

Communauté de communes
Haute-Provence Pays de Banon



Maître d'Ouvrage
Communauté Haute Provence Pays de
Banon

Avant-projet d'aménagement du Largue et de la Laye en vue d'une meilleure protection contre les crues

hydrétudes
Groupe **altereo**

AVP



N° de référence : GA24-007

Version 2

Septembre 2024

SUIVI ET VISA DU DOCUMENT**Maitre d'ouvrage**

Communauté Haute Provence Pays de Banon
Place de l'Eglise
04300 Mane

04.92.75.04.13

mairie@mane-en-provence.com

Opération

Avant-projet d'aménagement du Lague et de la Laye en vue d'une meilleure protection contre les crues

GA24-007 (dossier lié : GA20-046)

Vincent ARNAUD

AVP

Emetteur

HYDRETTUES - Alpes du Sud

19A Avenue Bernard Givaudan

05000 GAP

Tél : 04.92.21.97.26

Mail : contact-gap@hydretudes.com

Document

AVP

Sept 2024

Indice	Date	Mise à jour	Rédigé par	Vérifié par
1	Sept. 2021		E. LALOT	V. ARNAUD
2	Sept. 2024	Actualisation de l'AVP v1 et ajout du secteur 4	C.ROLIN	V. ARNAUD
3				
4				
5				

SOMMAIRE

1. SITUATION, RAPPEL DES OBJECTIFS ET ENJEUX	12
1.1. Rappel du contexte général de l'étude	12
1.2. Secteur 1 :	14
1.2.1. Désordres.....	14
1.2.2. Enjeux.....	18
1.3. Secteur 2 :	19
1.3.1. Désordres.....	19
1.3.2. Enjeux.....	22
1.4. Secteur 3 :	23
1.4.1. Désordres.....	23
1.4.2. Enjeux.....	25
1.5. Secteur 4 :	26
1.5.1. Désordres.....	26
1.5.2. Enjeux.....	29
1.6. Etudes existantes	29
2. LES RESEAUX EXISTANTS	30
2.1. Secteur 1.....	30
2.1.1. Réseaux électriques.....	30
2.1.2. Réseaux AEP et EU.....	30
2.1.3. Gaz de ville.....	30
2.1.4. Réseau orange.....	30
2.1.5. Eau pluviale.....	30
2.1.6. Canalisations GEOSSEL	31
2.1.7. Voirie	31
2.1.8. Autres.....	31
2.1.9. Bilan des réseaux	31
2.2. Secteur 2.....	32
2.2.1. Réseaux électriques.....	32
2.2.2. Réseaux d'eaux (AEP, EU...)	32
2.2.3. Gaz de ville.....	32
2.2.4. Réseau orange.....	33
2.2.5. Eau pluviale.....	33
2.2.6. Voirie	33
2.2.7. Bilan des réseaux	33
2.3. Secteur 3.....	33

2.3.1.	Réseaux électriques.....	33
2.3.2.	Réseaux AEP et EU.....	34
2.3.3.	Gaz de ville.....	34
2.3.4.	Réseau orange.....	34
2.3.5.	Eau pluviale.....	34
2.3.6.	Geosel	34
2.3.7.	Voirie	34
2.3.8.	Bilan des réseaux :	34
2.4.	Secteur 4.....	35
2.4.1.	Réseaux électriques.....	35
2.4.2.	Réseaux AEP et EU.....	35
2.4.3.	Gaz de ville.....	36
2.4.4.	Réseau orange.....	36
2.4.5.	Eau pluviale.....	36
2.4.6.	Geosel	36
2.4.7.	Canal de Provence	36
2.4.8.	Voirie	36
2.4.9.	Bilan des réseaux :	36
3.	MORPHOLOGIE	37
3.1.	Evolution morphologique des cours d'eau d'après les images aériennes	37
3.1.1.	Secteur 1	37
3.1.2.	Secteur 2	47
3.1.3.	Secteur 3	55
3.1.4.	Secteur 4	62
3.1.5.	Bilan général :	67
3.2.	Description morphologique.....	67
3.2.1.	Zones d'érosion et de dépôt.....	67
3.2.1.1.	Secteur 1 :	68
3.2.1.2.	Secteur 2 :	69
3.2.1.3.	Secteur 3 :	70
3.2.1.4.	Secteur 4 :	71
3.2.2.	Profil en long.....	71
3.2.2.1.	Secteur 1 :	71
3.2.2.2.	Secteur 2 :	73
3.2.2.3.	Secteur 3 :	74
3.2.2.4.	Secteur 4 :	74
3.2.3.	Largeur	75

3.2.3.1.	Secteur 1 :	75
3.2.3.2.	Secteur 2 :	76
3.2.3.3.	Secteur 3 :	76
3.2.3.4.	Secteur 4 :	77
4.	HYDROLOGIE	78
4.1.	Débits de crue du Lague et de la Laye	78
4.2.	Crues historiques	78
5.	MODELISATION HYDRAULIQUE	80
5.1.	PPR	80
5.2.	Modélisation du CEREMA et étude post-crue du PNR du Lubéron	80
5.2.1.	Secteur 1	80
5.2.2.	Secteur 2	82
5.2.3.	Secteur 3	82
5.2.4.	Secteur 4	83
5.3.	Paramétrisation	84
5.4.	Résultats	86
5.4.1.	Secteur 1	86
5.4.2.	Secteur 2	87
5.4.3.	Secteur 3	88
5.4.4.	Secteur 4	88
5.5.	Bilan	89
6.	TRANSPORT SOLIDE	93
6.1.	Granulométrie	93
6.2.	Transport solide en crue du Lague et de la Laye	93
7.	PROJETS RECENTS OU EN COURS	96
7.1.	Secteur 1	96
7.2.	Secteur 2	96
7.3.	Secteur 3	96
7.4.	Secteur 4	96
8.	CONTRAINTES REGLEMENTAIRES	97
8.1.	Secteur 1	97
8.2.	Secteur 2	97
8.3.	Secteur 3	97
8.4.	Secteur 4	97
9.	DESCRIPTION GENERALE DES TRAVAUX ENVISAGEABLES	98
9.1.	Secteur 1	98
9.2.	Secteur 2	99

9.3.	Secteur 3.....	100
9.4.	Secteur 4.....	101
10.	DETAIL DES AMENAGEMENTS	103
10.1.	Contraintes hydrauliques	103
10.1.1.	Largeur du lit.....	103
10.1.2.	Hauteurs d'eau en crue, forces tractrices et nature des protections de berge 104	
10.1.3.	Profondeur d'affouillement possible en crue	106
10.1.4.	Evolution potentielle du fond du lit, niveaux d'eau en crue et calage altimétrique des protections de berge	107
10.1.4.1.	Secteur 1	107
10.1.4.2.	Secteur 2	107
10.1.4.3.	Secteur 3	108
10.1.4.4.	Secteur 4	109
10.2.	Description détaillée des travaux.....	109
10.2.1.	Secteur 1	109
10.2.2.	Secteur 2	113
10.2.3.	Secteur 3	115
10.2.4.	Secteur 4	119
11.	PLANNING ET DEROULEMENT DES TRAVAUX	129
11.1.	Le planning de travail.....	129
11.2.	Le déroulement de la phase travaux	129
11.2.1.	Secteur 1	129
11.2.2.	Secteur 2	130
11.2.3.	Secteur 3	131
11.2.4.	Secteur 4	131
11.3.	Pêche de sauvetage.....	132
12.	MONTANT ESTIMATIF DES TRAVAUX.....	132
13.	ANALYSE MULTI-CRITERES - CONCLUSION	149
14.	ANNEXES - PLANS.....	150

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur fond Scan 25 (Source : géoportail).	13
Figure 2 : Vue des principaux désordres sur le secteur 1.....	14
Figure 3 : Secteur 1 - Anse d'érosion en amont du secteur.....	14
Figure 4 : Secteur 1 - Protection de berge en rive droite. A gauche, on visualise le début de contournement par l'amont et à droite le secteur érodé à l'aval avec des blocs désorganisés en pied.....	15

Figure 5 : Secteur 1 - Vue du secteur de l'atterrissement depuis l'aval.	15
Figure 6 : Secteur 1 - Vue du seuil anthropique - vue de l'amont (gauche) et de l'aval (droite).	15
Figure 7 : Secteur 1 - Ancienne protection de berge contournée, vue depuis l'aval.	16
Figure 8 : Secteur 1 - Anse d'érosion en amont de la protection de berge rive droite (en haut à gauche), protection de berge en mauvais état (en haut à droite), érosion à l'amont de la culée du pont (en bas à gauche), blocs désorganisés en pied de culée (en bas à droite).	16
Figure 9 : Secteur 1 - Protection de berge en mauvais état en rive droite.	17
Figure 10 : Secteur 1 - Vue du seuil de castor amont (dessus) et aval (dessous).	17
Figure 11 : Vue des principaux enjeux sur le secteur 1.	18
Figure 12 : Vue des désordres sur le secteur 2.	19
Figure 13 : Secteur 2 - Protections de berge effondrées en rive droite.	20
Figure 14 : Secteur 2 - Erosion de la berge rive gauche à l'aval du seuil.	20
Figure 15 : Secteur 2 - Vue de la berge érodée en rive droite (gauche) et de l'atterrissement (droite).	20
Figure 16 : Secteur 2 - Protections de berges en mauvais état en rive gauche.	21
Figure 17 : Secteur 2 - Vue de l'anse d'érosion en rive droite et de la canalisation.	21
Figure 18 : Vue des principaux enjeux sur le secteur 2.	22
Figure 19 : Vue des désordres sur le secteur 3.	23
Figure 20 : Secteur 3 - Anse d'érosion à proximité de la voie communale.	23
Figure 21 : Secteur 3 - Anse d'érosion qui s'est développée à l'aval des gabions.	24
Figure 22 : Secteur 3 - Vue des enrochements bétonnés en mauvais état à l'amont du pont rouge.	24
Figure 23 : Secteur 3 - Vue du pied de la culée, à l'aval (gauche) et depuis l'amont (droite).	24
Figure 24 : Secteur 3 - Vue des enrochements sur la berge en rive gauche.	25
Figure 25 : Secteur 3 - Vue du seuil depuis l'aval.	25
Figure 26 : Vue des enjeux sur le secteur 3.	26
Figure 27 : Vue des désordres sur le secteur 4.	26
Figure 28 : Secteur 4 - Erosion en rive droite, désordre 1	27
Figure 29 : Secteur 4 - Erosion de berge correspondant au désordre n°2	27
Figure 30 : Secteur 4 - Enrochement rive gauche en état moyen (désordre 3).	27
Figure 31 : Réseaux en encorbellement (à g.) et en fond de lit (à dr.) au droit du coude du ch. des Goudines	28
Figure 32 : Secteur 4 - berge érodée au droit du désordre n°4	28
Figure 33 : Secteur 4 - Enrochement rive gauche en état moyen (désordre 6).	28
Figure 34 : Secteur 4 - berge érodées à l'aval du secteur en rive gauche (à g.) et rive droite (à dr.) (désordre 7).	28
Figure 35 : Vue des enjeux sur le secteur 4	29
Figure 36 : Secteur 1 - Localisation des réseaux.	32

Figure 37 : Secteur 2 -Localisation des réseaux.....	33
Figure 38 : Secteur 3 - Localisation des réseaux.....	35
Figure 39 : Secteur 4 - Localisation des réseaux.....	37
Figure 40 : Secteur 1 - Vue aérienne de 1944.....	38
Figure 41 : Secteur 1 - Vue aérienne de 1947.....	39
Figure 42 : Secteur 1 - Vue aérienne de 1969.....	40
Figure 43 : Secteur 1- Vue aérienne de 1978.....	41
Figure 44 : Secteur 1- Vue aérienne de 1986.....	42
Figure 45 : Secteur 1- Vue aérienne de 1994.....	42
Figure 46 : Secteur 1- Vue aérienne de 2000.....	43
Figure 47 : Secteur 1- Vue aérienne de 2012.....	43
Figure 48 : Secteur 1- Vue aérienne de 2018.....	44
Figure 49 : Vue aérienne actuelle (dessus) et de 1944 (dessous).....	46
Figure 50 : Secteur 2- Vue aérienne de 1934.....	47
Figure 51 : Secteur 2- Vue aérienne de 1947.....	48
Figure 52 : Secteur 2- Vue aérienne de 1969.....	49
Figure 53 : Secteur 2- Vue aérienne de 1978.....	50
Figure 54 : Secteur 2- Vue aérienne de 1986.....	50
Figure 55 : Secteur 2- Vue aérienne de 1994.....	51
Figure 56 : Secteur 2- Vue aérienne de 1997.....	51
Figure 57 : Secteur 2- Vue aérienne de 2004.....	52
Figure 58 : Vue aérienne actuelle (gauche) et vue aérienne de 1934 (droite).	53
Figure 59 : carte de Cassini (1756-1815 source Géoportail)	55
Figure 60 : Carte d'Etat Major (1820-1866, source Géoportail).....	55
Figure 61 : Secteur 3- Vue aérienne de 1934.....	56
Figure 62 : Secteur 3- Vue aérienne de 1947.....	57
Figure 63 : Secteur 3- Vue aérienne de 1969.....	57
Figure 64 : Secteur 3- Vue aérienne de 1947 (gauche) et de 1969 (droite), au droit du tournant aval.....	58
Figure 65 : Secteur 3- Vue aérienne de 1979.....	58
Figure 66 : Secteur 3- Vue aérienne de 1986.....	59
Figure 67 : Secteur 3- Vue aérienne de 1994.....	59
Figure 68 : Secteur 3- Vue aérienne de 2009.....	60
Figure 69 : Secteur 3- Vue aérienne de 2018.....	60
Figure 70 : Vue aérienne de 2018 (dessus) et 1934 (dessous).	61
Figure 71 : Vue aérienne de 1934 (haut) et 2018 (bas).	66

Figure 72 : Schéma type de l'enfoncement du lit de la Laye et du Lague entre les années 1930 et l'heure actuelle.....	67
Figure 73 : Seuils naturels (jaune), seuils anthropiques (rouge) et érosions de berge (bleu).....	68
Figure 74 : Distinction des secteurs morphologiques homogènes au sein du secteur 1.....	69
Figure 75 : Distinction des secteurs morphologiques homogènes au sein du secteur 2.....	70
Figure 76 : Distinction des secteurs morphologiques homogènes au sein du secteur 3.....	71
Figure 77 : Profil en long du Lague, des grandes forces hydrauliques de 1911.....	72
Figure 78 : Ligne d'eau du Lague et profil en long - relevé de 2021. Secteur 1.....	73
Figure 79 : Profil en long du fond du Lague - relevé de 2021. Secteur 2.....	73
Figure 80 : Profil en long du fond du Lague - relevé de 2021. Secteur 3.....	74
Figure 81 : profil en long du Secteur 4.....	75
Figure 82 : Largeur du cours d'eau sur fond de profil en long (m). Secteur 1.....	75
Figure 83 : Largeur du cours d'eau sur fond de profil en long (m). Secteur 2.....	76
Figure 84 : Largeur du cours d'eau sur fond de profil en long (m). Secteur 3.....	77
Figure 85 : Largeur du cours d'eau sur fond de profil en long (m). Secteur 4.....	77
Figure 86 : Risque d'inondation à la confluence Laye-Lague. Risque d'inondation fort = T3, risque moyen = T2, risque faible = T1.	80
Figure 87 : Hauteurs d'eau modélisées en crue décennale (haut) et crue centennale (bas). Les laisses de crues relevés apparaissent sous la forme de points verts - Source : Modélisation du CEREMA.....	81
Figure 88 : Figure extraite du rapport du PNR du Lubéron montrant les débordements en crue qui ont été observés en décembre 2019.....	81
Figure 89 : Hauteurs d'eau modélisées en crue décennale (gauche) et crue centennale (droite) - Source : Modélisation du CEREMA.....	82
Figure 90 : Hauteurs d'eau modélisées en crue décennale (haut) et crue centennale (bas). Les laisses de crues relevés apparaissent sous la forme de points verts - Source : Modélisation du CEREMA.....	83
Figure 91 : Hauteurs d'eau modélisées en crue décennale (haut) et crue centennale (bas). Source : Modélisation du CEREMA.....	84
Figure 92 : Hauteurs d'eau modélisées en Q10 (dessus), Q20 (milieu) et Q100 (dessous) sur le secteur 1.....	86
Figure 93 : Hauteurs d'eau modélisées en Q10 (dessus), Q50 (milieu) et Q100 (dessous) sur le secteur 2.....	87
Figure 94 : Hauteurs d'eau modélisées en Q10 (dessus), Q20 (milieu) et Q100 (dessous) sur le secteur 3.....	88
Figure 95 : Hauteurs d'eau modélisées en Q10 (dessus), Q20 (milieu) et Q100 (dessous) sur le secteur 4.....	89
Figure 96 : Hauteurs d'eau modélisées en crue décennale en rive droite.....	90
Figure 97 : Hauteurs d'eau modélisées en crue centennale - Source : Modélisation du CEREMA.....	92
Figure 98 : Hauteurs d'eau en crue vicennale.....	93

Figure 99 : Photo du pont et de la culée rive droite en 2009 à gauche (IPSEAU, 2009) et en 2019, à droite.	96
Figure 100 : Périmètre de protection du captage AEP de Dauphin (IPSEAU, 2009).	97
Figure 101 : Localisation des actions sur fond de vue aérienne – secteur 1.....	99
Figure 102 : Localisation des actions sur fond de vue aérienne – secteur 2.....	100
Figure 103 : Indications de l'ancrage du pont de la RD5 (Source : IPSEAU 2009)	101
Figure 104 : Localisation des actions sur fond de vue aérienne – secteur 3.....	101
Figure 105 : Localisation des actions sur fond de vue aérienne – secteur 4.....	102
Figure 106 : Fond du lit projet et fond du lit actuel.	107
Figure 107 : Fond du lit projet et fond du lit actuel.	108
Figure 108 : Fond du lit projet et fond du lit actuel.	109
Figure 109 : Vue en coupe des déblais envisagés, au droit du méandre amont (dessus) et au droit de l'atterrissement (aval).	110
Figure 110 : Coupe type du confortement à l'amont (dessus) et à l'aval (dessous).	111
Figure 111 : Radier béton à supprimer.....	111
Figure 112 : Coupe type du confortement à l'amont (dessus) et à l'aval (dessous).	112
Figure 113 : Coupe type de la protection de berge envisagée (dessus), PT n°85. Etat actuel (dessous).	113
Figure 114 : Coupe type de la protection de berge envisagée (dessus), PT n°16. Etat actuel (dessous).	114
Figure 115 : Coupe type de l'élargissement et de la protection de berge prévue en rive droite.	114
Figure 116 : Coupe type de l'aménagement envisagé (dessus), PT n°25. Etat actuel (dessous).	115
Figure 117 : Coupe type du confortement sur le secteur érodé n°1 (PT n°7). Etat actuel (dessous).	116
Figure 118 : Coupe type du confortement sur le secteur érodé n°2 (PT n°24). Etat actuel (dessous).	117
Figure 119 : Coupe type du confortement sur le secteur érodé n°2 (PT n°28-29). Etat actuel (droite).	117
Figure 120 : Coupe type de la protection de berge prévue en rive gauche.	118
Figure 121 : Coupe type du confortement sur le secteur érodé à l'aval du pont (PT n°34). Etat actuel (dessous).	119
Figure 122 : Secteur 4 : Description des travaux – actions 8 et 9.....	120
Figure 123 : Secteur 4 , action 8 (amont coude) : localisation des profils en travers-type	121
Figure 124 : Secteur 4 – Action 8 , profil type P05 (élargissement par rive gauche).....	122
Figure 125 : Secteur 4 – Action 8 , profil type P07 (élargissement par rive gauche).....	123
Figure 126 : Secteur 4 – Action 8 , profil type P08 (élargissement par rive gauche et par rive droite)	123

Figure 127 : Secteur 4 – Action 8 , profil type P09 (élargissement par rive gauche et par rive droite)	124
Figure 128 : Secteur 4 – Action 8 , profil type P10 (élargissement par rive gauche et par rive droite)	124
Figure 129 : Figure 127 : Secteur 4 – Action 8 , profil type P12 (élargissement par rive gauche)	125
Figure 130 : Secteur 4 , action 9 (aval coude) : vue générale	127
Figure 131 : Secteur 4 – Action 9 , profil type P3 -élargissement par rive droite avec talus géo-grillagé et végétalisé.	128
Figure 132 : Secteur 4 – Action 9 , profil type P25 - élargissement par rive gauche avec protection en enrochements)	128
Figure 133 : Accès possibles au secteur 1.....	130
Figure 134 : Accès possibles au secteur 2.....	130
Figure 135 : Accès possibles au secteur 3.....	131
Figure 136 : Accès possibles au secteur 4.....	131

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des couts par secteurs.	147
--	-----

1. SITUATION, RAPPEL DES OBJECTIFS ET ENJEUX

1.1. RAPPEL DU CONTEXTE GENERAL DE L'ÉTUDE

Suite aux fortes crues de décembre 2019 sur le bassin du Largue, la Communauté de Communes Haute Provence Pays de Banon (CCHPPB) a confié au bureau d'étude HYDRETTES ALPES du SUD la réalisation d'un diagnostic, afin de recenser les désordres le long de la Laye et du Largue sur l'ensemble du territoire de la CCHPPB. Ce diagnostic a été rendu en octobre 2020.

