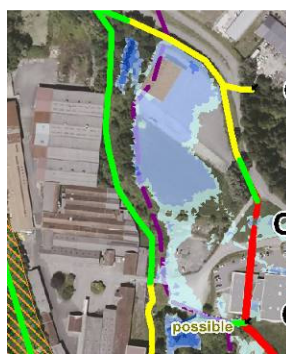
- Le gabarit du cours d'eau est largement suffisant et permet d'évacuer les débordements amont qui rejoignent le cours d'eau.
- Il n'y a pas de débordements.



Q2



Q5



Q10



Q100

SYNTHESE DU DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE

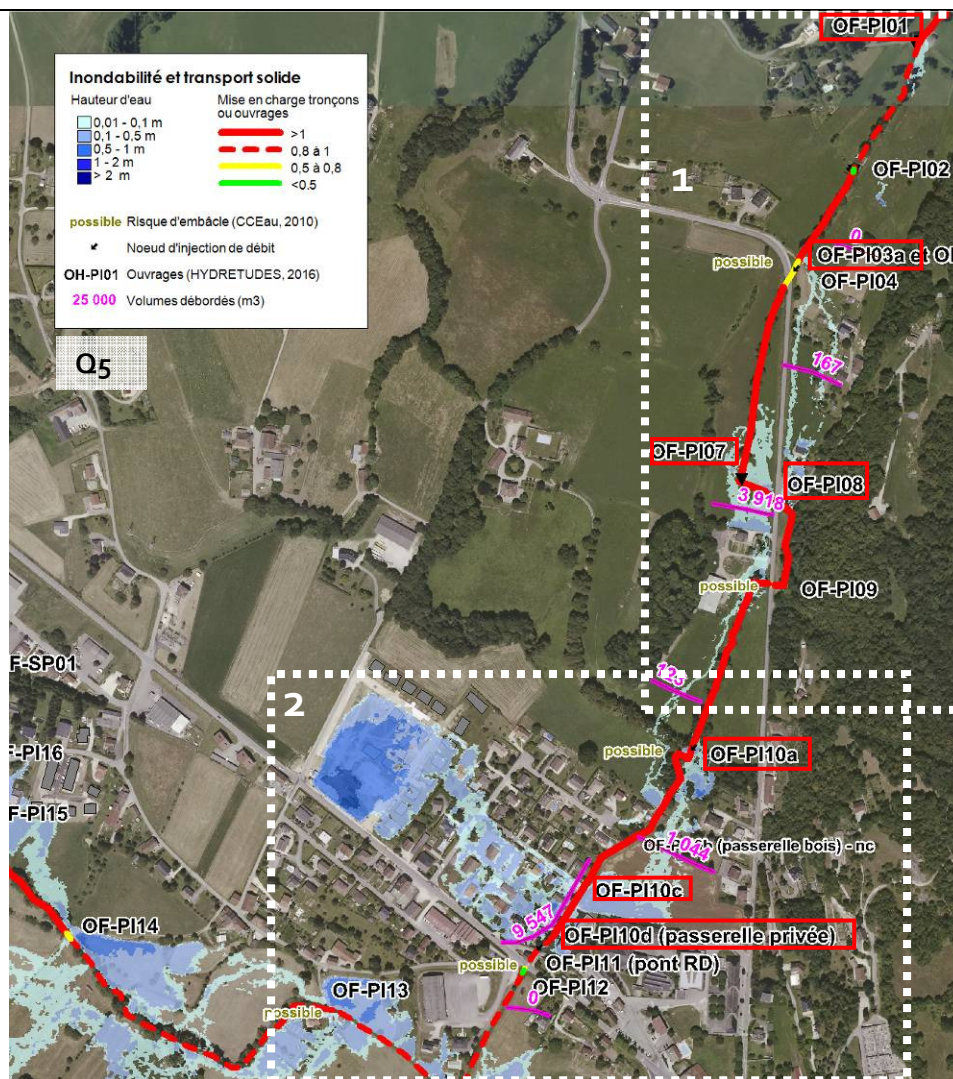
Le gabarit du ruisseau de la Pisserotte et les ouvrages sont limitants et induisent des inondations importantes et fréquentes (mise en charge du cours d'eau dès la crue de fréquence biennale).

Le diagnostic hydraulique peut se décliner sur 3 secteurs où les enjeux sont distincts :

- **Secteur 1** : La Pisserotte sur la commune de Saint-Pierre de Genebroz depuis le chemin de Sous Cote l'Epine jusqu'à l'aval de la ferme (limite communale avec Les Echelles - amont chemin du château)
- **Secteur 2** : La Pisserotte amont sur la commune des Echelles de l'aval de la ferme jusqu'au coude aval en contrebas de la RD 1006
- **Secteur 3** : La Pisserotte aval sur la commune des Echelles du coude aval en contrebas de la RD 1006 à la confluence

Secteur 1 (commune de St Pierre de Genebroz) depuis le chemin de Sous Cote l'Epine jusqu'à l'aval de la ferme (limite communale avec Les Echelles - amont chemin du château).

- Plusieurs secteurs de débordements liés à des ouvrages de trop faibles capacités ou à des points bas dès la Q2 sont observés :
 - L'ouvrage **OF-Pl01** (cadre 500x500) situé à l'extrémité du chemin de Cote sous l'Epine est limitant dès les crues courantes (Q2).
 - Un premier secteur de débordement en RG à l'aval de l'ouvrage OF-Pl01 (lié à un rehaussement du fond du lit et au dépôt d'origine sédimentaire - tufs). Les écoulements se propagent vers l'aval dans les champs.
 - Un deuxième point de débordement ponctuel en RG au niveau de l'ouvrage **OF-Pl03** (en charge en Q5). Les volumes débordés deviennent relativement importants en Q10 (1 075 m³) et se propagent vers les habitations à l'aval.
 - Après la 1ère traversée de la RD921, le cours d'eau est rectiligne et présente un large secteur de débordements RD et RG (dès la Q2) en amont et en aval de l'ancien ponceau de franchissement (OF-Pl07 est en charge en Q5) et cela jusqu'à la 2ème traversée de la RD921 (OF-Pl08 est en charge en Q2). Les volumes débordés sont importants (1078 m³ dès la Q2 et 7521 m³ pour Q10) et se propagent vers l'aval contraints par le muret de protection de la ferme et le talus de la route du lac d'Aiguebelette (fossé).
 - Après la 3ème traversée de la RD921, en aval de la ferme, des débordements se produisent en Q5 du fait d'un gabarit du cours d'eau trop faible (zone de replat, de divagation et de rehaussement). Ces débordements se propagent vers l'aval à travers champs puis passent le chemin du château pour atteindre le nord du lotissement du Maillet. Les volumes sont faibles en Q5 (123 m³) mais deviennent relativement importants en Q100 (3794 m³).
- Sur ce secteur, le risque inondation de la Pisserotte sur les personnes et biens concerne ainsi :
 - Les 4-5 habitations situées en rive gauche en contrebas de la RD921 et desservies par le chemin de Combe Noire. Le fossé existant en pied de coteau Est (qui draine les éventuelles eaux débordantes amont et les résurgences et les remontées de nappe proches de ces habitations enclavées) permet d'évacuer en partie les écoulements vers l'aval.
 - Le bâtiment de la ferme situé en rive droite en aval des traversées de la RD921 et dont le hangar se situe à cheval sur les deux communes. Le mur de ceinture que le propriétaire de la ferme en rive droite a aménagé pour se protéger des inondations est efficace pour les crues courantes (Q2-Q5). Le bâtiment d'habitation n'est toutefois jamais touché.



Secteur 1 et 2

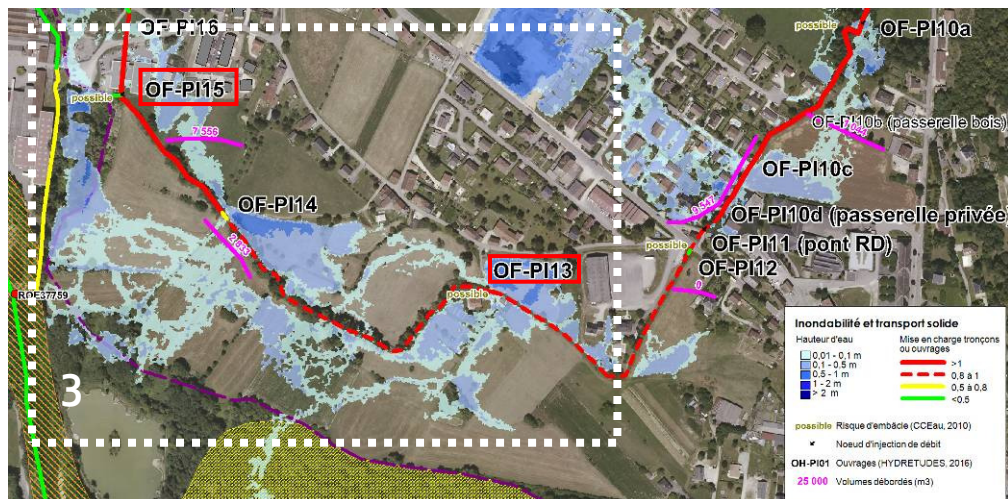
Secteur 2 (commune des Echelles) de l'aval de la ferme jusqu'à l'aval RD1006 (après coude aval).

- Plusieurs secteurs de débordements liés à des ouvrages de trop faibles capacités ou à des points bas dès la Q2 sont observés :
 - Un premier point bas en RG situé au niveau de l'ouvrage OF-PI10a (chemin du château Savardin) induit également, dès les crues courantes (Q2), des débordements. Les volumes débordés qui rejoignent la parcelle agricole plus aval sont importants (1044 m3 en Q5 2161 m3 pour Q10). Ils ne touchent pas les habitations qui sont plus en retraits.
 - Un secteur de débordements généralisés RD et RG est observé depuis l'amont de la passerelle piétonne du lotissement (OF-PI10a en charge en Q5) jusqu'à l'ouvrage de franchissement de la RD 1006. Les gabarits du cours d'eau et de la passerelle d'accès à l'habitation (OF-PI10d) sont insuffisants dès la Q2. Le profil en long de ce secteur présente une rehausse locale qui n'est pas favorable au transit des débits.
 - Les volumes débordés (RD) sont importants à très importants (1209 m3 en Q2 ; 9547 m3 pour Q5 et 15 878 m3 pour Q10). Les écoulements en RD se propagent en lit majeur selon la ligne de pente à travers les voiries du lotissement du Maillet. Ils rejoignent une zone basse au niveau du nouveau lotissement (allée des Fresnes) où ils s'accumulent dans la dépression puis, en cas de très forte crue, rejoignent le sous-bassin du ruisseau de Saint-Pierre ou le bassin de la Pisserotte aval.

- L'ouvrage aval de traversée de la RD 1006 n'est en charge que pour la Q₁₀₀ du fait du rétrécissement amont. De très faibles débordements franchissent alors la RD 1006.
- Le risque inondation de la Pisserotte sur les personnes et biens sur ce secteur concerne ainsi :
 - Une trentaine d'habitations en RD en cas de crue courante (Q₂-Q₅) au niveau du lotissement du Maillet et du nouveau lotissement allée des Fresnes. En cas de crue plus rares (Q₁₀, Q₁₀₀), les débordements peuvent franchir la route de Savardin ou la route de Lyon (RD 1006) et toucher d'autres habitations (au sud de la RD 1006).
 - L'accès et le parking du bâtiment des pompiers.
- La parcelle agricole en RG constitue un champ d'expansion naturelle des crues.

Secteur 3 : du coude à l'aval RD1006 au Guiers c'est à dire la plaine.

- De très nombreux secteurs de débordements liés à des ouvrages de trop faibles capacités ou à des points bas dès la Q₂ sont observés :
 - L'ouvrage OF-PI15 (buse sous le CAT de la ZAC de Hauterive) est fortement en charge dès la Q₂. L'ouvrage OF-PI13 est limitant en Q₅.
 - Les débordements sont généralisés en RD et RG dès la Q₂ (de très nombreux points bas en RD et RG). Les volumes débordés sont importants. Les volumes RD sont importants (de 5 682 m³ en Q₂ à 8 988 m³ en Q₁₀). Ils se propagent vers la ZAC de Hauterive et atteignent des bâtiments et des habitations.
- Le risque inondation de la Pisserotte sur les personnes et biens sur ce secteur concerne ainsi :
 - 1 habitation située en rive gauche en contrebas du ruisseau. Cependant les débordements en RG (point bas en amont de l'ouvrage OF-PI13) contournent l'habitation surélevée et se propagent par la suite essentiellement à travers champs ou rejoignent le cours d'eau.
 - La ZA de Hauterive qui est touchée par les débordements RD provenant de l'amont.



Secteur 3

2.3 DIAGNOSTIC MORPHODYNAMIQUE

Toute rivière naturelle mobilise grâce à son flux liquide des éléments solides plus ou moins volumineux, issus de l'érosion de son lit, de ses berges, ou de l'érosion naturelle des versants situés en amont du bassin. Ces sédiments sont transportés par l'eau, comme un tapis roulant au mouvement discontinu, dont l'intensité varie selon les périodes de crues ou les étiages. Par ce phénomène, le cours d'eau ajuste sa pente, la géométrie de son lit, conformément aux caractéristiques de la vallée dans laquelle il s'écoule. Le fonctionnement morphodynamique naturel des cours d'eau peut être perturbé par des interventions humaines très diverses sur la morphologie de la rivière (rectification, recalibrage, etc.).

Le diagnostic morphodynamique vise ainsi à comprendre les phénomènes sédimentaires liés aux crues qu'ils soient naturels ou anthropiques. Il permet de fournir les informations nécessaires pour définir les évolutions prévisibles de l'environnement du cours d'eau et des ouvrages.

Le fonctionnement hydro-sédimentaire du ruisseau de la Pisserotte est appréhendé selon 2 axes méthodologiques complémentaires :

- La contribution des bassins versants à la formation de la charge de fond (sensibilité des versants à l'érosion).
- Le rôle des berges dans l'alimentation de la charge solide actuelle.

2.3.1 CONTRIBUTION DES BASSINS VERSANTS À LA FORMATION DE LA CHARGE SÉDIMENTAIRE

❖ EXPLOITATION DES DONNÉES CARTOGRAPHIQUES ET PREMIÈRES OBSERVATIONS DE TERRAIN

Les paramètres naturels et anthropiques propres au bassin versant qui influent sur la formation et le transit de la charge solide vers les cours d'eau principaux ont été analysés à partir des données cartographiques (topographie, géologie, occupation du sol) et des premières observations de terrain.

Les conditions du bassin versant de la Pisserotte (lithologie des versants, pentes des vallons relativement faibles, réseau de drainage réduit, débits liquides peu importants) prédefinisent une **faible sensibilité naturelle des versants à l'érosion et une faible capacité à transférer des débits solides** depuis les versants latéraux vers l'aval.

Seule l'occupation du sol, essentiellement agricole en rive droite, constitue une source potentielle d'alimentation sédimentaire mais en particules fines. La présence d'une forêt dense en rive gauche implique une protection «naturelle» des versants contre l'érosion plus importante.

❖ ANALYSE DOCUMENTAIRE ET HISTORIQUE

L'analyse documentaire et historique du secteur permet de mettre en évidence la faible évolution depuis un demi-siècle des facteurs variables (occupation du sol, morphologie du lit) agissant sur la mobilisation des matériaux et le transit sédimentaire.

Les cartes de Cassini (1779-80) et d'Etat Major (vers 1880) sur le secteur de la Pisserotte montrent l'évolution de la confluence de la Pisserotte entre le 18ème et le 19ème siècle. Le tracé de la RD1006 est déjà visible.

Au cours du 18ème siècle, un peu partout dans le bassin versant, les cours d'eau ont été aménagés pour l'irrigation agricole par gravité, soit à partir des ouvrages de dérivation utilisés par ailleurs pour l'industrie, soit à partir de simples ouvrages d'obstruction du lit qui favorisaient les débordements et l'irrigation de la plaine. Cette pratique a été très fréquente sur les petits affluents, en particulier sur leur cône de déjection car la position en toit du lit favorisait l'irrigation gravitaire latérale. Il semble que le ruisseau de la Pisserotte est été aménagé pour cela.

Dans la partie aval, les travaux à but industriel ou pour l'assainissement des zones humides et marécageuses en bordure du Guiers vif et du Guiers ont sans doute fortement participé au déplacement de la confluence de la Pisserotte entre le 18ème et le 19ème siècle.

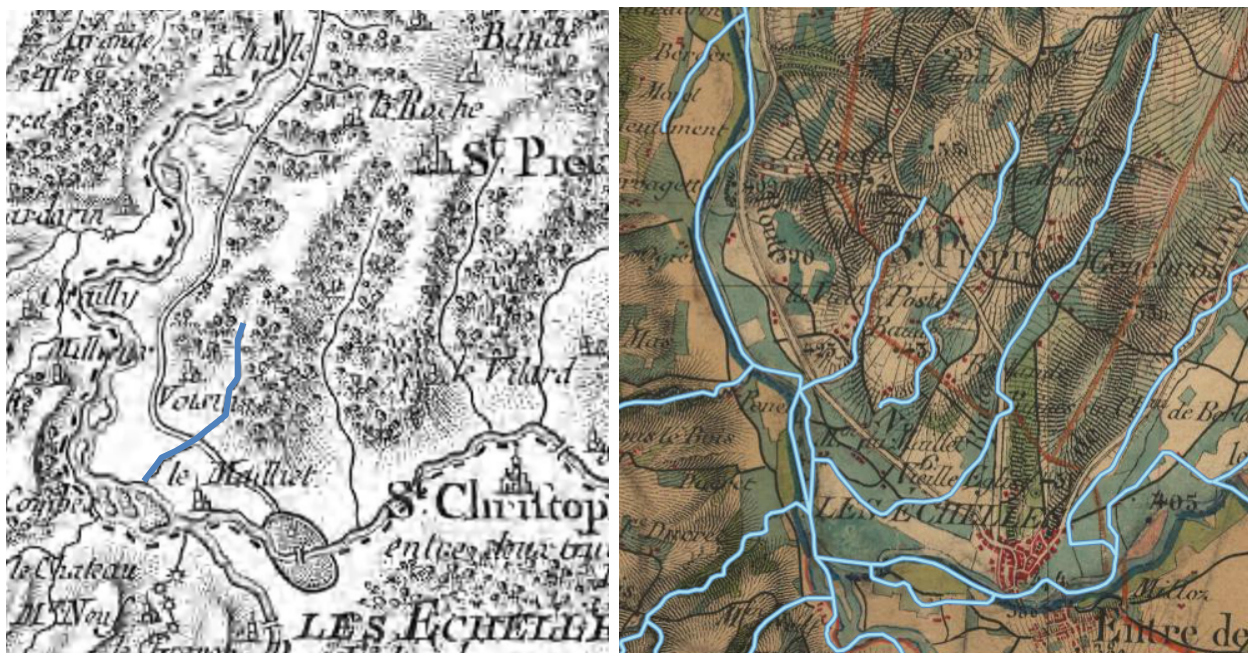


Figure 21 : Cartes de Cassini (1779-80) et d'Etat Major (vers 1880) sur le secteur de la Pisserotte

L'analyse des vues aériennes prises à différentes époques (entre 1939 et nos jours) permet de mettre en évidence la stabilité du tracé du lit mineur du ruisseau de la Pisserotte depuis 1939. Les "étrangetés" de tracé, comme le passage sous la RD1066 avec ses deux coudes, sont déjà présentes en 1939. Le ruisseau de la Pisserotte est un cours d'eau peu mobile. Le bassin versant a de même peu évolué : terres agricoles sur le versant rive droite et forêt sur le versant calcaire rive gauche. L'aval du secteur s'est urbanisé avec la création de lotissement du Maillet (1988/1990) et d'une zone d'activité.

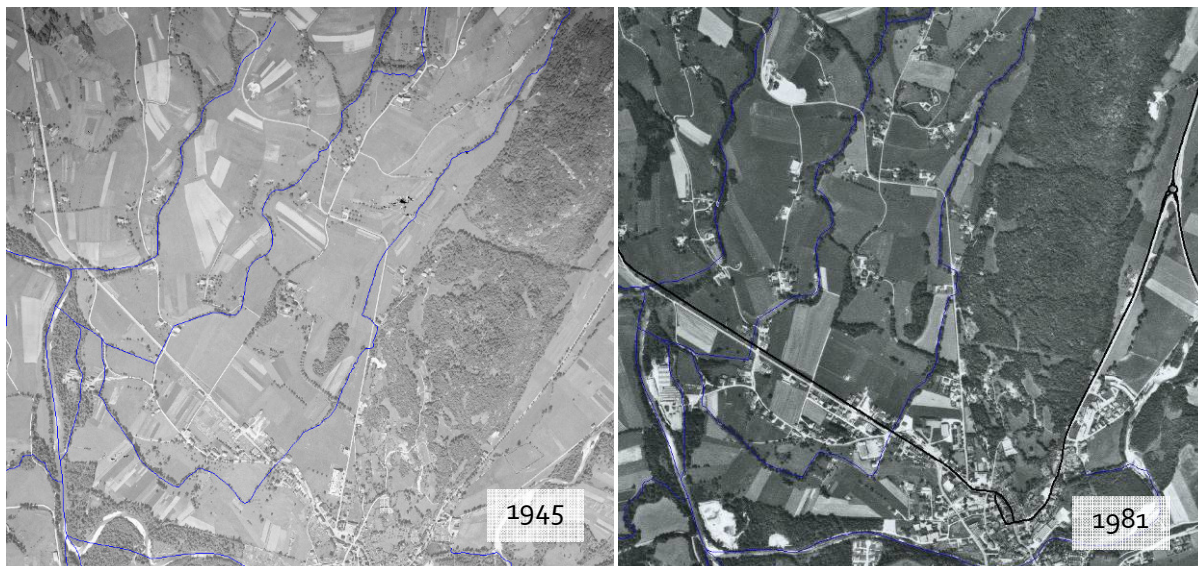




Figure 22 : Photographies aériennes et orthophotographies sur le secteur du ruisseau de la Pisserotte (en bleu réseau hydrographique actuel)

Les photos récentes montrent toutefois une évolution de l'urbanisation avec 2 nouvelles zones urbanisées depuis 2012 sur le secteur aval de la RD1006 :



Figure 23 : Mise à jour de l'urbanisation sur le secteur du ruisseau de la Pisserotte

2.3.2 RÔLE DES BERGES DANS L'ALIMENTATION DE LA CHARGE SOLIDE ACTUELLE

Les apports latéraux provenant du bassin versant sont faibles. Il s'agit dès lors de comprendre d'où provient la charge de sédiment actuelle et les modalités du transit sédimentaire dans le cours d'eau. L'hypothèse est que l'essentiel de la charge provient de l'érosion et du déstockage des berges.

❖ IDENTIFICATION DES MANIFESTATIONS DE LA DYNAMIQUE FLUVIALE

La localisation des secteurs d'érosion des berges et de réinjection de matériel alluvial dans le chenal, de stockage et d'engraissement du fond du lit, a été réalisée lors des reconnaissances de terrain.

De manière générale le ruisseau de la Pisserotte présente des secteurs caractérisés par l'alternance de l'amont vers l'aval de deux types de zones :

- **zones préférentielles d'érosion** : ces secteurs sont caractérisés par une incision du fond du lit et/ ou par un déstockage des berges. Différents facteurs peuvent expliquer ces phénomènes : la géométrie du lit, la présence de seuils et le déficit en matériaux, l'absence de ripisylve, la nature du matériel alluvial, les curages du fond du lit à l'origine d'une érosion régressive accentuant la déstabilisation des berges.
- **zones préférentielles de stockage** : ces secteurs sont caractérisés par un exhaussement du lit mineur liés aux débordements en lit majeur (ceux -ci induisent une diminution de la capacité de charriage dans le lit mineur tandis que le déficit en matériaux transportés par charriage en aval a pour conséquence un abaissement du fond à l'aval et des érosions latérales).

SYNTHESE DU DIAGNOSTIC HYDRO-MORPHOLOGIQUE

L'analyse historique (héritage du passé) montre que la Pisserotte a sans doute été aménagée pour l'irrigation agricole par gravité, à partir de simples ouvrages d'obstruction du lit qui favorisaient les débordements et l'irrigation de la plaine. Cette pratique a été très fréquente sur les petits affluents, en particulier sur leur cône de déjection car la position en toit du lit favorisait l'irrigation gravitaire latérale.

La **stabilité du tracé du lit mineur** du ruisseau de la Pisserotte est vérifiée depuis 1939 (les "étrangetés" de tracé, comme le passage sous la RD1066 avec ses deux coudes, sont déjà présentes en 1939).

L'analyse de terrain a mis en évidence l'alternance **de zones préférentielles d'érosion** et de **zones préférentielles de stockage** à mettre en relation avec d'une part les singularités hydrauliques et les débordements qui ont lieu. En effet, les débordements en lit majeur induisent une diminution de la capacité de charriage dans le lit mineur et ainsi un exhaussement du lit mineur tandis que le déficit en matériaux transportés par charriage en aval a pour conséquence un abaissement du fond à l'aval et des érosions de berges parfois conséquentes. L'exhaussement du fond du lit ne cause pas forcément de désordre sur les berges, mais il augmente la fréquence des crues débordantes.

2.4 DIAGNOSTIC "MILIEUX AQUATIQUES" ET "PAYSAGER »

2.4.1 SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE BURGEAP 2010

Les éléments présentés ci-dessous sont issus du Schéma morpho écologique des cours d'eau du bassin versant du Guiers (BURGEAP, 2010) :

« Le Ruisseau du Maillet (ou Ruisseau de Pisserotte) n'a pas été analysé en terme de fonctionnement hydromorphologique. Ce cours d'eau est marqué par des enjeux hydrauliques sur sa partie aval, en aval de la RD1006 notamment, où des projets de développement urbains et d'activités seraient envisagés.

Ce cours d'eau mérite qu'une approche globale milieux/usages/risques soit développée pour établir un schéma d'aménagement équilibré. »

La Pisserotte ne présente pas d'enjeux piscicoles.

2.4.2 DIAGNOSTIC DU POTENTIEL ECOLOGIQUE ET « PAYSAGER » DE LA PISSEROTTE

Des reconnaissances naturalistes ont été menées entre le mois d'avril et juillet 2016 par HYDRETTUDES.

L'objectif de ces reconnaissances étaient de recenser les espèces faunistiques et floristiques observées lors des campagnes de terrain et de compléter ces données par une analyse bibliographique.

Il ressort de cette étude des potentialités écologiques, que **le milieu est fortement anthropisé**, les espèces présentes sont des espèces liées au cours d'eau, aux petits boisements, aux milieux ouverts et milieux anthropisés de part la présence de villages et habitations diffuses. Au vu des aménagements hydrauliques, l'impact sur le milieu naturel et sur les habitats d'espèces est limité.

L'ensemble de l'analyse des potentialités écologiques est détaillé dans un rapport à part entière qui est fourni en annexe 6.

Les secteurs des Maillets et de l'étang du Sauget sont très fréquentés mais ils ne sont pas reliés par le réseau de chemin. La zone industrielle et les personnes qui y travaillent n'ont pas d'accès direct à l'étang.

Partie 3. Recherche de solutions d'aménagements

Suite au diagnostic des cours d'eau sur le secteur de la Pisserotte, des orientations d'aménagement ont été définies par problématique en concertation avec le maître d'ouvrage et le comité de pilotage. Il s'agissait de trouver un compromis entre les exigences enjeux / fonctionnalité du cours d'eau / sécurité / réglementations et la volonté de consacrer les moyens appropriés.

3.1 ENJEUX ET OBJECTIFS PAR THÉMATIQUE

Avant de proposer des scénarios d'aménagement, des réunions de concertation avec les communes ont été menées afin de mieux cerner les attentes de ces dernières en lien avec la gestion et l'aménagement des cours d'eau. Les principaux objectifs par thématique sont décrits ci-dessous.

Pour rappel les objectifs du SDAGE sur ce secteur sont :

- ✓ OF6 : Préserver et re-développer les fonctionnalités naturelles des bassins et des milieux aquatiques
- ✓ OF8 : Gérer les risques d'inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau

3.1.1 RISQUE HYDRAULIQUE (PROTECTION DES PERSONNES ET DES BIENS)

Les risques hydrauliques concernent 3 secteurs à enjeux dès la Q2 avec des problématiques différentes qui induisent des orientations différentes.