A l'issue de ce rendu, la CCHPPB a missionné le bureau d'études HYDRETTES ALPES du SUD pour la réalisation d'un avant-projet d'aménagement, objet du présent rapport, sur 3 secteurs sur lesquels des désordres importants ont été observés, sur les communes de Dauphin et de St-Maime. Il s'agit des secteurs suivants :

- 1. Secteur du camping de la Rivière à l'aval du pont de la RD 13 sur le Largue. On notera que la commune de St-Maime prévoit déjà une intervention sur le seuil qui s'est effondré au droit du pont de la RD 13, entraînant une rupture du réseau d'eau usée – Commune de St-Maime ;
- 2. Secteur du pont de la RD 16 sur la Laye, entre le pont et la déchèterie – Communes de St-Maime et Dauphin ;
- 3. Secteur du pont de la RD 5 (pont rouge) sur le Largue – Commune de Dauphin.

Le document d'AVP v1 a ainsi été remis en Septembre 2021.

Fin 2022, un 4ème secteur situé sur le Largue entre le pont Rouge (RD5 – Route de Manosque) et la confluence de la Laye a été mis en avant par la CCHPPB, qui a demandé au bureau d'études HYDRETTES ALPES du SUD d'envisager les possibilités d'aménagement en vue de la réduction du risque inondation. Une première note technique, remise en janvier 2023, préconisait la réalisation de levés topographiques du fond de lit du Largue sur ce secteur. Ceux-ci ont été rendus par le cabinet de géomètre PETITJEAN fin mars 2023. Une note technique actualisée a été remise en mai 2023.

En parallèle, plusieurs actions ont été menées sur le volet réglementaire de l'opération. En mars 2022, un rapport relatif au pré-diagnostic écologique préconisait la réalisation d'un inventaire faune-flore quatre saisons, confié à HYDRETTES pour les 3 secteurs ayant fait l'objet d'un AVP, et rendu en décembre 2023.

Durant l'été 2023, des échanges ont eu lieu entre HYDRETTES et les services instructeurs de la Police de l'Eau (DDT04) afin d'établir un pré-cadrage réglementaire. Suite à la demande de la DDT, HYDRETTES a constitué le dossier de demande d'examen au cas par cas relatif à l'ensemble des 4 secteurs en septembre 2023. L'arrêté préfectoral n° AE-F09323P0277 du 07/12/2023 portant décision d'examen au cas par cas en application de l'article R122-3-1 du Code de l'environnement a confirmé que le dossier de demande d'autorisation du projet d'aménagement devra comporter une évaluation environnementale (étude d'impact).

L'objet du présent document est ainsi de constituer un AVP global couvrant les 4 secteurs concernés, incluant l'actualisation de l'AVP des secteurs 1, 2 et 3 et l'ajout du secteur 4.

Concernant les secteurs 1 à 3, une visite de site a été faite par HYDRETTES en mars 2024 afin de s'assurer que l'état initial des sites n'avait pas fait l'objet de modification majeure, ce qui n'était pas le cas. L'actualisation du document d'AVP concernant ces 3 sites ne relève ainsi que de l'actualisation du chiffrage estimatif.

A l'issue de cet AVP, la CCHPPB pourra se prononcer sur un programme de travaux, et le dossier de demande d'autorisation du programme d'aménagement – incluant l'évaluation environnementale - pourra être réalisé sur cette base.

La localisation des secteurs des travaux est indiquée sur la Figure 1 ci-après :

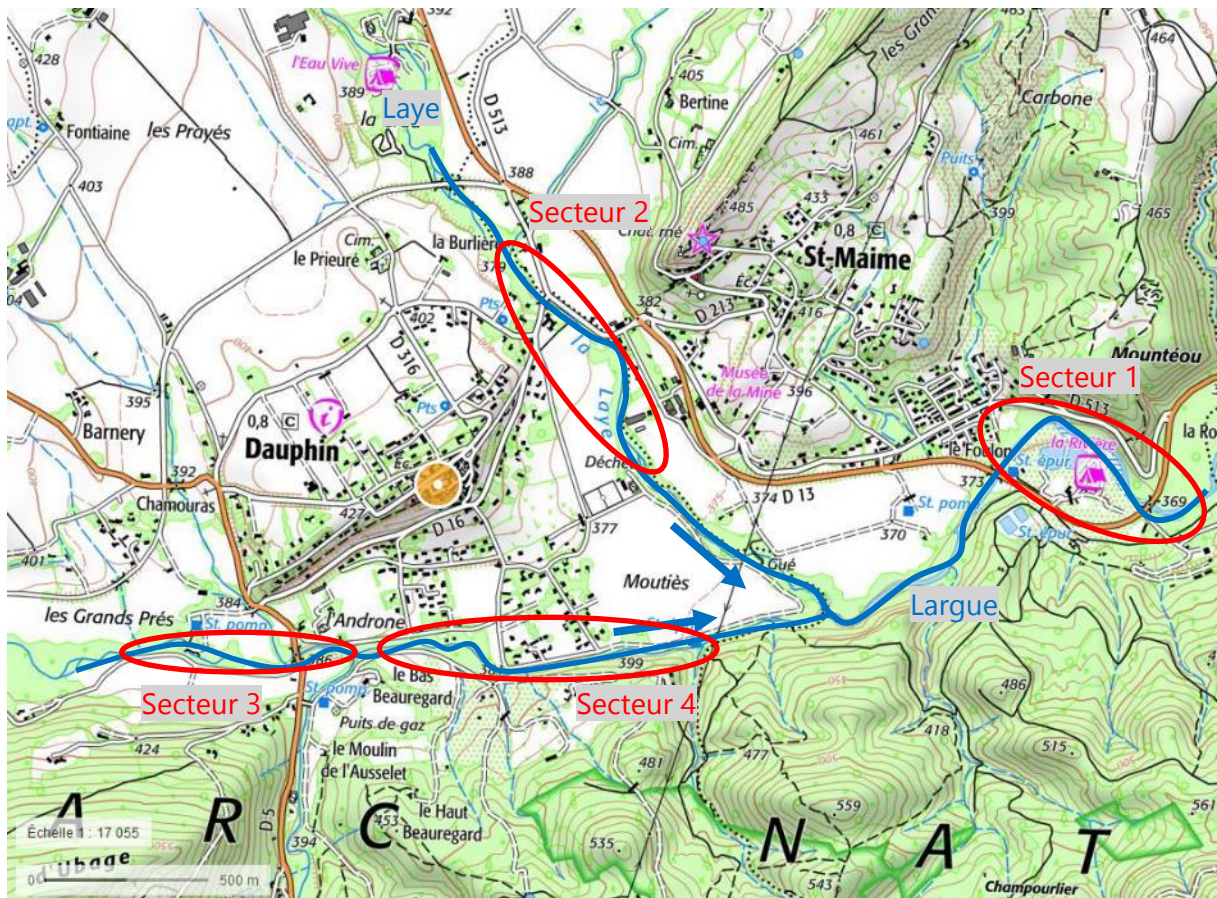


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur fond Scan 25 (Source : géoportail).

1.2. SECTEUR 1 :

1.2.1. Désordres

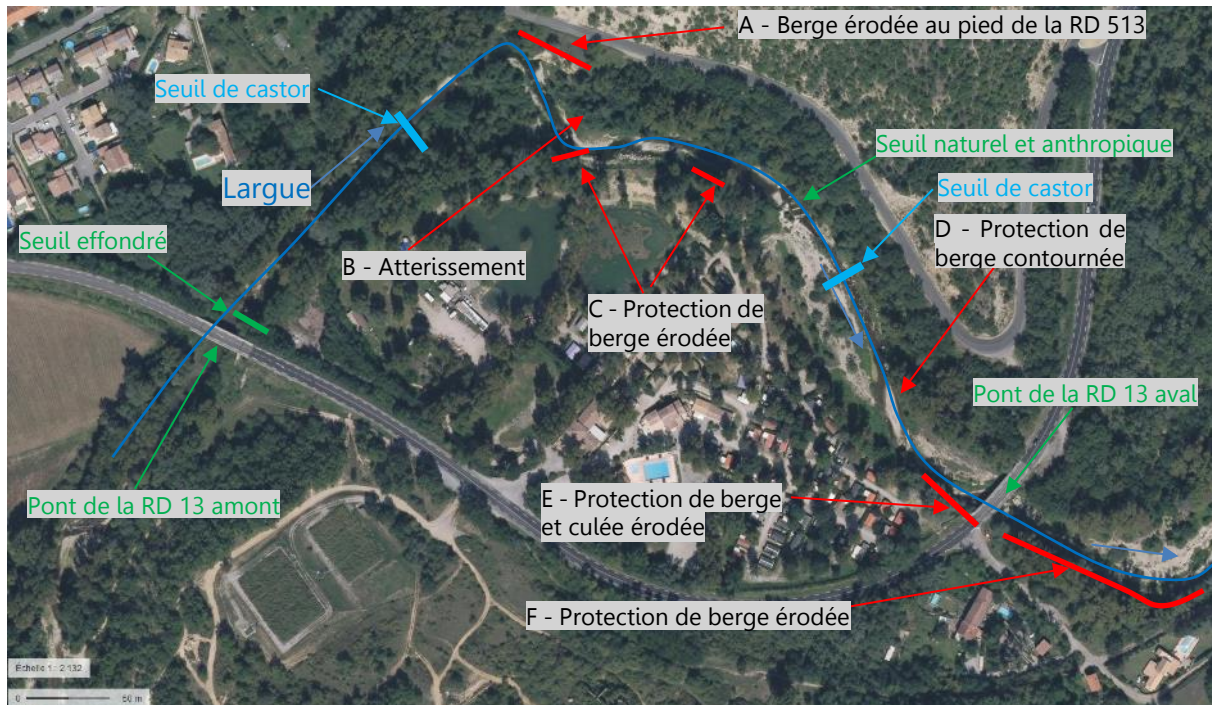


Figure 2 : Vue des principaux désordres sur le secteur 1.

Le Largue frappe perpendiculairement la berge rive gauche sous la RD 513, ce qui entraîne la formation d'une anse d'érosion (désordre n°A).



Figure 3 : Secteur 1 - Anse d'érosion en amont du secteur.

A l'aval, on observe un atterrissement (désordre n°B) et un renvoi des écoulements vers la rive droite. Ce renvoi facilite :

- L'érosion de la rive droite – une érosion est constatée à l'aval de la protection de berge actuelle, tandis que l'amont est en passe d'être contourné (désordre n°C) ; on notera que la protection de berge a d'ailleurs fait l'objet de travaux de confortement récents et qu'une brèche est présente dans l'ancienne digue ;
- Les débordements en rive droite, vers le camping de la Rivière, les deux bassins et la STEP – un point bas est présent sur la digue.



Figure 4 : Secteur 1 - Protection de berge en rive droite. A gauche, on visualise le début de contournement par l'amont et à droite le secteur érodé à l'aval avec des blocs désorganisés en pied.

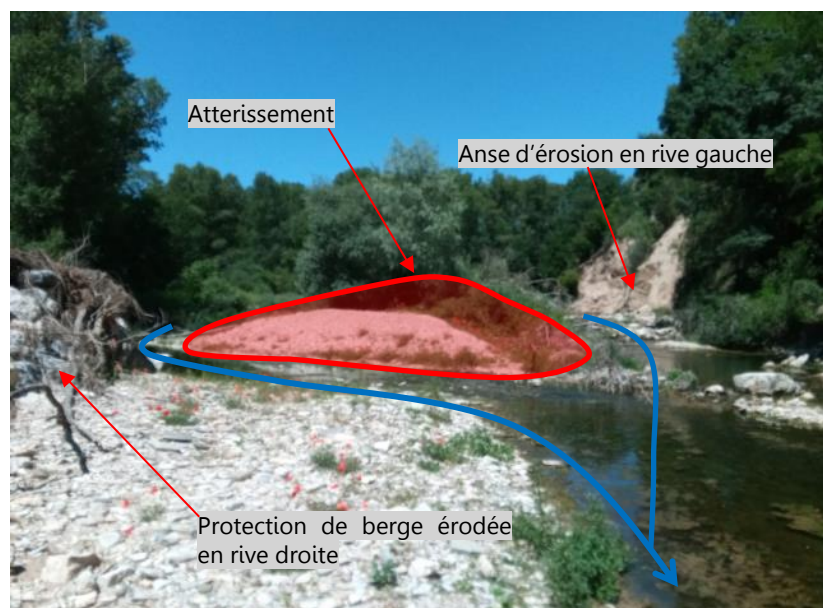


Figure 5 : Secteur 1 - Vue du secteur de l'atterrissement depuis l'aval.

A l'aval de cette première zone, un seuil anthropique contribue à tenir le profil en long. Ce seuil n'a plus aucun usage. On note que le tunnel de l'ancienne prise d'eau en rive gauche est toujours visible.



Figure 6 : Secteur 1 - Vue du seuil anthropique - vue de l'amont (gauche) et de l'aval (droite).

Plus à l'aval, en rive gauche, une protection de berge en enrochements libres s'est faite contournée. Les blocs sont maintenant dans le bras principal, ce qui entraîne la formation d'un atterrissement (désordre n°D).



Figure 7 : Secteur 1 - Ancienne protection de berge contournée, vue depuis l'aval.

A l'amont du pont aval, la rive droite s'est faite érodée (désordre n°E). Une anse d'érosion s'est développée à l'amont de la protection de berge existante. Des arbres présents en haut de berge sont tombés dans le cours d'eau. La protection de berge est dans l'ensemble désorganisée, surtout à l'amont du pont, où un début de contournement de la culée peut être observé, et au droit de la culée (présence de blocs anarchiques).



Figure 8 : Secteur 1 - Anse d'érosion en amont de la protection de berge rive droite (en haut à gauche), protection de berge en mauvais état (en haut à droite), érosion à l'amont de la culée du pont (en bas à gauche), blocs désorganisés en pied de culée (en bas à droite).

Enfin, à l'aval du pont, la rive droite est sub-verticale et la protection de berge existante est en très mauvais état (désordre n°F).



Figure 9 : Secteur 1 - Protection de berge en mauvais état en rive droite.

On notera également la présence de deux seuils créés par des castors qui ont été observés sur le secteur.



Figure 10 : Secteur 1 - Vue du seuil de castor amont (dessus) et aval (dessous).

1.2.2. Enjeux

Les principaux enjeux sur le secteur sont liés à :

- La présence de voiries – RD513 et RD13, avec deux ponts.
- La présence de réseaux, un réseau EU traverse le Largue à l'amont, tandis qu'une canalisation GEOSSEL longe le cours d'eau à l'aval (Cf 2).
- La présence d'habitations en rive droite et notamment le camping la Rivière.
- La présence des bassins de pêches en rive droite.

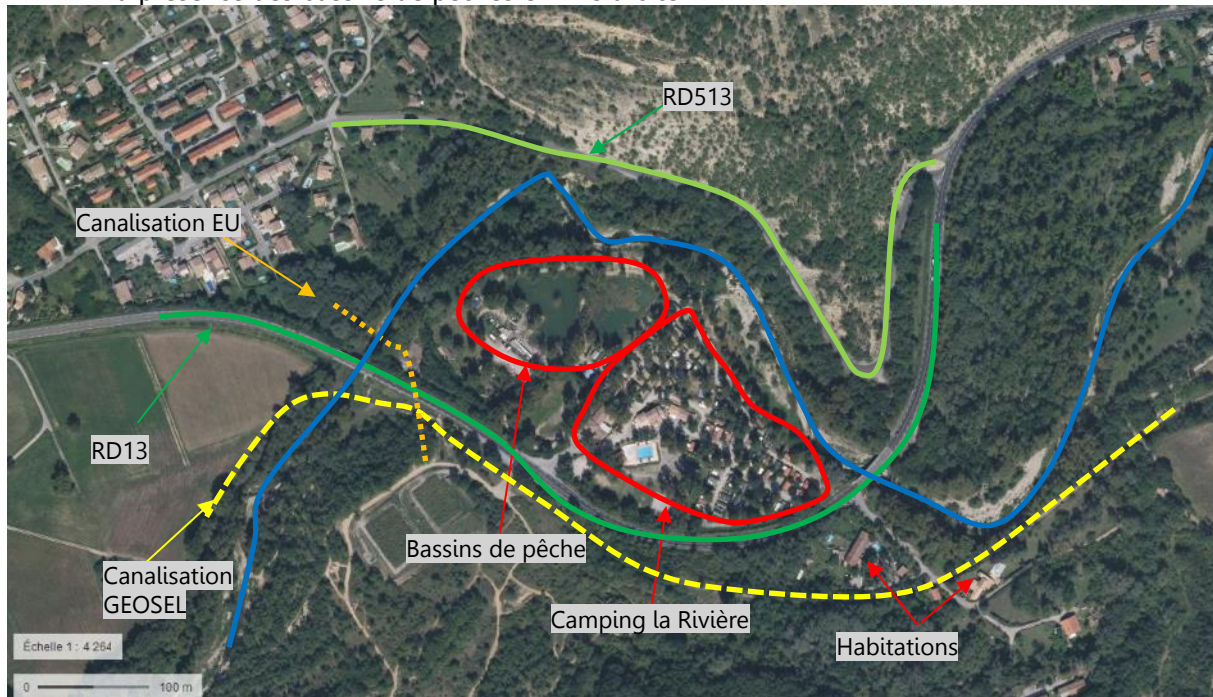
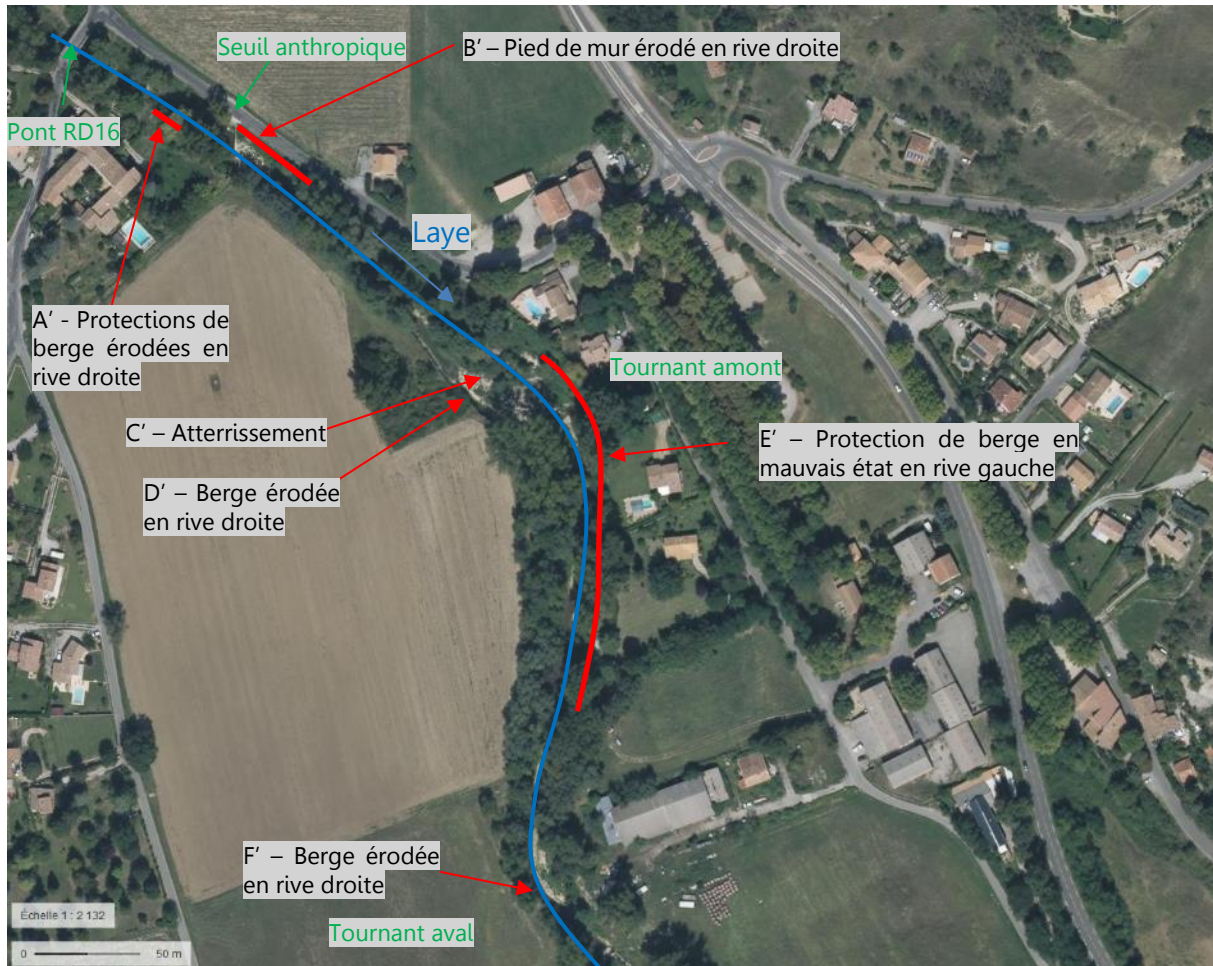


Figure 11 : Vue des principaux enjeux sur le secteur 1.

1.3. SECTEUR 2 :

1.3.1. Désordres



A l'aval du pont de la RD16, des protections de berge artisanales se sont effondrées en rive droite de la Laye (désordre n°A').



Figure 13 : Secteur 2 - Protections de berge effondrées en rive droite.

A l'aval de cette érosion, se situe un seuil anthropique. En pied de seuil, une érosion s'est développée en pied de rive gauche liée à l'insuffisance de la section (désordre n°B').



Figure 14 : Secteur 2 - Erosion de la berge rive gauche à l'aval du seuil.

A l'aval, à l'amont immédiat d'un tournant, le cours d'eau s'élargit. On observe, un atterrissement et une érosion de berge en rive droite en lien avec les débordements qui ont eu lieu sur le secteur (désordres n°C' et D').



Figure 15 : Secteur 2 - Vue de la berge érodée en rive droite (gauche) et de l'atterrissement (droite).

Dans le tournant et à l'aval, la protection de berge en rive gauche a été déstabilisée et est globalement en mauvais état, tandis que la bande active du cours d'eau se resserre fortement (désordre n°E'). La rive droite, végétalisée, est aussi perchée.



Figure 16 : Secteur 2 - Protections de berges en mauvais état en rive gauche.

A l'aval de ce secteur étroit, une anse d'érosion s'est développée en rive droite, mettant à nu une canalisation (désordre n°F').



Figure 17 : Secteur 2 - Vue de l'anse d'érosion en rive droite et de la canalisation.

1.3.2. Enjeux

Les principaux enjeux sur le secteur sont liés à :

- La présence de voiries – RD513 en rive gauche et pont de la RD 16.
- La présence de réseaux, deux réseaux AEP traversent la Laye (Cf 2).
- La présence de champs en rive droite.
- La présence d'habitations sur les deux rives, surtout en rive gauche.
- La présence d'une déchèterie et de terrains de sports en rive droite.



Figure 18 : Vue des principaux enjeux sur le secteur 2.

1.4. SECTEUR 3 :

1.4.1. Désordres

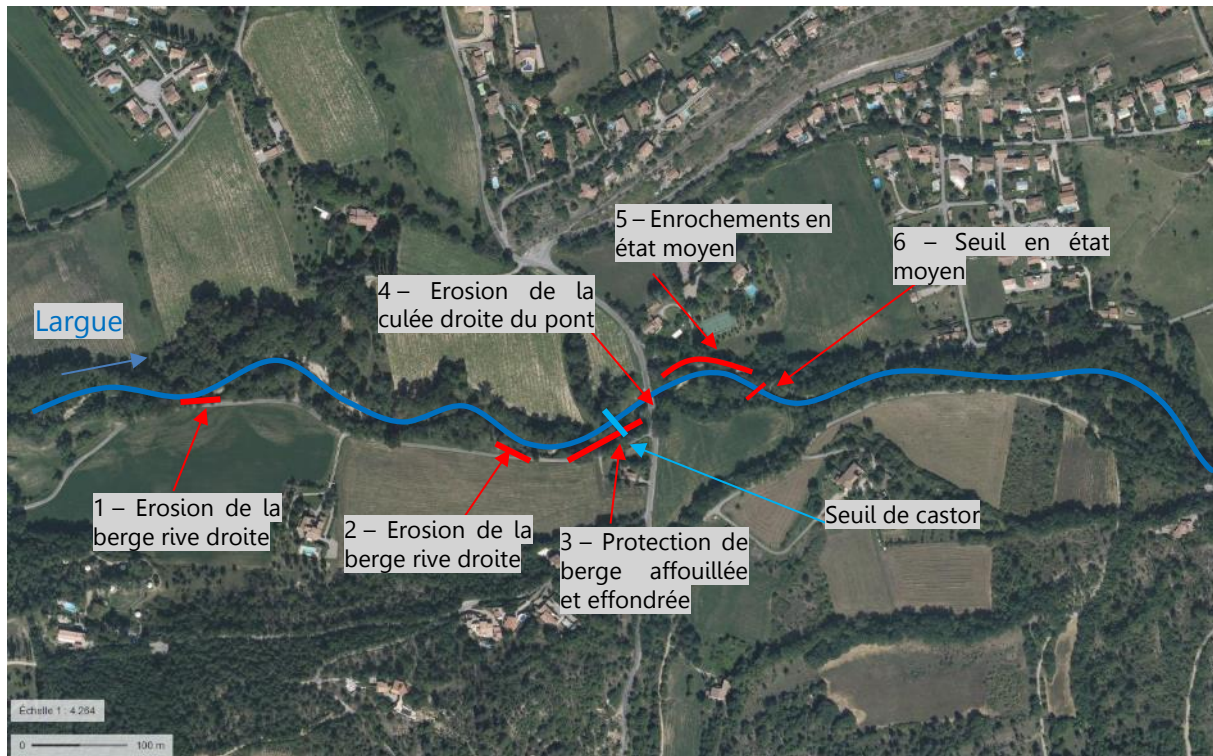


Figure 19 : Vue des désordres sur le secteur 3.

A proximité de la voie communale en rive droite, une anse d'érosion s'est développée, menaçant la route à court termes (désordre n°1).



Figure 20 : Secteur 3 - Anse d'érosion à proximité de la voie communale.

Plus à l'aval, à l'aval d'une protection existante en gabions, une anse d'érosion s'est développée (désordre n°2), menaçant la voie communale.



Figure 21 : Secteur 3 - Anse d'érosion qui s'est développée à l'aval des gabions.

La protection de berge à l'amont du pont rouge de la RD 5 est globalement en état moyen. Le pied est affouillé et un secteur s'est effondré (désordre n°3).



Figure 22 : Secteur 3 - Vue des enrochements bétonnés en mauvais état à l'amont du pont rouge.

La culée rive droite du pont rouge est affouillée en pied (désordre n°4).



Figure 23 : Secteur 3 - Vue du pied de la culée, à l'aval (gauche) et depuis l'amont (droite).

A l'aval du pont, les protections de berge sont en état moyens en rive gauche (désordre n°5) : enrochements raides, déstabilisés, ...



Figure 24 : Secteur 3 - Vue des enrochements sur la berge en rive gauche.

Le seuil est également en état moyen (désordre n°6). Il est constitué d'un vieux parement en maçonnerie abîmé et il est partiellement recouvert de blocs, surtout en rive gauche. Le seuil ne semble toutefois pas avoir beaucoup évolué depuis 2009, au vu de l'étude IPSEAU.



Figure 25 : Secteur 3 - Vue du seuil depuis l'aval.

On note également la présence d'un seuil de castor en amont du pont.

1.4.2. Enjeux

Les principaux enjeux sur le secteur sont liés à :

- La présence de voiries – RD5 (pont) et routes communales sur les deux rives.
- La présence de champs en rive gauche.
- La présence d'habitations en rive gauche.

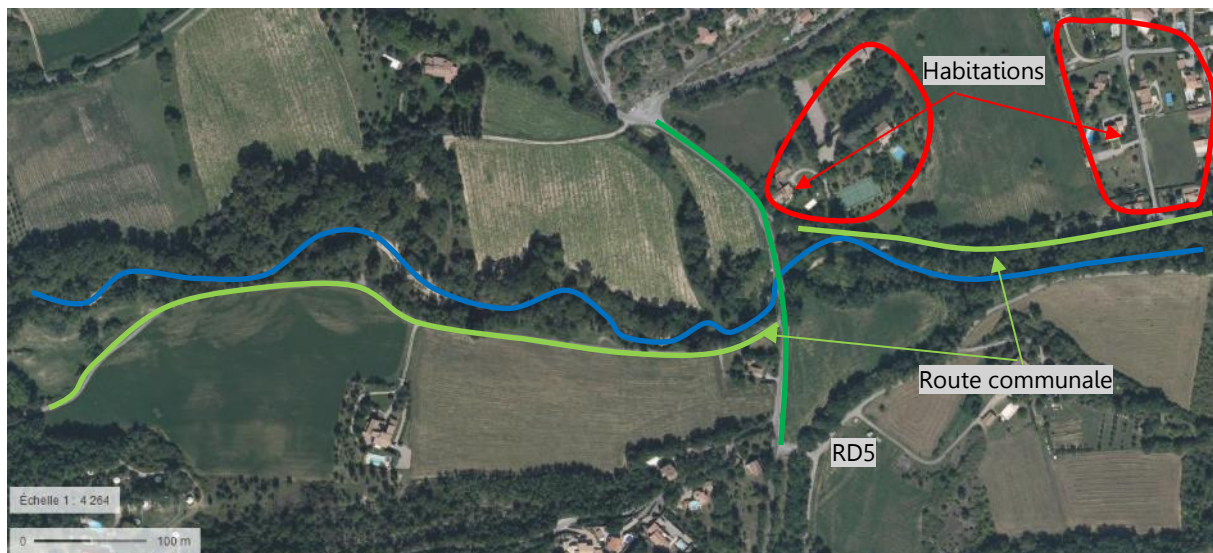


Figure 26 : Vue des enjeux sur le secteur 3.

1.5. SECTEUR 4 :

1.5.1. Désordres

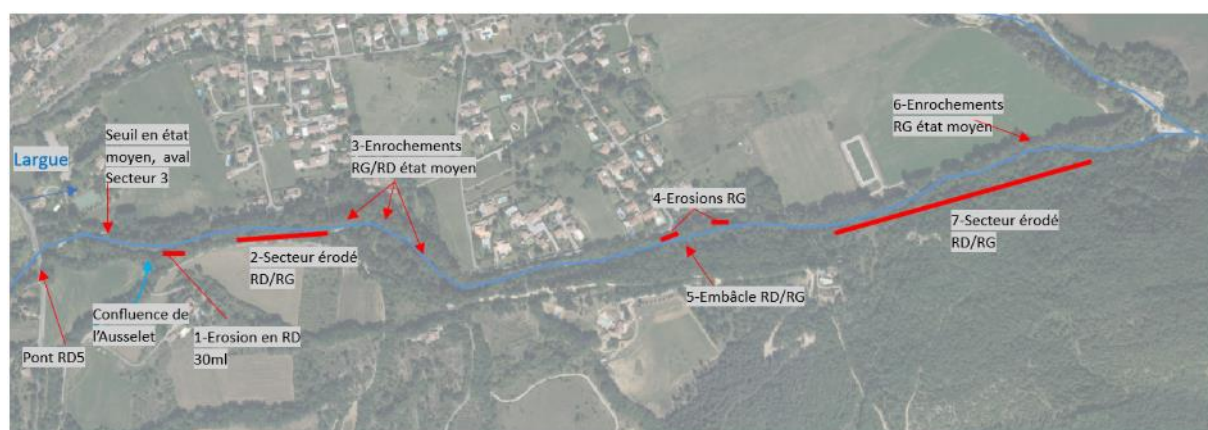


Figure 27 : Vue des désordres sur le secteur 4.

A l'aval du confluent de l'Ausset, on observe une érosion en rive droite sur toute la hauteur de berge (désordre 1).



Figure 28 : Secteur 4 - Erosion en rive droite, désordre 1

Plus en aval, sur une centaine de mètres, les berges du Largue sont érodées en rive gauche et droite (désordre 2)



Figure 29 : Secteur 4 - Erosion de berge correspondant au désordre n°2

Dans le coude du Largue, la protection de berge en enrochement en rive gauche est en état moyen (blocs anarchiques, troncs d'arbres...) (désordre 3). Elle se justifie par la position en extrados de la berge et l'étroitesse du cours d'eau



Figure 30 : Secteur 4 - Enrochement rive gauche en état moyen (désordre 3)

En sortie de coude, des réseaux traversent le cours d'eau, pour partie en encorbellement, et une traversée en fond de lit (réseau non identifié).



Figure 31 : Réseaux en encorbellement (à g.) et en fond de lit (à dr.) au droit du coude du ch. des Goudines

Au droit du chemin du Largue, des érosions en rive gauche sont constatées, ainsi que des embâcles (désordres 4 et 5).

A l'aval du secteur, une protection de berge en rive gauche est en état moyen, avec des blocs mal agencés et de la végétation arbustive entre les blocs –(désordre 6).



Figure 32 : Secteur 4 - berge érodée au droit du désordre n°4



Figure 33 : Secteur 4 - Enrochement rive gauche en état moyen (désordre 6)

Le secteur aval montre des signes d'érosions de berges, tantôt en rive droite et tantôt en rive gauche (désordre 7).



Figure 34 : Secteur 4 -berge érodées à l'aval du secteur en rive gauche (à g.) et rive droite (à dr.) (désordre 7)

1.5.2. Enjeux

Les principaux enjeux sur le secteur sont liés à :

- La présence de voiries – route communale en rive gauche.
- La présence de nombreux réseaux sous la voirie : réseaux humides communaux (AEP,EU), ligne électrique, canalisations GEOSSEL.
- La présence d'habitations en rive gauche.
- La station d'épuration à l'aval rive gauche
-

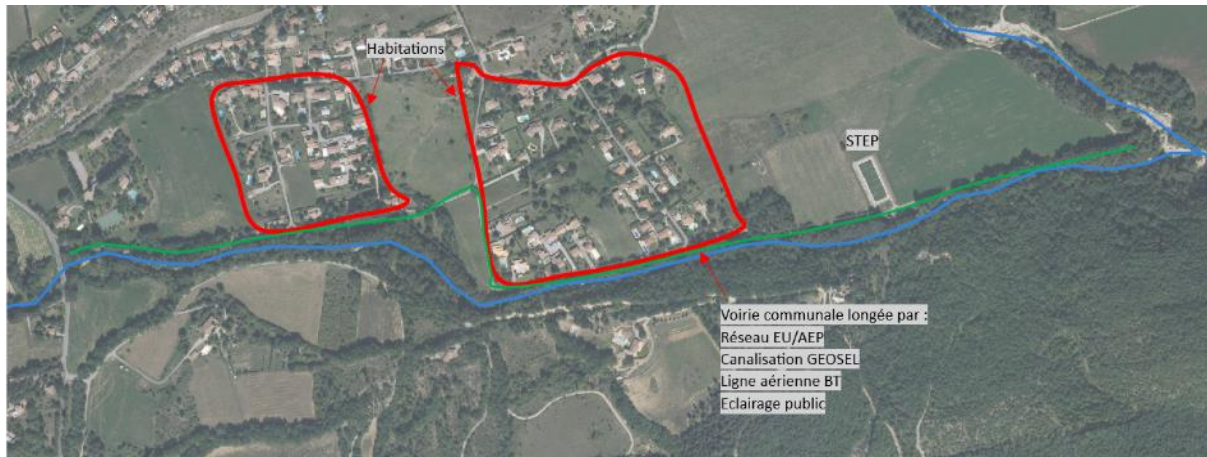


Figure 35 : Vue des enjeux sur le secteur 4

1.6. ETUDES EXISTANTES

On peut citer les études et rapports suivants :

Rapport de présentation du PPR de la commune de St-Maime, GEOLITHE, 2007.

Reconstruction du pont sur le Largue à Dauphin, Note hydraulique et dossier loi sur l'eau – IPSEAU, 2008.

Modélisation 1D du Largue et de la Laye - CEREMA, 2017.

Etude hydraulique au niveau du camping l'eau vive - ALP'GEORISQUES, 2017.

Etude hydraulique au niveau du camping la Rivière - ALP'GEORISQUES, 2017 - *Nous n'avons pas eu accès à cette étude.*

Dossier de déclaration loi sur l'eau pour des travaux de protection de la berge du Largue le long de la voie communale en amont du pont rouge. ATP environnement, 2017.

Etude hydraulique – Incidence sur les écoulements de la Durance de la création d'un parc photovoltaïque à Volx - Ingérop, 2018.

Etude sur la sécurisation du barrage de la Laye et la gestion de l'eau du bassin du Largue – Conseil général, juin 2019.

Réseaux des mines du Bois d'Asson – St-Maime – Inventaire des réseaux spéciaux et particuliers, 2020.

Analyse hydrologique au droit du barrage de la Laye pour le dimensionnement de l'évacuateur de crue – ARTELIA, 2020.

Etude de la crue du 1^{er} décembre 2019 sur le Largue et la Laye - PNR du Lubéron, 2020.

Diagnostic et étude de faisabilité de l'aménagement de la Laye et du Lague sur le territoire de la CCHPPB – HYDRETTUES, 2020.

Note technique sur les possibilités d'aménagement du Lague entre le pont Rouge et la confluence de la Laye en vue de réduire le risque inondation, HYDRETTUES, mai 2023.

Topographie :

Relevé topographique de Salla-Lecomte sur le secteur 1, printemps 2021.

Relevé topographique de Philippe Richard sur les 3 secteurs, Juin 2021.

RGE alti 1 m de l'IGN

2. LES RESEAUX EXISTANTS

Les déclarations de travaux (DT) ont été réalisées auprès de l'ensemble des gestionnaires de réseaux. Le présent chapitre reprend ces DT.

2.1. SECTEUR 1

2.1.1. Réseaux électriques

Un réseau HT passe sous la RD 513, côté Lague. Un réseau torsadé aérien traverse le Lague au voisinage du seuil effondré. Un réseau HT aérien traverse également le Lague à l'aval du secteur d'étude.

2.1.2. Réseaux AEP et EU

Sans objet.

2.1.3. Gaz de ville

Un réseau de gaz passe sous la RD513.

2.1.4. Réseau orange

Un réseau ORANGE passe sous la RD 513 et sous l'ancienne voie ferrée en rive droite, à l'aval. Un réseau aérien passe au droit du pont de la RD 13 aval, tandis que le réseau est enterré au niveau du pont de la RD 13 amont.

2.1.5. Eau pluviale

Sans objet.

2.1.6. Canalisation GEOSEL

Une canalisation d'eau GEOSEL emprunte l'ancienne voie ferrée en rive droite du Largue, derrière le secteur érodé à l'aval (secteur F). Elle franchit le Largue à l'amont du pont de la RD13 amont.

2.1.7. Voirie

Les travaux envisagés sécurisent le talus de la RD513 en rive gauche et se trouvent à proximité du pont de la RD13 sur l'aval du secteur.

2.1.8. Autres

On note l'existence de l'ancien tunnel d'alimentation en eau de la Mine du Bois d'Arson. L'entrée de ce tunnel, bien que partiellement éboulée, ne semble pas obturée.



Un tunnel (ancienne galerie de mine ?) est également présent sous la canalisation GEOSEL et la voie ferrée, dans le secteur F.



2.1.9. Bilan des réseaux

Aucun réseau n'est a priori susceptible d'être impactée dans le cadre de travaux dans le Largue. On notera toutefois la présence de la canalisation GEOSEL en sommet de berge rive droite à l'aval du pont de la RD13 aval.



Figure 36 : Secteur 1 - Localisation des réseaux.

2.2. SECTEUR 2

2.2.1. Réseaux électriques

Un réseau torsadé franchit la Laye au-dessus de la RD 16 et à l'amont immédiat du pont.
Un réseau HT aérien franchit la Laye à l'aval du seuil.

2.2.2. Réseaux d'eaux (AEP, FU...)

Le seuil présent à l'aval du pont de la RD 16 permet le passage d'une canalisation d'eau AEP DN 400.