- **Secteur 1 (commune de St Pierre de Genebroz) depuis le chemin de Sous Cote l'Epine jusqu'à l'aval de la ferme (limite communale avec Les Echelles - amont chemin du château).**

Ce secteur présente des enjeux dès la Q2. Le risque inondation concerne 4-5 habitations situées en rive gauche en contrebas de la RD921 desservies par le chemin de Combe Noire et la ferme en rive droite en aval des traversées de la RD921.

La commune de Saint-Pierre de Genebroz souhaite que les aménagements réduisent autant que possible le risque inondation et les impacts associés pour les biens existants. Cependant elle souhaite que ces travaux de protection soient proportionnels à l'ampleur limitée du risque et du nombre de biens exposés.

Les solutions d'aménagements doivent tenir compte de ces deux aspects. Des aménagements lourds de type endiguement, ou bien de stockage en lit majeur, ou de recalibrage du lit depuis le chemin de Sous Cote l'Epine jusqu'à la limite communale aval s'avèreraient excessifs et peu "rentables" (analyse Coûts/Bénéfices).



Figure 24 : Les habitations et la ferme à protéger

La commune de Saint-Pierre de Genebroz a rappelé le contexte urbanistique du secteur de Combe Noire ; la carte d'aléas de la commune a classé cet espace en zone d'aléa inondation rendant ces terrains inconstructibles (hors ceux déjà existants).

- **Secteur 2 (commune des Echelles) de l'aval de la ferme jusqu'à l'aval RD1006 (après le coude aval).**

Le secteur en amont de la RD 1006 présente des enjeux très forts avec l'inondation des lotissements en rive droite dès la Q2 et des érosions de berges.

Le diagnostic de cette étude a confirmé l'impact de deux ouvrages de franchissement de la Pisserotte au niveau du lotissement du Maillet et du gabarit du cours d'eau insuffisant sur ce secteur. La zone naturelle d'expansion des crues doit être conservée ou aménagée.

Les enjeux étant importants, les solutions d'aménagements doivent permettre d'assurer le transit et la protection des berges au droit du lotissement du Maillet (« Bois du Comte ») pour une **crue décennale (Q10) en amont de la RD. La recherche de solution pour diminuer le risque inondation pour une Q100 est budgétairement irréaliste pour la commune.**



Figure 25 : Les enjeux à protéger (berges érodées et habitations)

- **Secteur 3 : du coude à l'aval RD1006 au Guiers c'est à dire la plaine.**

Ce secteur présente des enjeux forts avec l'inondation de la ZA de Hauterives. L'objectif est de traiter l'insuffisance de la buse ($\varnothing 600$) au droit du CAT pour la **Q10**.

3.1.2 GESTION DES SÉDIMENTS

Cette thématique concerne :

- la protection des berges contre les érosions proches des enjeux (secteur 2),
- la gestion des apports en sédiment afin de limiter les exhaussements du lit qui accentuent les inondations,
- l'entretien du cours d'eau (encombrements ponctuels du lit (tufs ou souches), curages...). L'entretien régulier est initialement à mener par les propriétaires riverains.

3.1.3 GESTION DU POTENTIEL ECOLOGIQUE ET « PAYSAGER »

Des aménagements en génie végétal doivent être privilégiés dans la mesure où les conditions d'écoulements et les contraintes latérales le permettent. Ils auront non seulement la vocation de diversifier les écoulements, améliorer le potentiel hydrobiologique et piscicole du cours d'eau concernés, mais aussi de rendre le site plus attractif pour les riverains.

Ce type d'aménagement concerne les secteurs 1 et 2. Ils sont aussi envisageables sur le secteur 3 avec la restauration du lit sur environ 900 ml à l'aval de la RD1006. Rappelons que la Pisserotte dans cette partie de la plaine présente de nombreux assècs, limitant son potentiel.

3.2 ORIENTATIONS D'AMÉNAGEMENT PROPOSEES

Les solutions techniques envisageables pour répondre aux objectifs établis lors de la concertation sont directement issues de l'analyse :

- des principes d'aménagement validés par le fonctionnement hydraulique ou écologique recherché (gestion du risque inondation, gestion sédimentaire ...);
- des contraintes voirie-réseaux divers associées ;
- des préconisations environnementales ;
- des enjeux fonciers et paysagers.

Il s'agit de définir sommairement les techniques envisageables, et d'évaluer leur faisabilité. Les orientations d'aménagement sont présentées par secteur de cours d'eau ; plusieurs objectifs peuvent donc y être associés.

Lors de cette phase, des propositions d'aménagements ont été présentées, puis discutées avec les comités de pilotage.

3.2.1 SECTEUR 1 (SAINT-PIERRE DE GENEPROZ)

Objectif 1 : Réduire les inondations pour une Q10

Objectif 2 : Améliorer le transit sédimentaire

Objectif 3 : Prendre en compte les attentes en matière d'aménagement de l'espace et des contraintes financières

❖ SCÉNARIO 1 : AMÉNAGEMENT D'UN NOUVEAU LIT EN PIED DE RD921

La première solution envisagée est l'aménagement d'un nouveau lit au droit du point bas naturel du vallon (passant au plus près des habitations actuellement menacées). Ce scénario est jugé non pertinent aussi bien pour des raisons foncières qu'environnementales, et qu'infrastructurales (contraintes pour le gestionnaire de la voirie CD38 en termes de tracé (nouveau lit entre la route et les bâtis) et de coût (linéaire minimum du nouveau lit: 300 ml).

❖ SCÉNARIO 2 : GESTION DES DÉBORDEMENTS PAR UN PARCOURS À MOINDRE DOMMAGE

Il s'agirait de développer un parcours à moindre dommage, à partir des écoulements orientés aujourd'hui naturellement par la présence d'un mur à hauteur de la ferme et d'un fossé de drainage derrière les maisons de Combe Noire. Une ceinture complémentaire emmurée en amont des maisons collectant les eaux débordantes vers le fossé derrière les maisons de Combe Noire pourrait être aménagée. Par contre, la maîtrise des emprises requises pour ce projet tant d'un point de vue "foncier" (cf. propriétaires déboutés dernièrement), que d'un point de vue "milieux" rend la faisabilité de cet aménagement très incertaine.

❖ SCÉNARIO 3 : AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES

L'objectif est de proposer des aménagements pour réduire le risque hydraulique en Q10. Suite à la concertation avec la commune, le scénario d'aménagement à développer sera ainsi :

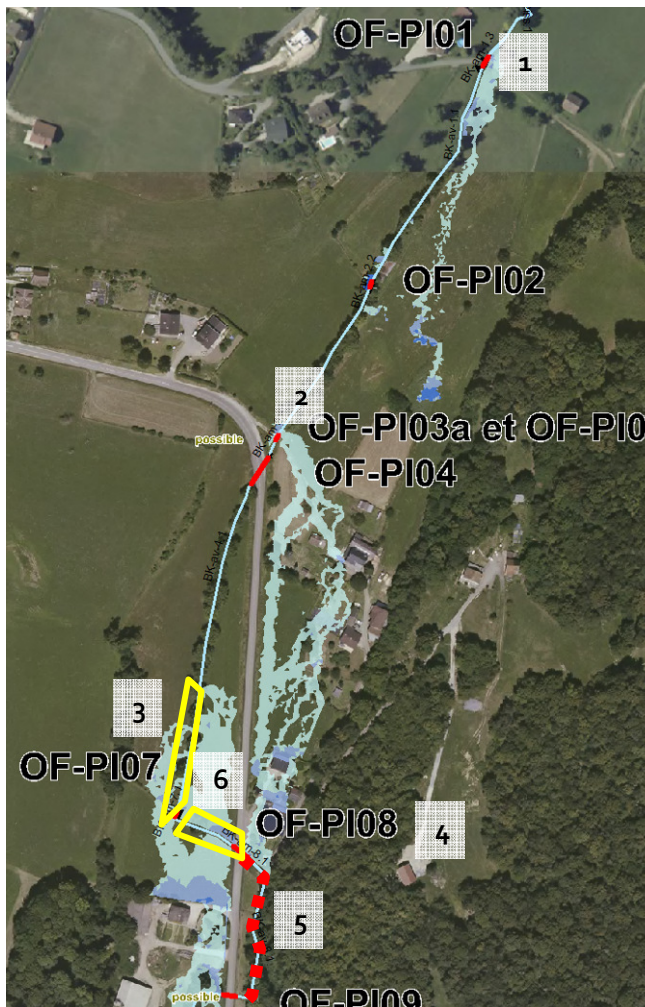


Figure 26 : Zones inondées pour la Q₁₀ et localisation des aménagements pour réduire le risque hydraulique en Q₁₀

1. **Remplacement et mise au gabarit de l'ouvrage (OF-PI01)** - situé à l'extrémité du chemin de Cote sous l'Epine pour permettre de faire transiter une **Q₁₀ = 1.72 m³/s** (et mise au gabarit du lit du cours d'eau à proximité de l'ouvrage (en particulier en aval) ;
2. **Entretien de la ripisylve / Coupe de la cépée en berge droite** qui fait verrou à quelques dizaines de mètres en amont du 1er virage de la RD921 ;
3. **Curage ponctuel et dégagement de la section encombrée du lit en amont** de la double traversée de la RD921 ; cet aménagement relève d'un entretien régulier initialement à mener par les propriétaires riverains ;
4. **Curage du second ouvrage de traversée** de la RD921 en amont ferme (OF-PI08) ;
5. **Aménagement du lit entre les 2 traversées** rapprochées de la RD921 sans remplacement des ouvrages de franchissement, avec pour principe un **recalibrage du lit pour une Q₁₀ = 2.35 m³/s** (ce qui permettra de retirer le tuf constituant la quasi-totalité du fond actuel) et une revalorisation du caractère naturel de cette bande de terrain située en pied de coteau (bande ceinturée par les voiries et chemin existant, à préserver) ;

6. **Plan de gestion/Aménagement/gestion d'une petite plage de dépôts** implantée soit dans le méandre précédant la première traversée (point de débordement actuel en amont de OF-PI07), soit en sortie de la traversée amont de la ferme (en accord avec la réduction de la pente générée par le curage de cet ouvrage et la restauration du lit entre les deux ouvrages OF-PI07 et OF-PI08).

3.2.2 SECTEURS 2 ET 3 (LES ECHELLES)

Objectif 1 : Réduire les inondations pour une Q₁₀

Objectif 2 : Améliorer le transit sédimentaire et protéger les berges des érosions à proximité des enjeux

Objectif 3 : Pendre en compte les attentes en matière d'aménagement de l'espace et des contraintes financières

❖ **SCENARIO 1 : COUPLAGE D'UN RALENTISSEMENT DYNAMIQUE (BASSIN(S) DE RÉTENTION(S)) ET D'UN RECALIBRAGE DU COURS D'EAU**

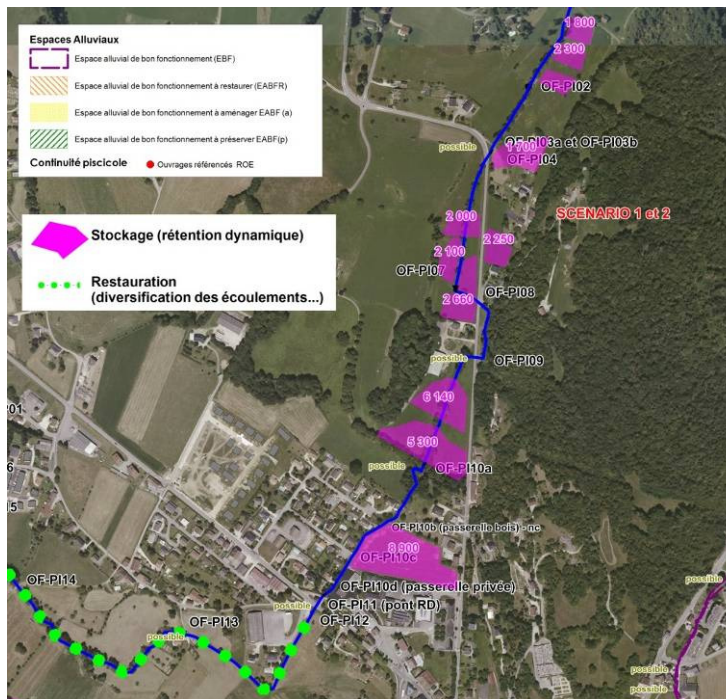
La première solution envisagée est de combiner le recalibrage du cours d'eau sur la zone à enjeu en amont de la RD 1006 avec un stockage des débordements contrôlés dans des ouvrage(s) écrêteur(s) alimenté(s) par surverse sur la partie amont.

Scenario 1-a : Une solution serait d'utiliser un nombre important de petits bassins tout au long du cours d'eau qui stockeraient le volume des petites et moyennes crues en amont de la zone urbanisée partout où cela est

possible. **Le volume disponible potentiel s'élève ainsi à 38 000 m³ en amont de la RD 1006 par la création de 12 bassins constitués de barrages de 2 m maximum de haut.** Ces bassins permettraient de réduire le débit de pointe et de retarder l'écoulement en aval, tout en restaurant les aspects bénéfiques de la submersion temporaire de l'ancien lit majeur de la Pisserotte.

Cependant cette solution a été rapidement abandonnée suite à la concertation avec les communes, notamment pour des raisons foncière et paysagère.

a) Localisation des zones de stockages potentielles (indications des estimations des volumes disponible potentiel)



b) Principe des ouvrage(s) écrêteur(s) alimenté(s) par surverse

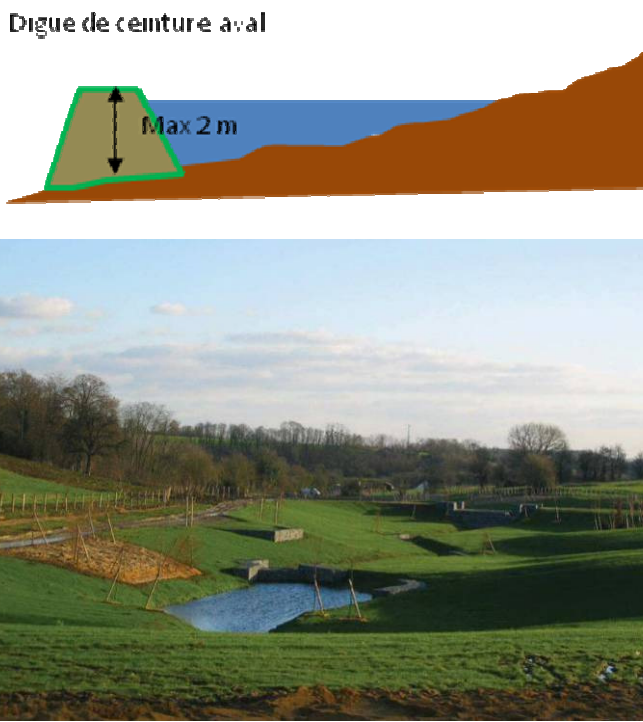


Figure 27 : Principe du stockage des débordements contrôlés dans des ouvrage(s) écrêteur(s) alimenté(s) par surverse

Scenario 1-b : Couplage d'un bassin de rétention et d'un recalibrage du cours d'eau.

Principes des aménagements :

1. Les volumes à stocker sont définis à partir du **débit admissible par la Pisserotte aval RD1006** établi à $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (déjà trop important pour le Ø600 aval dans la ZA de Hauterives, d'où la création d'un canal de décharge de crue complémentaire développé par la suite).

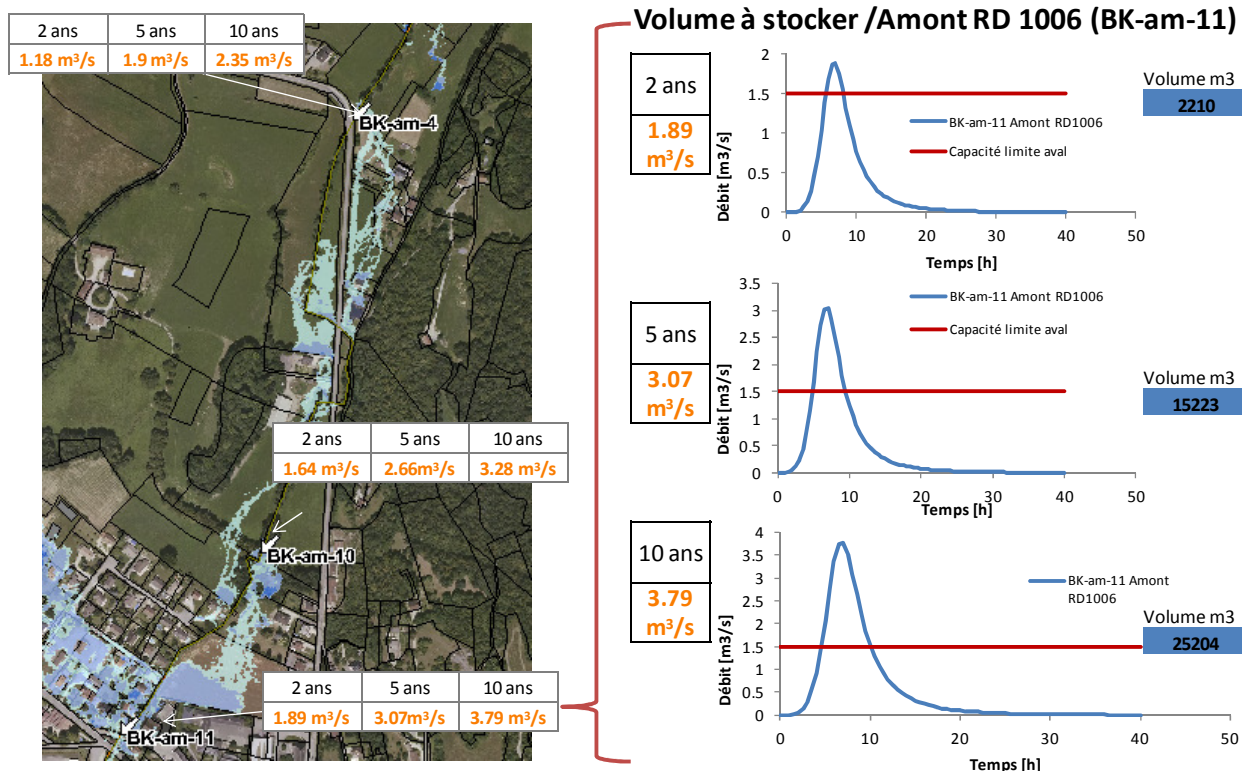


Figure 28 : Volumes à stocker au niveau de 3 sites potentiels de stockage

2. Choix et positionnement du bassin de rétention :

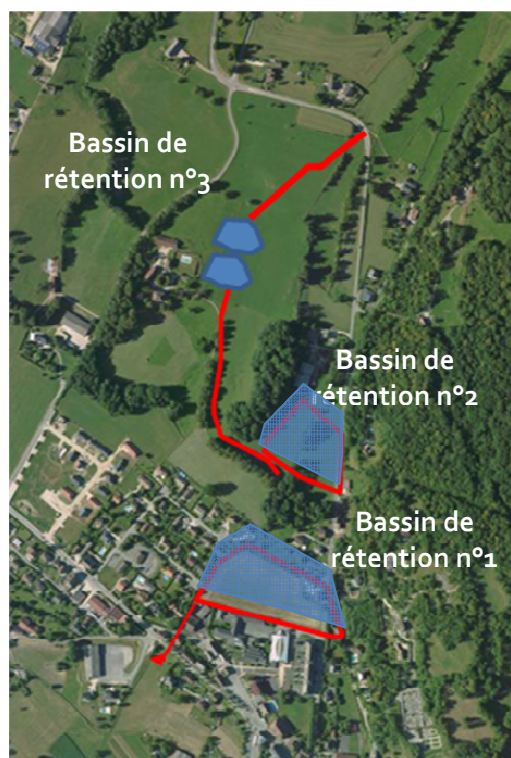


Figure 29 : Choix et positionnement de 3 bassins de rétention

- **Bassin de rétention implantation n°1 (secteur collège) :**

Ce bassin permet de stocker jusqu'à la Q10 (25 000 m³).

Cette solution est possible uniquement par surcreusement (1 à 2,3m pour Q5 et 1,5 à 3m pour Q10). La revanche de sécurité de 1m sera assurée par un modelé de terrain en remblai calé au niveau du terrain naturel en amont du collège.

Les réserves techniques sur la faisabilité de cet aménagement sont de deux ordres :

- la faisabilité en fonction du niveau de la nappe potentielle ou d'un rocher affleurant ;
- faisabilité en fonction de la nécessité de rejeter le débit de fuite en aval de la RD1006 pour Q10 (cf. il est nécessaire d'avoir une dénivelée pour l'exutoire pour une vidange gravitaire).

La parcelle peut accueillir différentes possibilités d'usages combinés à la fonction de stockage des crues :

Niveau 1 (-1.50 du TN) : zone fréquemment inondée (Q2)

- Possibilité de création d'une zone humide, parcours de découverte du milieu écologique.
- Décloisonnement des lotissements avec cheminement piéton et passerelles associées.
- Accès véhicules pour entretien depuis la caserne pompiers.

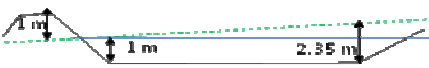
Niveau 2 (-1 m du TN) : Plateau sportif (zone pouvant être inondée en Q5-Q10)

- Possibilité d'insérer un terrain de foot de format 45m*90m (petit format).
- Possibilité d'établir une jonction directe avec l'entrée du collège ou la cour du collège

Niveau 3 (bord RD) : plateau des équipements

- Le niveau actuel du terrain est conservé, zone non inondable.
- Possibilité d'intégrer les équipements tels que : vestiaires, sanitaires, aire de jeux pour enfants...etc.

Bassin de rétention n°1 :



Déversement dans le Bassin pour

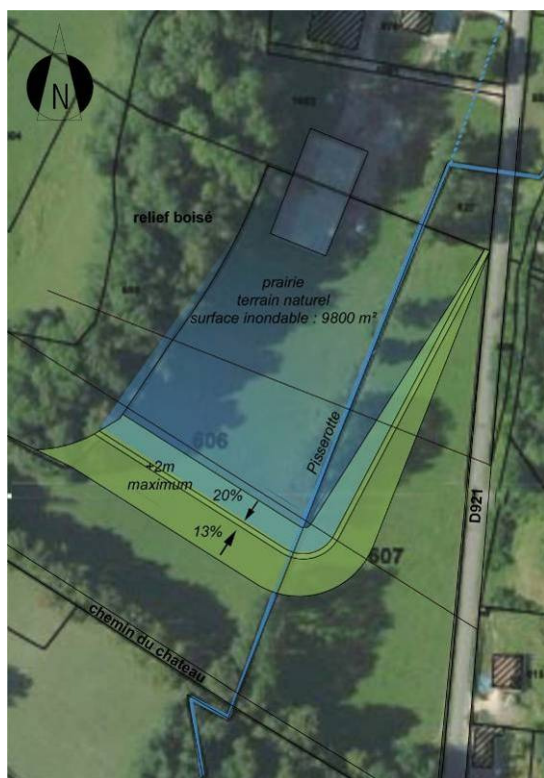
$$Q > 1.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Volume stocké en } Q_{10} = 25\,000 \text{ m}^3$$



Figure 30 : Principe d'aménagement pour le bassin n°1 (collège)

○ **Bassin de rétention implantation n°2 (ferme) :**



Bassin de rétention n°2

- Le merlon s'appuie sur le relief boisé.
- Les pentes sont très douces pour permettre au bétail de sortir du bassin en cas de crue.
- Les pentes du merlon sont douces pour que l'ouvrage reste à l'échelle du paysage vallonné. Sa perception est atténuée depuis le chemin du château et depuis la D921.
- hauteur maximum du merlon $h = 2\text{m}$.

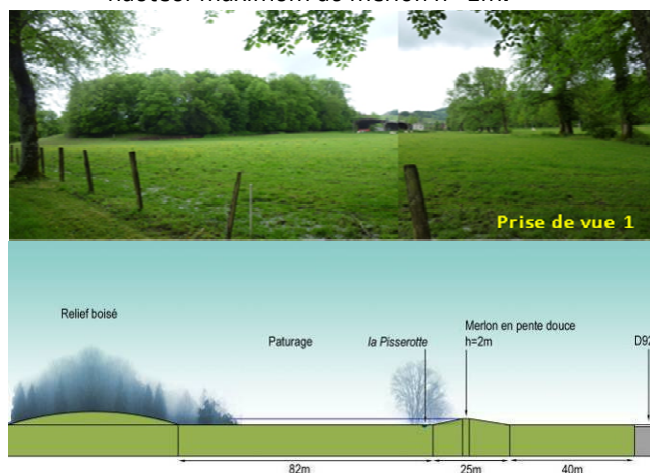


Figure 31 : Principe d'aménagement pour le bassin n°2 (ferme) pour que l'ouvrage reste à l'échelle du paysage vallonné et conserve son accès aux pâtures.

Cette solution n'est pas retenue du fait d'un bassin positionné au milieu du cours d'eau et de l'obligation de réaliser une digue/barrage de 2 m de hauteur (qui devient un barrage à part entière et pour lequel la réglementation prévoit la prise en compte du sur-risque inondation).

○ **Bassin de rétention n°3 (château) :**

Le Bassin de rétention n°3 ne se suffit pas à lui-même ($V=11\ 000\text{m}^3$). Il permet éventuellement de limiter le volume du bassin de rétention n°1 (si le stockage de $25\ 000\text{m}^3$ en aval n'est pas réalisable pour des raisons techniques : présence de la nappe, rocher affleurant...).

Bassin de rétention n°3 :

Topographie du site : pente de 5%

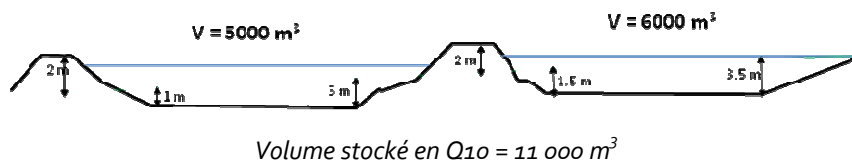


Figure 32 : Principe d'aménagement pour le bassin n°3 (château)

Cette solution est problématique et ainsi abandonnée du fait de la nécessité de réaliser un chenal d'aménée et de restitution et des aspects fonciers inhérents à l'emprise de ces ouvrages.

3. Recalibrage du cours d'eau et des ouvrages limitants en amont de la RD 1006 en complément de(s) ouvrage(s) de rétention.

- Recalibrage de la Pisserotte dans l'objectif d'assurer le transit des crues et la protection des berges : en partie en enrochements libres et liés (partie basse (CT4) , maison Brunier (CT2) et le long du

déversoir du bassin (CT3)) et pour le reste sous forme d'une restauration plus écologique avec lit d'étiage préférentiel et banquettes végétalisées submersibles en crue (CT1).

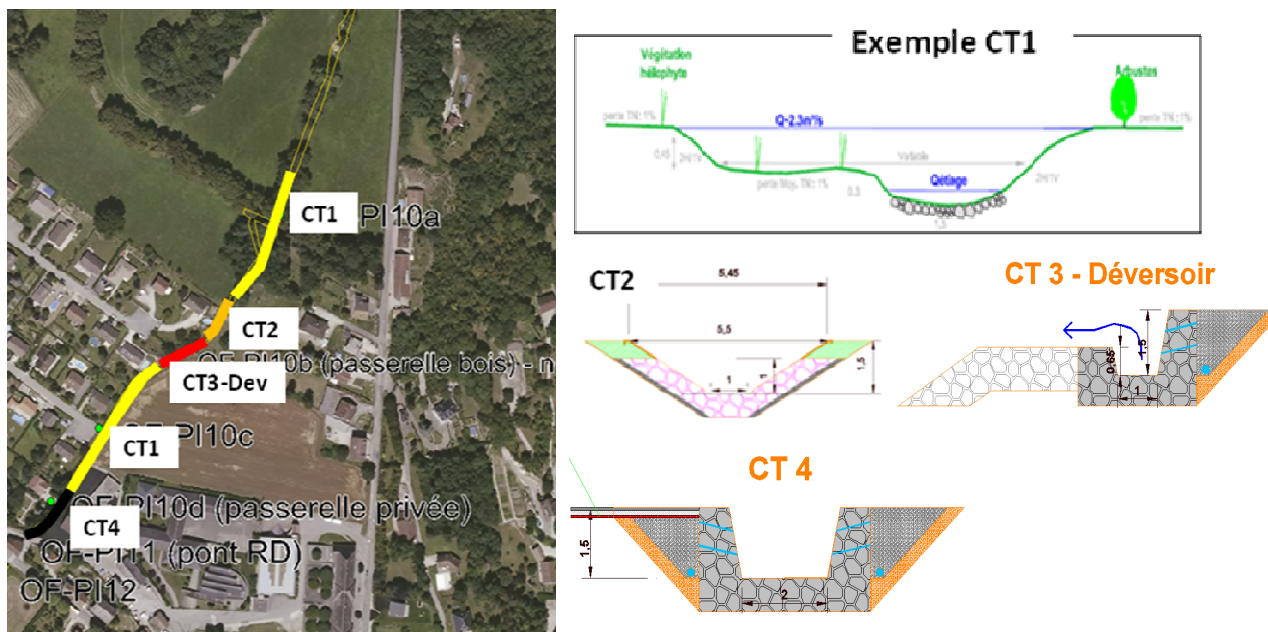


Figure 33 : Principe des aménagements dans la traversée de la zone urbanisée

4. Remplacement des ouvrages sous-dimensionnés (ouvrage d'accès au château OF-PI10a, passerelle piétonne du lotissement OF-PI10c et passerelle d'accès privé OF-PI10d).
5. Création d'un canal de décharge aval RD1006 pour gérer le surplus de débit qui transitera suite aux aménagements amont; le bief de décharge ne débutant que sur la partie plate de la plaine.