Un autre réseau AEP franchit la Laye dans le tournant aval (DN250 à DN 315) :

On notera qu'un réseau est visible en rive droite, au droit de l'anse d'érosion actuelle. Il se jette dans la Laye. Des écoulements sont visibles vers la Laye, provenant certainement d'une fuite dans ce réseau.

La nature de la canalisation sortante n'est pas connue.



2.2.3. Gaz de ville

Un réseau de gaz passe en encorbellement du pont de la RD 16 et se prolonge sous la RD513, en rive gauche de la Laye.

2.2.4. Réseau orange

Un réseau ORANGE passe au droit du pont de la RD16.

2.2.5. Eau pluviale

Sans objet.

2.2.6. Voirie

Les travaux envisagés se trouvent en bordure immédiate de la RD513 (CG04)

2.2.7. Bilan des réseaux

Le principal réseau qui pourrait être impacté par des travaux dans le cours d'eau est un réseau AEP, qui traverse la Laye à l'aval. La profondeur d'enfouissement de ce réseau est inconnue. Un tuyau sortant, de nature inconnue est visible en berge sur le secteur.

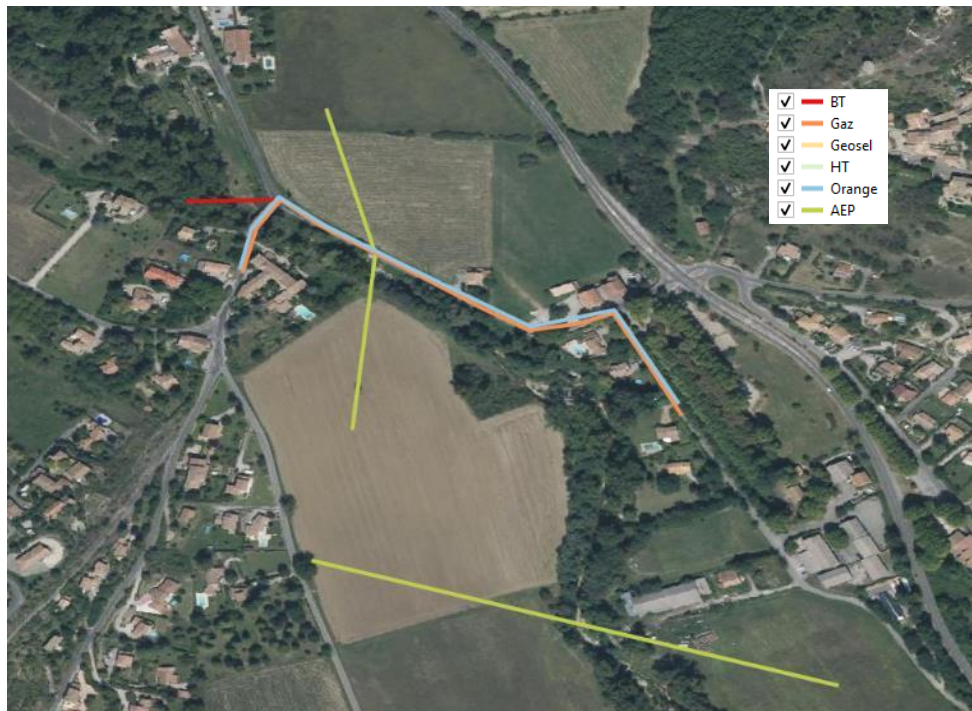


Figure 37 : Secteur 2 -Localisation des réseaux.

2.3. **SECTEUR 3**

2.3.1. Réseaux électriques

Un réseau HT aérien et un réseau BT aérien franchissent la Laye au voisinage de la station de pompage. Deux autres réseaux HT traversent le Largue au voisinage du pont et un réseau BT traverse le Largue à proximité du seuil.

2.3.2. [Réseaux AEP et EU](#)

Un réseau AEP et un réseau EU traversent apparemment le Lague dans le tablier du pont. Ces réseaux n'apparaissent pas dans les DR reçus.

Un réseau AEP DN500 traverserait également le Lague à l'amont du pont. La profondeur de ce réseau n'est pas connue.

2.3.3. [Gaz de ville](#)

Sans objet.

2.3.4. [Réseau orange](#)

Un réseau ORANGE passe au droit du pont, puis longe en aérien la voie communale rive droite, côté cours d'eau.

2.3.5. [Eau pluviale](#)

Sans objet.

2.3.6. [Geosel](#)

Une canalisation GEOSSEL traverse le Lague à l'aval du ravin de l'Ausset.

2.3.7. [Voirie](#)

Les travaux envisagés se trouvent en bordure immédiate de la route de Saint-Martin les Eaux (voie communale).

2.3.8. [Bilan des réseaux :](#)

Le principal réseau potentiellement impacté par des travaux dans le cours d'eau serait un réseau AEP, qui se situerait en amont du pont de la RD5. On notera l'absence d'informations sur la profondeur d'enfouissement de ce réseau. Il convient également de noter la présence du réseau HT aérien.

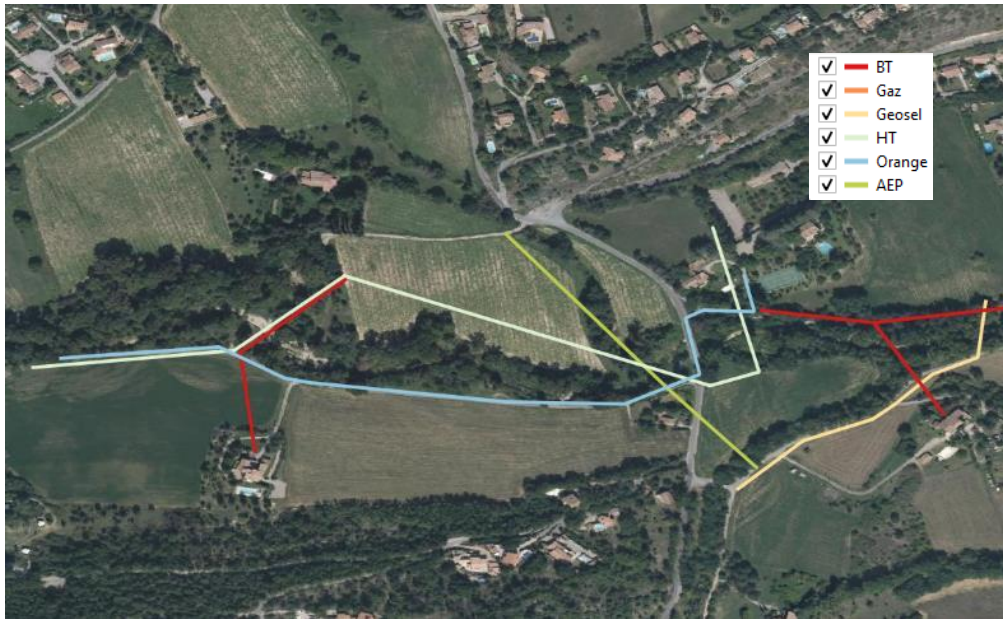


Figure 38 : Secteur 3 - Localisation des réseaux.

2.4. SECTEUR 4

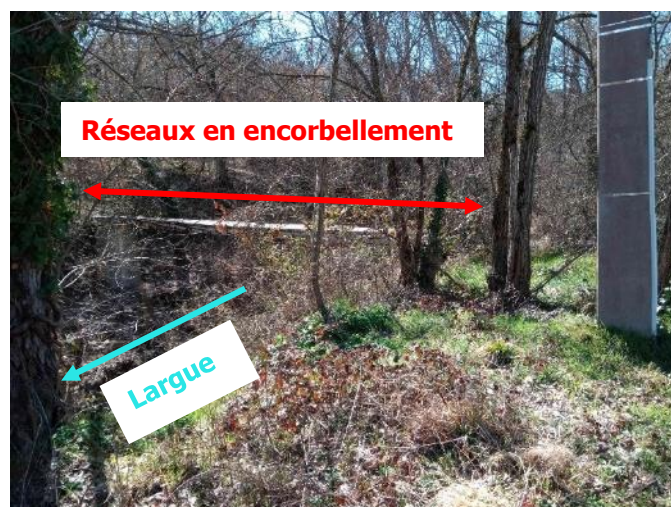
2.4.1. Réseaux électriques

Un réseau BT aérien longe le Largue en rive gauche (entre le Largue et le chemin communal)

2.4.2. Réseaux AEP et EU

Un réseau AEP et un réseau EU sont situés sous le chemin communal, depuis le coude du chemin des Goudines jusqu'à la station d'épuration.

A noter également, une traversée du Largue des réseaux EU et AEP en encorbellement, au droit du coude du chemin des Goudines.



2.4.3. [Gaz de ville](#)

Sans objet.

2.4.4. [Réseau orange](#)

Sans objet.

2.4.5. [Eau pluviale](#)

Sans objet.

2.4.6. [Geosel](#)

On note la présence de deux conduites enterrées GEOSSEL de diamètre 500mm le long du chemin du Pont rouge et du chemin des Goudines. Il s'agit de conduites d'eau douce provenant du canal EDF. En tant que réseau sensible, les plans précis ne nous ont pas été communiqué mais une visite sur site a été faite le 16/03/2023 par HYDRETIJDES en présence d'un agent GEOSSEL. Les deux conduites (appelées E1 et E2) parcourent le secteur depuis la traversée sous le Lague à proximité de la confluence du ravin de l'Ausset jusqu'à la confluence avec la Lague. Les tracés des deux conduites ne sont pas strictement parallèles. Pour les besoins de l'étude, la conduite la plus proche du Lague a été localisée, il s'agit tantôt de la conduite E1 et tantôt de la conduite E2. Lors de cette visite, la localisation des conduites a été marquée au sol à la bombe, et ces marquages ont été relevés la semaine suivante par le géomètre dans le cadre des relevés topographiques réalisés.

2.4.7. [Canal de Provence](#)

Un regard du canal de Provence a été identifié à proximité du secteur de travaux (intersection Ch. Du Lague / Ch. Des Goudines).

2.4.8. [Voirie](#)

Le chemin du pont rouge et le chemin des Goudines longent le Lague en rive gauche sur le secteur d'étude (voies communales).

2.4.9. [Bilan des réseaux :](#)

Plusieurs réseaux se trouvent dans l'emprise du projet d'élargissement du Lague :

- un mât dans le coude du chemin des Goudines (électricité + éclairage public),
- les réseaux EP/EU :
 - traversée du Lague en encoirbellement
 - sous la voirie - la localisation exacte et la profondeur devront être vérifiées.
- proximité du réseau GEOSSEL et notamment d'une chambre à vannes (un retrait de 2m minimum a été respecté depuis l'implantation de la conduite)
- Le regard du canal de Provence ne devrait pas être impacté.

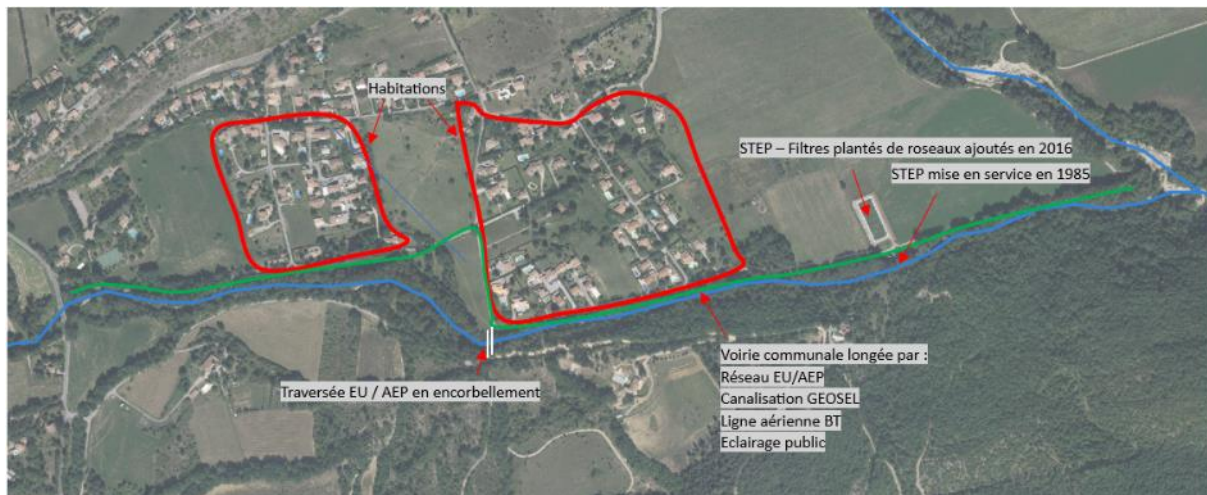


Figure 39 : Secteur 4 - Localisation des réseaux.

3. MORPHOLOGIE

3.1. EVOLUTION MORPHOLOGIQUE DES COURS D'EAU D'APRES LES IMAGES AERIENNES

Les photos aériennes historiques sont issues du site « remonter le temps » de l'IGN.

3.1.1. Secteur 1

La plus vieille photo aérienne date de 1944. On notera l'existence des deux ponts et de la RD 513. Une anse d'érosion marquée apparaît déjà contre la RD 513. Le seuil est encore en activité et il permet l'alimentation d'une prise d'eau en rive gauche (dédiée à la Mine du Bois d'Asson). Le lit à l'aval de la prise d'eau est totalement à sec. En amont du seuil, un atterrissement est présent.

En revanche, la RD 13, le camping la Rivière et la STEP n'existent pas encore. D'une manière générale, la bande active est beaucoup plus large qu'actuellement, notamment à l'aval du secteur d'étude. Sur ce secteur, on observe une exploitation des granulats, sans doute en lien avec les activités minières du Bois d'Asson.

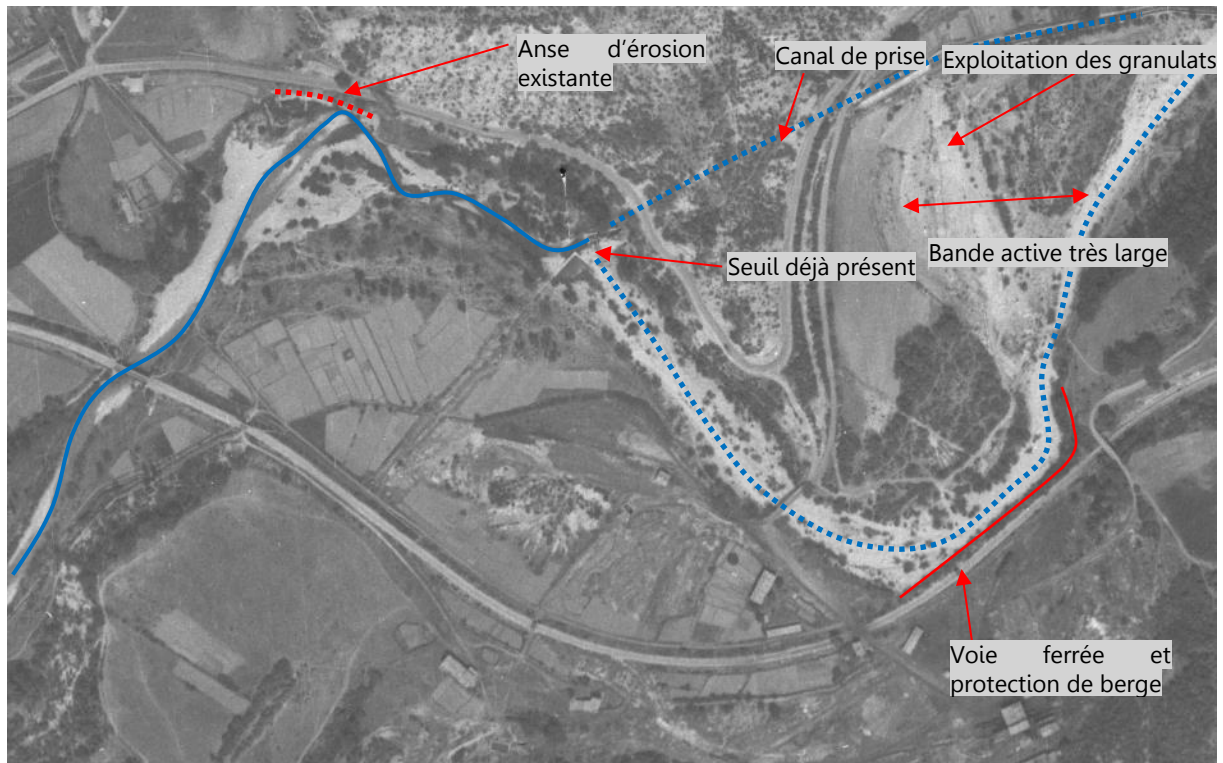


Figure 40 : Secteur 1 - Vue aérienne de 1944.

En 1947, le cliché est de meilleure qualité et on observe déjà quelques évolutions.

A l'aval du pont aval, une plateforme a été construite, empiétant dans le cours d'eau et le déviant vers la rive gauche. Deux épis sont visibles à l'amont du pont aval, en rive droite, tandis que des enrochements libres sont visible en protection de la voie ferrée.

L'actuel camping est un site de déchets miniers provenant des sites du Collet Rouge et du Foulon (IRSP, 2020). On notera l'existence d'une passerelle permettant le passage des matériaux depuis le site du Foulon, qui se situe en rive gauche.

Des matériaux graveleux sont visiblement également prélevés sur le secteur, ce qui n'empêche pas la végétalisation de l'atterrissement en amont du seuil.

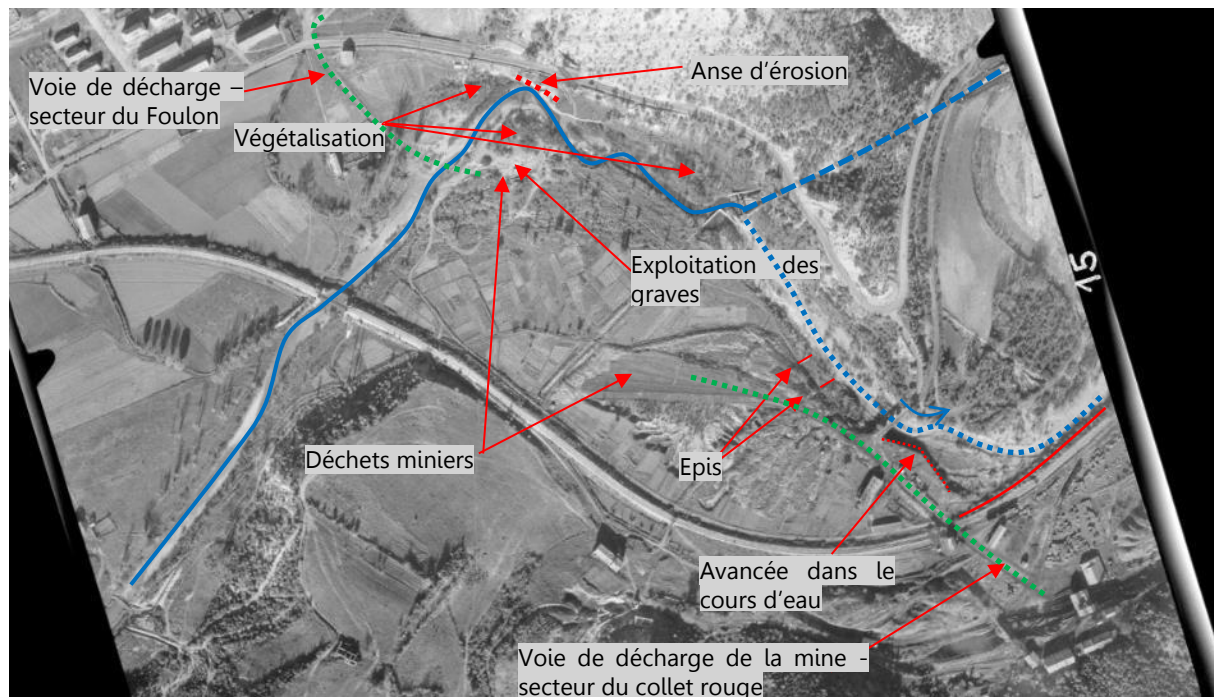


Figure 41 : Secteur 1 - Vue aérienne de 1947.