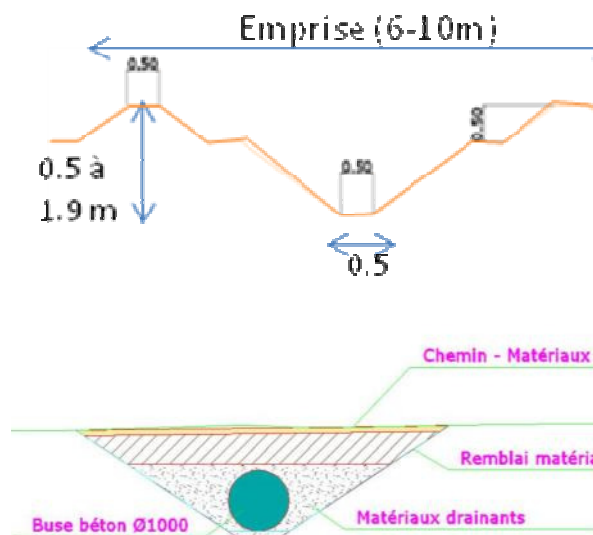
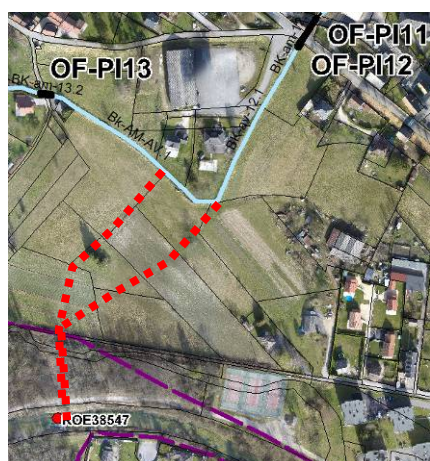


Figure 34 : Principe des aménagements du canal de décharge aval RD1006

Caractéristique du canal :

- Linéaire : 250 m (tracé en fonction du foncier)
- Pente : 0.5 %

- Largeur en fond : 0.5 m
- Hauteur variable : de 0.5 m à 1.9 m
- Talus enherbée à 3H/2V
- Merlon de protection en sommet (en remblai)
- Emprise foncière de ≈ 6 m à 10 m

Confluence avec le Guiers :

- Traversée de la route/forêt/digue...
- Exutoire au niveau du seuil

Estimation du coût des travaux : jusqu'à 830 000 € HT (996 000 € TTC)

Pour le Bassin de rétention (emplacement n°1), le cout des travaux est différent suivant le niveau de protection souhaité du fait de la profondeur du bassin :

Crue	Volume de rétention (volume stockable)	Profondeur du bassin	Estimation du cout € HT
Q5	16 000 m ³	1 m à 2.35 m	420 000.00 €
Q10	25 000 m ³	1.5 m à 3 m	550 000.00 €

Le tableau suivant résume l'estimation des coûts des travaux pour le scenario 1-b :

Scenario 1-b	Estimation du cout € HT
Bassin de rétention n°1 -Q5	420 000 €
Bassin de rétention n°1 -Q10	550 000 €
Recalibrage et remplacement des ouvrages traversant (1 pont et 2 passerelles) (amont et aval RD 1006)	220 000 €
Réalisation d'un canal de décharge jusqu'au Guiers	60 000 €
Total scenario 1-b-Q5	700 000 €
Total scenario 1-b-Q10	830 000 €

❖ SCENARIO 2 : RECALIBRAGE DE LA PISSEROTTE (SANS BASSINS DE RETENTIONS)

Le calage des aménagements (amont et aval RD 1006) se fera sur le principe d'assurer le transit des crues et la protection des berges sur le secteur 2 pour Q10 en amont du pont RD1006 (Q10~3-3.5 m³/s) sous réserve du compromis à trouver avec l'emprise foncière et le coût résultant.

Principes des aménagements "risque Hydraulique" secteurs 2 et 3:

1. Recalibrage de la Pisserotte depuis l'amont de la propriété Brunier jusqu'au coude aval en contrebas de la RD 1006.

- CT1 : dans les zones où cela est possible (zone boisée amont + une partie du bief rectiligne à l'aval de la RD1006).
- CT2 : au niveau de la 1ère maison du lotissement situé dans le secteur amont en bord de Pisserotte (propriétaire Brunier) et du petit bâtiment présent en fond de jardin en rive gauche face à la propriété Brunier.
- CT3 : le long du lotissement et de la parcelle agricole amont collège (bande de 5-6 mètres). L'objectif est de limiter au maximum les protections en enrochements et privilégier des techniques rustiques côté lotissement (palissades bois si besoin) avec un reprofilage du parement de berge plus doux. La berge rive gauche est légèrement plus basse.

- CT 4 : le long de la voie d'accès et parking des pompiers. Recalibrage de type cunette (pose d'éléments préfabriqués en U, avec intégration d'une cunette centrale pour concentrer les débits d'étiage).

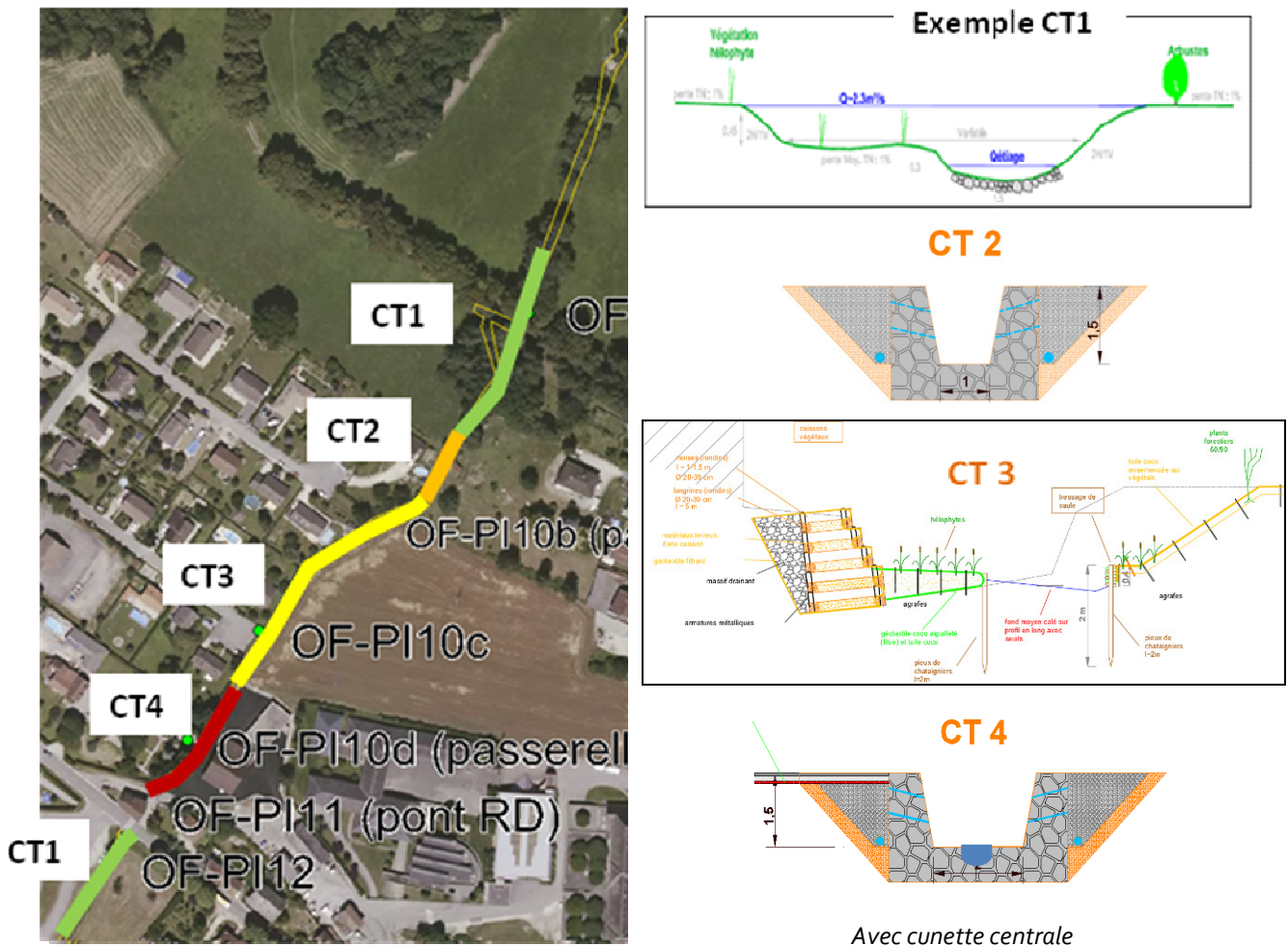


Figure 35 : Principe des aménagements dans la traversée de la zone urbanisée

2. Reprofilage de la pente la Pisserotte sur le tronçon longeant le lotissement jusqu'à son busage amont RD1006 (pente de l'ouvrage amont RD1006).
3. Remplacement et mise au gabarit des ouvrages de franchissement sous-dimensionnés (ouvrage d'accès au château OF-P110a, passerelle piétonne du lotissement OF-P110c et passerelle d'accès privé OF-P110d).
4. **Ouvrage de franchissement de la RD1006.** Cet ouvrage de la RD1006 a été inspecté et s'avère être un canal en pierres maçonnées sur lequel est posé un hourdis béton. Il évolue sous la maison située en bord de route (côté amont) et présente un gabarit suffisant. Son remplacement n'est donc pas à envisager. Par contre un reprofilage de fond reste possible sur 6-7 ml jusqu'à l'aplomb de la façade amont de la maison, c.-à-d. la partie recouverte actuellement (voie communale de desserte des pompiers); ceci implique sa réouverture sous chaussée avec mise en œuvre d'un radier bétonné uniforme, reprise du pied des murs latéraux (cf. abaissement recherché) et reconstruction de la dalle ; une dénivelée de 30-40cm semble pouvoir ainsi être gagnée.
5. **Création d'un canal de décharge aval RD1006** pour gérer le surplus de débit qui transitera après réalisation des aménagements amont, le bief de décharge ne débutant que sur la partie plate de la plaine.

6. Création d'un deuxième canal de décharge sur 60 ml pour compenser l'insuffisance du Ø600 au droit du CAT (simple fossé aménagé pour délester l'excédent jusqu'au canal Sibille).

Estimation du coût des travaux (protection Q10) :

1. Recalibrage et remplacement des ouvrages traversant (amont et aval RD 1006) : 220 000 € HT
2. Réalisation d'un canal de décharge jusqu'au Guiers : 60 000 € HT

=> **Total scenario 2 : jusqu'à 280 000 € HT (336 000 € TTC)**

Aménagements connexes :

Ce scenario implique d'étudier les risques résiduels suivant:

- **Les débordements RD provenant de l'amont** (depuis l'aval de la ferme) et qui parviennent à la maison Brunier . Cela implique :
 - La possibilité d'un recalibrage plus en amont pour supprimer les débordements.
 - Et/ou l'organisation des débordements par la réalisation d'un parcours à moindre dommage ou d'un chenal de dérivation des crues. Cette solution s'accompagne de la mise en place d'ouvrages de protections locales (murets, merlons, batardeaux...) et de mesures d'alerte et de gestion de crise.
- **Les débordements RG sur la parcelle agricole amont collège.** Cela implique la conservation du champ d'expansion de crue sur la parcelle qui demeure inondable telle qu'identifiée dans l'état des lieux actuel (soit par les débordements identifiés en rive gauche en aval du chemin du château si cet ouvrage à l'amont n'est pas requalifié, soit par les débordements directs en rive gauche du fait d'une berge plus basse). Cette parcelle constituera donc toujours une petite zone de rétention dynamique (pas de modification de l'état actuel).
- **Les risques d'embâcle.** Cela passe par la mise en place de simples préconisations de gestion de la ripisylve pour éviter la formation d'embâcles susceptibles de se produire en aval, et de consignes d'entretien pour supprimer les obstacles existants (par exemple un verrou, constitué par 2 arbres à proximité de la propriété Brunier, est actuellement présent en rive droite).
- Si la sur-largeur du lit réduit trop la voie d'accès aux pompiers, il faudrait alors poser un cadre béton tout le long du resserrement induit par le bâti des bureaux des pompiers.

❖ **SOLUTION(S) A ÉTUDIER AU STADE AVP**

Suite à une phase de concertation avec la commune des Echelles, le cout des travaux de la solution initiale (scenario 1) étant trop important, le maitre d'ouvrage a souhaité réduire le niveau de protection et les aménagements afin de réduire le cout des travaux.

Le scénario d'aménagement à développer (scenario 2) est ainsi essentiellement basé sur le **recalibrage de la Pisserotte depuis l'amont de la propriété Brunier jusqu'au coude aval en contrebas de la RD 1006**. Les solutions faisant appel aux bassins de rétention sont abandonnées. Le surplus de débit qui transitera après réalisation des aménagements amont est à traiter en aval.

	S1 : bassin de rétention	S2 : sans bassin de rétention
Gestion des débordements	++ (>Q10)	+ (Q10 seulement)
Foncier	--	+
Cout € HT	860 000 € HT (dont 550 000 € HT de bassin de rétention)	280 000 € HT

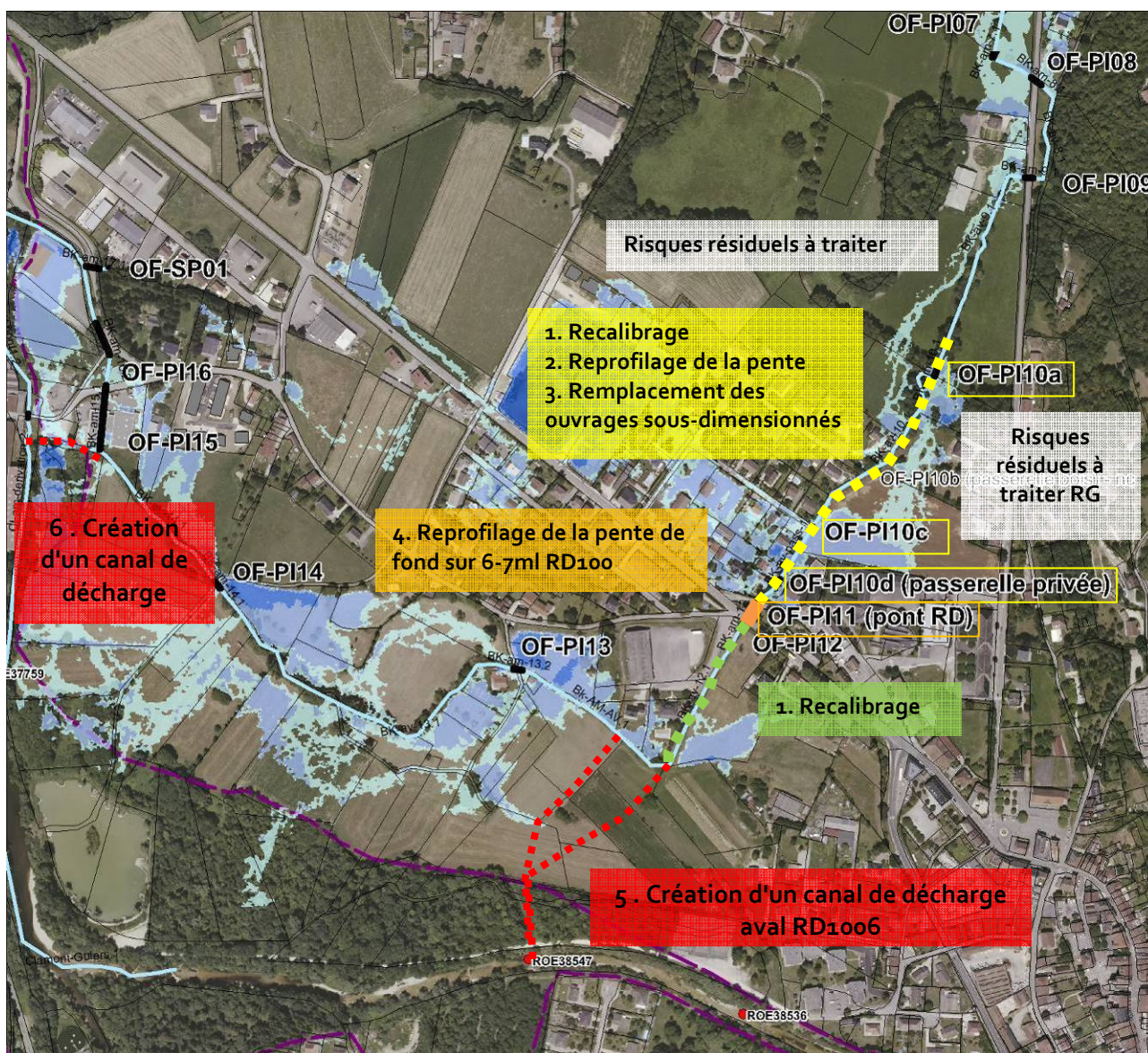


Figure 36 : Zones inondées pour la Q10 et localisation des aménagements pour réduire le risque hydraulique en Q10 pour les secteurs 2 et 3

Aménagements "restauration des milieux" à prendre en compte

Des aménagements en génie végétal sont préconisés dans la mesure où les conditions d'écoulements le permettront. Ils auront non seulement la vocation de diversifier les écoulements, améliorer le potentiel hydrobiologique et piscicole du cours d'eau, mais aussi de rendre le site plus attractif pour les riverains.

Les ouvrages consisteront principalement à recréer des séquences de faciès (diversification de l'habitat) et une sinuosité intra-lit mineur. Ils comprennent :

- des terrassements sur les berges et dans le fond du lit sur une faible hauteur (création de banquettes alternées submersibles adaptées à la faiblesse des débits d'étiage);
- des techniques végétales de stabilisation de berges (plantation d'hélophytes, ligneux adaptés);
- la pose d'enrochements libres de diversification ou de soutien de pied de berges (création de points durs en berge et dans le fond du lit, de radiers rugueux, d'épis déflecteurs);
- des plantations et de l'engazonnement.

Ce type d'aménagement concerne les secteurs 1 et 2. Ils sont aussi envisageables sur le secteur 3 avec la restauration du lit sur environ 900 ml à l'aval de la RD1006.



Figure 37 : Principe des aménagements de la Pisserotte dans la plaine

Partie 4. Avant Projet

La variante d'aménagement retenue à l'issue des phases d'études précédentes est définie au stade d'Avant Projet pour chaque secteur concerné. Les aménagements sont décrits de l'amont vers l'aval. Les détails des estimations des travaux sont présentés en annexe.

4.1 SECTEUR 1 : LA PISSEROTTE AMONT SUR LA COMMUNE DE SAINT-PIERRE DE GENEBOZ

4.1.1 AMENAGEMENT N° 1 : REMPLACEMENT ET MISE AU GABARIT DE L'OUVRAGE (OF-PI01)

L'ouvrage actuel possède un gabarit insuffisant et génère des débordements en rive gauche. Le projet consiste à remplacer l'ouvrage existant par un ouvrage cadre de dimension 1100 * 1100, dimensionné pour le passage d'une crue décennale, soit un débit de 1.72 m³/s.



Figure 38 : Ouvrage PI-OJ1 - Amont



Figure 39 : Ouvrage PI-OJ1 - Aval

Les travaux comprennent :

- La démolition de l'ouvrage existant
- La reprise de l'entonnement amont et aval
- La démolition du seuil aval
- La reprise des réseaux présents sous voirie (réseau AEP, réseaux secs)
- La fourniture et la pose d'une nouvelle ouvrage cadre de dimension 1100*1100
- La reprise de la voirie et ses abords.

Cout des travaux : 14 000 € HT, soit 16 800 € TTC.

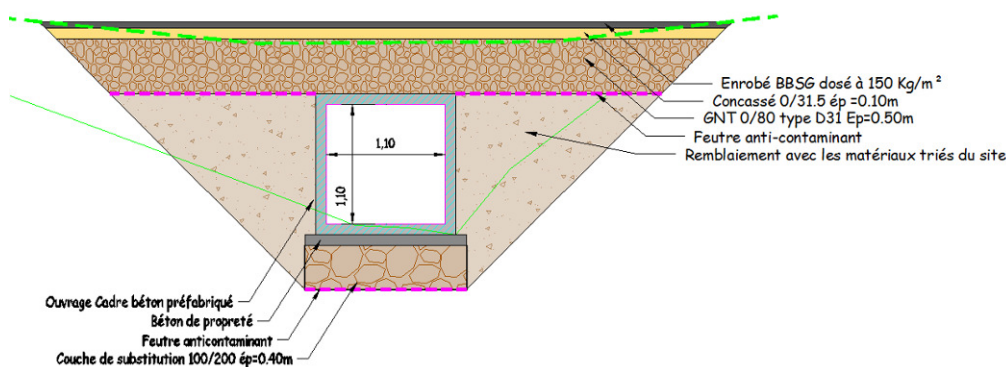


Figure 40 : Coupe- type aménagement n°1

4.1.2 AMENAGEMENT N°2 : ENTRETIEN DE LA RIPISYLVE / COUPE DE LA CÉPÉE EN BERGE DROITE / NETTOYAGE DU LIT

La deuxième intervention consiste à l'abattage et le dessouchage des arbres présents en pied de berge créant une sinuosité et donc une contrainte à l'écoulement sur l'ensemble du linéaire en amont de la route départementale. Le dessouchage va engendrer des détériorations et une mise à nue des berges. C'est pourquoi, nous préconisons la réalisation d'une protection de berge en génie-végétal de type boudin coco pré-végétalisé en hélrophyte au niveau du dessouchage.

Cette intervention relève plutôt d'un programme d'entretien qui doit s'appliquer sur l'ensemble du linéaire du cours d'eau. Le cout moyen des travaux comprenant l'abattage/dessouchage de l'arbre et le confortement de la berge en génie-végétale sur le linéaire endommagé par le dessouchage est de 180 €/ml.



Figure 41 : Entretien de la ripisylve et nettoyage du lit



Figure 42 : Entretien de la ripisylve et nettoyage du lit



Figure 43 : Arbre en pied de berge à couper

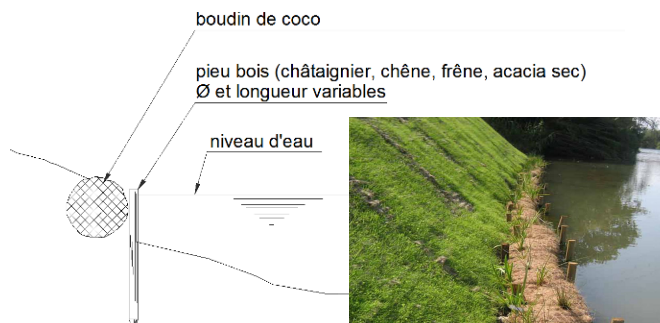


Figure 44 : Coupe type de protection localisé de la berge en boudin coco

4.1.3 AMENAGEMENT N°3 : CRÉATION D'UN PIEGE A MATÉRIAUX EN AMONT DE LA TRAVERSÉE DE LA RD

En amont de la traversée de la RD, on observe une zone de dépôt de matériaux. L'ouvrage de franchissement est d'ailleurs partiellement obstrué par l'accumulation de dépôt de matériaux limitant son gabarit.

L'aménagement proposé consiste à créer des seuils successifs pour abaisser la pente du cours d'eau pour favoriser le dépôt de matériaux.

Les seuils seront réalisés en enrochements libres. La pente du cours d'eau entre les seuils sera réduite à 1% (au lieu de 3% de pente moyenne du cours d'eau). Le lit du cours d'eau sera recalibré avec la formation de banquette végétalisée permettant d'augmenter la capacité hydraulique du tronçon. Le recalibrage s'effectuera sur environ 60 m linéaire et nécessitera un accord avec le foncier.

Ces travaux sont estimés à 12 400 € HT.



Figure 45 : Localisation de l'aménagement n°3

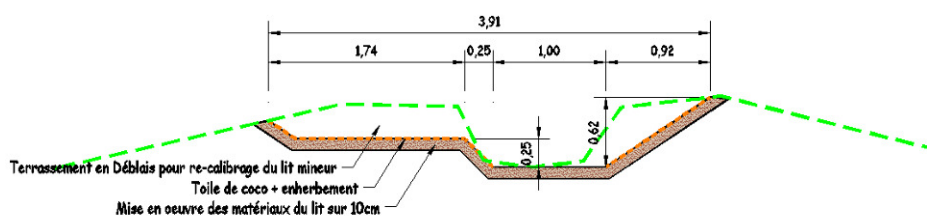


Figure 46 : Coupe type aménagement n°3

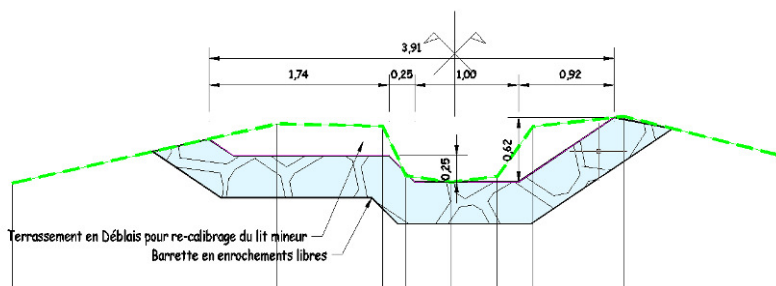


Figure 47 : Coupe type aménagement n°3 - Barrette en enrochement

Programme d'entretien

L'entretien du piège à matériaux consiste à réaliser des curages et l'évacuation des matériaux de curage hors du site lorsque les seuils sont totalement comblés. Cela représente une hauteur d'engravement de l'ordre de 50 cm au pied des seuils. Le volume de curage maximum est estimé à 50 m³. Le cout d'un curage est estimé à 1200 € HT.

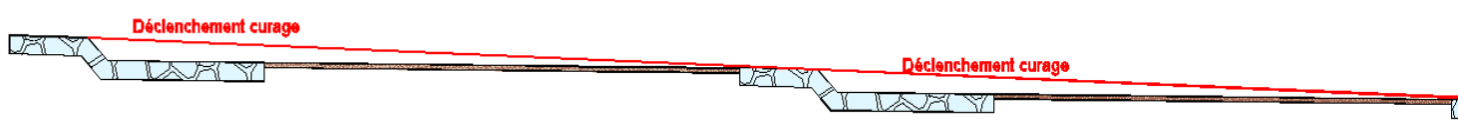


Figure 48 : Profil en long - Piège à matériaux - Déclenchement du curage

4.1.4 AMENAGEMENT N°4 : CURAGE SOUS L'OUVRAGE

L'ouvrage de franchissement de la RD est engravé de 20 cm environ. Un curage sous le pont par hydrocurage est nécessaire pour retrouver la capacité hydraulique initiale de l'ouvrage.

L'intervention est estimée à 900 € HT.



Figure 49 : Ouvrage OF-PI08 sous la RD à curer

4.1.5 AMENAGEMENT N°5 : RECALIBRAGE DU LIT MINEUR ENTRE LES DEUX TRAVERSÉES DE LA RD

L'aménagement n°5 a pour principe un recalibrage du lit pour une $Q_{10} = 2.35 \text{ m}^3/\text{s}$ entre les 2 traversées rapprochées de la RD921 (OF-PI08 et OF-PI09 sur la figure ci-dessus); sans remplacement des ouvrages de franchissement. Cela devrait permettre de retirer le tuf (constituant la quasi-totalité du fond actuel) et une revalorisation du caractère naturel de cette bande de terrain située en pied de coteau (bande ceinturée par les voiries et chemin existant, à préserver).

Pour réduire au maximum le coût des travaux, le projet intègre un recalibrage simple du cours d'eau avec suppression du seuil aval permettant d'augmenter la pente du cours d'eau diminuant le dépôt de matériaux à ce niveau. Le recalibrage s'effectue sur 90 m linéaire. Le cout des travaux est estimé à 8000 € HT.

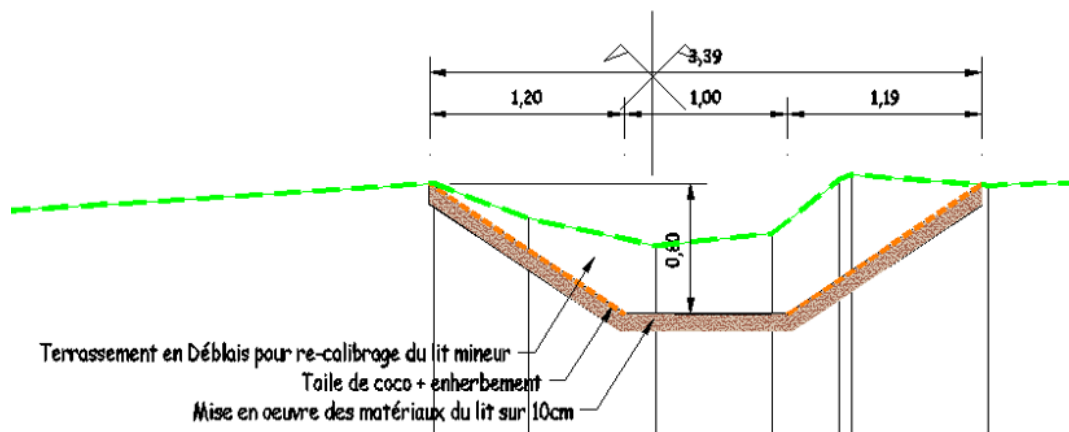


Figure 50 : Coupe type - aménagement n°5

En option, un projet de renaturation, plus ambitieux pourrait être réalisé avec :

- Diminution du recalibrage pour maintenir des inondations fréquentes du secteur (permet de maintenir le caractère naturel) ;
- Réalisation d'un méandrage du cours d'eau ;
- Réalisation de banquettes alternées plantées d'hélophytes.

Le cout des travaux est estimé à 16 000 € HT, soit le double de la proposition initiale la plus économique.

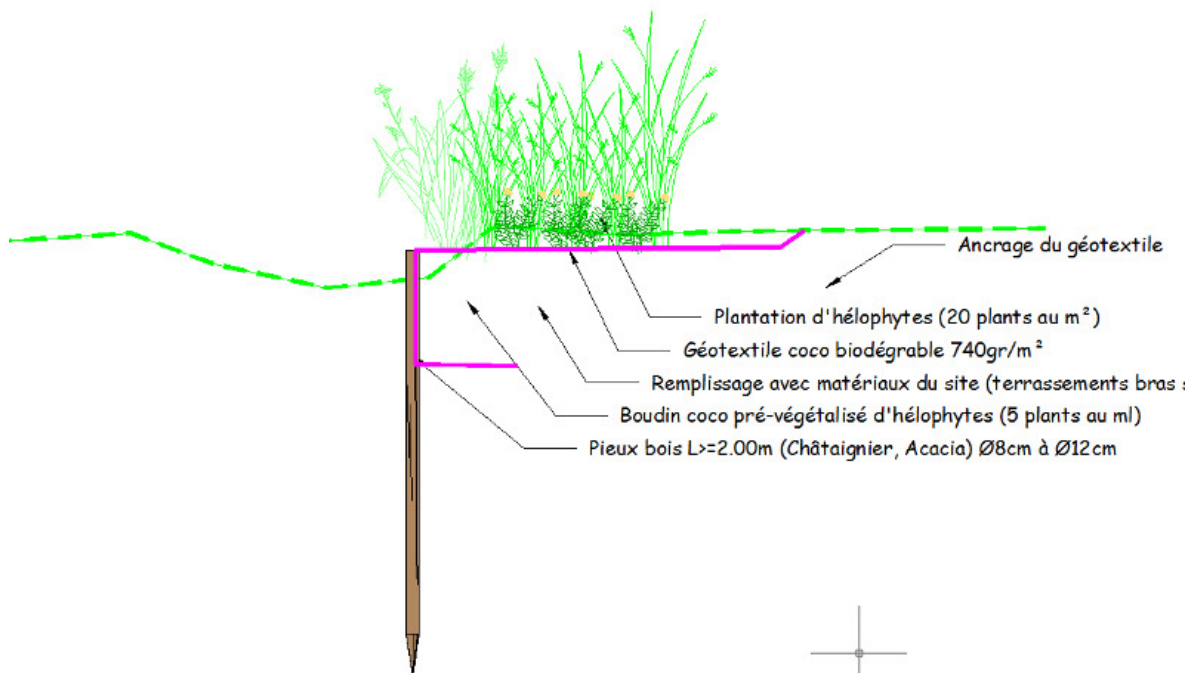


Figure 51 : Solution alternative - renaturation - Coupe type

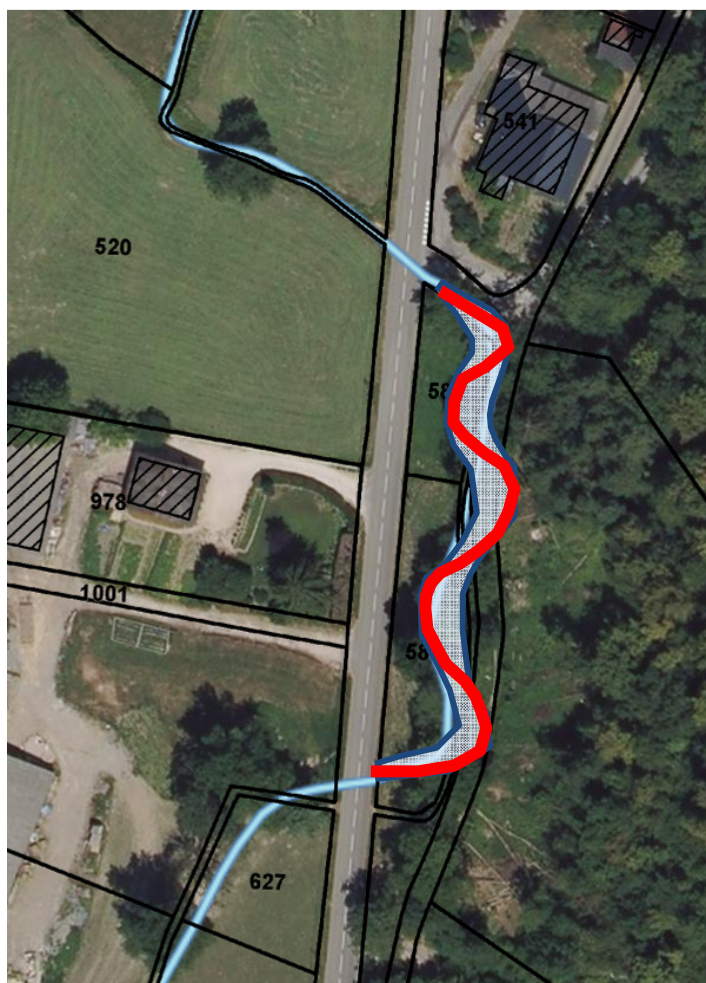


Figure 52 : Solution alternative - renaturation

L'emprise foncière concerne les deux petites parcelles 587 et 585 en RD et la parcelle de forêt 582 en rive gauche.

4.2 SECTEUR 2 : LA PISSEROTTE AMONT SUR LA COMMUNE DES ECHELLES

4.2.1 PRÉSENTATION DU SECTEUR ET DES CONTRAINTES

Sur le secteur 2, la Pisserotte longe un lotissement en rive droite, qui constitue la limite du domaine privé. Au niveau de la parcelle Brunier (1^{ère} habitation en amont rive gauche), les contraintes foncières se situent sur les deux rives. Ces contraintes foncières doivent être prises en compte dans l'aménagement. Elles contraignent les possibilités de recalibrage du cours d'eau. En aval, la Pisserotte est bordée par la caserne des pompiers et sa route d'accès.

4.2.2 PRÉSENTATION DES TRAVAUX

❖ AMÉNAGEMENT N°6 : CRÉATION D'UN FOSSE DE RÉCUPÉRATION DES EAUX DÉBORDANTES

La création d'un fossé le long du chemin du château permettra de récolter les eaux de débordements qui s'écoulent sur la parcelle en rive droite de la Pisserotte avant que ces eaux rejoignent l'habitation située en aval (M. Brunier).

Les travaux consistent à réaliser un fossé par terrassement en déblai sur 65 m linéaire. Le cout des travaux est estimé à 2 000 € HT.

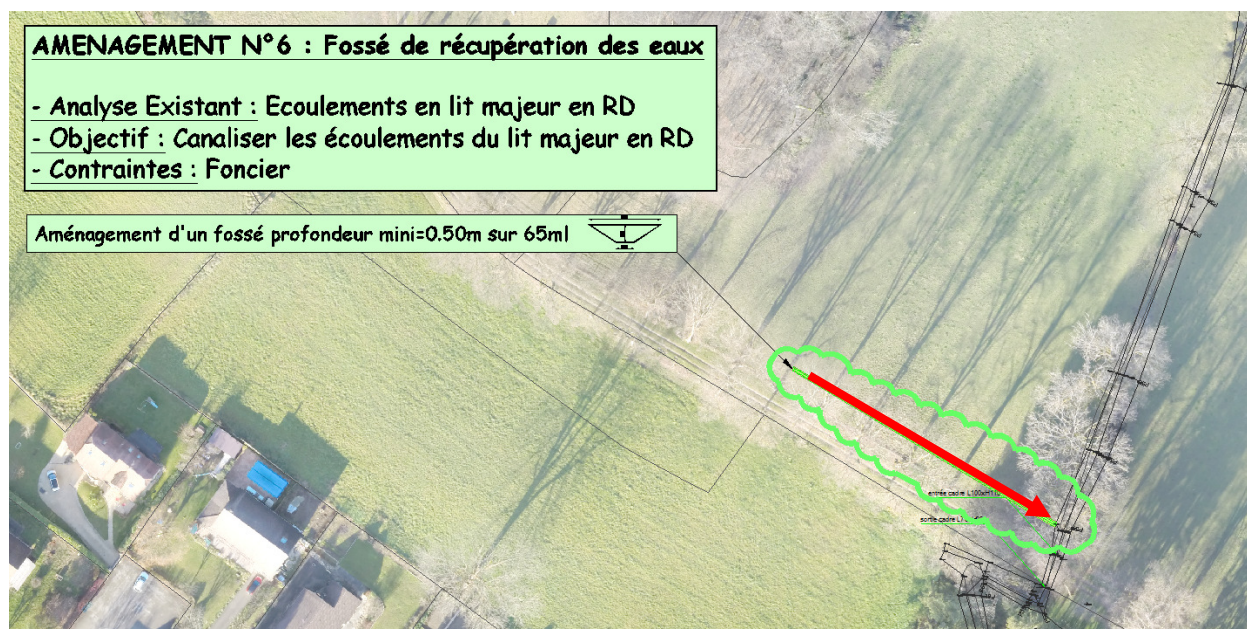


Figure 53 : Localisation du fossé à réaliser - aménagement n°6

❖ AMÉNAGEMENT N°7 : PROTÉCTION DE BERGE ET RECALIBRAGE

Cet aménagement se situe le long de la parcelle de M. Brunier située en rive droite sur 40 m linéaire. A ce niveau, les berges sont fortement érodées. Les contraintes de propriétés privées limitent considérablement les possibilités de recalibrage par retalutage des berges du cours d'eau. Par conséquent, la solution préconisée consiste à optimiser la section hydraulique. Ceci est réalisé en accentuant la pente des talus des berges dégradées sans élargir la largeur du cours d'eau en crête. Cela permet d'éviter d'impacter les propriétés privées.

Le débit de projet est le débit de la crue décennale, soit 3 m³/s. Les berges seront protégées par la mise en place d'enrochements libres sur la hauteur de la berge.

Le cout des travaux est estimé à 42 000 € HT.

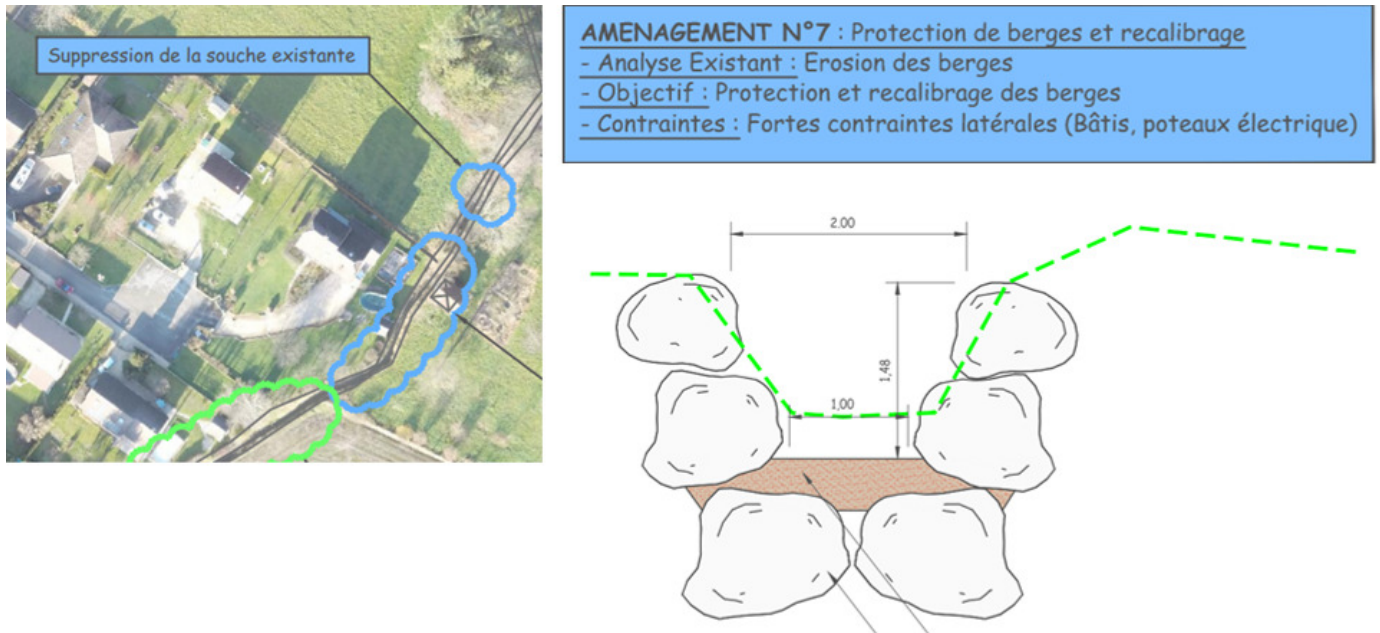


Figure 54 : Localisation et Coupe - type Aménagement n°7

❖ **AMÉNAGEMENT N°8.1 : RECALIBRAGE DU COURS D'EAU**

Ce secteur s'étend sur 90 m jusqu'à la passerelle au niveau de l'Allée du Rossignol. Le gabarit du cours d'eau est insuffisant et des débordements ont lieu sur les deux rives. L'objectif de l'aménagement est de recalibrer le cours d'eau pour supprimer les débordements en rive droite.

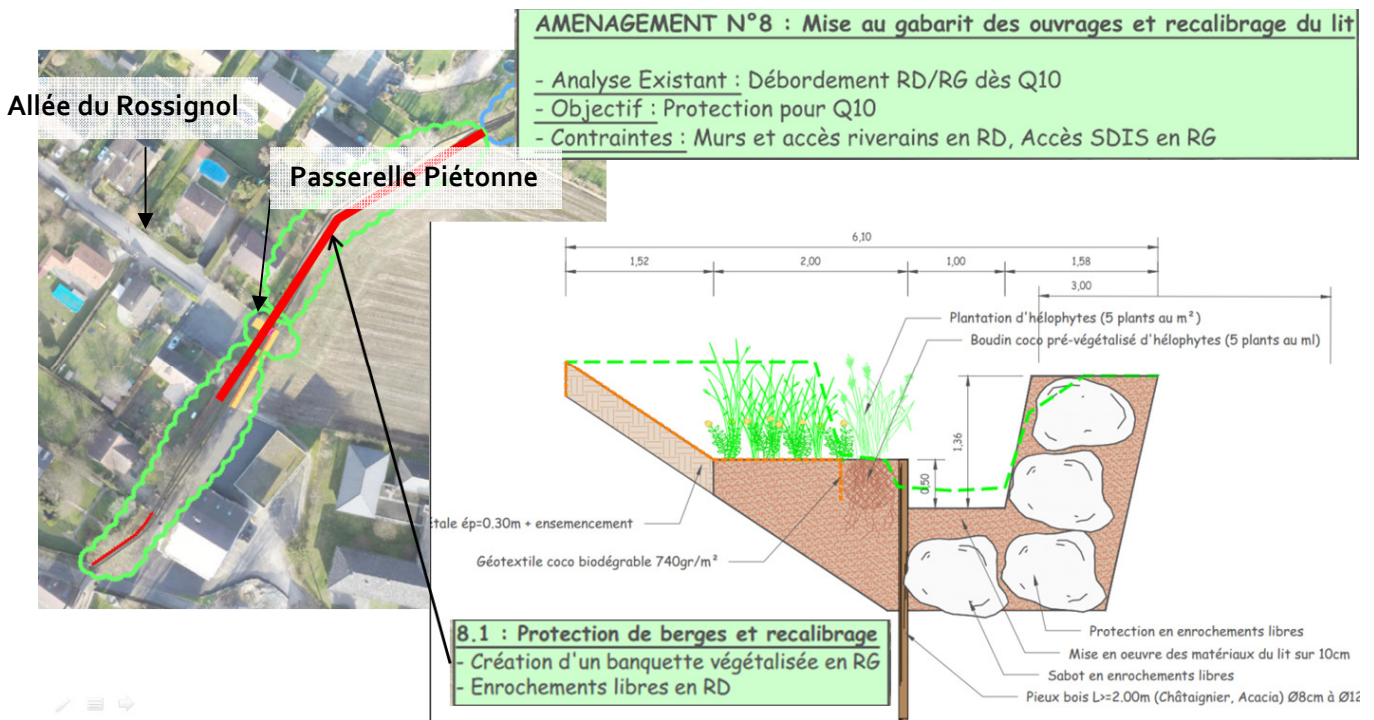


Figure 55 : Localisation et Coupe - type - Aménagement n°8.1

Les travaux consistent à :

- réaliser une protection de berge rive droite en enrochements libres pour limiter les impacts sur les emprises des propriétés privées en phase chantier et en phase définitive. La solution en enrochements libres est privilégiée par rapport à la solution en caisson bois car la réalisation des caissons nécessite des emprises en phase chantier plus conséquentes. Le caisson possède une largeur minimale de 1.5 m, les entrées en terre des terrassements en phase provisoire seraient de 3.6 m. Enfin, le coût de la réalisation d'un caisson bois est 4 fois plus onéreux que la solution en enrochements libres.

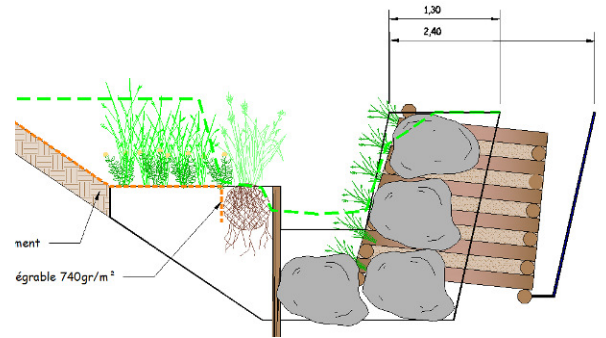


Figure 56 : Comparaison entre un caisson bois et un enrochement

- Maintien d'un lit vif d'étiage possédant les dimensions du lit actuel.
- Création d'une banquette en rive gauche.

❖ AMÉNAGEMENT N°8.2 : REPRISE DE LA PASSERELLE PIÉTONNE

La passerelle piétonne actuelle (Allée des rossignols) serait déposée. Le projet comprend la réalisation d'une nouvelle passerelle avec la mise en place d'un cadre béton de 2 m de largeur et sur 1 m de hauteur.

Les travaux comprennent la dépose, l'évacuation de la passerelle actuelle, les travaux de terrassement, la pose de l'ouvrage et les aménagements de remise en état et de protection (garde-corps). Le cheminement piéton en rive gauche (chemin des écoliers) sera rétabli dans le cadre de l'aménagement urbain.

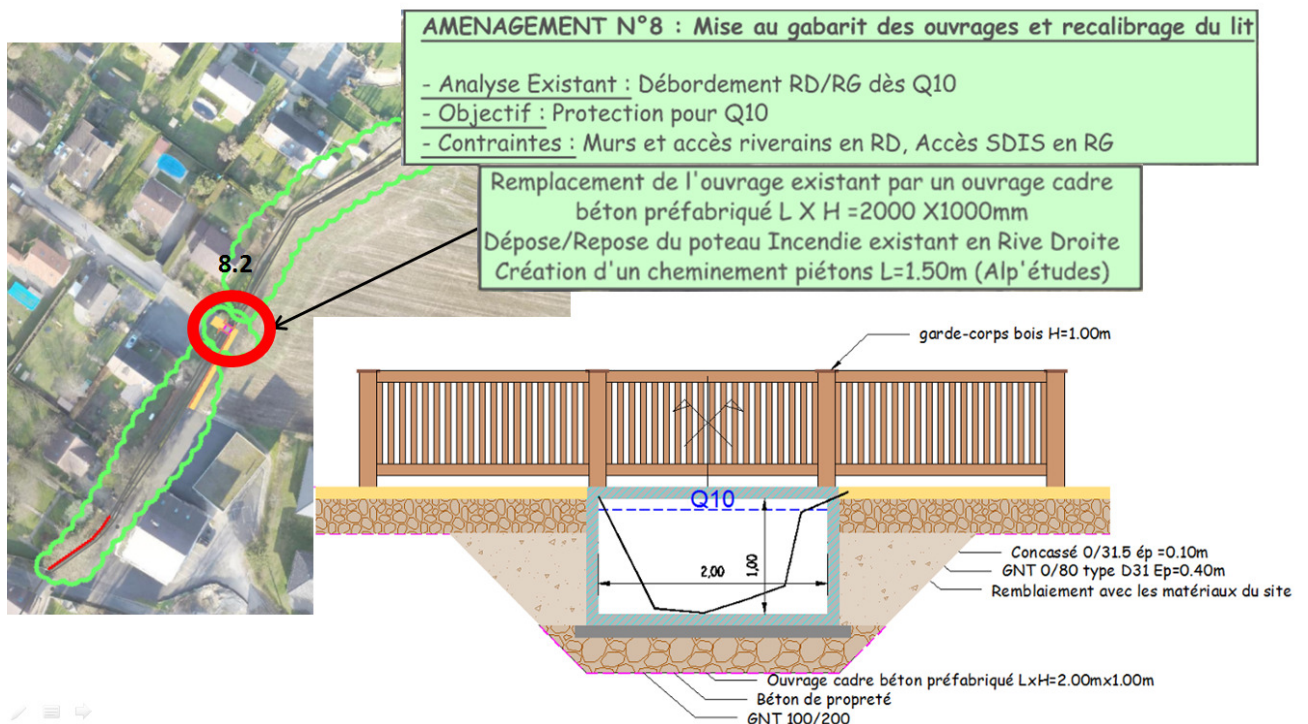


Figure 57 : Localisation - Coupe - type - Aménagement n°8.2

❖ AMÉNAGEMENT N°8.3 : RECALIBRAGE JUSQU'AU PONT DE LA RD

En aval de la passerelle piétonne, la Pisserotte est de nouveau contrainte latéralement. En rive gauche par la route menant au centre de secours et en rive droite par les propriétés privées. De ce fait, nous préconisons la mise en place d'un ouvrage béton préfabriqué en U de dimensions 1.5 m de largeur et de 1 m de haut dimensionné pour une crue décennale sur 90 mètres linéaire.

Les travaux comprennent :

- les travaux de terrassement et de démolition des ouvrages existants (accès privée, murs privées dégradés, clôture).
- la fourniture et pose des éléments béton en U.
- la reprise des accès des deux propriétés.
- la reprise de la voirie sur les emprises des travaux en rive gauche.
- la remise en état des terrains en rive droite sur les propriétés privées (reprise des clôtures, engazonnement, plantation de haie).

Le cout total de l'aménagement n°8 est estimé à 113 000 € HT.

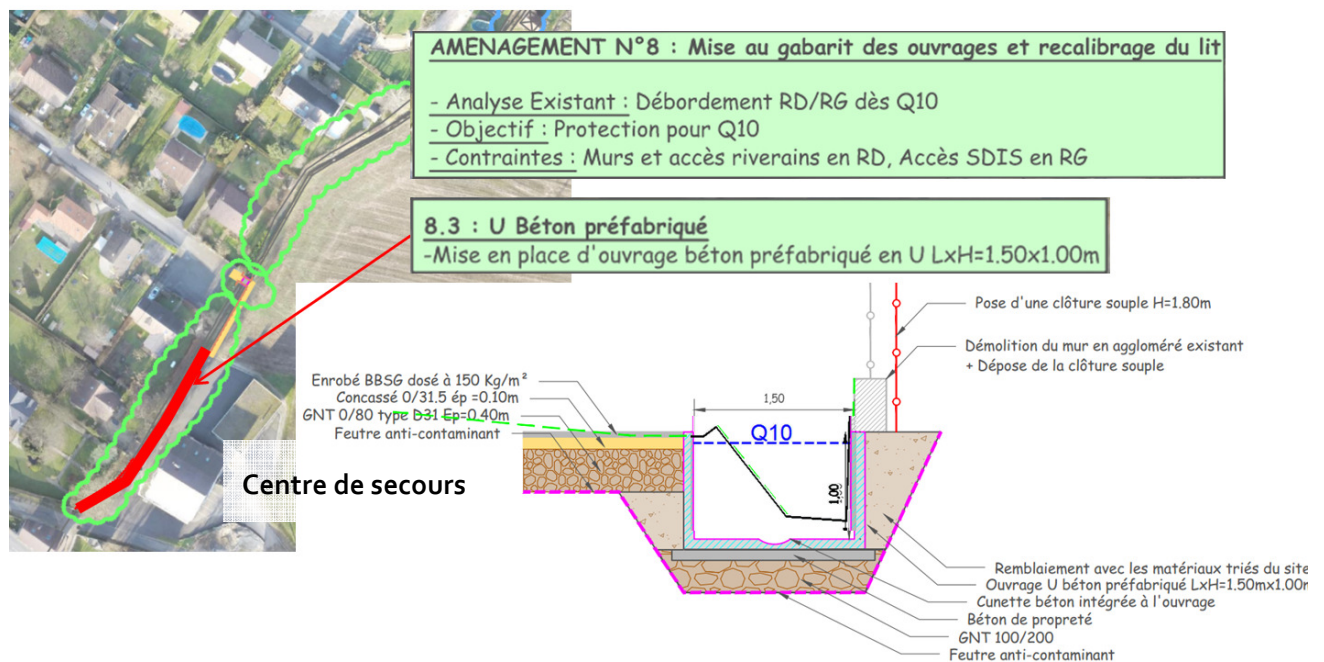


Figure 58 : Localisation - Coupe - type - Aménagement n°8.3

❖ AMÉNAGEMENT N°9 : REMPLACEMENT DU MUR BETON EN MAUVAIS ETAT EN AVAL DE LA RD

Le mur soutenant la route en rive droite en aval immédiat de la RD est en mauvais état. Nous préconisons de reprendre totalement la protection de berge en technique végétale en réalisant un caisson bois sur 37 m linéaire.