En 1969, on observe des changements majeurs :

- La prise d'eau n'est plus exploitée (suite à la fermeture de la mine en 1949), ainsi que la voie ferrée.
- L'anse d'érosion amont visible en 1944 s'est complètement végétalisée, tandis que l'atterrissement en amont du seuil s'est dévégétalisé, en lien avec le déplacement de l'anse d'érosion vers l'aval. Ce déplacement vers l'aval a pu être facilité par les prélèvements de matériaux réalisés et le déstockage des matériaux en amont du seuil, ce qui a entraîné l'avulsion du méandre.
- Entre le seuil et le pont aval, le cours d'eau a érodé la rive droite, remobilisant les dépôts miniers. Cette érosion peut s'expliquer par le fait que le cours d'eau butte en rive gauche contre le reste du seuil, ce qui le renvoi vers la rive droite.
- A l'aval du pont aval, un cordon végétalisé est au contraire apparu, protégeant la voie ferrée. La formation de ce cordon s'explique par l'existence d'un point dur en amont du pont, qui contribue à renvoyer les écoulements vers la rive gauche. L'avancée dans le cours d'eau visible en 1947 a en revanche disparu.

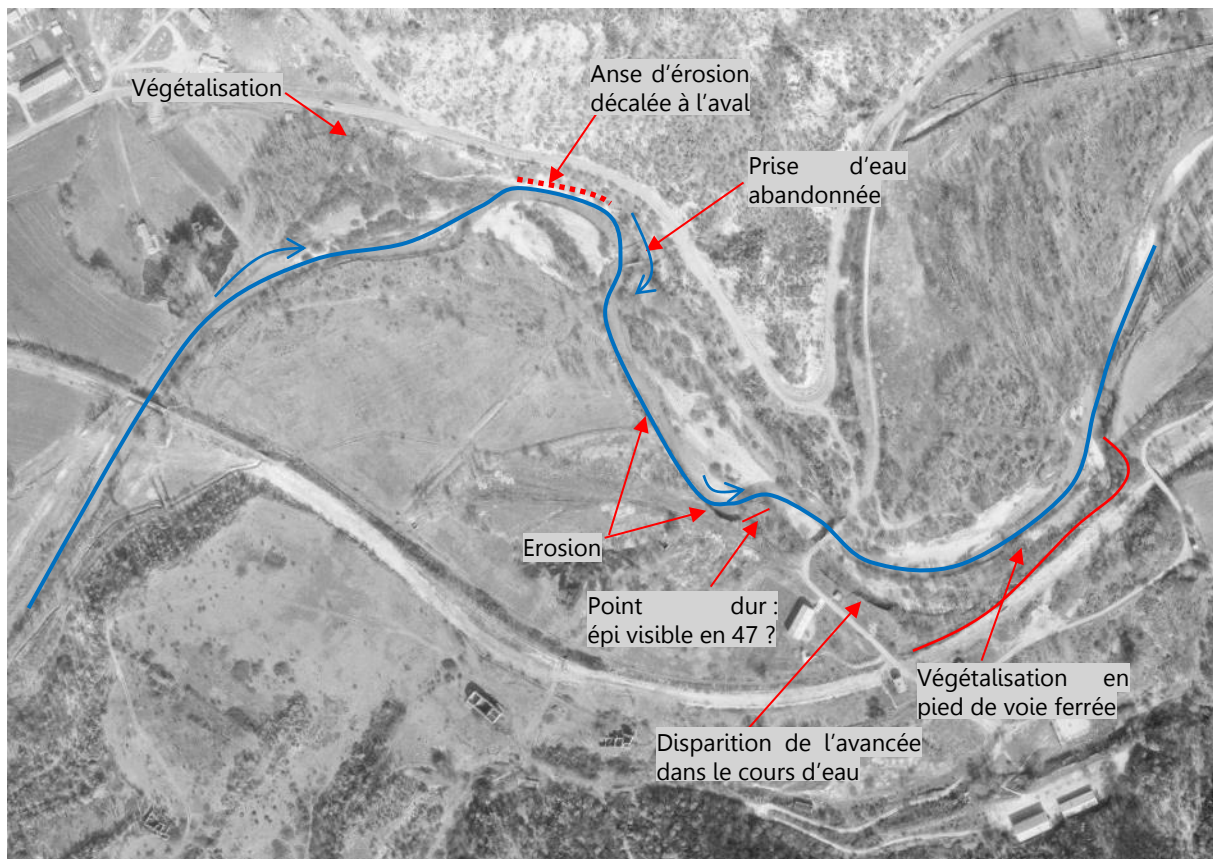


Figure 42 : Secteur 1 - Vue aérienne de 1969.

En 1978, le poste de relevage de la STEP est apparu, ainsi que le seuil sur le Lague. La RD 13 est construite, avec un nouveau pont à l'aval. Des blocs sont présents devant les culées et la section passante semble avoir diminuée. L'ancien pont est toujours visible.

Une carrière semble s'être ouverte au-dessus de la RD513, au droit de l'ancien secteur de Mine du Foulon et une plateforme a été créée entre la RD 513 et le cours d'eau. Des prélèvements de matériaux sont également visibles à proximité du poste de relevage.

L'anse d'érosion s'est encore décalée à l'aval, jusqu'au seuil, tandis qu'un retalutage de la rive droite est observable au droit de la zone de dépôts miniers. La configuration du cours d'eau n'a pas trop évolué sinon. L'ancienne prise d'eau et l'épi aval sont toujours responsables d'un déport du cours d'eau vers la rive opposée.

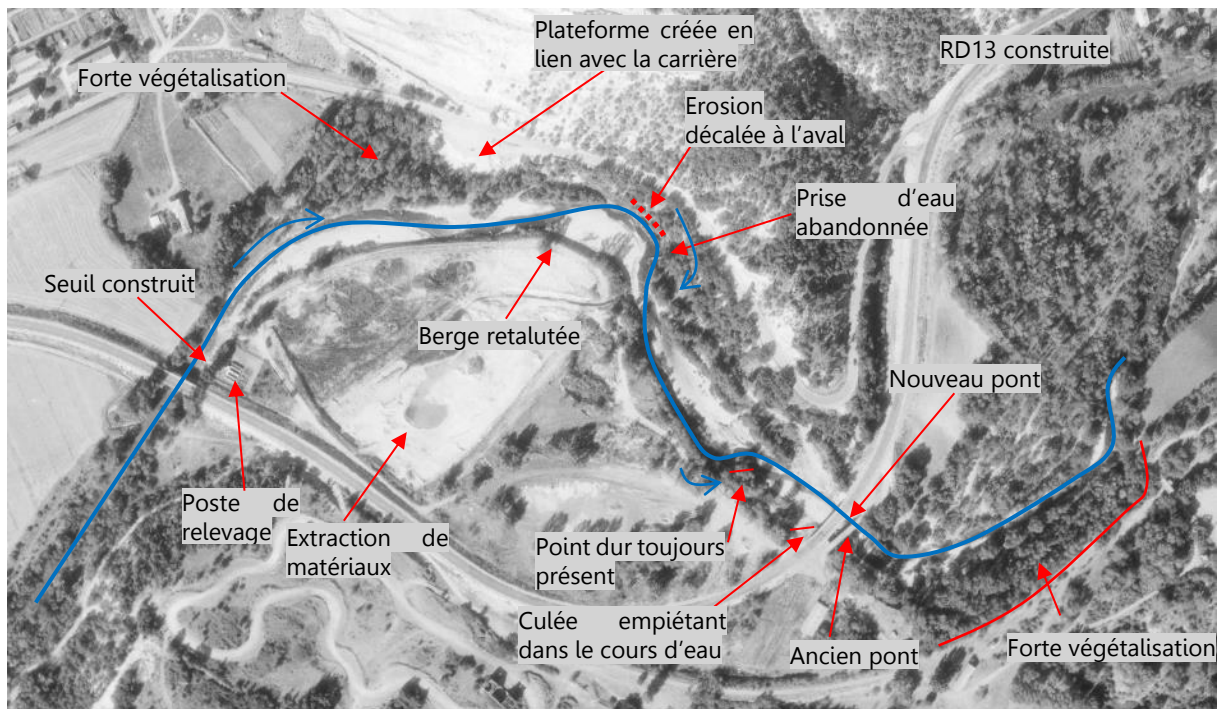


Figure 43 : Secteur 1- Vue aérienne de 1978.

En 1986, les bassins sont apparus suite à l'extraction, ainsi que le camping. La carrière semble déjà abandonnée.

On observe un début de changement dans la localisation des méandres.

La zone végétalisée à l'amont commence à être remobilisée par le cours d'eau. Ce phénomène pourrait s'expliquer par :

- Le dépôt de matériaux réalisé lors de la construction de la plateforme, pour permettre l'accès à la carrière ;
- Un déficit en matériaux provoquant une diminution de la pente à l'amont de l'ancienne prise d'eau. Ce déficit est probablement favorisé par le seuil construit au droit de la STEP. Les matériaux stockés en amont de l'ancienne prise d'eau ont certainement déjà été repris en grande partie ;
- La crue d'avril 1986.

Le point dur à l'amont du pont aval est moins visible, ce qui peut s'expliquer par :

- L'érosion progressive de l'épi en rive droite à l'amont du pont ;
- L'élargissement de la zone de diminution de la section à l'aval, au droit du nouveau pont ;

En conséquence de cette absence de point de blocage et de l'élargissement longitudinal de la section réduite sous le pont aval, le cours d'eau tend à rester perpendiculaire au pont.

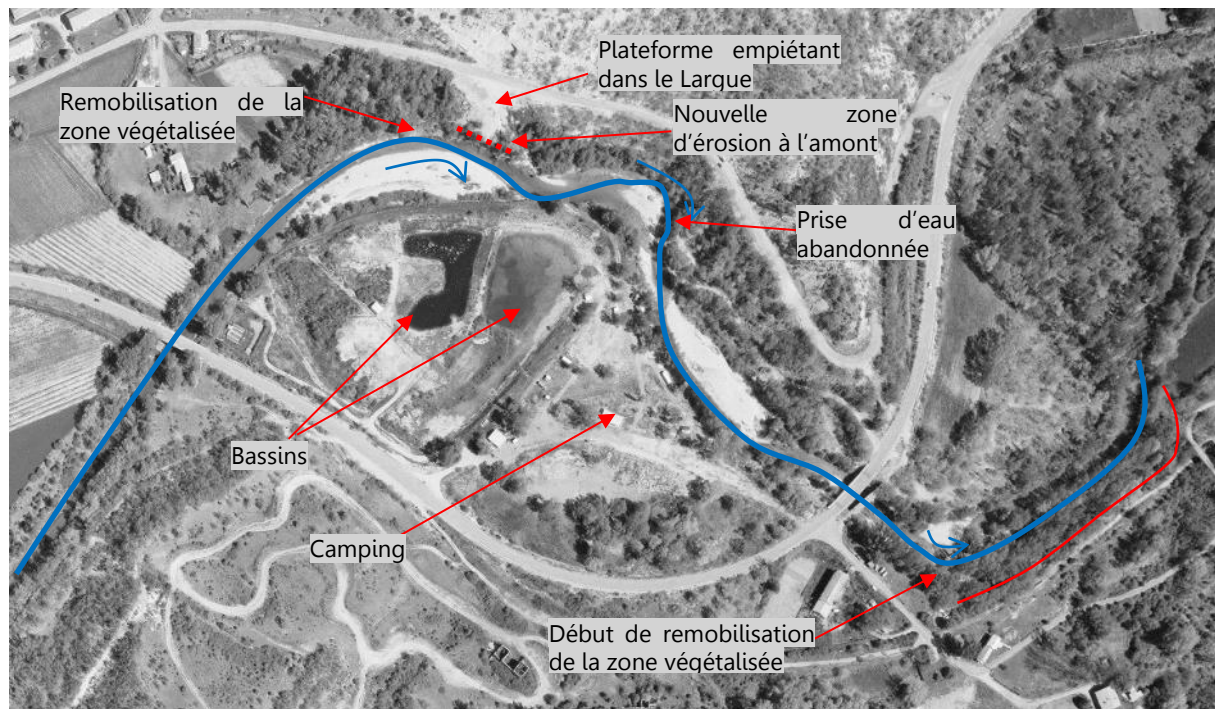


Figure 44 : Secteur 1- Vue aérienne de 1986.

La vue aérienne de 1994 permet de visualiser l'impact de la crue de janvier.

La plateforme le long de la RD513 a été érodée et le Largue coule complètement contre la rive gauche. Les matériaux déposés ont donc été entièrement repris.

La végétalisation du lit a partout diminué.

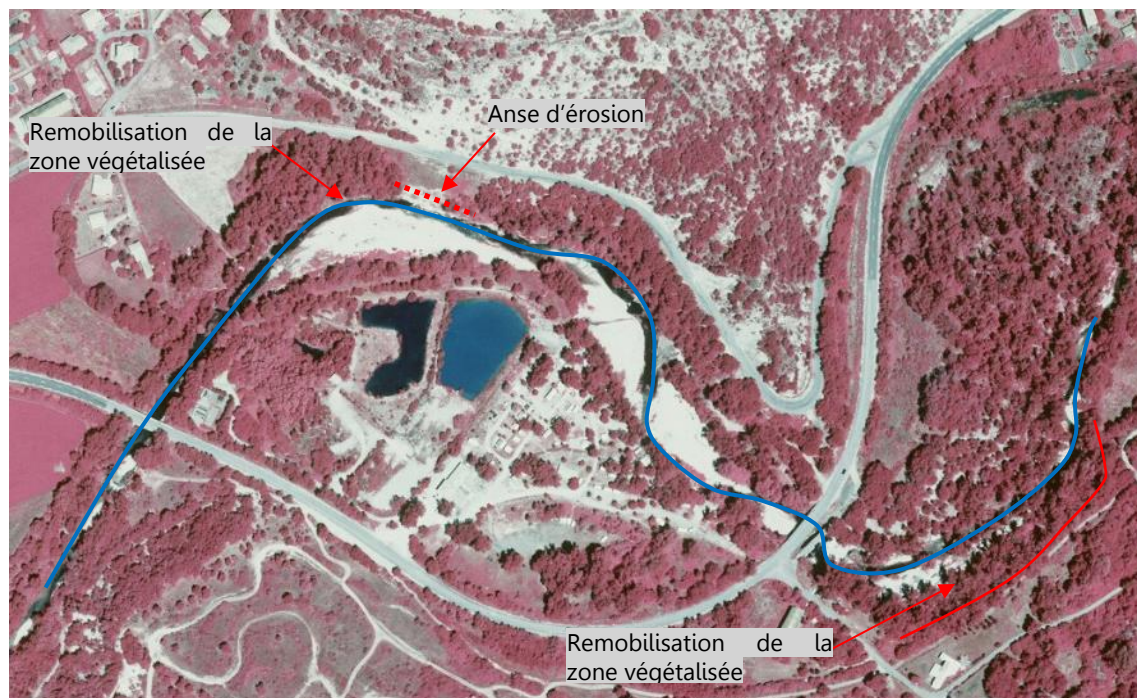


Figure 45 : Secteur 1- Vue aérienne de 1994.

En 2000, la progression de l'anse d'érosion vers l'amont se poursuit, ce qui entraîne une redirection de l'écoulement vers la berge rive droite au droit des bassins.

Des enrochements semblent avoir été posés en rive gauche, à l'amont du pont, probablement suite à la crue de 1994.

Le lit se végétalise de nouveau en l'absence de crues majeures, sauf à l'aval du pont où l'érosion de la rive droite se poursuit.

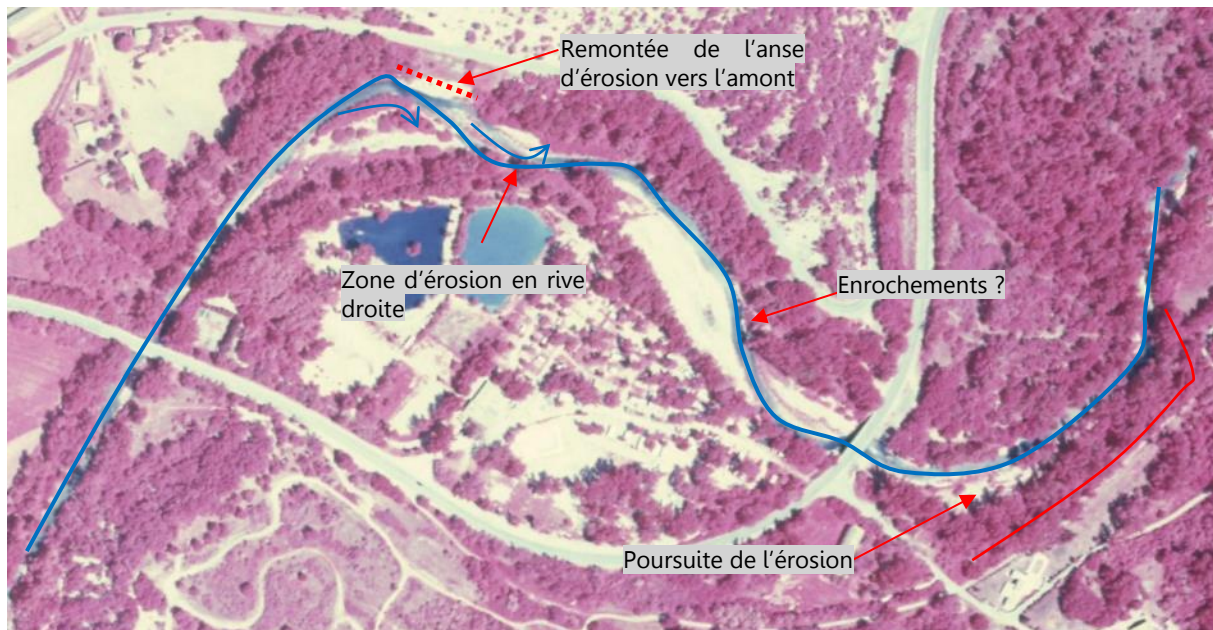


Figure 46 : Secteur 1- Vue aérienne de 2000.

Le phénomène se poursuit en 2012. On note la forte végétalisation de la zone située entre l'anse d'érosion amont et les bassins.

Au contraire, la zone végétalisée en rive droite à l'aval du pont aval est érodée.

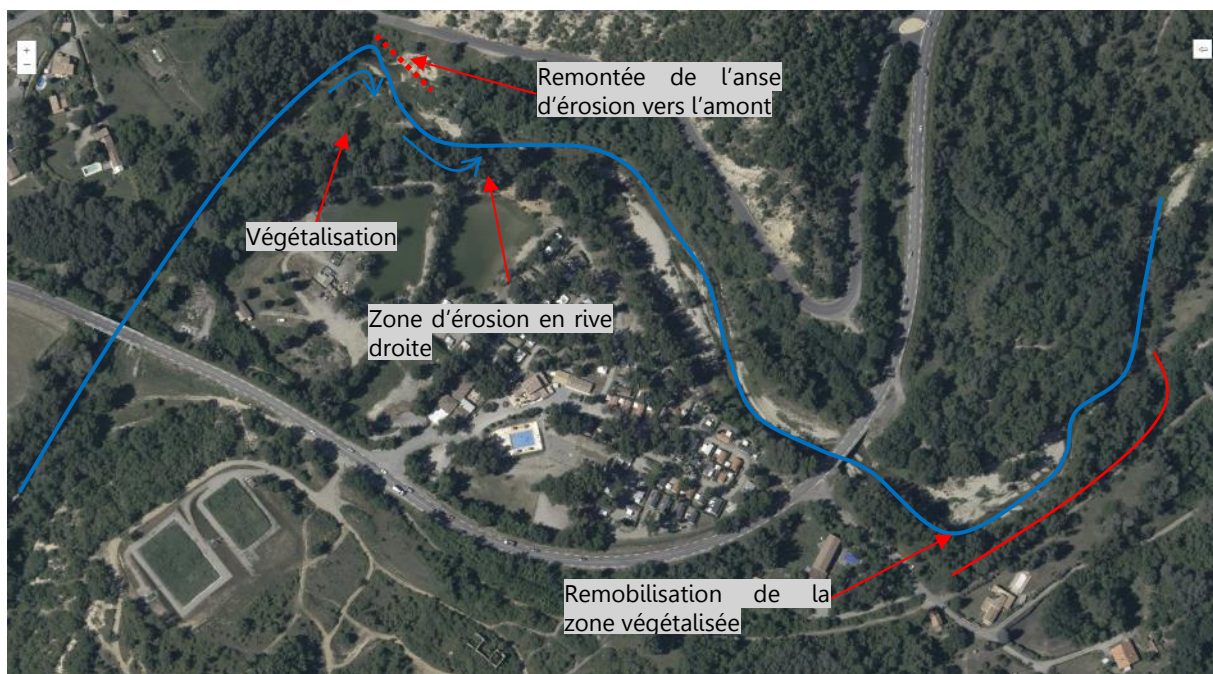


Figure 47 : Secteur 1- Vue aérienne de 2012.