Les travaux intègrent :

- les terrassements et la démolition et l'évacuation du mur existant
- les déplacements des molocs et mobilier situé dans l'emprise des travaux
- la réalisation d'un caisson bois sur 1.5 m de hauteur puis retalutage de la berge à 3H/2V enherbé et renforcé par un géotextile biodégradable
- La création d'une risberme en rive gauche (en lien avec l'aménagement n°10 - voir plus bas).

Le cout des travaux est estimé à 42 000 € HT.



Figure 59 : Mur dégradé en rive droite en aval de la RD1006

AMENAGEMENT N°9 : Réalisation d'un caissons bois en remplacement du mur

- Analyse Existant : Mur existant en RG fortement déstabilisé
- Objectif : Remplacement du mur dégradé
- Contraintes : Foncier + Containers existants à déplacer en RD et

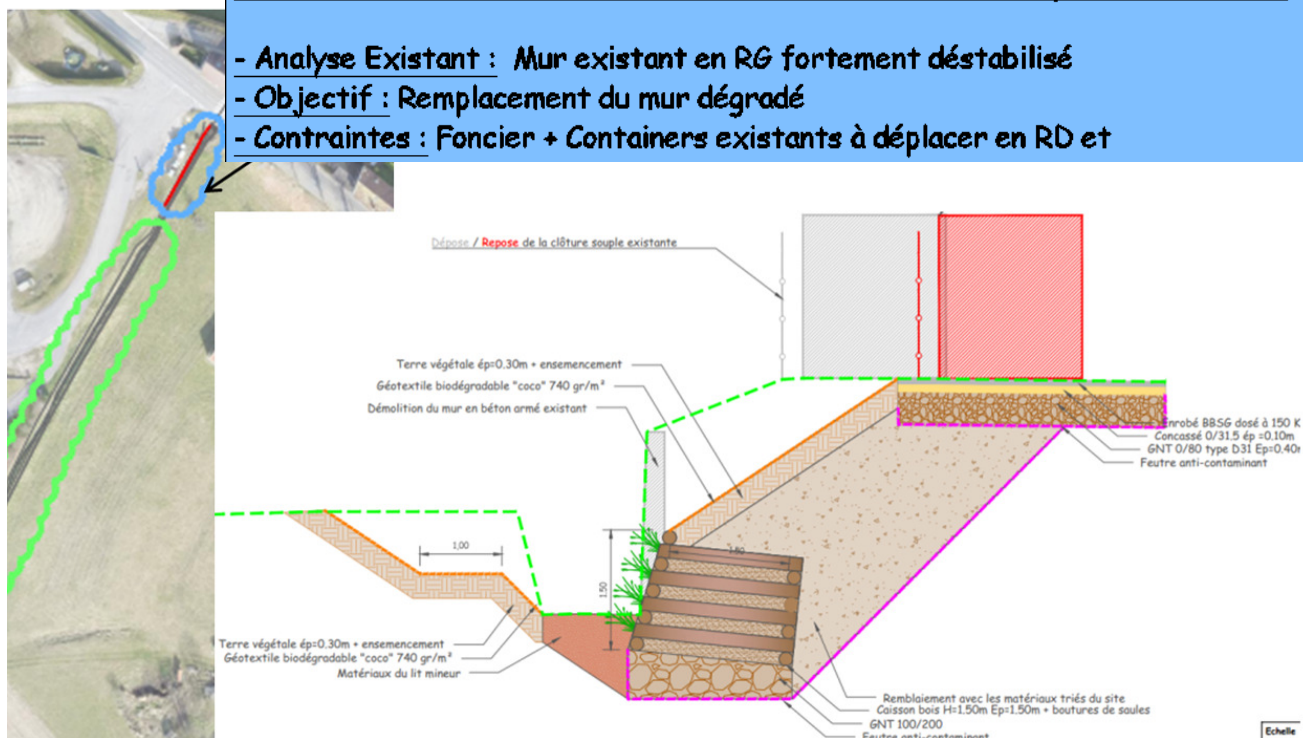
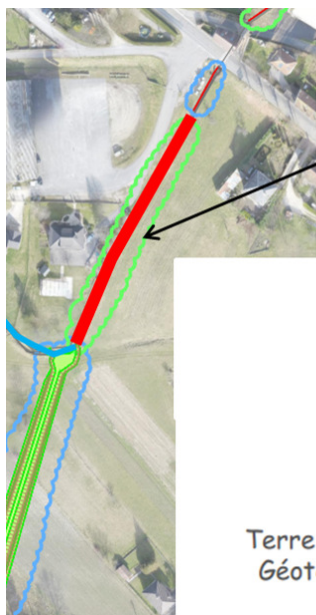


Figure 60 : Localisation - Coupe - type - Aménagement n°9

❖ **AMENAGEMENT N°10 : CRÉATION D'UNE BANQUETTE EN RIVE GAUCHE**

De la RD 1006 jusqu'au coude, nous préconisons d'augmenter la section du lit de la Pisserotte pour réduire le risque de débordement sur les habitations situés en rive droite et en rive gauche. Les travaux consistent à créer une risberme enherbée à 25/30 cm du fond du lit sur 160 m linéaire. Afin de protéger le talus mis à nu, nous

préconisons la mise en place d'un géotextile biodégradable. La création de cette banquette permet d'assurer le transit d'une crue décennale sans débordement. Le cout des travaux est estimé à 13 000 € HT.



AMENAGEMENT N°10 : Réalisation d'une banquette en Rive Gauche

- Analyse Existant : débordement en rive gauche
- Objectif : Recalibrage du lit mineur dimensionné pour Q10
- Contrainte : Foncier

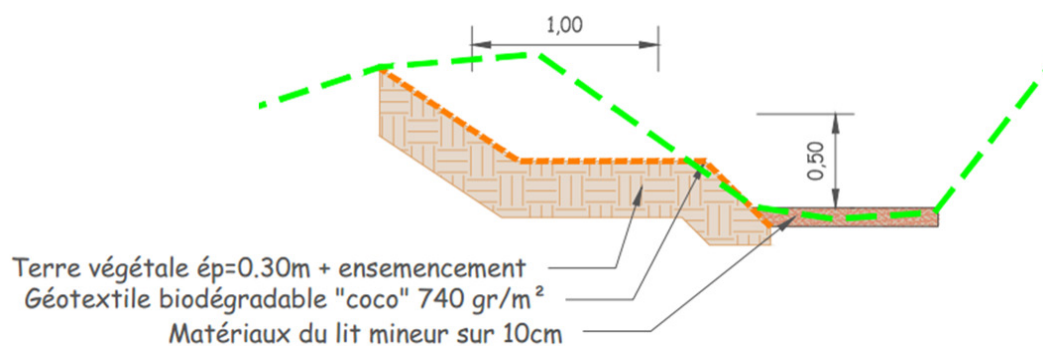


Figure 61 : : Localisation - coupe-type - Aménagement n°10

4.3 SECTEUR 3 : LA PISSEROTTE AVAL SUR LA COMMUNE DES ECHELLES

4.3.1 PRÉSENTATION DU SECTEUR ET DES CONTRAINTES

Le secteur 3 s'étend de l'aval du coude en dessus de la RD1006 jusqu'à la confluence avec le Guiers. La Pisserotte traverse un secteur agricole avec peu d'enjeux. Les seuls enjeux sur le secteur se situent en rive gauche en aval immédiat de la RD (habitations) et le CAT situé en aval.

Il s'agit pour ce secteur de traiter d'une part les sur-débits générés par les aménagements amont et d'autre part de proposer des solutions pour réduire les débordements existants. Rappelons que les inondations simulées au niveau du CAT sont liées à des débordements qui se produisent en rive droite bien en amont du busage Ø600 devant le CAT (aux environs de l'ouvrage OF-PI14).

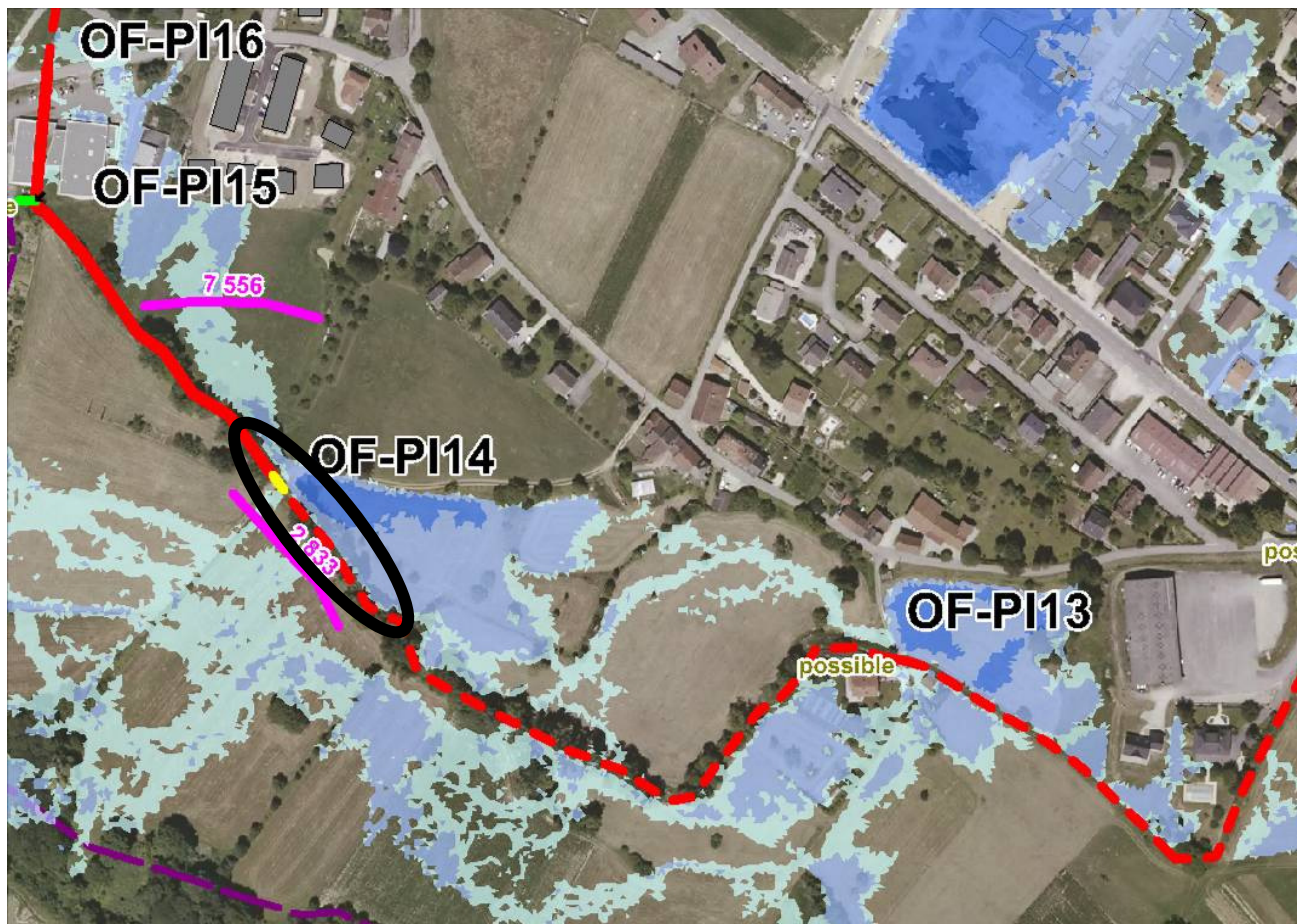


Figure 62 : Extrait carte hauteur d'eau - Q10 état initial

4.3.2 PRÉSENTATION DES TRAVAUX

Pour protéger le CAT et le lotissement contre les inondations, plusieurs scénarios ont été étudiés :

❖ AMENAGEMENT N°11 -SOLUTION 1 : CRÉATION D'UN CANAL DE DÉCHARGE AMONT

Le canal de décharge est situé au niveau du coude (fin de l'aménagement n°10). Il permettra de limiter le débit transité en aval à 0.7 m³/s pour ne pas générer des débordements en aval jusqu'à la buse en amont du CAT.

Pour réguler les débits en aval du coude, nous préconisons la mise en place d'une buse de diamètre 500 mm. Un déversoir en rive gauche permet d'alimenter le canal de décharge à réaliser en déblai. Le canal possédera les caractéristiques suivantes :

- Linéaire : 200 m (tracé en fonction du foncier)
- Pente : 0.75 ‰
- Largeur en fond : 2 m
- Hauteur variable : de 1 m à 2.2 m
- Talus enherbée à 3H/2V
- Emprise foncière de ≈ 6 m à 9 m

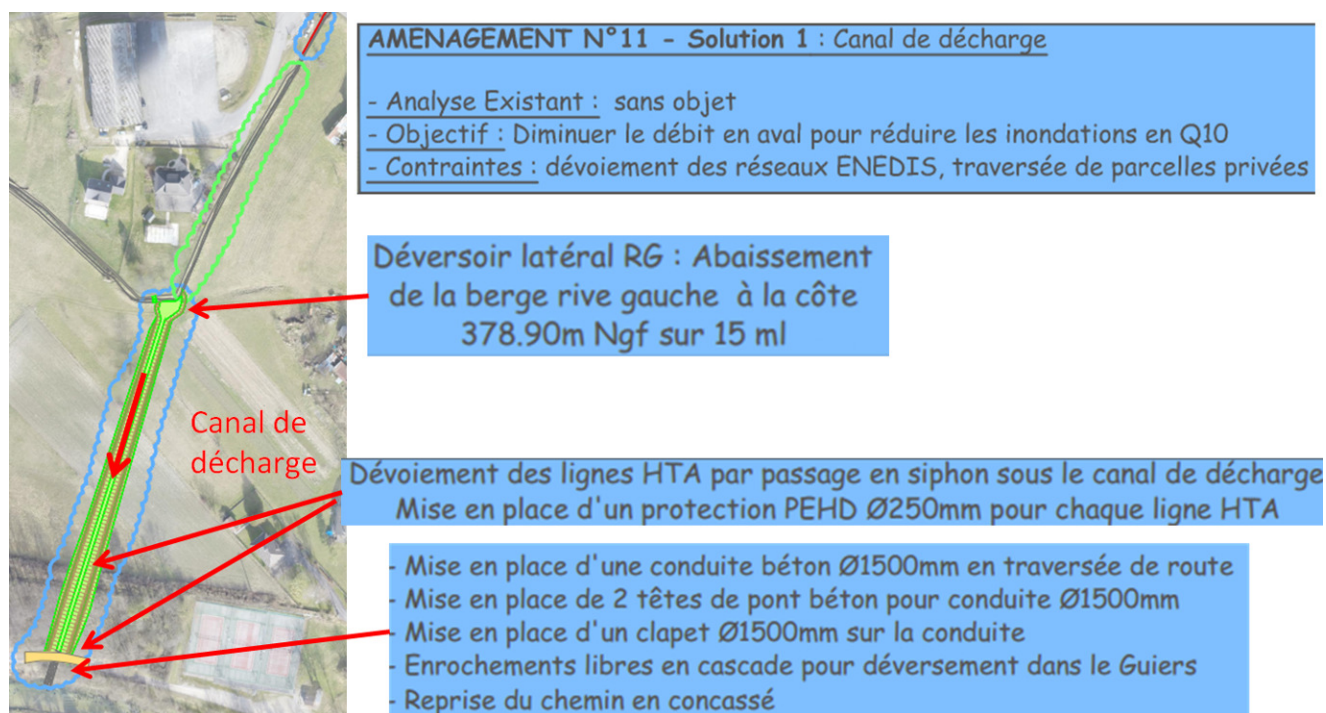


Figure 63 : Localisation du canal de décharge

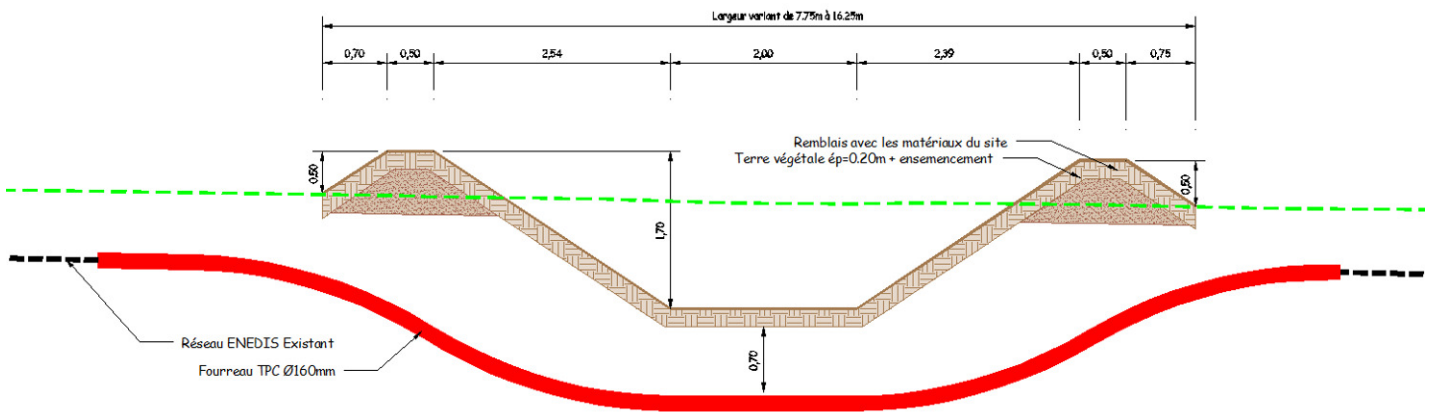


Figure 64 : Coupe-type du canal de décharge (avec passage de la HTA)

Avant la confluence avec le Guiers, la traversée du chemin en sommet de berge (et non d'une digue) nécessite l'aménagement d'un busage.

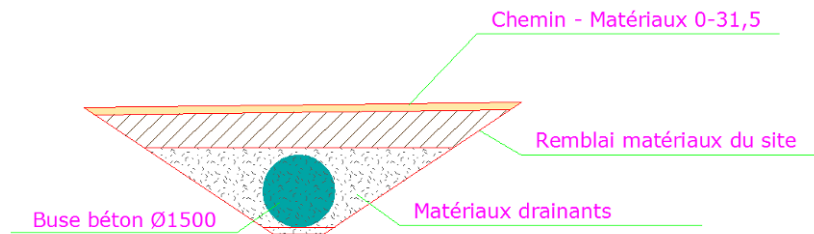


Figure 65 : Coupe type - Confluence au Guiers

Le coût des travaux est estimé à 61 500 € HT.

Ce coût n'intègre pas :

- la mise en place de traversées busées pour rétablissement des accès parcelaires autant que de besoin,
- le dévoiement des lignes HT enterrées ; ce budget est considéré par le MOE comme pris en charge par le gestionnaire du réseau (RTE).

❖ **AMENAGEMENT N°11 -SOLUTION 2 : CRÉATION D'UN MERLON DE PROTECTION**

Cette solution consiste à réaliser un merlon de protection pour contenir l'inondation sur les parcelles agricoles. La ceinture s'étend sur 275 m de long entre le lotissement le Maillet et le canal Sibille. La hauteur d'eau contenue se situe entre 30 à 80 cm. Le merlon suit la limite parcellaire et forme un "V" au niveau du CAT. L'implantation du merlon pourra, à ce niveau, être corrigée en phase PROJET.

Les travaux intègrent :

- le décapage de la terre végétale
- la réalisation d'une clé d'ancrage sur 0.5 m de profondeur
- la réalisation du merlon en matériaux de remblai de type A2
- la dépose/repose de la clôture au droit du CAT
- l'enherbement des surfaces.

Le coût des travaux est estimé à 64 000 € HT.

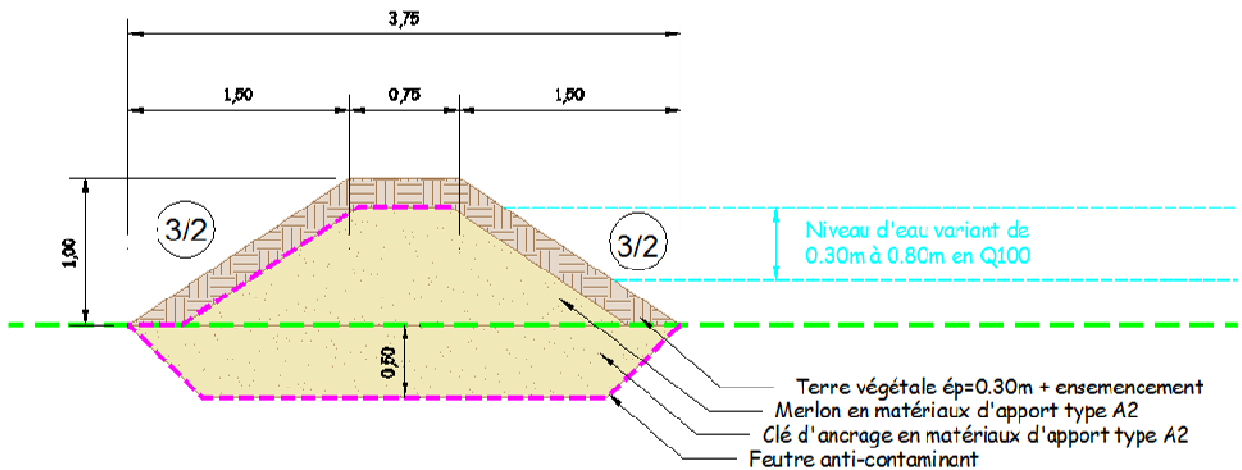
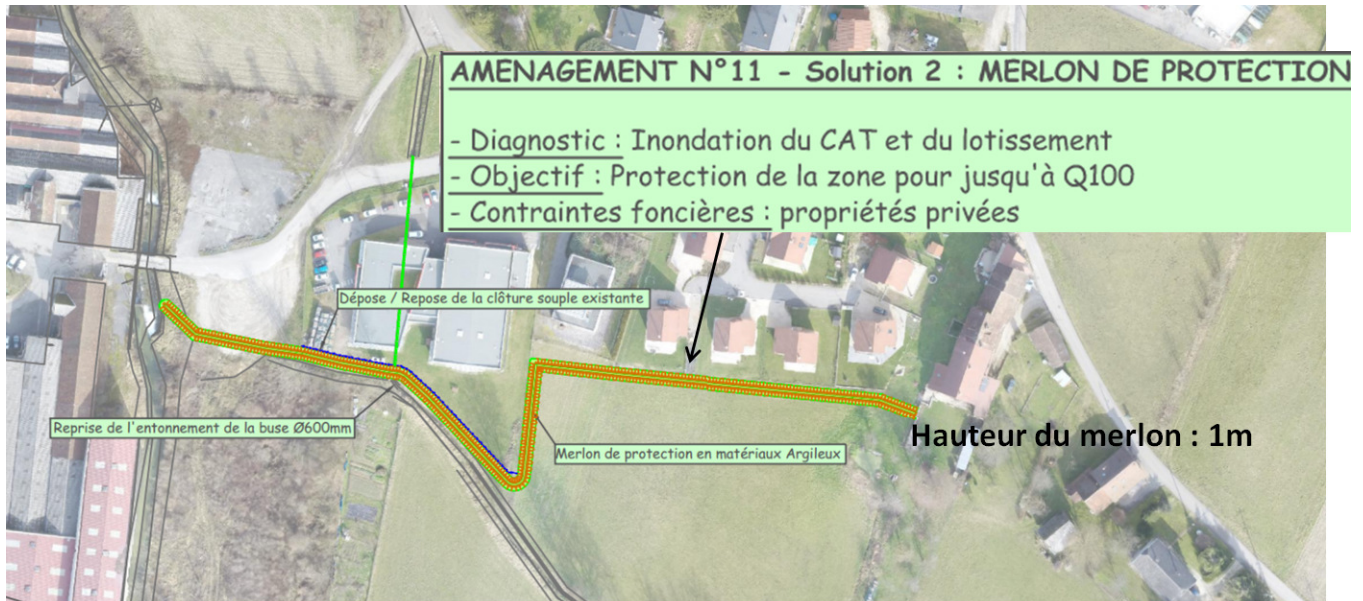


Figure 66 : Coupe -type - merlon de protection

La mise en place d'un merlon, même de faible hauteur, pour protéger une zone "habitée", relève de la réglementation "digues et barrages" qui peut s'avérer contraignante tant en terme de conception (revanches et ouvrages de sécurité), que de suivis et entretiens (visites techniques approfondies, Dossier d'Ouvrage...).

❖ **AMENAGEMENT N°12 : CRÉATION D'UN FOSSE DE DÉCHARGE EN AMONT DE L'OF-PI15 (BUSE EN AMONT DU CAT)**

Le dernier aménagement peut compléter l'aménagement n°11 (peu importe la solution retenue) mais il ne peut se substituer à l'aménagement n°11. L'objectif est de réaliser un fossé de délestage entre l'entrée du Ø600 devant le CAT et le canal Sibille, permettant de pallier à des obstructions partielles à l'entrée de ce busage (déjà constaté par le passé et solutionné par ce type d'intervention).

Les travaux consistent à prolonger le fossé déjà existant jusqu'au canal Sibille. Le fossé à créer s'étend sur 45 m linéaire et devra posséder les dimensions du fossé déjà existant sur la partie amont.

Le cout de ces travaux est de 3000 € HT (3600 € TTC).

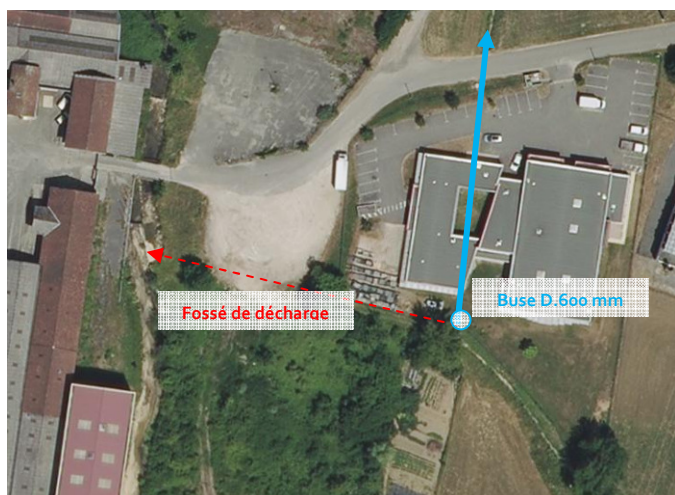


Figure 67 : Localisation du fossé de décharge



Figure 68 : Fossé de décharge à prolonger en aval jusqu'au canal Sibille

4.4 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE - ETAT PROJET

Les cartographies des hauteurs d'eau à l'état Projet sont présentées en annexe.

4.4.1 CRUE DÉCENNALE

Pour rappel, à l'état initial, les débordements sont importants pour la crue décennale notamment sur les zones urbanisées rive droite en amont de la RD. En aval de la RD, la plaine est inondée sur les deux rives.

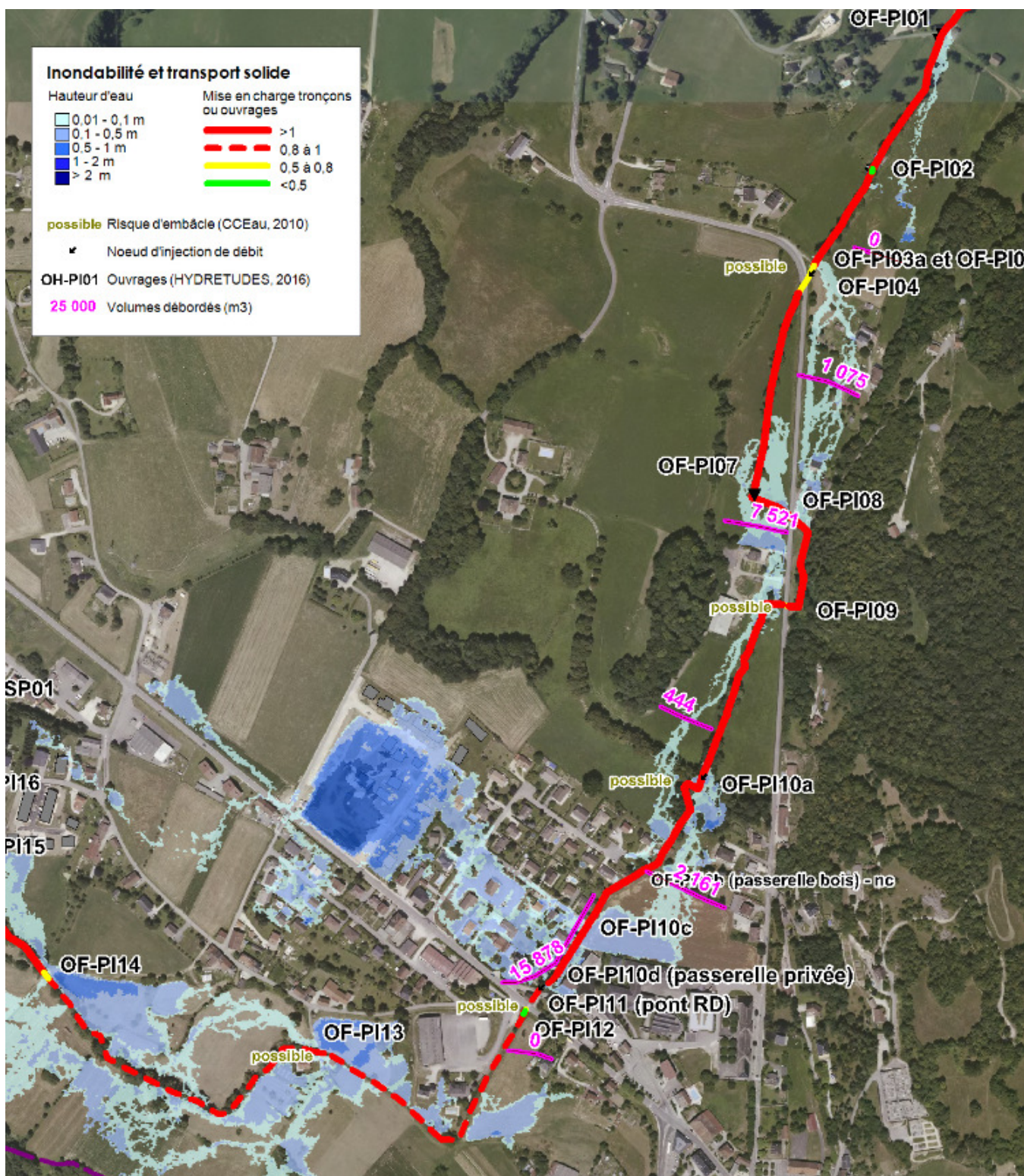


Figure 69 : Extrait carte hauteur d'eau à l'état initial - Crue décennale

Les aménagements proposés en amont de la RD permettent de limiter, voire supprimer les débordements (notamment sur les zones urbanisées rive droite). Les quelques débordements en aval de l'ouvrage de la traversée routière OF-P9 (au niveau de la ferme) rejoignent rapidement la Pisserotte par le fossé de récupération des eaux. La Pisserotte atteint très souvent sa capacité de plein bord.

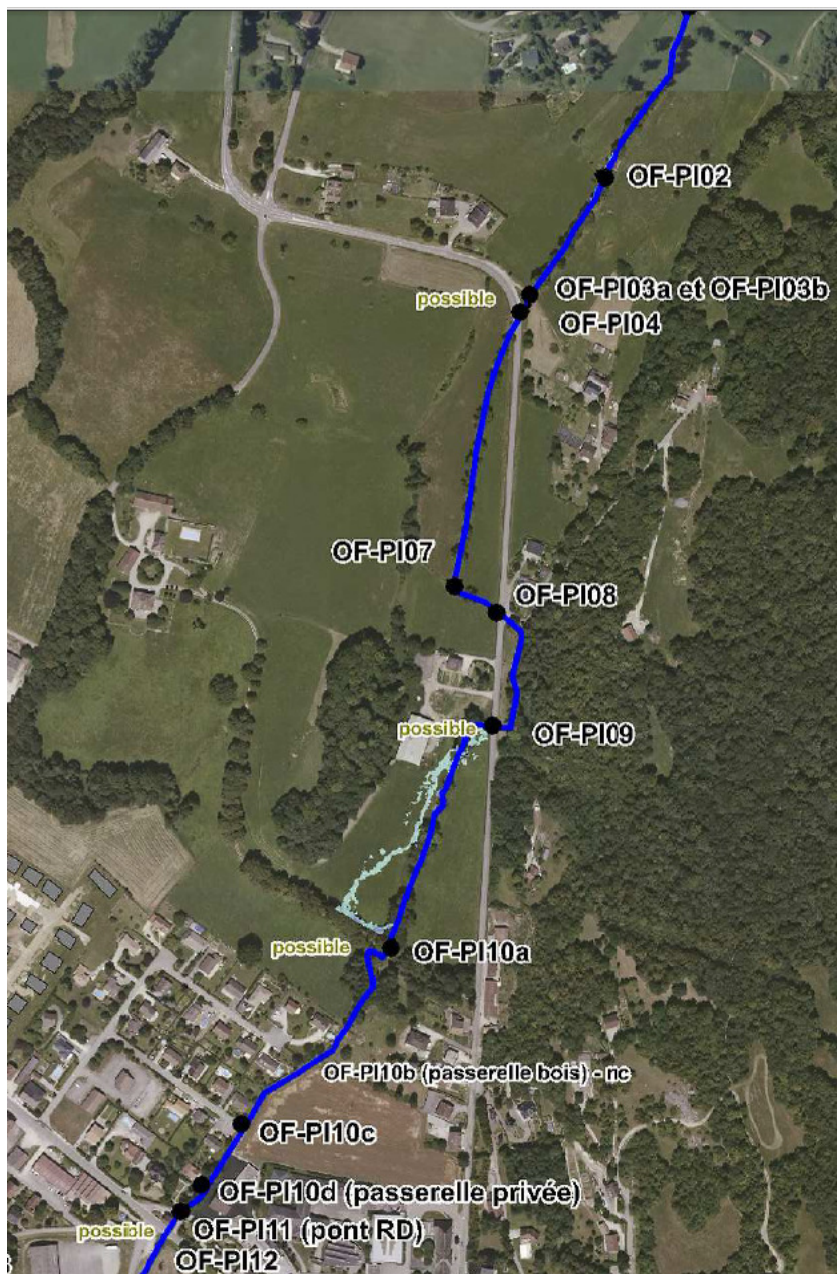


Figure 70 : Extrait carte hauteur d'eau à l'état projet - Crue décennale -secteur amont

En aval de la RD, les débordements à l'état projet sont dépendants de la solution retenue par le maître d'ouvrage :

1. **La solution 1 du canal de décharge** supprime la quasi-totalité des débordements dans la plaine agricole. Le débit dans le canal de décharge atteint en débit de pointe $3 \text{ m}^3/\text{s}$.
La buse en amont du CAT (OF-PI15) étant limitante les débordements en rive gauche sont maintenus (déjà existant à l'état initial).
2. **Pour la solution n°2 du merlon de confinement**, les débordements dans la plaine agricole sont maintenus. Ils participent au ralentissement dynamique de la crue. Le merlon de protection permet de protéger le lotissement et le CAT des débordements.

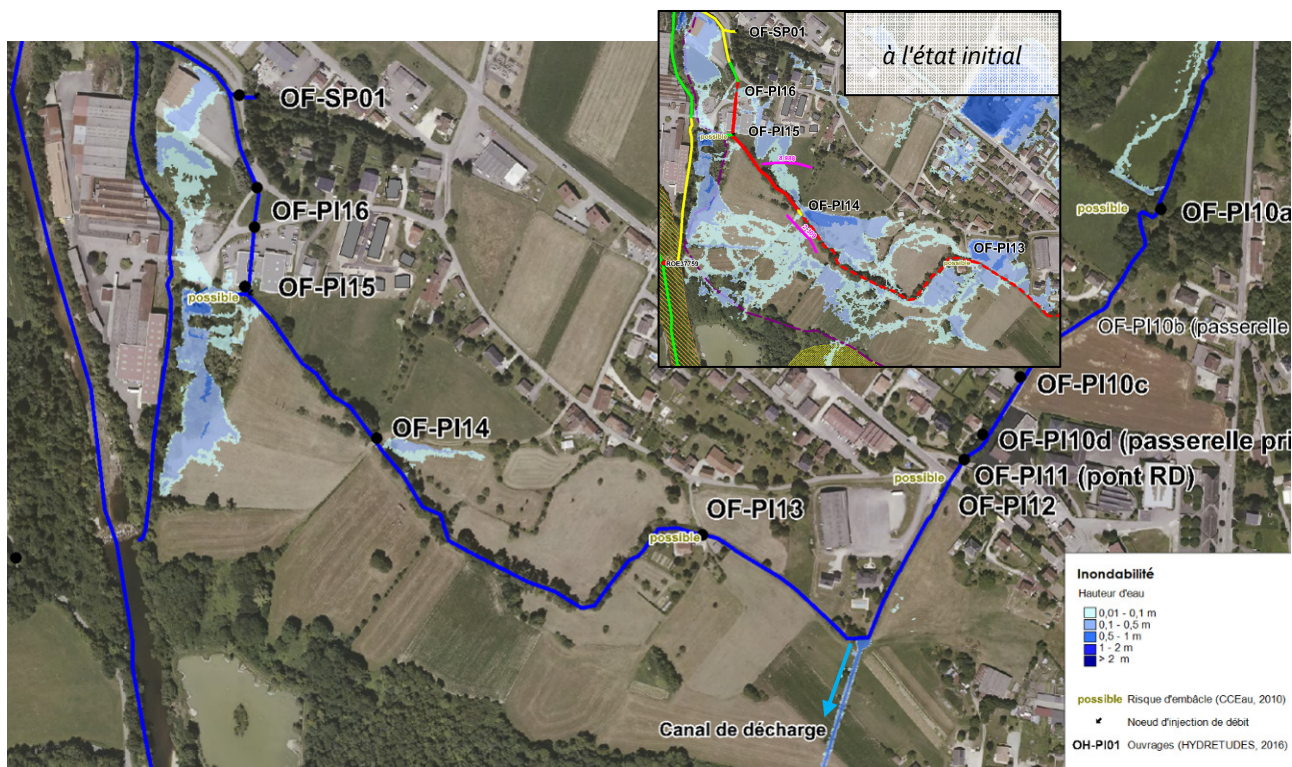


Figure 71 : Extrait carte hauteur d'eau à l'état projet - Crue décennale solution 1

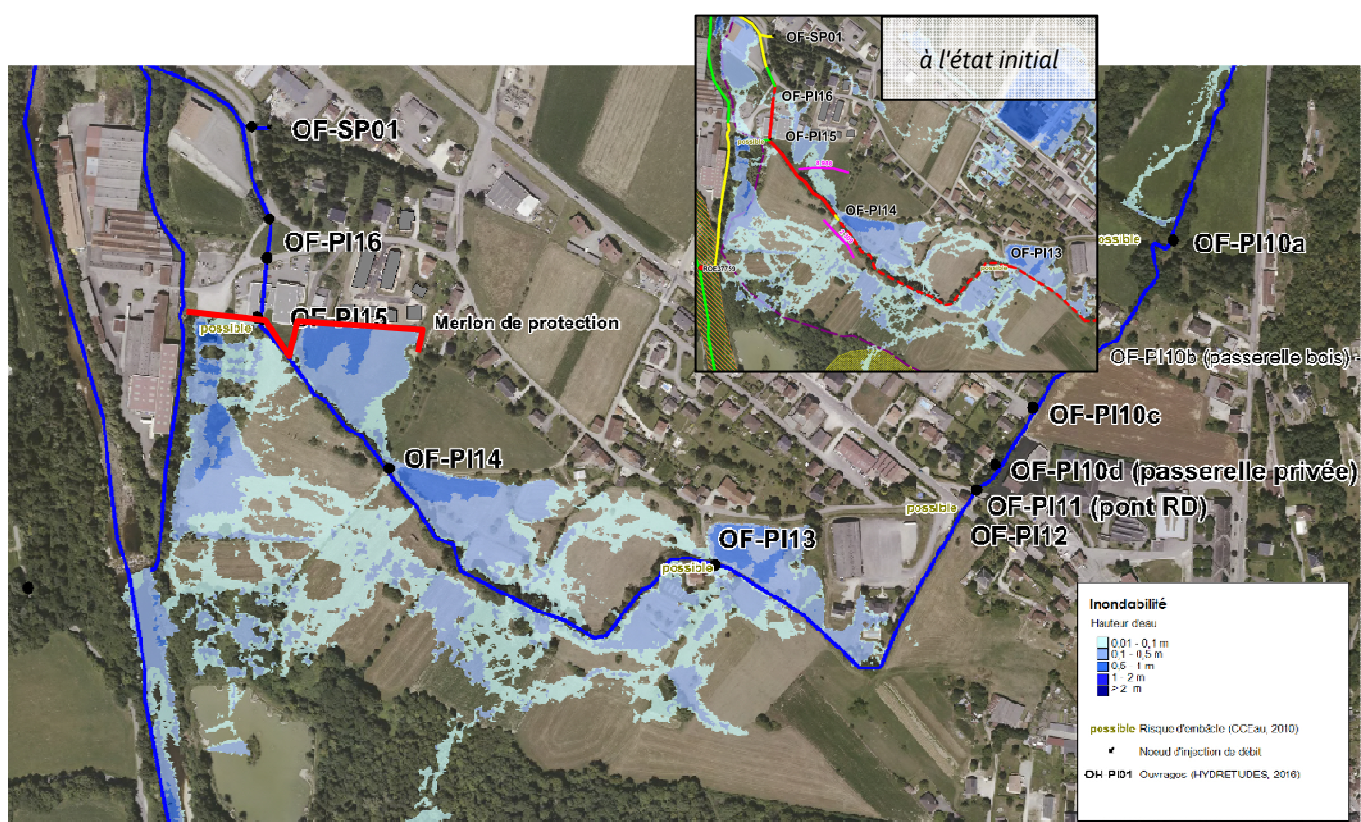


Figure 72 : Extrait carte hauteur d'eau à l'état projet - Crue décennale solution 2

4.4.2 CRUE CENTENNALE

A l'état initial, les débordements sont très importants pour la crue centennale sur l'ensemble du bassin versant.

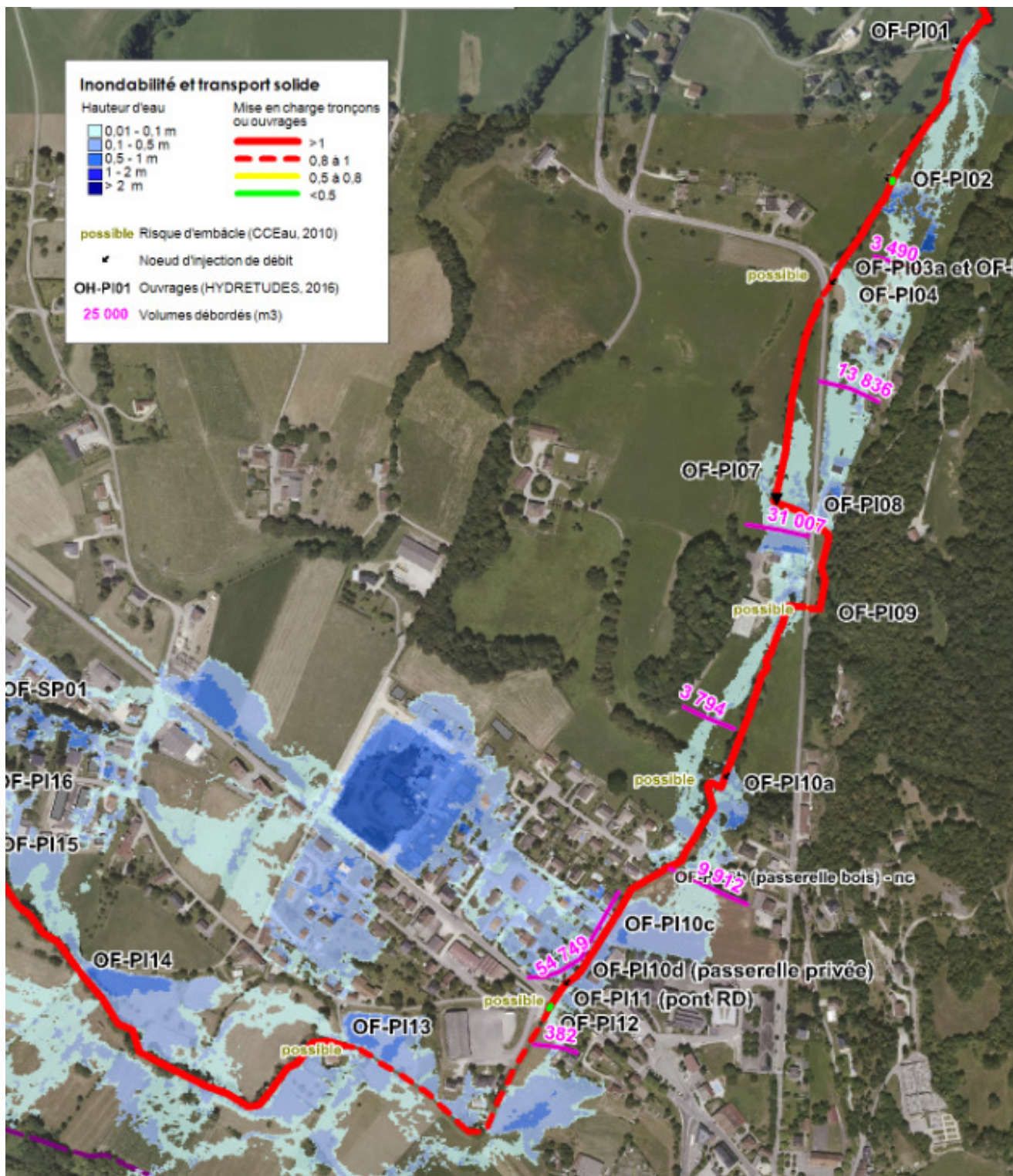


Figure 73 : Extrait carte hauteur d'eau à l'état initial - Crue centennale

A l'état projet, les aménagements proposés étant dimensionnés pour le passage d'une crue décennale, les débordements restent très importants pour la crue centennale sur l'ensemble du bassin versant.

Secteur 1 - Saint Pierre de Genebroz

Sur le secteur de Saint Pierre de Genebroz, les aménagements proposés permettent de limiter dans une certaine mesure les débordements en termes de surface inondées et de volumes de débordements. Il n'y a plus de débordement en amont au niveau de l'ouvrage OF-PI01.

Cependant, les débordements en rive gauche en amont de la première traversée de la RD921 restent notables (ouvrages OF-PI02 et OF-PI03). Ces débordements débutent à partir de $Q=3 \text{ m}^3/\text{s}$ et inondent toujours les habitations. Le flux de débordement rejoint la Pisserotte en aval de la deuxième traversée de la RD 921

Le deuxième ouvrage de traversée (OF-PI08) est en charge et génère des débordements en rive droite qui se propagent jusqu'au mur de l'habitation. Le volume débordé à ce niveau ($V=3500 \text{ m}^3$; débit de point de débordement : $0.65 \text{ m}^3/\text{s}$) est plus faible qu'à l'état initial. Ces débordements rejoignent la Pisserotte en aval de la troisième traversée de la RD921.

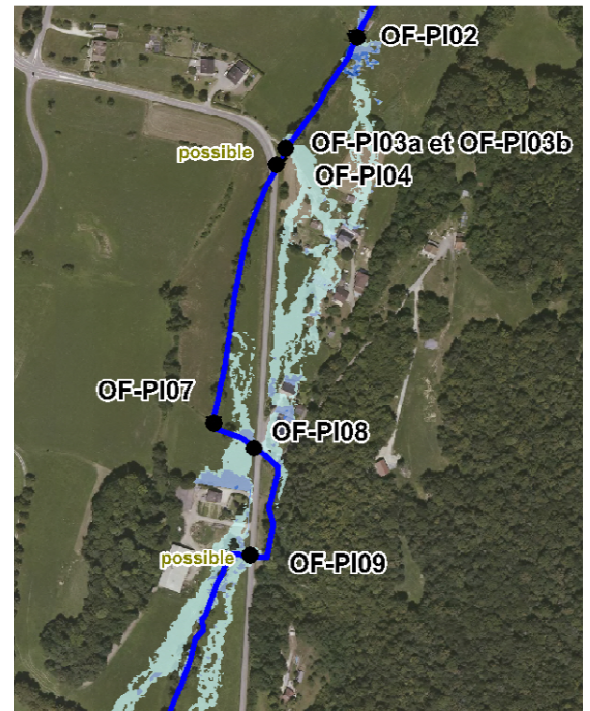


Figure 74 : Extrait de carte hauteur d'eau à l'état projet
- Crue centennale- Secteur 1

Secteur 2 - Les Echelles en amont de la RD 1006

Les surfaces inondées sur le secteur des Echelles en amont de la RD 1006 sont quasi identiques à l'état projet et à l'état initial.

Des débordements supplémentaires sont générés à partir d'un débit de $3 \text{ m}^3/\text{s}$ dans la prairie en rive gauche à l'aval de la ferme et du passage de la RD (OF-PI09). Ces débordements rejoignent les débordements au niveau de l'ouvrage OF-PI0a (déjà existant à l'état initial) puis la parcelle agricole en aval en passant par la propriété privée.

En rive droite, les débordements à l'aval de la ferme restent inchangés. La taille du fossé le long du chemin du château ne suffit pas à rediriger les écoulements vers la Pisserotte. La maison Bruner est inondée comme à l'état initial. Au niveau de la zone urbanisée, les débordements ont lieu à partir d'un débit de $3.5 \text{ m}^3/\text{s}$, notamment au droit de l'ouvrage OF-PI0c (allée du Rossignol). Les débordements se généralisent et inondent le lotissement. Il n'y a pas de sur-inondation.



Figure 75 : Extrait de carte hauteur d'eau à l'état projet - Crue centennale- Secteur 2 (amont RD) - les deux solutions

Secteur 3 - Les Echelles en aval de la RD 1006

Compte tenu des débordements en amont de la RD, le débit en aval est limité à 3.2 m³/s à l'état projet. Les débordements aval sont ensuite dépendants de la solution retenue par le maître d'ouvrage.

1. **La solution 1 du canal de décharge** ne permet pas de supprimer totalement les débordements dans la plaine agricole. Les surfaces inondées sont toutefois limitées. Les 3 habitations dans la zone du coude sont soustraites à l'inondation. La zone inondable est comparable à celle provoquée par une crue décennale à l'état initial. Il n'y a pas de sur-inondation.
2. **La solution 2 du merlon de protection** permet de protéger le CAT contre la crue centennale. La hauteur maximum observée au niveau du merlon est de 80 cm. La zone inondable est comparable à celle provoquée par une crue centennale à l'état initial. Il n'y a pas de sur-inondation.

Cette solution induit un sur-aléa en cas d'un scénario de rupture de merlon.

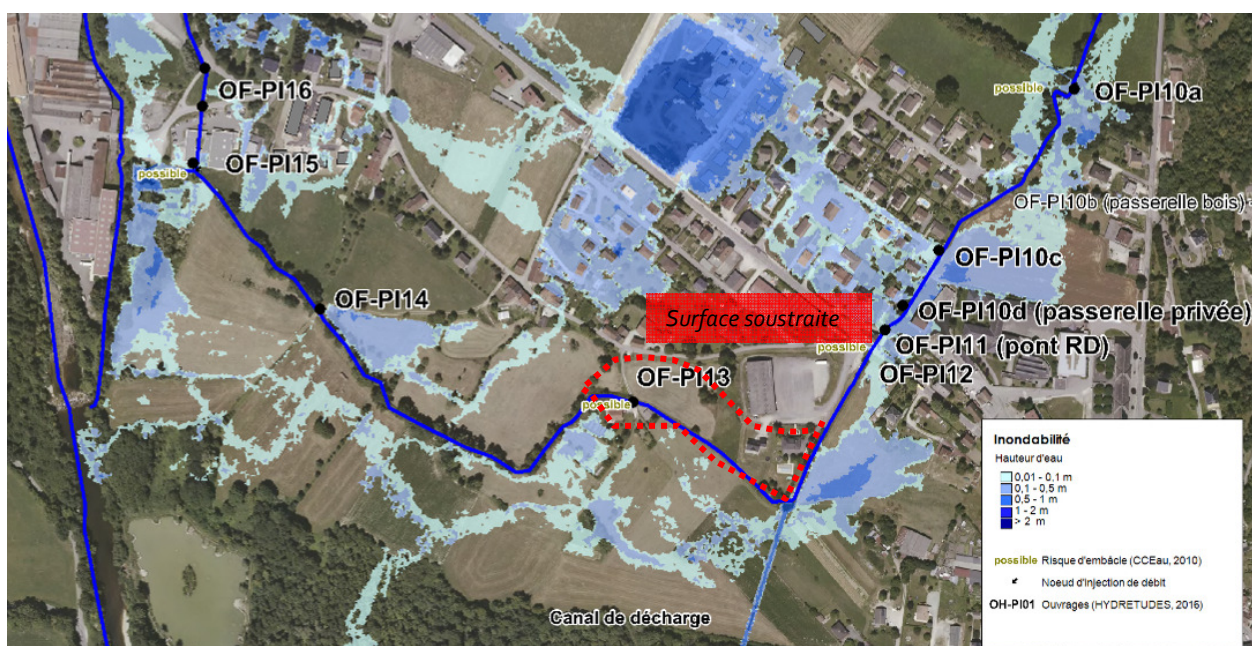


Figure 76 : Extrait carte hauteur d'eau à l'état projet - crue centennale - Secteur en aval de la RD - Solution 1

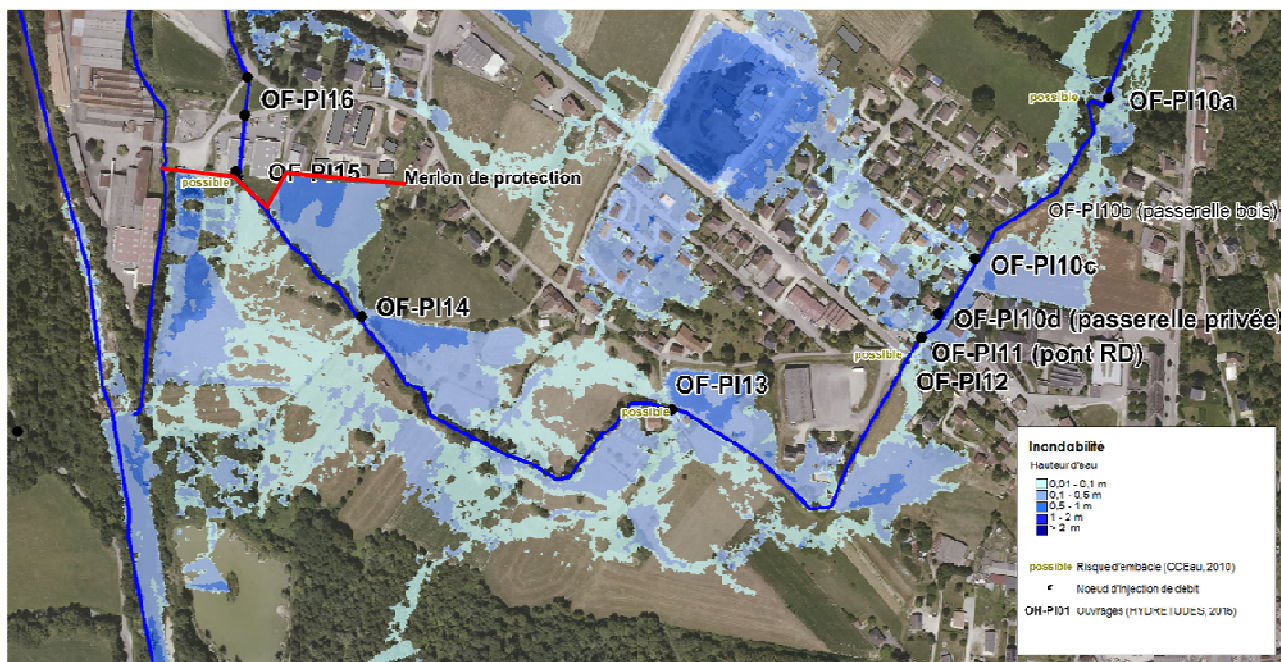


Figure 77 : Extrait carte hauteur d'eau à l'état projet - crue centennale - Secteur en aval de la RD - Solution 2

4.4.3 SYNTHÈSE DES IMPACTS HYDRAULIQUES

Crue décennale (Q10) : Les travaux envisagés permettent de réduire considérablement les inondations pour la crue de dimensionnement (passage d'une crue décennale) en amont de la RD 1006. A l'aval de la RD, les surfaces inondées dépendront de la solution envisagée.