En raison de ce phénomène de redirection des écoulements vers la rive droite, la crue de 2016 a provoqué une brèche dans la digue du bassin.

La vue aérienne de 2018 montre qu'une protection de berge a été mise en place au droit du bassin suite à la crue de 2016. Cette protection semble déjà contournée par l'amont. Cela s'explique par l'enfoncement de l'anse d'érosion dans le versant, à l'amont, ce qui augmente l'angle du renvoi.

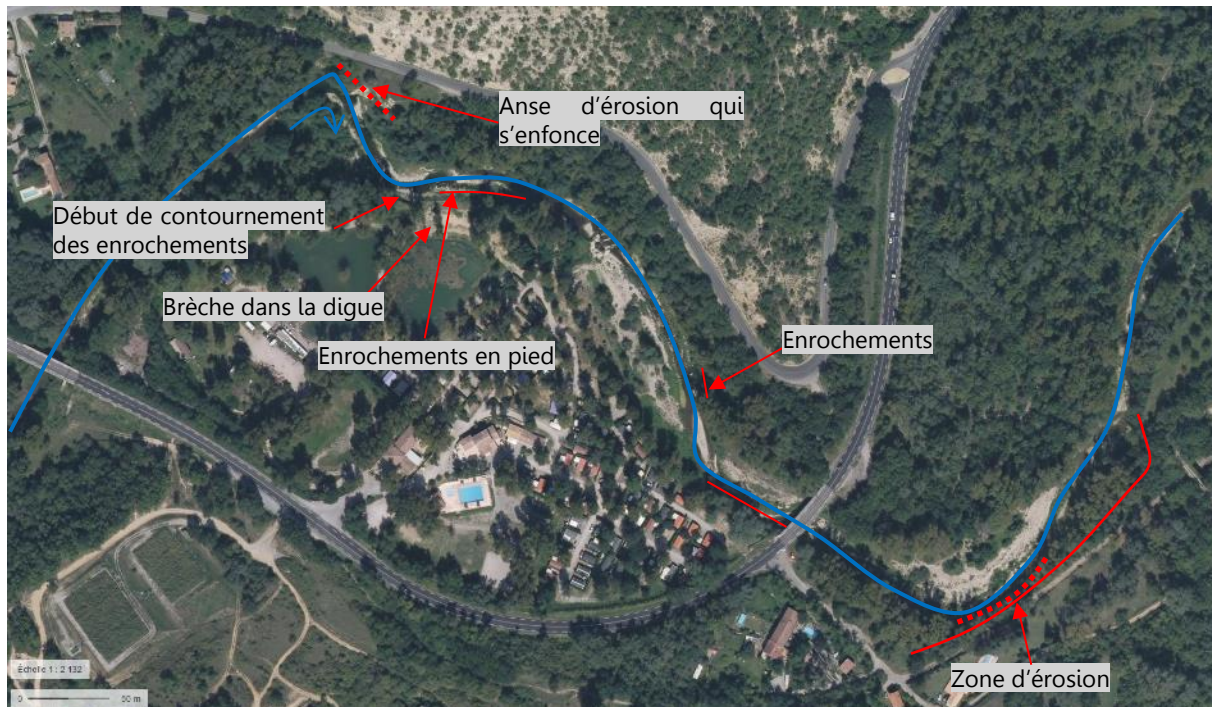


Figure 48 : Secteur 1- Vue aérienne de 2018.

On rappellera que les évolutions notables suite à la crue de 2019 sont :

- L'effondrement du seuil de la STEP ;
- Le prolongement de la protection de berge des bassins vers l'amont, en lien avec la remontée de la zone érodée – la brèche a de nouveau permis le passage du Largue lors de la crue ;
- Le contournement des enrochements en rive gauche, suite à la réouverture du lit ;
- L'érosion de la rive droite à l'amont du pont – cette érosion s'explique par l'importance de la crue, l'insuffisance de la section sous le pont et le mauvais agencement de la protection de berge.
- La poursuite de l'érosion de la rive droite à l'aval du pont.

Bilan sur le secteur 1 :

On peut distinguer deux grandes périodes :

1944-1978 :

Sur cette période, l'anse d'érosion le long de la RD513 descend progressivement vers l'aval, tandis que la rive droite s'érode au droit du camping et se végétalise à l'aval du pont.

Ces évolutions s'expliquent probablement par :

- L'abandon de la prise d'eau et les extractions de matériaux dans le lit, entraînant un abaissement du lit à l'amont de la prise et un changement du lit ;
- La faiblesse des protections de la rive droite en amont du pont et la présence d'épis qui tendent à rediriger les écoulements vers la rive gauche en aval du pont.

1978-2020 :

Depuis 1978 la situation s'est inversée :

- Remontée de l'anse d'érosion le long de la RD 513, ce qui entraîne une érosion de la rive opposée (droite) sur le secteur des bassins (cette érosion remonte également) ;
- Relative stabilité de la rive droite au droit du camping ;
- Érosion de la rive droite à l'aval du pont de la RD13.

Ces évolutions pourraient s'expliquer par :

- La persistance d'un seuil au droit de l'ancienne prise d'eau, avec pour conséquence un stockage des matériaux à l'amont, ce qui favorise le méandrage. Cela pourrait aussi s'expliquer par la fin du déstockage des matériaux déposés en amont de l'ancienne prise d'eau et le retour à l'état d'origine (scénario le plus probable, cf chap.3.2).
- La présence d'une terrasse élevée en rive droite à l'amont du pont (ancienne décharge minière), avec des protections de berge, ce qui réduit l'érosion et limite les possibilités de renvoi du cours d'eau vers la rive gauche. La contraction au droit du pont aval et la présence d'un point dur en fond tendent à faire de cette zone une zone de dépôt.
- Le gabarit du nouveau pont de la RD13 qui est plus important (longitudinalement par rapport au cours d'eau) que celui de l'ancien pont, ce qui favorise le passage du cours d'eau dans l'axe, avec pour conséquence l'érosion de la rive droite à l'aval. Cette érosion est potentiellement facilitée par un déficit relatif en matériaux dans le Largue.

La tendance observée sur cette période risque donc de se poursuivre.

Depuis 1944, la tendance globale est à la diminution de la bande active (de 40 m en moyenne à 20 à 30 m). La diminution est surtout importante au droit du méandre amont et à l'aval du pont aval :



Figure 49 : Vue aérienne actuelle (dessus) et de 1944 (dessous).

3.1.2. Secteur 2

La plus vieille photo aérienne exploitable date de 1934. La RD et le pont sont déjà construits.

A l'aval du pont, le chenal semble déjà corseté, surtout en rive gauche. On observe en particulier le mur de la RD et des épis à l'aval, qui expliquent les deux tournants observés.

La bande active est très large, surtout en amont du pont de la RD 16, et des bancs de graviers sont visibles sur tout le linéaire, y-compris à l'aval du pont, ce qui traduit une tendance globale au dépôt. La largeur de la bande active dépasse 60 m en amont du pont et atteint encore 25 à 30 m dans le secteur des épis. Sur ce dernier secteur, l'espace de mobilité historique dépassait vraisemblablement 90 m, au vu de l'emprise des champs.

Aucun seuil naturel ou anthropique n'apparaît au droit du pont. La ripisylve est peu développée.

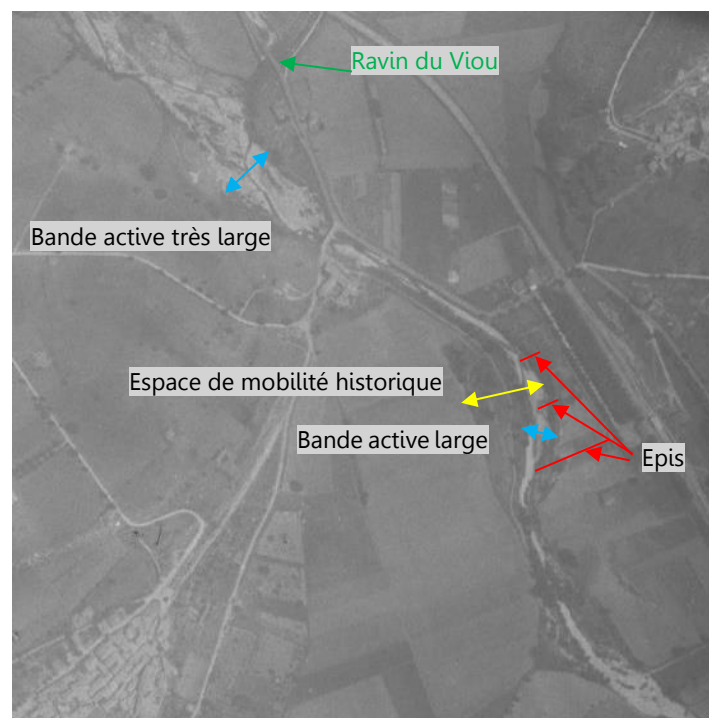


Figure 50 : Secteur 2- Vue aérienne de 1934.

La vue aérienne de 1947 montre que la bande active commence déjà à se rétracter, que ce soit en amont du pont de la RD 16, ou en aval.

Les épis semblent avoir été efficaces pour fixer la berge et la végétation.

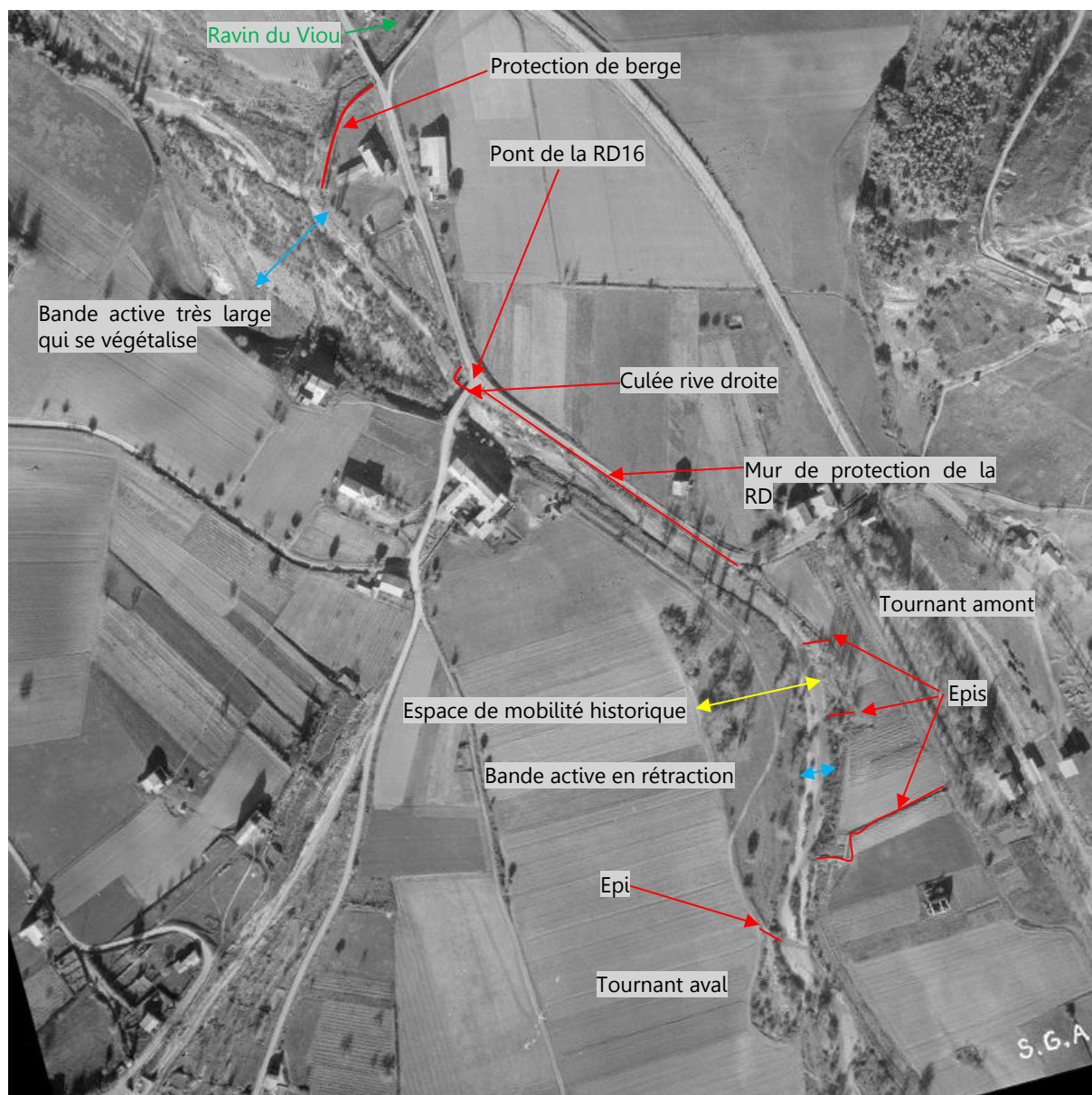


Figure 51 : Secteur 2- Vue aérienne de 1947.

En 1969, on observe la construction d'une première habitation en rive gauche, sur le secteur aval.

La tendance à la rétraction de la bande active est nette sur l'ensemble du cours d'eau. A l'aval du pont de la RD 16, un nouveau seuil naturel semble pouvoir être identifié, tandis que la zone située à la confluence avec le Viou se végétalise.

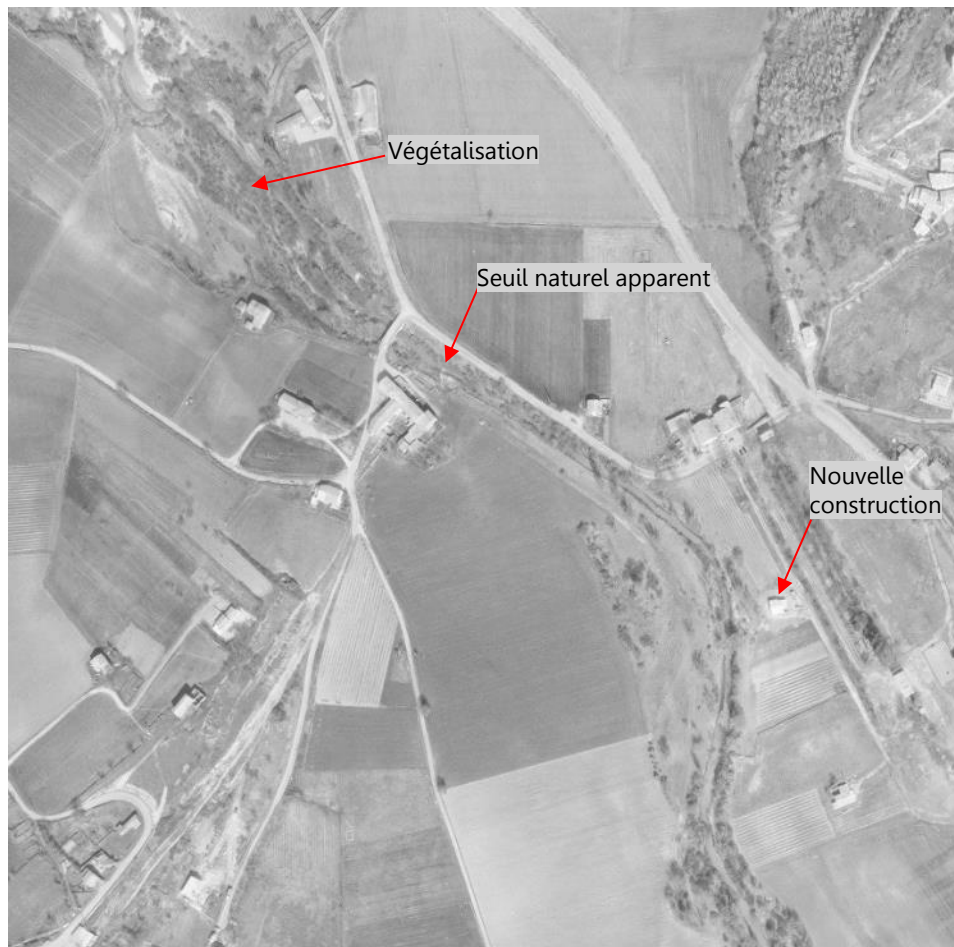


Figure 52 : Secteur 2- Vue aérienne de 1969.

En 1978, le lit s'est fixé au droit de la confluence avec le Viou en raison de la forte végétalisation des berges. A l'aval du pont de la RD 16, la ripisylve est également fortement développée.

Une nouvelle habitation s'est construite à l'aval.

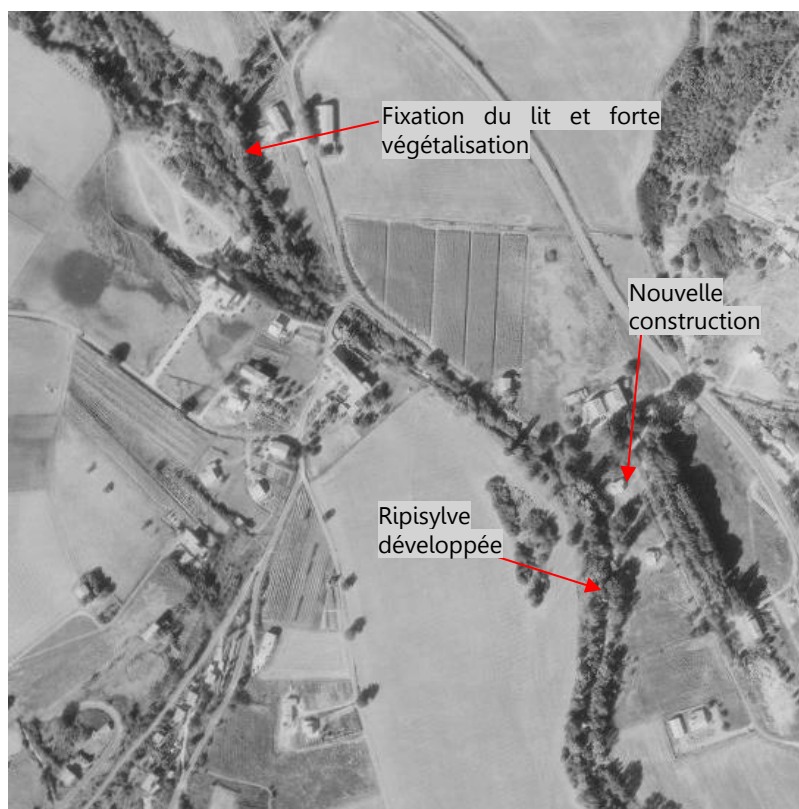


Figure 53 : Secteur 2- Vue aérienne de 1978.

En 1986, on note la construction de bâtiments agricoles à l'aval, en rive gauche. Une portion de la berge en rive gauche semble avoir été confortée, tandis que la berge à la confluence avec le Viou semble avoir été élargie au détriment du lit du Viou.

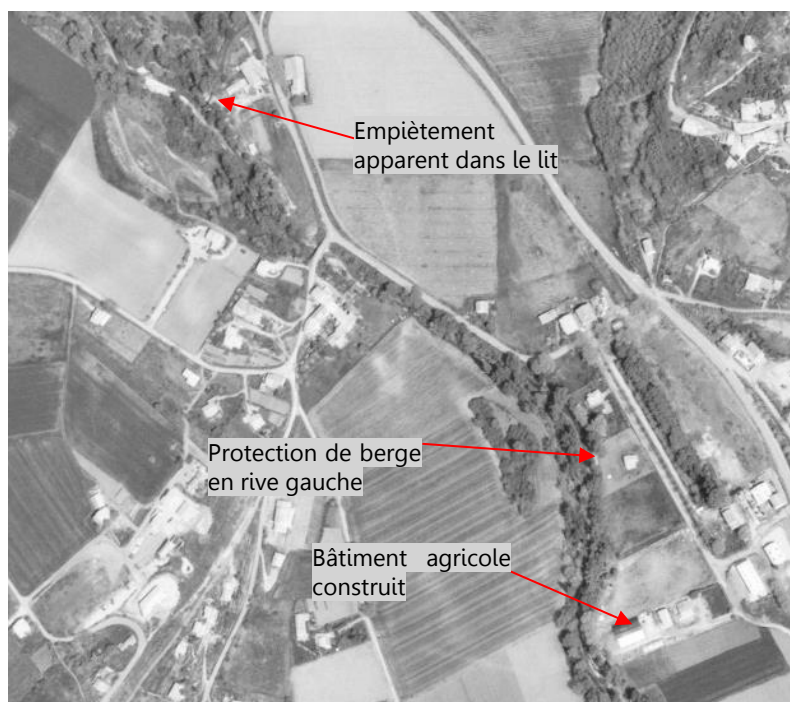


Figure 54 : Secteur 2- Vue aérienne de 1986.