- Suppression des débordements sur la plaine agricole et sur les quelques habitations, ainsi que le CAT pour la solution 1 du canal de décharge ;
- Maintien de la zone d'expansion des crues mais protection du CAT pour la solution 2 du merlon de confinement.

Pour ce débit de crue, il n'y a pas de risque de sur-inondation.

Crue centennale (Q100) : La zone inondable est comparable à celle provoquée par une crue centennale à l'état initial. Seul le secteur en rive gauche à l'aval de la ferme présente des débordements supplémentaires (ils restent faibles). A l'aval de la RD, les surfaces inondées bien qu'elles dépendent de la solution envisagée restent importantes. La solution 2 du merlon de confinement permet cependant une protection du CAT pour la crue centennale.

4.5 SYNTHÈSE DES OPÉRATIONS

4.5.1 COUT GLOBAL DE L'OPÉRATION

En résumé, le coût total des aménagements sur l'ensemble du linéaire de la Pisserotte est estimé à 317 000 € HT. Le coût de la maîtrise d'œuvre est estimé à 33 000 € HT, soit un coût global de 350 000 € HT.

Secteur 1 : Saint Pierre de Genebroz

<i>RECAPITULATIF - Secteur 1</i>	
Aménagement 1 : Remplacement de l'ouvrage OH1	13 977.70 €
Aménagement 2 : Abattage/dessouchage - reprise de berge	3 685.00 €
Aménagement 3 : Aménagement d'un piège à matériaux	12 379.95 €
Aménagement 4 : Curage de l'ouvrage de la RD 921	900.00 €
Aménagement 5 : Recalibrage du lit mineur	7 942.55 €
TOTAL HT	38 885.20 €
TVA 20.00%	7 777.04 €
TOTAL TTC	46 662.24 €

Maitrise d'œuvre - Secteur 1 : 6000 € HT

Secteur 2 : Les Echelles - secteur amont

<i>RECAPITULATIF - Secteur 2</i>	
Aménagement 6 : Aménagement d'un fossé de récupération des eaux	2 225.30 €
Aménagement 7 : Recalibrage du lit mineur, protection de berges en enrochements libres	41 629.50 €
Aménagement 8 : Recalibrage du lit mineur	112 825.90 €
Aménagement 9 : Caissons bois végétalisés en Rive Droite, Banquette Rive Gauche sur 30ml	41 646.55 €
Aménagement 10 : Banquette Rive Gauche sur 135ml	13 250.05 €
TOTAL HT	211 577.30 €
TVA 20.00%	42 315.46 €
TOTAL TTC	253 892.76 €

Maitrise d'œuvre - Secteur 2 : 19 000 € HT

Secteur 3 : Les Echelles - secteur aval

<i>RECAPITULATIF - Secteur 3</i>	
Aménagement 11 : Solution 1 - Création d'un canal de décharge	61 591.20 €
Aménagement 11 : Solution 2 - Création d'un merlon de protection du CAT et lotissement	63 624.55 €
Aménagement 12 : Fossé au niveau de la buse du CAT	3000.00 €
TOTAL HT	64 591 à 66 624 €
TOTAL TTC	77509.20 à 79 948.80 €

Maitrise d'œuvre - Secteur 3 : 8 000 € HT

4.5.2 PRIORISATION DES INTERVENTIONS

Compte tenu de la vulnérabilité des enjeux situés en rive droite de la Pisserotte sur la commune des Echelles, nous préconisons de réaliser les interventions sur le secteur 2 en priorité. Les travaux sur le secteur 1 peuvent être entrepris dans les mêmes échéances que pour le secteur 2. Néanmoins, nous ne recommandons pas de réaliser les travaux sur le secteur 1 avant le secteur 2 afin de ne pas aggraver le risque d'inondation sur le secteur 2. En effet, les travaux sur le secteur 1 supprimant les débordements vont engendrer un accroissement du débit de crue en aval.

Enfin, les enjeux en aval de la RD sont bien plus faibles. La réalisation des travaux sur les secteurs 1 et 2 n'a que très peu d'impact sur les inondations en aval du fait d'une zone d'inondation naturelle très large. C'est une zone d'étalement de la lame d'eau n'impactant que très faiblement les inondations.

- **Priorité 1** : Secteur 2 \approx 231 000 € HT, 277 000 € TTC (*Travaux + MOE*)

- **Priorité 2** : Secteur 1 \approx 45 000 € HT, 54 000 € TTC (*Travaux + MOE*)

- **Priorité 3** : Secteur 3 \approx 74 000 € HT, 88 800 € TTC (*Travaux + MOE*)

4.5.3 ANALYSE MULTICRITERE POUR LE SECTEUR 3

Concernant le choix de la solution pour le secteur aval, le cout des travaux est quasi-similaire entre les deux solutions. Le tableau ci dessous présente une analyse multicritère.

	Contrainte travaux		Hydraulique		Foncier	
	+	-	+	-	+	-
S1 : Canal de décharge		<p>Dévoisement des réseaux HTA. Intervention sur la berge du Guiers. Impact sur les activités agricoles</p>	<p>Suppression des débordements sur la plaine agricole (et quelques habitations+CAT) pour Q10. Pas d'impact sur la crue du Guiers (non concomitance).</p>	<p>CAT légèrement inondé en Q100. Ralentissement dynamique supprimé.</p>		<p>IMPACT FORT sur les activités agricoles. Réalisation des travaux sur des propriétés privées. Traverse 4 parcelles agricoles (canal au milieu de parcelles agricoles exploitées).</p>
S2 : Merlon de protection	<p>Pas de contraintes particulières</p>		<p>Maintien de la zone d'expansion des crues. Protège le CAT pour une crue centennale.</p>	<p>Création d'un sur-aléa en cas d'un scénario de rupture de merlon (soumis à validation de la DDT).</p>		<p>Création du merlon sur une propriété privée.</p>
	Financier	Dossier réglementaire et Environnement		Entretien		
		+	-	+	-	
S1 : Canal de décharge	63 000 € HT	Faible impact sur l'environnement		Faible		
S2 : Merlon de protection	61 000 € HT	Faible impact sur l'environnement	<p>Potentiellement classé en ouvrage digue de classe C (protection de plus de 30 habitants même si H< 1.5 m). A vérifier avec la DDT.</p>	Faible.	<p>Si classé en digue, réalisation de VTA et inspection annuel de l'état de l'ouvrage.</p>	

4.6 SYNTHÈSE POUR TOUS LES SECTEURS

Secteurs	Type de travaux	Coûts des travaux + Maitrise d'œuvre	Impact hydraulique Q10	Impact hydraulique Q100	Impact environnemental	Impact Fonciers
N°1 : de St Pierre de Genebroz à l'aval de la ferme	<ul style="list-style-type: none"> - Remplacement et mise au gabarit de l'ouvrage OF-Pl01 - Entretien de la ripisylve, coupe de la cépée en RD, nettoyage du lit - Création d'un piège à matériaux en amont de la traversée de la RD - Curage sous l'ouvrage - Recalibrage du lit mineur entre les 2 traversées de la RD (variante possible à 16 000 € au lieu de 8 000 €) 	40 000 € HT + MOE : 6000 € HT	++ Suppression des débordements	+ Suppression des débordements amont	+ Renaturation d'un secteur de cours d'eau	Faible (plage de dépôt)
N°2 : de l'aval de la ferme au coude à l'aval de la RD1006	<ul style="list-style-type: none"> - Création d'un fossé de récupération des eaux débordantes en amont du lotissement (2 000 €) - Protection de berge et recalibrage sur 40 ml (42 000 €) - Recalibrage + reprise passerelle piétonne + recalibrage avec reprise des accès à 2 propriétés (113 000 €) - Remplacement du mur béton à l'aval de la RD1006 par un caisson bois (42 000 €) - Création d'une banquette en RG (13 000 €) 	212 000 € HT + MOE 19 000 € HT	++ Suppression des débordements	Pas d'impact notable	sans objet	Faible
N°3 : du coude à l'aval de la RD1006 au Guiers	- Création canal de décharge entre le coude situé à l'aval de la RD1006 et le Guiers sur 200 ml	61 500 € HT+ MOE 8 000 € HT	++ Suppression des débordements	- Faible protection du CAT	-- Suppression de la plaine inondable	Très Fort
	OU - Merlon de protection entre le lotissement le Maillet et le canal Sibille sur 275 ml	64 000 € HT + MOE 8 000 € HT	++ protection du CAT	++ protection du CAT	++ Maintien de la plaine inondable	Faible
	- Aménagement complémentaire : Création d'un canal de décharge au niveau du CAT	3000 € HT	+	pas d'effet	sans objet	Faible

Partie 5. Identification des objectifs réglementaires

5.1 SECTEUR AMONT (SAINT-PIERRE DE GENE BROZ)

Les travaux visent à gérer les risques hydrauliques sur la commune de Saint-pierre de Genebroz et à la restauration du bon fonctionnement de la Pisserotte. Le projet concerne ainsi :

- La modification du profil en travers et du profil en long du lit mineur sur un linéaire cumulé d'environ 170 mètres linéaires.
- La modification d'une surface du lit mineur d'environ 700 m².
- 2 ouvrages à modifier.

5.1.1 AUTORISATION AU TITRE DE LA LOI SUR L'EAU

En application des articles L214-1 à L 214-6 du Code de l'Environnement, les articles R214-1 et suivants du code de l'environnement, ainsi que le tableau annexé à l'article R214-1 fixent la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration.

Les rubriques concernées par le projet sont les suivantes :

Titre 3 : Impacts sur le milieu aquatique ou sur la sécurité publique

3.1.2.0. Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0., ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau :

- | | |
|--|---------------------|
| 1°) Sur une longueur supérieure ou égale à 100 m | Autorisation |
| 2°) Sur une longueur inférieure à 100 m | Déclaration |

D'après les éléments présentés précédemment, la longueur cumulée maximum pouvant être impactée par les travaux est d'environ 170 mètres.

3.1.4.0 Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :

- | | |
|--|--------------------|
| 1°) Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m | Autorisation |
| 2°) Supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m | Déclaration |

La longueur cumulée maximum des travaux de consolidation des berges concerne un linéaire inférieur à 200 m.

3.1.5.0. Installations, ouvrages, travaux ou activités dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés ou des batraciens :

- | | |
|---|---------------------|
| 1°) Destruction de plus de 200 m ² de frayères | Autorisation |
| 2°) Dans les autres cas | Déclaration |

Les travaux concernent une surface cumulée maximum de plus de 200 m².

Le tableau ci-après récapitule la situation des opérations vis-à-vis de la nomenclature loi sur l'eau. **Le projet est donc soumis à autorisation au titre de la Loi sur l'Eau.**

N° de la rubrique	Intitulé rubrique (résumé)	Situation du projet
3.1.2.0	Modification du profil en long ou du profil en travers	Autorisation (Longueur > 100 m)
3.1.5.0	Travaux en lit mineur susceptibles de détruire les frayères	Autorisation (surface > 200 m ²) Choix de la période de travaux qui exclut la destruction de frayères

5.1.2 TRAVAUX EN RÉSERVES NATURELLES NATIONALES

Non concerné.

5.1.3 TRAVAUX EN SITES CLASSÉS

Non concerné.

5.1.4 ETUDE D'IMPACT

Le projet pourrait être soumis à étude d'impact au titre des 2 rubriques suivantes du tableau annexé à l'article R.122-2 du Code de l'Environnement (Version en vigueur au 15 août 2016). Cependant, le projet serait uniquement soumis à la procédure de " **cas par cas** " en application de l'annexe III de la directive 85/337/ CE.

CATÉGORIES D'AMÉNAGEMENTS, d'ouvrages et de travaux	PROJETS soumis à étude d'impact	PROJETS soumis à la procédure de " cas par cas " en application de l'annexe III de la directive 85/337/ CE
10° Canalisation et régularisation des cours d'eau.		<p>Ouvrages de canalisation, de reprofilage et de régularisation des cours d'eau s'ils entraînent une artificialisation du milieu sous les conditions de respecter les critères et seuils suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m - consolidation ou protection des berges, par des techniques autres que végétales vivantes sur une longueur supérieure ou égale à 200 m ; - installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet pour la destruction de plus de 200 m² de

		frayères - installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à la dérivation d'un cours d'eau sur une longueur supérieure ou égale à 100 m.
47. Premiers boisements et déboisements en vue de la reconversion de sols.	a) Défrichements portant sur une superficie totale, même fragmentée, égale ou supérieure à 25 hectares.	a) Défrichements soumis à autorisation au titre de l'article L. 341-3 du code forestier en vue de la reconversion des sols, portant sur une superficie totale, même fragmentée, de plus de 0,5 hectare.
	b) Pour La Réunion et Mayotte, dérogations à l'interdiction générale de défrichement, mentionnée aux articles L. 374-1 et L. 375-4 du code forestier, ayant pour objet des opérations d'urbanisation ou d'implantation industrielle ou d'exploitation de matériaux.	b) Autres déboisements en vue de la reconversion des sols, portant sur une superficie totale, même fragmentée, de plus de 0,5 hectare.
		c) Premiers boisements d'une superficie totale de plus de 0,5 hectare.

<https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006074220&idArticle=LEGIA RTl000025086815>

5.1.5 DÉROGATIONS À L'INTERDICTION D'ATTEINTE AUX ESPÈCES ET HABITATS PROTÉGÉS

Le rapport de l'annexe 6 ne permet pas a priori de justifier le non recours à une demande de dérogation « Espèces Protégées ». La liste des espèces terrestres observés sur la zone d'étude en 2016 par HYDRETTUDES est loin d'être exhaustive puisque seulement basée sur 2 passages sur site en pleine journée. Aucune écoute spécifique ni inventaire spécifique n'a été réalisé. Cela permet juste d'avoir une idée des espèces faunistiques les plus communes qui fréquentent la zone d'étude.

❖ LES HABITATS NATURELS

Parmi les habitats identifiés, deux correspondent à des habitats d'intérêt communautaire d'après la Directive habitat n°92/43/CEE. La zone d'étude n'étant pas située au sein d'un site Natura 2000, les habitats recensés ne représentent pas d'enjeu réglementaire.

❖ FLORE

Les relevés floristiques sont disponibles en annexe 6. Au total, plus d'une centaine d'espèces végétales ont été recensées dont aucune ne présente un enjeu de conservation.

❖ FAUNE

Les quelques espèces recensées sur la zone d'étude en 2016 par HYDRETTUDES sont des espèces typiques des milieux humides et des petits boisements. Parmi elles, 5 espèces sont à enjeu de conservation de "Assez fort" à "Très fort". Il s'agit : de la Buse variable, du Faucon crécerelle, de l'Hirondelle rustique, du Martin-pêcheur d'Europe et du Léopard vert occidental. A l'exception du Martin-pêcheur, ces dernières sont des espèces qui chassent dans les milieux ouverts et nichent en dans les milieux boisés, rupestres voire anthropisés.

L'espèce faunistique à enjeu inféodée au cours d'eau est le Martin-pêcheur mais celui-ci utilise a priori le Guiers (et non la Pisserotte) comme site de nourrissage. Cependant son aire de nidification et de repos n'a pas été identifiée.

Rappelons que le volet des chiroptères n'a pas été étudié dans le cadre de cette étude, mais peut constituer un enjeu écologique.

5.1.6 DOSSIER DE DÉFRICHEMENT

Ce dossier sera associé à la déclaration Loi sur l'Eau ou intégrée à l'autorisation unique.

5.1.7 DIG

Ce dossier sera associé à la déclaration Loi sur l'Eau ou intégrée à l'autorisation unique.

5.2 SECTEUR AVAL (LES ECHELLES)

Les travaux visent à gérer les risques hydrauliques sur la commune des Echelles et à la restauration du bon fonctionnement de la Pisserotte. Le projet concerne ainsi :

- La modification du profil en travers et du profil en long du lit mineur sur un linéaire cumulé d'environ 420 mètres linéaires.
- La modification ou la consolidation des berges en techniques autres que végétales sur environ 400 mètres linéaires.
- 2 ouvrages à modifier (passerelle piétonne allée des rossignols, passerelle d'accès privée).
- Des travaux en lit majeur (fossé par terrassement en déblai sur 65 m linéaire + canal de décharge ou merlon de protection de 1300 m²).

5.2.1 AUTORISATION AU TITRE DE LA LOI SUR L'EAU

En application des articles L214-1 à L 214-6 du Code de l'Environnement, les articles R214-1 et suivants du code de l'environnement, ainsi que le tableau annexé à l'article R214-1 fixent la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration.

Les rubriques concernées par le projet sont les suivantes :

Titre 3 : Impacts sur le milieu aquatique ou sur la sécurité publique

3.1.2.0. Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0., ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau :

- | | |
|--|---------------------|
| 1°) Sur une longueur supérieure ou égale à 100 m | Autorisation |
| 2°) Sur une longueur inférieure à 100 m | Déclaration |

D'après les éléments présentés précédemment, la longueur cumulée maximum pouvant être impactée par les travaux est d'environ 420 mètres.

3.1.4.0 Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :

- | | |
|--|---------------------|
| 1°) Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m | Autorisation |
| 2°) Supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m | Déclaration |

La longueur cumulée maximum des travaux de consolidation des berges concerne un linéaire supérieur à 200 m.

3.1.5.0. Installations, ouvrages, travaux ou activités dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés ou des batraciens :

- 1°) Destruction de plus de 200 m² de frayères **Autorisation**
- 2°) Dans les autres cas Déclaration

Les travaux concernent une surface cumulée maximum de plus de 200 m².

3.2.2.0 Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau :

- 1°) Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m² **Autorisation**
- 2°) Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m² et inférieure à 10 000 m² Déclaration

Le merlon de protection couvre une surface de 1300 m².

Le tableau ci-après récapitule la situation des opérations vis-à-vis de la nomenclature loi sur l'eau. **Le projet est donc soumis à autorisation au titre de la Loi sur l'Eau.**

N° de la rubrique	Intitulé rubrique (résumé)	Situation du projet
3.1.2.0	Modification du profil en long ou du profil en travers	Autorisation (Longueur > 100 m)
3.1.4.0	Consolidation ou protection des berges	Autorisation (Longueur > 100 m)
3.1.5.0	Travaux en lit mineur susceptibles de détruire les frayères	Autorisation (surface > 200 m ²) Choix de la période de travaux qui exclut la destruction de frayères

5.2.2 TRAVAUX EN RÉSERVES NATURELLES NATIONALES

Non concerné.

5.2.3 TRAVAUX EN SITES CLASSÉS

Non concerné.

5.2.4 ETUDE D'IMPACT

Le projet pourrait être soumis à étude d'impact au titre des 2 rubriques suivantes du tableau annexé à l'article R.122-2 du Code de l'Environnement (Version en vigueur au 15 août 2016). Cependant, le projet serait uniquement soumis à la procédure de " cas par cas " en application de l'annexe III de la directive 85/337/ CE.

CATÉGORIES D'AMÉNAGEMENTS, d'ouvrages et de travaux	PROJETS soumis à étude d'impact	PROJETS soumis à la procédure de " cas par cas " en application de l'annexe III de la directive 85/337/ CE
10° Canalisation et régularisation des cours d'eau.		Ouvrages de canalisation, de reprofilage et de régularisation des cours d'eau s'ils entraînent une artificialisation du milieu sous les conditions de respecter les critères et seuils suivants : - installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en

		<p>long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m</p> <ul style="list-style-type: none"> - consolidation ou protection des berges, par des techniques autres que végétales vivantes sur une longueur supérieure ou égale à 200 m ; - installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet pour la destruction de plus de 200 m² de frayères - installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à la dérivation d'un cours d'eau sur une longueur supérieure ou égale à 100 m.
47. Premiers boisements et déboisements en vue de la reconversion de sols.	a) Défrichements portant sur une superficie totale, même fragmentée, égale ou supérieure à 25 hectares.	a) Défrichements soumis à autorisation au titre de l'article L. 341-3 du code forestier en vue de la reconversion des sols, portant sur une superficie totale, même fragmentée, de plus de 0,5 hectare.
	b) Pour La Réunion et Mayotte, dérogations à l'interdiction générale de défrichement, mentionnée aux articles L. 374-1 et L. 375-4 du code forestier, ayant pour objet des opérations d'urbanisation ou d'implantation industrielle ou d'exploitation de matériaux.	b) Autres déboisements en vue de la reconversion des sols, portant sur une superficie totale, même fragmentée, de plus de 0,5 hectare.
		c) Premiers boisements d'une superficie totale de plus de 0,5 hectare.

<https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006074220&idArticle=LEGIA RTI000025086815>

5.2.5 DÉROGATIONS À L'INTERDICTION D'ATTEINTE AUX ESPÈCES ET HABITATS PROTÉGÉS

Le rapport de l'annexe 6 ne permet pas a priori de justifier le non recours à une demande de dérogation « Espèces Protégées ». La liste des espèces terrestres observés sur la zone d'étude en 2016 par HYDRETTUDES est loin d'être exhaustive puisque seulement basée sur 2 passages sur site en pleine journée. Aucune écoute spécifique ni inventaire spécifique n'a été réalisé. Cela permet juste d'avoir une idée des espèces faunistiques les plus communes qui fréquentent la zone d'étude.

❖ LES HABITATS NATURELS

Parmi les habitats identifiés, deux correspondent à des habitats d'intérêt communautaire d'après la Directive habitat n°92/43/CEE. La zone d'étude n'étant pas située au sein d'un site Natura 2000, les habitats recensés ne représentent pas d'enjeu réglementaire.

❖ FLORE

Les relevés floristiques sont disponibles en annexe 6. Au total, plus d'une centaine d'espèces végétales ont été recensées dont aucune ne présente un enjeu de conservation.

❖ FAUNE

Les quelques espèces recensées sur la zone d'étude en 2016 par HYDRETTUES sont des espèces typiques des milieux humides et des petits boisements. Parmi elles, 5 espèces sont à enjeu de conservation de "Assez fort" à "Très fort". Il s'agit : de la Buse variable, du Faucon crécerelle, de l'Hirondelle rustique, du Martin-pêcheur d'Europe et du Lézard vert occidental. A l'exception du Martin-pêcheur, ces dernières sont des espèces qui chassent dans les milieux ouverts et nichent en dans les milieux boisés, rupestres voire anthropisés.

L'espèce faunistique à enjeu inféodée au cours d'eau est le Martin-pêcheur mais celui-ci utilise a priori le Guiers (et non la Pisserotte) comme site de nourrissage. Cependant son aire de nidification et de repos n'a pas été identifiée.

Rappelons que le volet des chiroptères n'a pas été étudié dans le cadre de cette étude, mais peut constituer un enjeu écologique.

5.2.6 DOSSIER DE DÉFRICHEMENT

Ce dossier sera associé à la déclaration Loi sur l'Eau ou intégrée à l'autorisation unique.

5.2.7 DIG

Ce dossier sera associé à la déclaration Loi sur l'Eau ou intégrée à l'autorisation unique.

5.3 SYNTHÈSE DES OBJECTIFS REGLEMENTAIRES

Les travaux envisagés sont soumis à Autorisation et soumis à étude d'impact (procédure de " cas par cas").

Secteurs	Dossier sur l'eau	Etude d'impact	Dérogations espèces et habitats protégés
N°1 : de St Pierre de Genebroz à l'aval de la ferme	Autorisation	procédure de " « cas par cas »	Ce point devra être précisé avec la DREAL.
N°2 : de l'aval de la ferme au coude à l'aval de la RD1006	Autorisation	procédure de " « cas par cas »	
N°3 : du coude à l'aval de la RD1006 au Guiers	Autorisation	procédure de " « cas par cas »	

Partie 6. Annexes

ANNEXE 1 : RÉSULTATS HYDRAULIQUES 1D (Q₂, Q₅, Q₁₀ ET Q₁₀₀)

ANNEXE 2 : CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES ET DES DESORDRES (Q₂, Q₅, Q₁₀, Q₁₀₀)

ANNEXE 3 : DOSSIER DE PLANS AVANT-PROJET

ANNEXE 4 : ESTIMATION DU COUT DES TRAVAUX

ANNEXE 5 : CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES (ETAT PROJET)

ANNEXE 6 : POTENTIALITES ECOLOGIQUES (HYDRETTUES, 2017)

ANNEXE 1 : RÉSULTATS HYDRAULIQUES 1D (Q2, Q5, Q10 ET Q100)

	Section key	Linéaire (m)	Niveau du lit (m AD)	Q2				Q5			
				Débit section (m3/s)	nombre de Froude section	Niveau (ngf) section (m AD)	Vitesse section (m/s)	Débit section (m3/s)	nombre de Froude section	Niveau (ngf) section (m AD)	Vitesse section (m/s)
Secteur 1	1!	0	430.778	0.84634	0.692	431.254	1.24	1.37026	0.776	431.39	1.528
	2!	7.528	430.895	0.84633	1.319	431.162	1.82	1.37025	1.423	431.267	2.139
	3!	29.543	430.047	0.84631	1.449	430.3	2.119	1.37023	1.573	430.443	2.517
	4!	52.394	428.879	0.8463	1.439	429.178	2.223	1.37021	1.558	429.301	2.663
	5!	133.641	424.712	0.84627	1.923	424.946	2.473	1.37018	2.122	425.03	2.923
	16!	138.482	424.249	0.84627	1.044	424.558	1.604	1.37018	1.11	424.685	1.92
	6!	149.137	423.948	0.84627	1.593	424.238	2.385	1.37018	1.722	424.356	2.796
	7!	163.421	422.984	0.84625	1.459	423.36	2.408	1.37017	1.464	423.73	2.422
	8!	177.358	422.162	0.84588	1.748	423.324	1.817	1.34781	1.748	423.753	1.817
	8!1	180.582	421.684	0.84579	0.163	423.329	0.36	0.94299	0.163	423.764	0.36
	8!2	180.582	420.459	0.84579	2.057	420.77	3.237	0.94299	2.121	420.788	3.407
	9!	183.991	419.873	0.84579	1.316	420.286	2.316	0.95677	1.332	420.319	2.416
	10!	205.825	419.194	0.84579	1.648	419.393	2.124	1.07135	1.69	419.43	2.326
	11!	218.986	418.234	0.84579	1.307	418.554	2.287	1.13541	1.419	418.637	2.625
	12!	241.282	417.329	0.84579	1.304	417.546	1.751	1.36236	1.43	417.636	2.136
	13!	267.916	416.23	0.84578	1.212	416.535	1.99	1.36235	1.326	416.671	2.428
	14!	317.681	414.434	0.84578	0.871	414.785	1.433	1.36234	0.871	414.985	1.555
	15!	328.869	414.232	0.84577	1.029	414.631	1.426	1.36233	0.834	414.861	1.558
	15!-1	347.694	413.781	0.84576	3.154	414.376	4.634	1.35529	2.726	414.679	4.243
	15!-2	347.694	413.571	0.84576	1.549	414.137	2.831	1.35529	1.715	414.289	3.341
	15-1	347.785	413.558	0.84576	1.563	414.127	2.865	1.35529	1.731	414.28	3.382
	17!	364.267	412.686	0.84576	1.014	413.037	1.687	1.35529	1.081	413.174	2.029
	18!	399.877	411.85	0.84576	1.233	412.117	1.924	1.35529	1.271	412.259	2.237
	19!	415	411.239	0.84575	0.975	411.654	1.902	1.35563	1.011	411.872	2.206
	20!	452.005	410.24	0.84551	0.721	410.89	1.363	1.42612	0.723	411.288	1.516
	21!	463.979	410.178	0.84494	0.627	410.899	0.914	1.44592	0.627	411.266	0.921
	21-22	466.765	410.088	0.8447	0.571	410.904	0.695	1.36858	0.571	411.28	0.695
	21-22-22	466.765	409.947	1.17989	1.433	410.323	2.367	1.85348	1.439	410.5	2.478
	22!	468.435	409.883	1.17989	1.409	410.251	2.418	1.85285	1.409	410.452	2.521
	23!	476.777	409.553	1.17986	0.824	410.08	1.217	1.84981	0.824	410.393	1.217
23-24	479.948	409.464	1.17985	0.728	410.08	0.958	1.84875	0.728	410.397	0.965	
23-24-24	479.948	408.864	1.17984	1.458	409.172	2.354	1.84828	1.623	409.273	2.904	
24!	482.857	408.774	1.17983	2.286	408.97	3.29	1.84828	2.522	409.052	4.047	
25!	489.966	407.621	1.17983	3.605	407.833	4.897	1.84826	4.136	407.897	6.168	
26!	491.208	406.965	1.17983	1.085	407.395	1.958	1.84826	1.152	407.546	2.295	
27!	506.903	406.632	1.17982	1.169	407.017	2.049	1.84816	1.244	407.169	2.389	

	28!	527.687	406.049	1.17981	2.341	406.307	3.476	1.84814	2.541	406.399	4.178
	29!	536.453	404.822	1.17981	1.317	405.118	2.18	1.84814	1.384	405.241	2.583
	30!	592.871	402.577	1.17979	1.158	403.009	2.097	1.84805	1.233	403.177	2.25
	31!	655.698	400.825	1.17974	0.944	401.344	1.932	1.74439	1.205	401.493	1.95
	32!	696.742	400.144	1.17799	6.109	400.44	5.265	1.55986	6.133	400.477	5.276
	33!	697.422	399.659	1.17799	0.493	400.433	0.942	1.56454	0.544	400.463	1.22
	34!	709.593	399.415	0.55706	0.851	400.476	1.289	1.07728	0.851	400.513	1.289
	34-34-35	709.973	399.414	0.48974	0.864	400.486	1.286	1.00224	0.864	400.529	1.286
	34-35	709.973	398.68	0.5951	0.711	399.252	1.539	1.31662	1.075	399.444	2.398
	35!	712.249	398.949	0.60403	0.941	399.242	1.5	1.32468	1.091	399.419	2.008
	36!	743.21	398.207	0.96646	0.772	398.748	1.19	1.78968	0.773	399.251	1.256
	36-37	756.162	397.957	1.25036	0.524	398.659	1.07	1.85173	0.524	399.256	1.075
	36-37-37	756.162	397.755	1.25035	1.031	398.234	1.928	1.84282	1.191	398.316	2.3
	37!	771.69	397.416	1.25035	1.172	397.885	2.158	1.68374	1.226	397.958	2.4
	38!	775.633	397.316	1.25035	1.002	397.8	1.753	1.68306	1.045	397.869	1.929
	39!	810.831	396.781	1.25035	1.195	397.162	1.926	1.68032	1.253	397.213	2.183
	40!	825.731	396.339	1.25035	1.233	396.769	1.869	1.67993	1.291	396.822	2.05
	41!	858.662	395.409	1.25035	3.707	395.808	4.292	1.67861	3.707	395.947	4.289
	42!	859.734	395.471	1.25035	9.584	395.756	11.831	1.67854	9.583	395.921	11.837
	43!	860.244	394.499	1.25035	0.309	395.774	0.971	1.6785	0.328	395.964	1.104
	43-44	868.739	394.654	1.30345	0.248	395.777	0.726	1.73114	0.248	395.975	0.793
	43-44-44	868.739	394.752	1.30344	0.867	395.203	1.612	1.73108	0.904	395.297	1.755
	44!	868.859	394.752	1.30344	0.868	395.202	1.611	1.73108	0.905	395.296	1.753
	45!	881.194	394.527	1.42259	2.39	394.873	3.88	2.03014	2.476	394.959	4.351
	46!	884.474	394.047	1.42877	1.342	394.513	2.745	2.04419	1.478	394.622	3.242
	47!	886.91	393.983	1.42877	1.354	394.405	2.624	2.04554	1.54	394.491	3.172
	48!	905.175	393.772	1.43543	0.635	394.083	0.861	2.22304	0.637	394.169	0.986
	49!	912.117	393.623	1.38553	1.529	393.987	2.322	2.06399	1.6	394.077	2.664
	50!	943.903	392.135	1.43542	2.071	392.54	3.731	2.21182	2.186	392.686	4.275
	51!	952.065	391.257	1.43542	0.57	392.022	1.287	2.21182	0.671	392.19	1.588
	52!	961.968	391.235	1.43542	0.537	391.976	1.232	2.21181	0.666	392.108	1.605
	53!	972.932	391.321	1.43541	0.748	391.922	1.146	2.21181	0.748	392.07	1.247
Secteur 2	54!	991.878	391.057	1.43541	1.183	391.663	2.555	2.21181	1.361	391.816	3.146
	55!	1015.58	390.763	1.43541	2.45	390.998	3.24	2.21181	2.608	391.074	3.729
	56!	1023.57	389.649	1.4354	0.808	390.211	1.655	2.21181	0.876	390.391	1.904
	57!	1056.94	389.335	1.4354	2.05	389.661	2.946	2.21181	2.187	389.749	3.475
	58!	1074.25	387.834	1.43507	0.89	388.873	1.339	2.22606	0.891	389.073	1.341
	59!	1092	387.469	1.43486	1.019	388.878	0.814	2.21906	1.02	389.083	0.813
	59-69	1097.24	387.137	1.33958	0.151	388.883	0.339	1.49253	0.151	389.102	0.348
	59-69-69	1097.24	386.694	1.54189	0.837	387.275	1.495	1.65152	0.837	387.379	1.497
	69!	1100.85	386.449	1.59396	0.317	387.298	0.707	1.81792	0.318	387.4	0.709
68!	1103.08	386.78	1.6351	0.968	387.247	1.79	1.98098	0.969	387.336	1.807	

	70!	1113.68	386.657	1.71248	1.619	387.071	2.026	2.34437	1.619	387.191	2.026
	71!	1119.21	386.133	1.71248	0.82	386.999	1.75	2.34436	0.845	387.122	1.945
	72!	1145.01	386.239	1.71246	0.893	386.724	1.708	2.40227	0.947	386.843	1.945
	73!	1155.35	386.24	1.71246	2.518	386.502	3.518	2.5569	2.666	386.579	4.056
	74!	1164.24	384.975	1.71245	0.318	386.04	0.911	2.5569	0.359	386.305	1.105
	75!	1186.25	385.18	1.71243	0.537	385.951	1.305	2.55687	0.569	386.189	1.504
	76!	1202.45	384.977	1.71243	1.04	385.756	2.393	2.55688	1.158	385.986	2.604
	77!	1213.66	384.803	1.71244	0.747	385.584	1.646	2.55697	0.75	385.84	1.739
	78!	1216.13	384.628	1.71246	0.636	385.549	1.744	2.55706	0.736	385.769	2.158
	79!	1223.23	384.845	1.713	0.899	385.473	1.928	2.55914	0.908	385.696	2.123
	80!	1230.87	384.713	1.71547	0.685	385.395	1.584	2.57602	0.727	385.614	1.85
	81!	1241.45	384.54	1.71508	0.604	385.345	1.284	2.56796	0.604	385.577	1.412
	82!	1252.1	384.542	1.71606	0.711	385.259	1.558	2.57584	0.738	385.49	1.726
	83!	1281.04	384.286	1.71808	0.542	385.099	1.268	2.58763	0.592	385.299	1.543
	84!	1310.9	384.058	1.72363	0.632	384.981	1.246	2.50358	0.632	385.134	1.493
	84!-85!	1319.82	383.949	1.68633	0.563	384.952	1.219	2.2839	0.564	385.138	1.366
	85!-86!	1319.82	383.922	1.71427	0.611	384.933	1.19	2.34097	0.611	385.095	1.387
	86!	1334.4	383.772	1.71012	0.317	384.928	0.821	2.51516	0.396	385.081	1.036
	87!	1360.47	383.593	1.50887	0.221	384.923	0.543	1.70737	0.221	385.1	0.547
	88!	1367.99	383.7	1.51074	0.414	384.906	0.933	1.67175	0.415	385.088	0.935
	88!-0	1379.64	383.706	1.4818	0.563	384.87	1.17	1.63385	0.563	385.066	1.172
	88!-1	1379.64	383.726	1.47409	0.878	384.597	1.751	1.61354	0.878	384.746	1.766
	88!-2	1388.36	383.545	1.46274	0.759	384.512	1.718	1.61043	0.759	384.691	1.762
	88!-3	1404.46	383.327	1.45729	0.481	384.49	1.063	1.6023	0.481	384.683	1.111
	88!-4	1406.32	383.255	1.45676	0.346	384.495	0.931	1.60159	0.361	384.688	0.969
	88!-5	1406.32	382.2	1.76483	1.702	382.81	2.809	2.31761	1.702	383.189	2.809
	91	1407.18	382.214	1.76481	4.385	382.787	4.492	2.205	4.385	383.193	4.492
	91-90	1407.93	381.57	1.76481	1.181	382.791	1.883	2.11418	1.181	383.217	1.883
	91-90-90	1407.93	381.25	1.76478	1.998	381.808	3.263	2.11417	2.01	381.926	3.281
	90!	1410.09	381.109	1.76476	0.833	381.744	2.06	2.11416	0.833	381.865	2.151
	89!	1428.57	380.72	1.76471	1.41	381.245	3.155	2.11412	1.412	381.34	3.344
	67!	1437.05	380.308	1.7647	1.053	380.872	2.229	2.1141	1.084	380.956	2.384
	66!	1442.15	380.18	1.76469	1.021	380.77	2.015	2.11406	1.047	380.852	2.126
	65!	1479.03	379.529	1.76464	0.816	380.169	1.721	2.11384	0.824	380.268	1.791
	64!	1497.43	379.268	1.76462	0.78	379.978	1.645	2.11376	0.856	380.066	1.711
	63	1525.75	379.022	1.7641	0.737	379.725	1.435	2.07671	0.752	379.785	1.528
	62!	1564.11	378.614	1.76425	0.953	379.344	1.678	2.07685	0.953	379.407	1.734
	61!	1566.58	378.563	1.76442	0.907	379.307	1.727	2.07693	0.936	379.37	1.816
	60!	1584.94	378.377	1.76489	0.674	379.134	1.236	2.07865	0.674	379.191	1.329
Secteur 3	60!-68	1588.41	378.357	1.76589	0.733	379.103	1.34	2.08069	0.734	379.158	1.447
	60!-68	1588.41	378.357	1.76637	0.733	379.103	1.341	2.08132	0.735	379.158	1.449
	68	1600.99	378.19	1.7335	0.628	379.003	1.294	2.0199	0.628	379.046	1.448

	67	1603.24	378.026	1.71389	0.535	378.999	1.144	1.99761	0.584	379.044	1.269
	66	1651.82	377.693	1.52447	0.323	378.794	0.747	1.73002	0.324	378.833	0.79
	65	1669.67	377.778	1.72363	0.431	378.709	0.994	1.92161	0.492	378.743	1.058
	64	1718.01	377.614	1.45329	0.259	378.564	0.688	1.53472	0.268	378.589	0.716
	62	1722.9	377.486	1.38004	0.278	378.557	0.751	1.43403	0.284	378.584	0.77
	61	1737.78	377.501	1.24686	0.265	378.535	0.704	1.27882	0.265	378.563	0.702
	61-60	1748.42	377.375	1.2454	0.197	378.529	0.527	1.27072	0.196	378.559	0.528
	61-60-60	1748.42	377.269	1.24121	0.286	378.243	0.663	1.26291	0.279	378.271	0.664
	60	1749.62	377.243	1.24106	0.256	378.242	0.642	1.26275	0.257	378.27	0.643
	59	1756.79	377.287	1.24099	0.29	378.225	0.701	1.26219	0.291	378.255	0.702
	58	1767.94	377.211	1.24094	0.29	378.197	0.727	1.27255	0.291	378.227	0.727
	57	1786.19	377.198	1.24089	0.312	378.145	0.798	1.27186	0.312	378.177	0.797
	56	1809.07	377.133	1.24088	0.486	378.026	1.102	1.27115	0.487	378.065	1.102
	21	1809.54	377.133	1.24089	0.414	378.029	1.017	1.27117	0.414	378.067	1.016
	55	1817.12	377.092	1.24094	0.37	377.996	0.947	1.2711	0.37	378.036	0.946
	54	1826.82	377.079	1.241	0.315	377.985	0.698	1.27164	0.315	378.027	0.698
	53	1857.52	377.056	1.2788	0.484	377.855	1.033	1.3261	0.488	377.914	1.032
	52	1879.64	376.767	1.28713	0.339	377.772	0.801	1.35046	0.338	377.839	0.8
	51	1892.06	376.837	1.45564	0.435	377.704	1.013	1.57028	0.444	377.761	1.046
	50	1921.03	376.622	1.46363	0.441	377.542	1.001	1.58228	0.475	377.575	1.049
	49	1947.44	376.568	1.42723	0.437	377.41	0.904	1.50709	0.451	377.427	0.936
	48	1999.82	376.332	1.23961	0.392	377.192	0.857	1.2711	0.398	377.203	0.871
	47	2031	376.236	1.24196	0.388	377.067	0.722	1.27339	0.394	377.075	0.733
	46	2056.57	376.142	1.16128	0.345	376.966	0.793	1.17816	0.347	376.977	0.801
	45	2074.39	376.119	1.11563	0.448	376.901	0.891	1.12147	0.449	376.918	0.893
	44	2108.9	375.91	0.8906	0.175	376.854	0.401	0.90685	0.176	376.879	0.403
	43	2140.68	375.899	0.8112	0.17	376.846	0.405	0.81203	0.17	376.871	0.405
	43-42	2144.67	375.898	0.76029	0.168	376.842	0.36	0.77439	0.169	376.867	0.36
	43-42-42	2144.67	375.868	0.75463	0.329	376.515	0.735	0.76829	0.335	376.528	0.748
	42	2145.9	375.863	0.75456	0.324	376.51	0.738	0.77746	0.335	376.523	0.764
	41	2180.62	375.728	0.75406	0.402	376.358	0.74	0.78104	0.42	376.373	0.772
	40	2201.14	375.678	0.75396	0.455	376.248	0.799	0.79459	0.467	376.27	0.849
	39	2225.84	375.551	0.75392	0.586	376.054	1.047	0.83443	0.619	376.108	1.139
	38	2242.14	375.268	0.75397	0.509	375.937	0.911	0.87238	0.535	376.048	0.964
	37	2289.16	374.96	0.75432	0.655	375.786	1.059	0.98439	0.656	376.001	1.099
	36	2320.4	374.512	0.98793	0.167	375.78	0.401	1.35213	0.171	375.988	0.427
	23	2323.22	374.437	1.07845	0.172	375.8	0.368	1.37664	0.203	376	0.433
	23-35	2323.88	374.43	1.55844	0.265	375.809	0.566	1.67661	0.293	376.006	0.624

	Section key	Linéaire (m)	Niveau du lit (m AD)	Q10				Q100			
				Débit section (m3/s)	nombre de Froude section	Niveau (ngf) section (m AD)	Vitesse section (m/s)	Débit section (m3/s)	nombre de Froude section	Niveau (ngf) section (m AD)	Vitesse section (m/s)
Secteur 1	1!	0	430.778	1.69268	0.847	431.39	1.723	3.50626	1.121	431.55	2.546
	2!	7.528	430.895	1.69266	1.446	431.267	2.264	3.50624	1.581	431.421	2.353
	3!	29.543	430.047	1.69263	1.636	430.443	2.556	3.50618	1.771	430.582	2.655
	4!	52.394	428.879	1.69261	1.611	429.301	2.875	3.50615	1.779	429.483	3.682
	5!	133.641	424.712	1.69257	2.219	425.03	3.151	3.50609	2.378	425.155	3.821
	16!	138.482	424.249	1.69257	1.133	424.685	2.067	3.50608	1.255	424.873	2.692
	6!	149.137	423.948	1.69257	1.793	424.356	3.014	3.50611	1.905	424.533	3.661
	7!	163.421	422.984	1.69256	1.466	423.73	2.427	3.58898	1.471	423.943	2.441
	8!	177.358	422.162	1.54902	1.749	423.753	1.817	2.47071	1.749	423.984	1.818
	8!1	180.582	421.684	0.96134	0.163	423.764	0.36	1.0227	0.163	424.006	0.36
	8!2	180.582	420.459	0.96134	2.133	420.788	3.439	1.02075	2.173	420.796	3.542
	9!	183.991	419.873	0.98069	1.332	420.319	2.429	1.05976	1.332	420.338	2.481
	10!	205.825	419.194	1.16842	1.704	419.43	2.404	1.55745	1.75	419.47	2.674
	11!	218.986	418.234	1.29829	1.442	418.637	2.752	2.01732	1.493	418.762	3.158
	12!	241.282	417.329	1.66572	1.446	417.636	2.272	3.14581	1.539	417.761	2.805
	13!	267.916	416.23	1.66572	1.335	416.671	2.579	3.14523	1.452	416.85	3.252
	14!	317.681	414.434	1.6657	0.872	414.985	1.617	3.14448	0.874	415.178	2.098
	15!	328.869	414.232	1.66568	0.847	414.861	1.618	3.0975	1.012	415.037	1.897
	15!-1	347.694	413.781	1.56709	1.721	414.679	2.878	2.20391	1.767	414.845	2.897
	15!-2	347.694	413.571	1.56709	1.747	414.289	3.48	2.19714	1.754	414.411	3.681
	15-1	347.785	413.558	1.56709	1.763	414.28	3.523	2.20432	1.773	414.403	3.735
	17!	364.267	412.686	1.66352	1.12	413.174	2.208	2.93522	1.169	413.348	2.673
	18!	399.877	411.85	1.66351	1.275	412.259	2.355	2.93518	1.276	412.452	2.62
	19!	415	411.239	1.66363	1.031	411.872	2.349	2.93631	1.051	412.13	2.78
	20!	452.005	410.24	1.83168	0.722	411.288	1.636	3.29762	0.88	411.504	2.313
	21!	463.979	410.178	1.91231	0.627	411.266	0.922	3.33766	0.627	411.473	1.205
	21-22	466.765	410.088	1.59482	0.571	411.28	0.695	2.17452	0.571	411.516	0.695
	21-22-22	466.765	409.947	2.11068	1.439	410.5	2.481	2.82767	1.439	410.708	2.482
	22!	468.435	409.883	2.14166	1.409	410.452	2.522	3.11255	1.409	410.683	2.522
	23!	476.777	409.553	2.1424	0.825	410.393	1.217	3.37551	0.825	410.674	1.217
23-24	479.948	409.464	2.14051	0.728	410.397	0.966	3.37359	0.728	410.678	1.056	
23-24-24	479.948	408.864	2.13846	1.656	409.273	3.075	3.37298	1.791	409.378	3.71	
24!	482.857	408.774	2.13838	2.554	409.052	4.271	3.37297	2.682	409.144	5.072	
25!	489.966	407.621	2.13832	4.288	407.897	6.598	3.37296	4.754	407.965	8.074	
26!	491.208	406.965	2.13828	1.158	407.546	2.389	3.37295	1.185	407.704	2.715	
27!	506.903	406.632	2.13776	1.246	407.169	2.431	3.37292	1.365	407.324	2.595	
28!	527.687	406.049	2.13721	2.603	406.399	4.424	3.3729	2.769	406.494	5.227	
29!	536.453	404.822	2.13718	1.398	405.241	2.719	3.3729	1.445	405.373	3.175	

	30!	592.871	402.577	2.13684	1.247	403.177	2.355	3.37288	1.342	403.282	2.88
	31!	655.698	400.825	1.94145	1.205	401.493	1.951	2.57899	1.205	401.547	2.128
	32!	696.742	400.144	1.61752	6.119	400.477	5.271	1.78311	6.125	400.499	5.275
	33!	697.422	399.659	1.62178	0.56	400.463	1.259	1.78311	0.59	400.485	1.333
	34!	709.593	399.415	1.16531	0.851	400.513	1.33	1.30269	0.852	400.581	1.537
	34-34-35	709.973	399.414	1.09679	0.864	400.529	1.286	1.24299	0.864	400.59	1.399
	34-35	709.973	398.68	1.33226	1.069	399.444	2.392	1.37773	1.07	399.478	2.392
	35!	712.249	398.949	1.34141	1.091	399.419	2.009	1.39482	1.091	399.463	2.009
	36!	743.21	398.207	1.77359	0.774	399.251	1.258	2.03615	0.775	399.358	1.261
	36-37	756.162	397.957	1.79537	0.524	399.256	1.075	1.81246	0.524	399.368	1.075
	36-37-37	756.162	397.755	1.89081	1.237	398.316	2.385	1.90592	1.248	398.331	2.404
	37!	771.69	397.416	1.70069	1.226	397.958	2.407	1.78657	1.24	397.97	2.458
	38!	775.633	397.316	1.70063	1.046	397.869	1.934	1.7865	1.054	397.88	1.967
	39!	810.831	396.781	1.70028	1.255	397.213	2.194	1.78641	1.264	397.222	2.241
	40!	825.731	396.339	1.70023	1.292	396.822	2.056	1.7864	1.293	396.832	2.077
	41!	858.662	395.409	1.70015	3.705	395.947	4.289	1.7864	3.701	395.976	4.288
	42!	859.734	395.471	1.70014	9.586	395.921	11.835	1.7864	9.592	395.954	11.842
	43!	860.244	394.499	1.70014	0.328	395.964	1.108	1.7864	0.329	396	1.13
	43-44	868.739	394.654	1.75321	0.248	395.975	0.796	1.8395	0.248	396.013	0.807
	43-44-44	868.739	394.752	1.7532	0.903	395.297	1.754	1.8395	0.904	395.333	1.755
	44!	868.859	394.752	1.7532	0.905	395.296	1.752	1.8395	0.905	395.332	1.754
	45!	881.194	394.527	2.17357	2.478	394.959	4.431	2.5314	2.708	395.033	4.455
	46!	884.474	394.047	2.1987	1.499	394.622	3.338	2.58939	1.558	394.671	3.584
	47!	886.91	393.983	2.20419	1.577	394.491	3.292	2.61877	1.664	394.531	3.582
	48!	905.175	393.772	2.54306	0.642	394.169	1.038	3.79634	0.661	394.246	1.21
	49!	912.117	393.623	2.33511	1.636	394.077	2.799	3.51722	1.736	394.155	3.338
	50!	943.903	392.135	2.54045	2.294	392.686	4.449	3.99707	2.44	392.834	4.74
	51!	952.065	391.257	2.54045	0.699	392.19	1.682	3.99822	0.799	392.375	1.956
	52!	961.968	391.235	2.54044	0.708	392.108	1.735	4.01408	0.842	392.262	2.165
	53!	972.932	391.321	2.54044	0.748	392.07	1.283	4.01412	0.749	392.224	1.407
Secteur 2	54!	991.878	391.057	2.54043	1.428	391.816	3.37	4.00835	1.646	391.962	4.183
	55!	1015.58	390.763	2.54043	2.666	391.074	3.91	4.01286	2.803	391.165	4.131
	56!	1023.57	389.649	2.54043	0.896	390.391	1.988	4.01286	1.018	390.553	2.29
	57!	1056.94	389.335	2.54042	2.212	389.749	3.635	4.01298	2.317	389.845	4.199
	58!	1074.25	387.834	2.56798	0.891	389.073	1.34	4.11907	0.891	389.24	1.342
	59!	1092	387.469	2.46496	1.02	389.083	0.813	3.50373	1.021	389.257	0.816
	59-69	1097.24	387.137	1.53815	0.151	389.102	0.348	1.61395	0.151	389.287	0.349
	59-69-69	1097.24	386.694	1.67988	0.837	387.379	1.498	1.78915	0.838	387.485	1.501
	69!	1100.85	386.449	1.88427	0.318	387.4	0.71	2.12542	0.319	387.495	0.712
	68!	1103.08	386.78	2.06106	0.969	387.336	1.807	2.36166	0.97	387.425	1.807
	70!	1113.68	386.657	2.53072	1.619	387.191	2.032	3.43342	1.62	387.303	2.132
	71!	1119.21	386.133	2.53071	0.88	387.122	2.032	3.44087	0.949	387.236	2.249

	72!	1145.01	386.239	2.65999	0.949	386.843	1.984	3.91947	1.118	387.02	2.034
	73!	1155.35	386.24	2.91238	2.71	386.579	4.238	4.52944	2.711	386.687	4.488
	74!	1164.24	384.975	2.91387	0.369	386.305	1.163	4.57107	0.471	386.56	1.431
	75!	1186.25	385.18	2.93713	0.58	386.189	1.575	4.65915	0.821	386.447	1.752
	76!	1202.45	384.977	2.95254	1.172	385.986	2.648	4.71678	1.184	386.206	2.837
	77!	1213.66	384.803	2.9527	0.75	385.84	1.781	4.71652	0.75	386.079	1.993
	78!	1216.13	384.628	2.95282	0.772	385.769	2.319	4.71653	0.889	386.012	2.905
	79!	1223.23	384.845	2.98245	0.919	385.696	2.21	4.86894	0.929	385.935	2.517
	80!	1230.87	384.713	2.99626	0.752	385.614	1.954	4.93172	0.846	385.841	2.359
	81!	1241.45	384.54	2.99998	0.607	385.577	1.471	4.94641	0.649	385.798	1.733
	82!	1252.1	384.542	3.01062	0.751	385.49	1.8	4.94997	0.802	385.705	2.114
	83!	1281.04	384.286	3.0243	0.633	385.299	1.684	4.97028	0.804	385.444	2.296
	84!	1310.9	384.058	2.88672	0.634	385.134	1.661	4.25407	0.787	385.207	2.225
	84!-85!	1319.82	383.949	2.52773	0.564	385.138	1.412	3.10257	0.565	385.25	1.53
	85!-86!	1319.82	383.922	2.61256	0.612	385.095	1.472	3.34819	0.632	385.209	1.752
	86!	1334.4	383.772	2.76507	0.409	385.081	1.072	3.3796	0.433	385.197	1.182
	87!	1360.47	383.593	1.87003	0.221	385.1	0.555	2.65643	0.221	385.207	0.73
	88!	1367.99	383.7	1.72901	0.416	385.088	0.935	2.39129	0.415	385.189	0.978
	88!-0	1379.64	383.706	1.67667	0.564	385.066	1.172	1.77576	0.564	385.215	1.173
	88!-1	1379.64	383.726	1.64721	0.878	384.746	1.765	1.73827	0.878	385.005	1.766
	88!-2	1388.36	383.545	1.66121	0.759	384.691	1.774	1.75132	0.759	384.99	1.792
	88!-3	1404.46	383.327	1.66159	0.481	384.683	1.119	1.98722	0.482	384.975	1.124
	88!-4	1406.32	383.255	1.65999	0.363	384.688	0.975	1.96593	0.363	384.975	0.977
	88!-5	1406.32	382.2	2.3191	1.702	383.189	2.809	2.9152	1.702	383.438	2.809
	91	1407.18	382.214	2.31312	4.385	383.193	4.492	2.91444	4.385	383.441	4.492
	91-90	1407.93	381.57	2.31309	1.181	383.217	1.883	2.91382	1.181	383.455	1.883
	91-90-90	1407.93	381.25	2.31308	1.997	381.926	3.263	2.91351	1.999	382.049	3.292
	90!	1410.09	381.109	2.31307	0.844	381.865	2.258	2.91339	0.858	381.989	2.425
	89!	1428.57	380.72	2.31303	1.436	381.34	3.483	2.91432	1.486	381.426	3.838
	67!	1437.05	380.308	2.31301	1.095	380.956	2.458	2.91172	1.171	381.034	2.665
	66!	1442.15	380.18	2.31299	1.05	380.852	2.167	2.91163	1.077	380.928	2.306
	65!	1479.03	379.529	2.31276	0.824	380.268	1.833	2.91125	0.863	380.343	2.003
	64!	1497.43	379.268	2.31262	0.897	380.066	1.75	2.91118	0.936	380.125	1.901
	63	1525.75	379.022	2.23794	0.759	379.785	1.572	2.65787	0.79	379.829	1.697
	62!	1564.11	378.614	2.23785	0.953	379.407	1.769	2.63311	0.954	379.464	1.838
	61!	1566.58	378.563	2.23792	0.948	379.37	1.859	2.76905	0.971	379.43	1.984
	60!	1584.94	378.377	2.2382	0.675	379.191	1.362	2.77249	0.708	379.243	1.501
Secteur 3	60!-68	1588.41	378.357	2.23888	0.736	379.158	1.476	2.75824	0.776	379.212	1.613

ANNEXE 2 : CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES ET DES DESORDRES (Q₂, Q₅, Q₁₀, Q₁₀₀)

ANNEXE 3 : DOSSIER DE PLANS AVANT-PROJET

ANNEXE 4 : ESTIMATION DU COUT DES TRAVAUX

ANNEXE 5 : CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES (ETAT PROJET)

ANNEXE 6 : POTENTIALITES ECOLOGIQUES (HYDRETTUES, 2017)