La crue de 1994 a provoqué des dégâts, dénotant l'insuffisance de la largeur du cours d'eau. De nombreuses érosions de berges peuvent être observées, principalement sur les secteurs suivants :

- Au droit du mur de la RD ;
- Dans le tournant amont ;
- A l'aval du tournant amont, sur les deux rives – un débordement a eu lieu en rive droite.

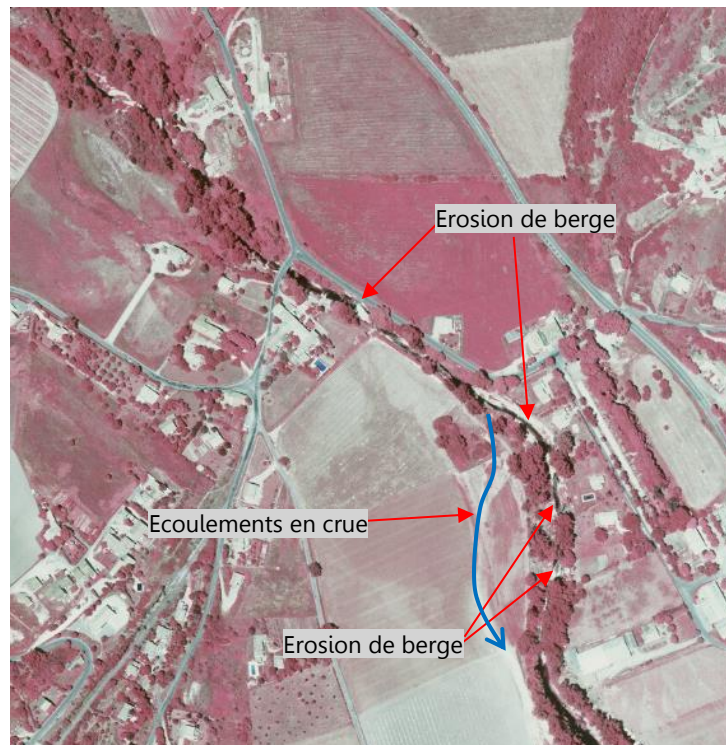


Figure 55 : Secteur 2- Vue aérienne de 1994.

Suite à cette crue, un seuil a été mis en place à l'aval du pont, au droit de la zone érodée en 1994, tandis qu'un nouveau seuil naturel semble apparaître à l'amont du pont. A l'aval du pont, la ripisylve a disparue. Elle a probablement été coupée.

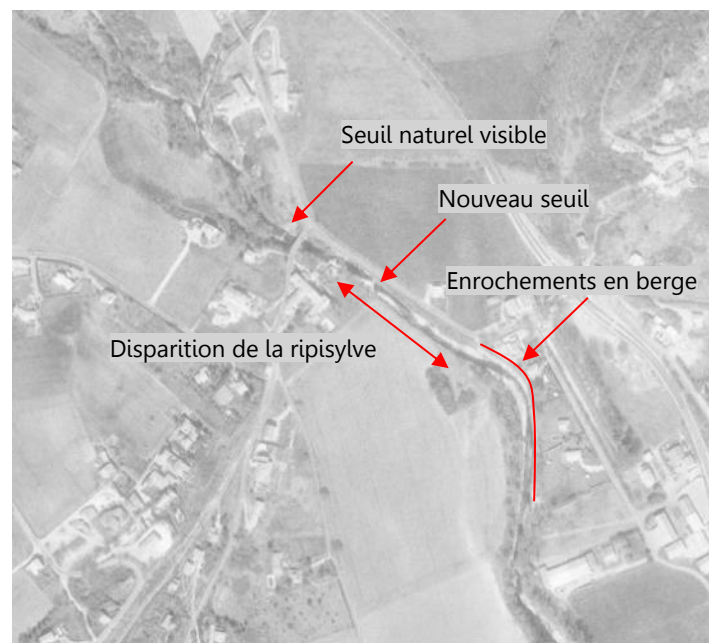


Figure 56 : Secteur 2- Vue aérienne de 1997.

La vue aérienne de 1997 montre également qu'une protection de berge en enrochement a été aménagée dans le tournant, qui constituait la principale zone érodée en 1994.

En 2004, le développement d'une anse d'érosion en amont du tournant peut être observée. Cette anse se situe en amont du paléo-bras réactivé lors de la crue de 1994.



Figure 57 : Secteur 2- Vue aérienne de 2004.

Après la crue de 2019, on rappellera les évolutions suivantes :

- L'érosion du pied du mur de protection de la rive gauche, au pied du seuil créé en 1994 ;
- La formation d'un atterrissement au sein de l'anse d'érosion – des débordements en rive droite ont été observés en crue sur ce secteur ;
- L'affouillement des protections de berges dans le tournant amont.
- L'érosion de la berge en rive droite dans le tournant aval, mettant à jour une canalisation.

Bilan Secteur 2 :

Sur ce secteur, le fond du lit de la Laye semble globalement s'être enfoncé depuis 1934 :

- Apparition du substrat au droit du pont (nouveaux seuils visibles) ;
- Construction d'un seuil à l'aval du pont (pour le passage de réseaux) ;

Le phénomène se poursuit, en témoigne l'affouillement des enrochements posés suite à la crue de 1994 et du mur de protection de la RD.

Cet enfoncement peut être expliqué par :

- La diminution des apports solides depuis l'amont (en lien avec la construction du barrage sur la Laye et la diminution globale de la largeur de la bande active du cours d'eau).
- La nette diminution de la largeur du lit liée aux protections de berges (aval du pont surtout où les épis ont fortement contribué à diminuer la largeur du cours d'eau) et à la végétalisation naturelle des berges (amont du pont). **La bande active est passée de 60 m à l'amont du pont et 30 m à l'aval à, localement, moins de 10 mètres. L'espace de mobilité historique à l'aval du pont atteignait au moins 90 m ! Le style du cours d'eau a changé, du tressage au méandrage.**

En l'absence d'élargissement du lit, la crue de 2019 a eu à peu près le même effet que la crue de 1994. La construction de protections de berge en rive gauche et d'un seuil n'a pas eu d'effet positif sur l'enfoncement du lit, qui s'est poursuivi.



Figure 58 : Vue aérienne actuelle (gauche) et vue aérienne de 1934 (droite).

L'érosion observée à l'amont et à l'aval des deux tournants a toutefois une autre explication que le simple enfoncement du lit.

L'érosion de la berge dans le tournant aval s'explique probablement par :

- La disparition de l'épi visible en 1947 (des gabions en mauvais état sont visibles en haut de berge) ;
- La position en extrados ;

- L'étrouitesse du lit à l'amont, qui facilite son enfoncement ainsi que l'affouillement des berges et contribue à accroître les vitesses ;
- Le retour des écoulements débordants depuis l'anse d'érosion amont.

La formation initiale de l'anse d'érosion au droit du tournant amont s'explique potentiellement, outre l'étrouitesse du lit, par :

- Une coupe probable de la ripisylve dans le cadre des travaux conduits sur la rive opposée ;
- L'existence d'un point bas favorisant les débordements et donc les dépôts de matériaux.

En raison de la surlargeur locale et du point dur constitué par la protection de berge en rive gauche, des dépôts de matériaux se poursuivent actuellement sur le secteur, facilitant les débordements et accentuant l'érosion. Le même phénomène de dépôt se déroule à l'aval du tournant aval, jusqu'à la confluence avec le Lague. Le cours d'eau subit une brusque augmentation de sa section, ce qui se traduit par des dépôts. Ces dépôts sont favorisés par les débordements sur les deux rives, qui diminuent la capacité de transport du cours d'eau.

3.1.3. Secteur 3

Les cartographies anciennes du secteur indiquent qu'un ouvrage traversant à l'endroit du pont actuel de la RD 5 (à l'amont du secteur) existait déjà au 18^e siècle :

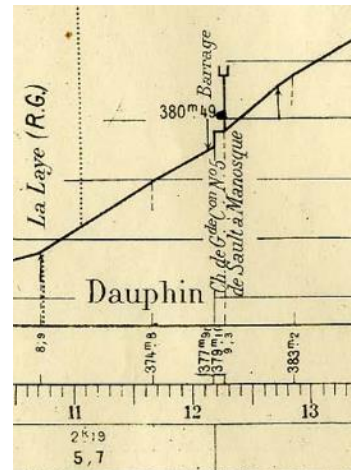


Figure 59 : carte de Cassini (1756-1815 source Géoportail)



Figure 60 : Carte d'Etat Major (1820-1866, source Géoportail)

Les profils en long des Grandes Forces Hydraulique (1911) font état du pont et du seuil à l'aval du pont.



La plus vieille image aérienne date de 1934. Le pont de la RD 5 et la voie communale en rive droite, y sont visibles.

A l'aval du pont, le seuil est déjà en place. Une prise d'eau est visible en rive gauche.

La bande active est relativement large. L'impact du cône de déjection du Rimourelle à l'amont du pont est visible. Le Largue est poussé vers la route communale. A l'aval du seuil, l'impact de la confluence du ravin de l'Ausset est également visible. Il pousse le Largue contre la rive gauche. Le ravin de Répétier n'a, en revanche, pas d'impact notable.

Deux secteurs d'érosion sont visibles le long de la route communale, à l'amont.

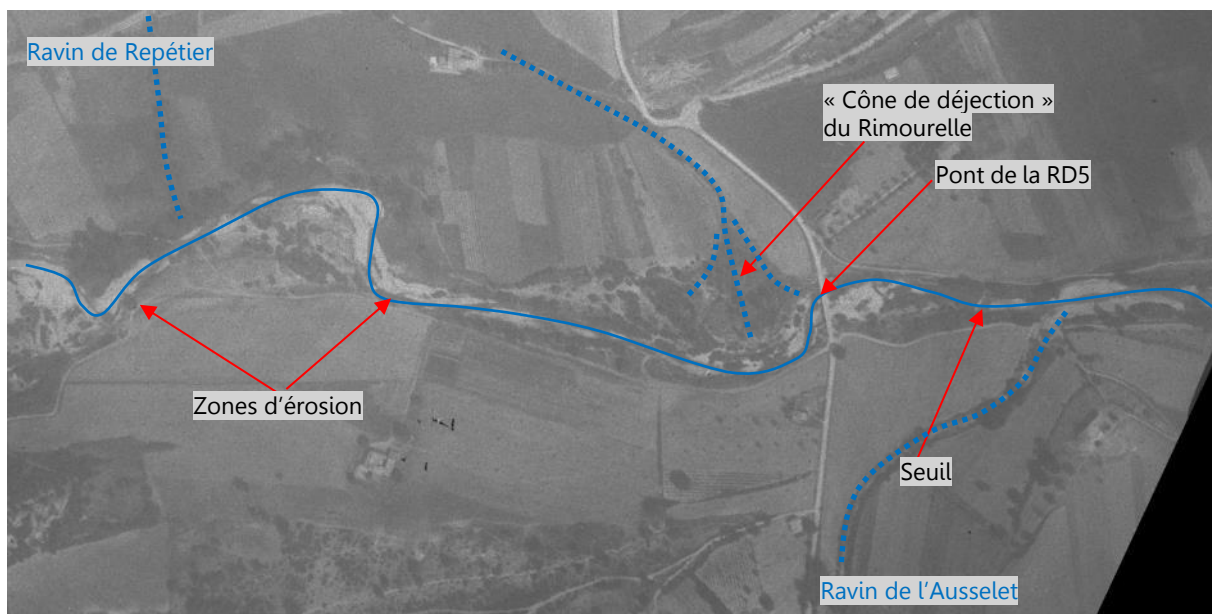


Figure 61 : Secteur 3- Vue aérienne de 1934.

En 1947, le lit s'est déjà végétalisé. Le grand méandre amont s'est déplacé à l'aval.

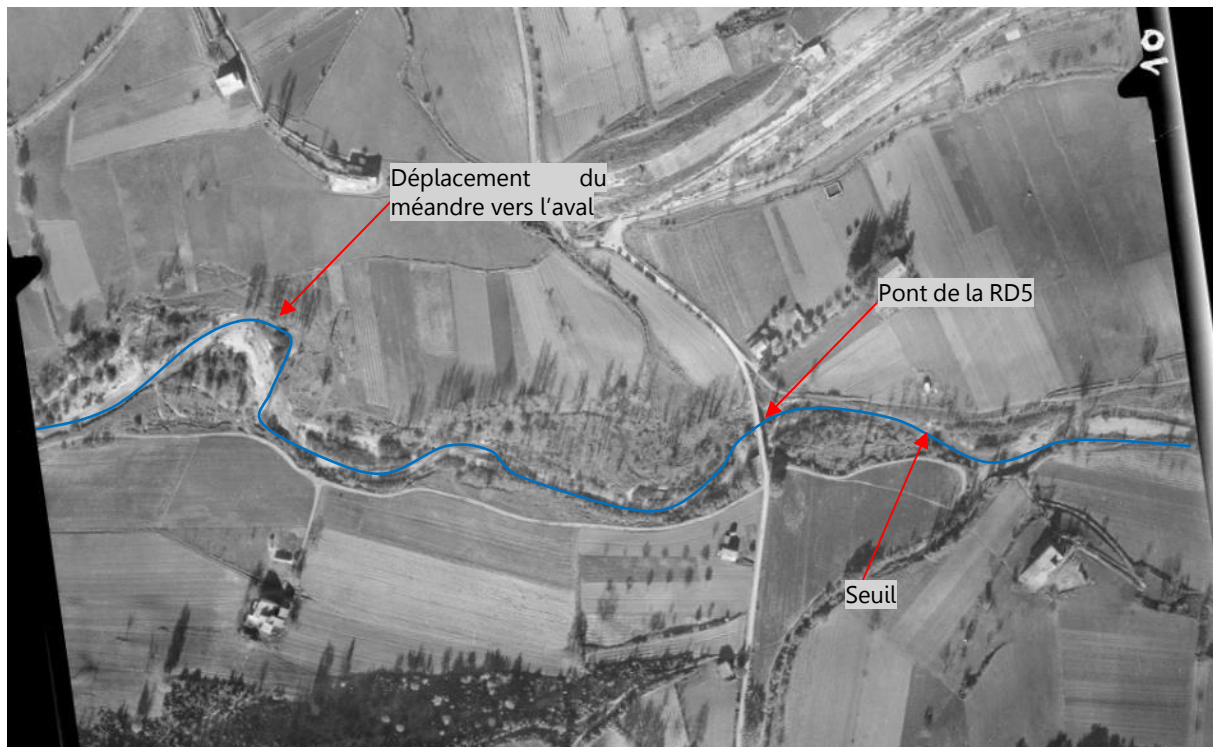


Figure 62 : Secteur 3- Vue aérienne de 1947.

En 1969, la sinuosité du Largue a significativement diminué. Il y a eu une avulsion du grand méandre amont. Au niveau du tournant aval, on note une diminution de la largeur de la bande active, liée à des agrandissements de parcelles agricoles, à la création de pistes et à des constructions.

On note un début de construction dans le quartier de l'Androne.

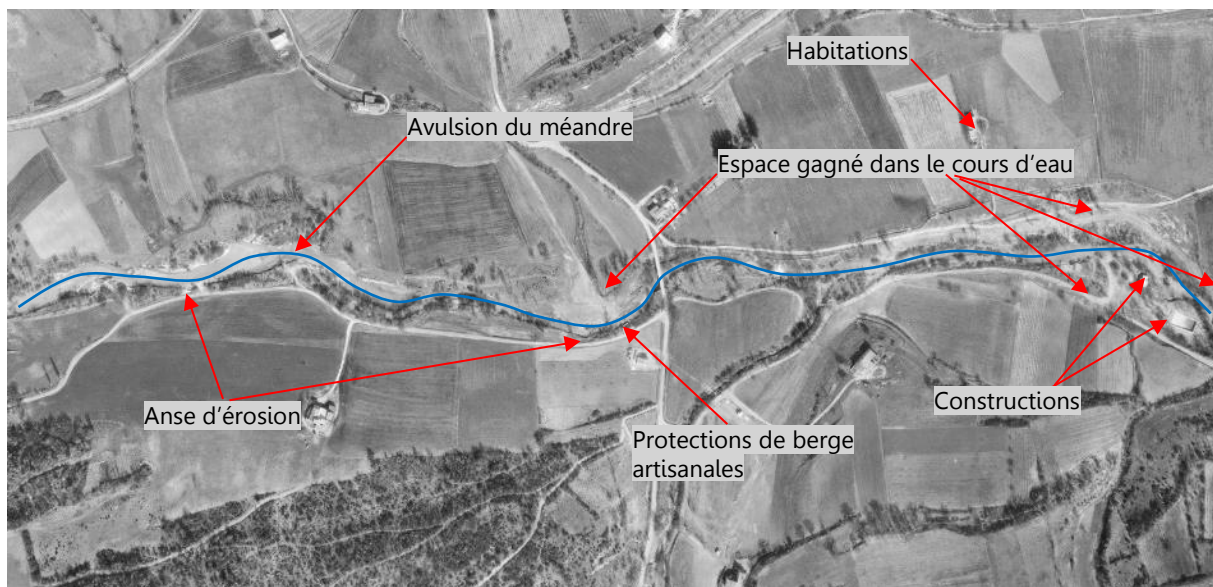


Figure 63 : Secteur 3- Vue aérienne de 1969.



Figure 64 : Secteur 3- Vue aérienne de 1947 (gauche) et de 1969 (droite), au droit du tournant aval.

En 1979, les constructions dans le quartier de l'Androne se poursuivent.

La station de pompage en rive gauche du Largue a été construite.

La bande active s'est fortement rétrécie et la ripisylve s'est développée. On note l'agrandissement du champ au détriment du cours d'eau, en rive gauche à l'amont du pont.

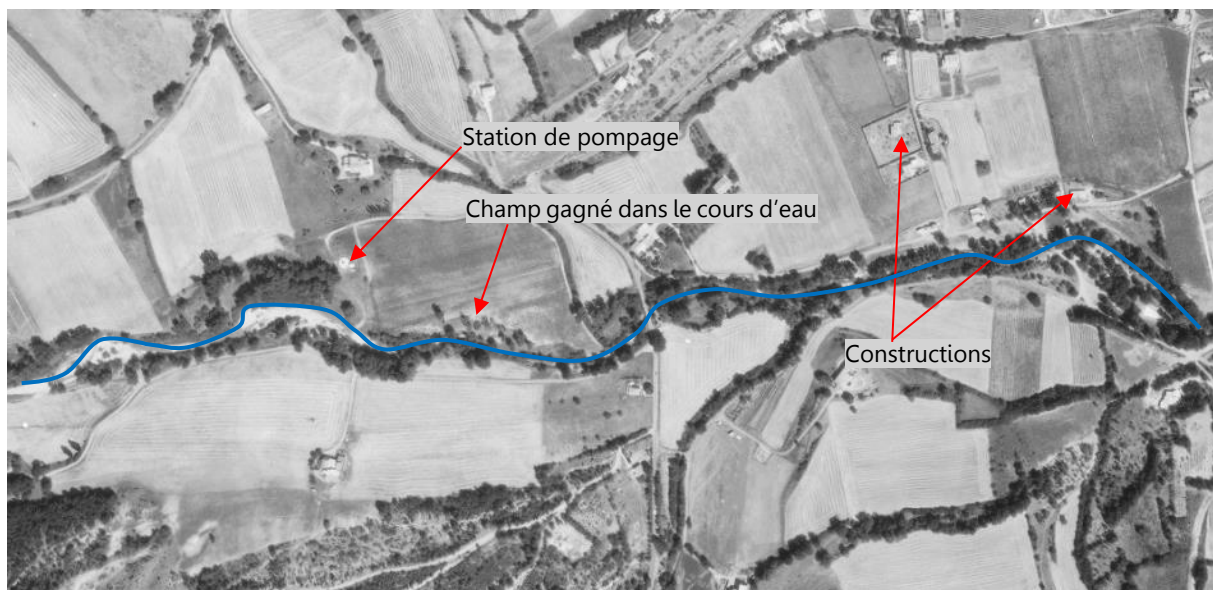


Figure 65 : Secteur 3- Vue aérienne de 1979.

En 1986, on observe des changements importants.

En rive droite à l'amont du pont, la ripisylve a disparu, ce qui peut être expliqué par la crue d'avril 1986.

Le champ en rive gauche à l'amont du pont a été lessivé par la crue.

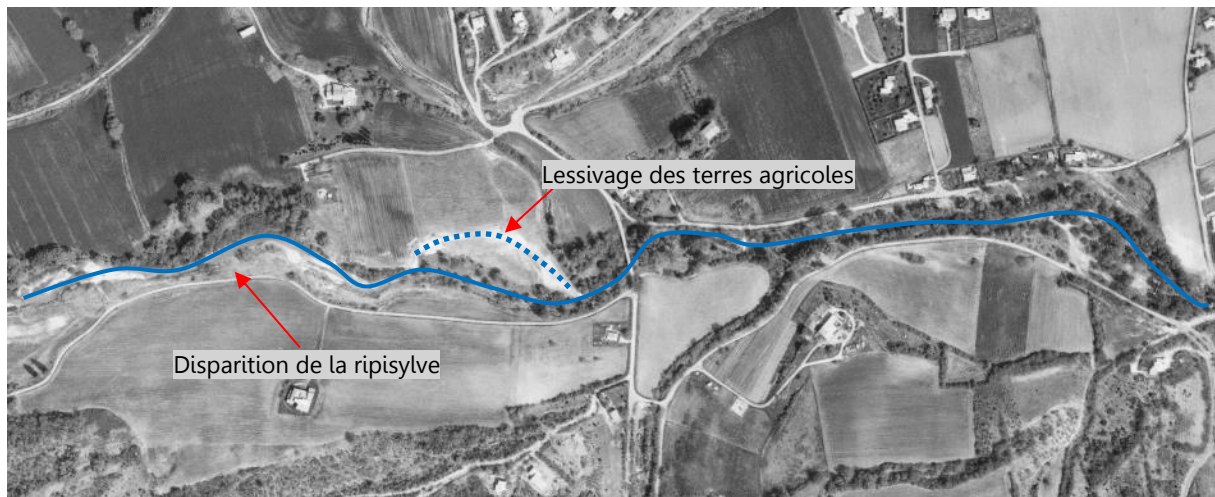


Figure 66 : Secteur 3- Vue aérienne de 1986.

La crue de janvier 1994 n'a pas empêché le processus de diminution de la bande active de se poursuivre. On note toutefois encore le lessivage du champ en rive gauche à l'amont du pont. Une érosion de la rive gauche a eu lieu en amont du seuil. La mise en place d'une protection de berge est visible. Suite à la crue de 1994, une protection de berge a également été mise en œuvre pour protéger la culée rive droite du pont.

L'urbanisation de la rive gauche se poursuit.

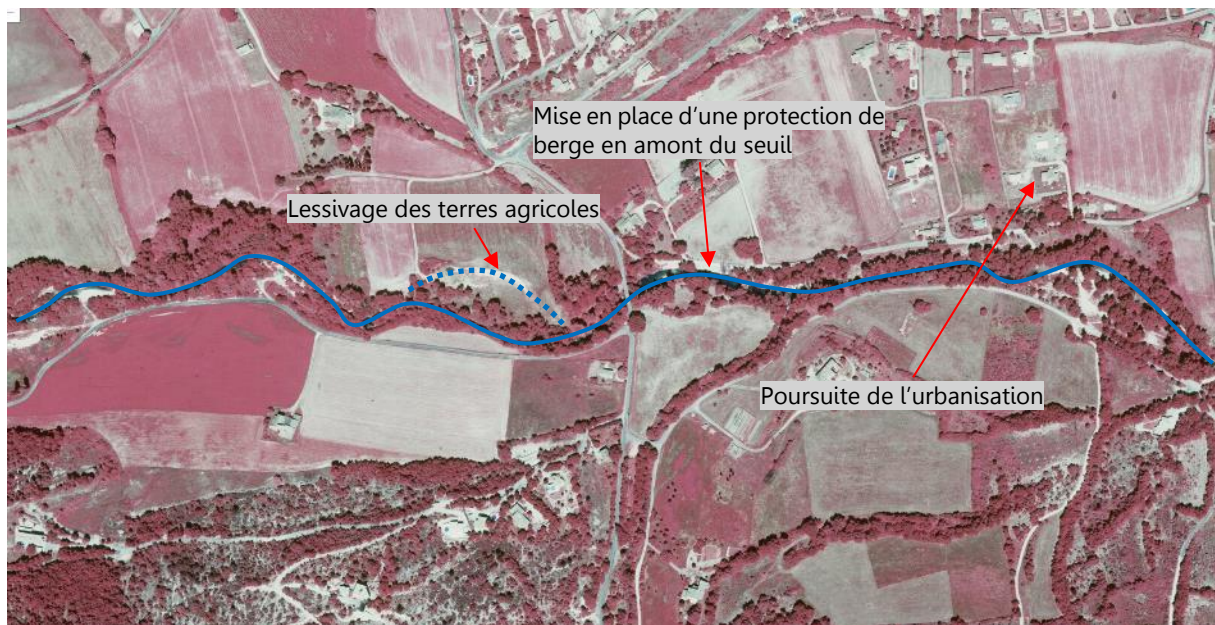


Figure 67 : Secteur 3- Vue aérienne de 1994.

En 2009, on observe une migration vers l'aval. Le méandre présent sur le secteur s'est déplacé vers l'aval.

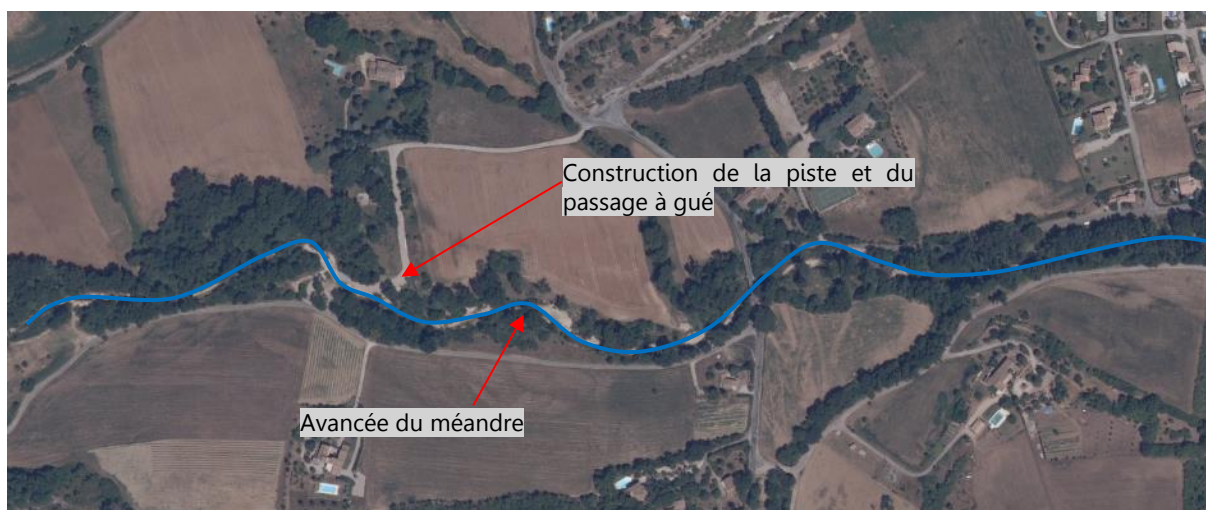


Figure 68 : Secteur 3- Vue aérienne de 2009.

Le pont de la RD5 a été reconstruit en 2010, à l'amont de l'ancien pont. Les enrochements bétonnés ont été repris sur 20 m.

Suite à la crue de 2016, deux secteurs d'érosions sont apparus, contre la voie communale.

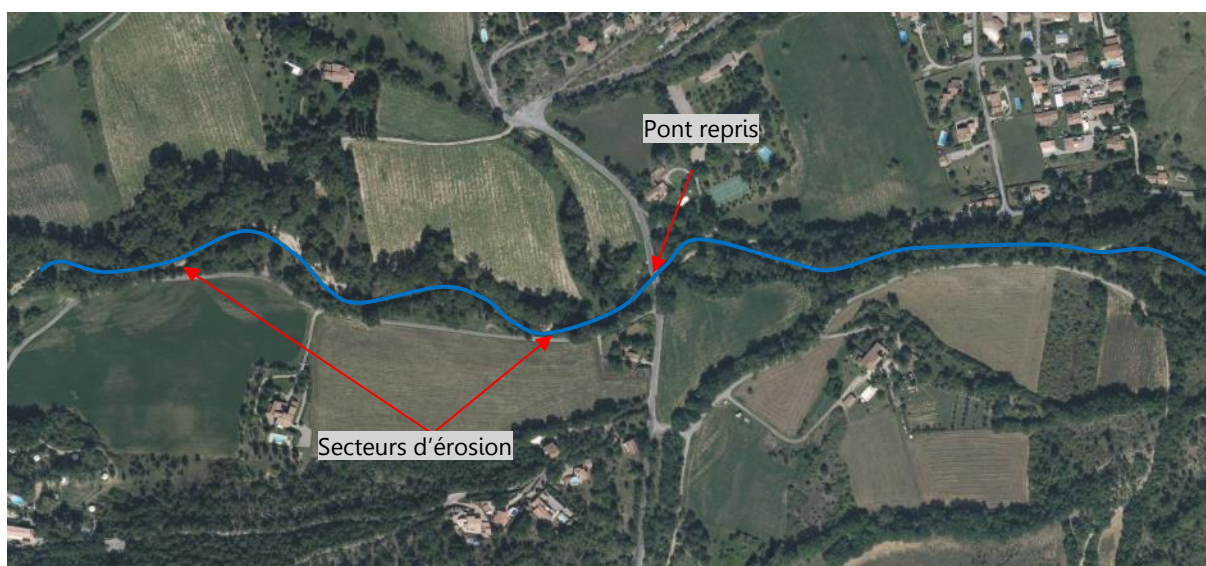


Figure 69 : Secteur 3- Vue aérienne de 2018.

Dans le cadre de la crue de 2019, l'érosion de la rive droite s'est poursuivie.

Bilan Secteur 3 :

On note sur le secteur une légère diminution globale de la bande active et une végétalisation du lit. La bande active est passée de 20 à 40 m en 1934 à 10 à 20 m actuellement. Ce phénomène peut s'expliquer par :

- L'absence de crues morphogènes et la diminution du transport solide ;
- L'absence d'entretien de la végétation ;
- L'activité anthropique directe (avancée de parcelles agricoles, notamment en rive gauche à l'amont du pont, mises en place de protections de berge,...).

En conséquence, le lit semble s'être quelque peu enfoncé en amont du pont, comme en atteste l'affouillement des protections de berge de 1994.

On notera toutefois que le seuil anthropique présent à l'aval depuis plus d'un siècle contribue certainement à limiter cet enfoncement du lit. D'autre part, l'érosion de la berge rive droite en amont du pont n'est pas un phénomène nouveau. Cette érosion est également due au fonctionnement normal du cours d'eau et au méandrage. Au droit du pont, l'érosion est favorisée par l'extension de la parcelle agricole en rive gauche, ce qui favorise également l'érosion de la rive gauche à l'aval du pont.

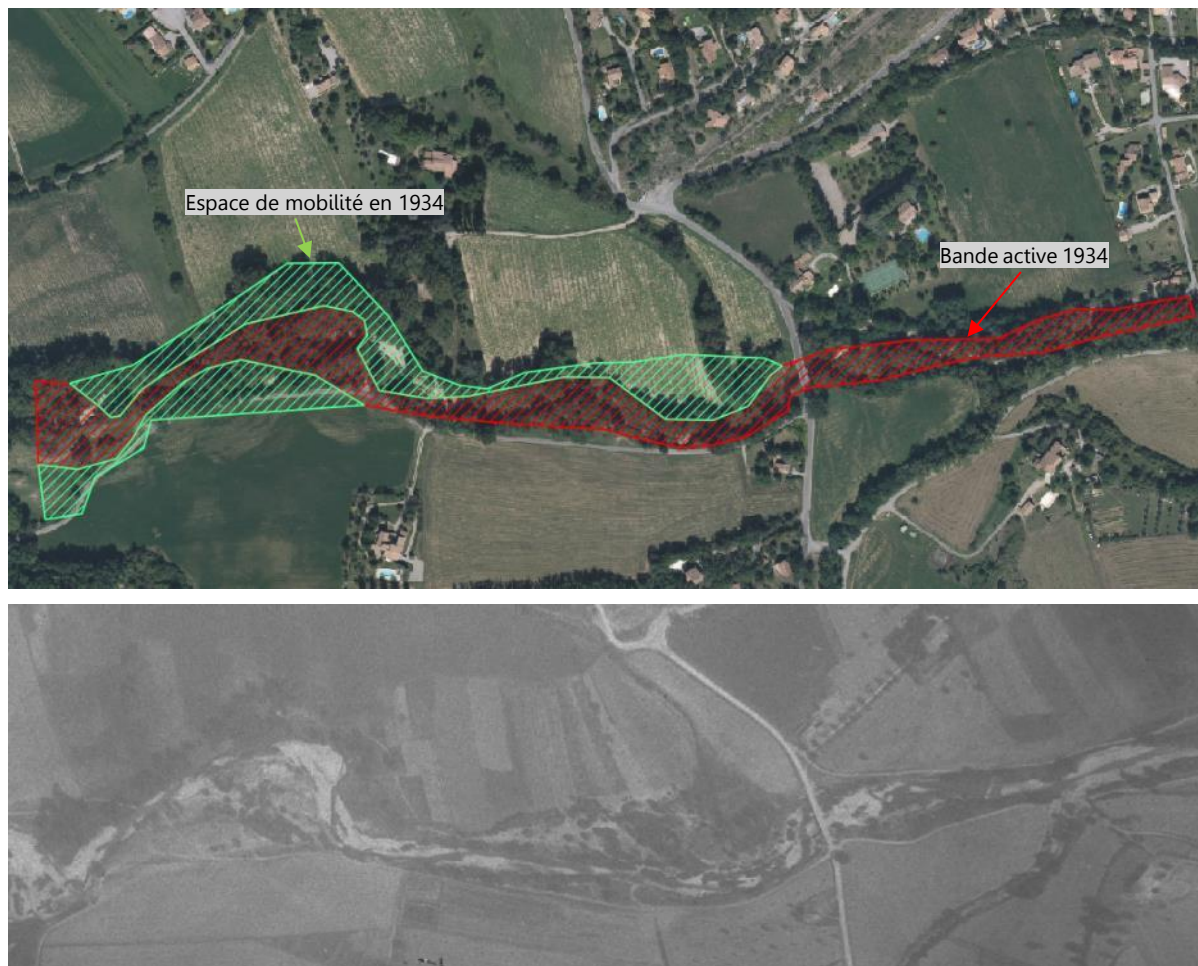
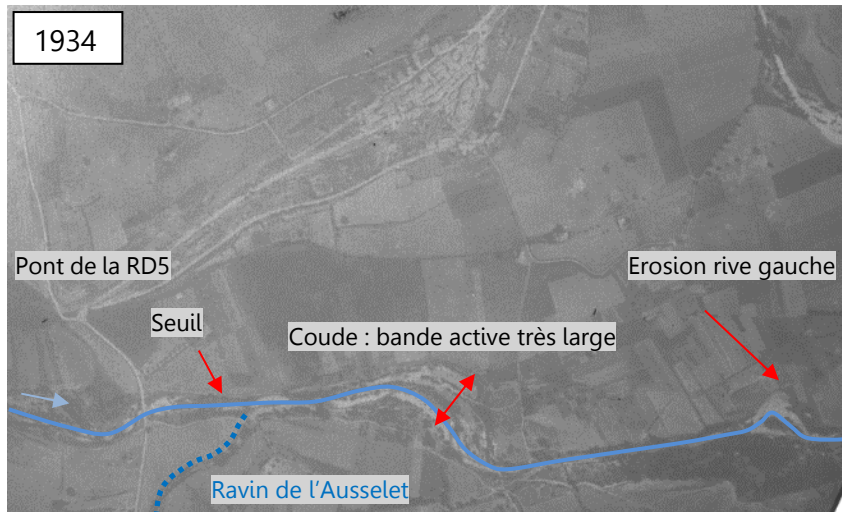


Figure 70 : Vue aérienne de 2018 (dessus) et 1934 (dessous).

3.1.4. Secteur 4

La plus vieille image aérienne date de 1934. Deux secteurs de divagation sont visibles, d'abord dans le coude au milieu de l'image (largeur maximale de la bande active 90m), et plus à l'aval, une large lentille d'érosion en rive gauche (largeur bande active 75m). .

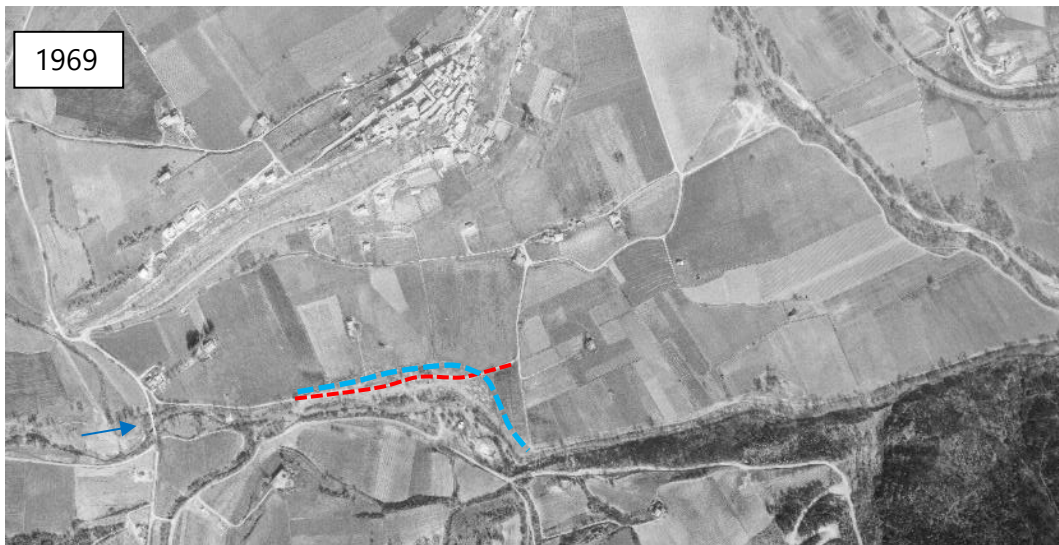
Le lit majeur est essentiellement occupé de terrains agricoles.



En 1953, le lit s'est déjà végétalisé, en particulier les zones de divagation. La voie communale en rive gauche à l'amont du coude (chemin du pont rouge) se dessine, jusqu'au coude.



Peu d'évolution jusqu'en 1969. On note toutefois que le chemin du pont rouge est prolongé et coupe la zone d'extension maximale de la bande active de 1934. L'occupation du sol est toujours essentiellement agricole.



En 1978 les premières maisons apparaissent dans le lit majeur. Le chemin des Goudines le long du Largue en rive gauche à l'aval du coude est visible. La végétation continue à se développer et à fixer les atterrissements. La morphologie du Largue évolue progressivement vers un lit à chenal unique.



En 1985, de nouvelles constructions occupent le quartier de Moutiès. La fermeture (végétalisation) du coude se poursuit.



Poursuite de l'urbanisation du lit majeur – sur la photographie de 1993, essentiellement dans le quartier de Moutiès



Poursuite de l'urbanisation du lit majeur – sur la photographie de 2004, essentiellement dans le quartier de l'Androne



Situation contemporaine (2018), le lit majeur en rive gauche est urbanisé. Le Lague s'écoule dans un lit unique, partiellement corseté (voiries, protections de berge). La station d'épuration a été construite en rive gauche à l'aval du secteur. Les vestiges des bras actifs anciens visibles sur la photographie de 1934 sont visibles sous la forme d'îlots végétalisés.



Bilan Secteur 4 :

On note sur le secteur une diminution globale de la bande active, la disparition des espaces de divagation du lit mineur, ainsi qu'une végétalisation du lit. Ce phénomène peut s'expliquer par :

- L'absence de crues morphogènes et la diminution du transport solide ;
- L'absence d'entretien de la végétation ;
- L'activité anthropique directe (mise en place de protections de berges en enrochement en particulier en rive gauche dans le coude, voire le long du cours d'eau).

Sans pouvoir le dater (la zone est couverte de végétation), il apparaît que l'intrados du coude du Largue ait été remblayé au fil des années.

La figure ci-dessous permet de comparer la photographie de 1934 avec la photographie actuelle (2018), et l'évolution de la bande active.

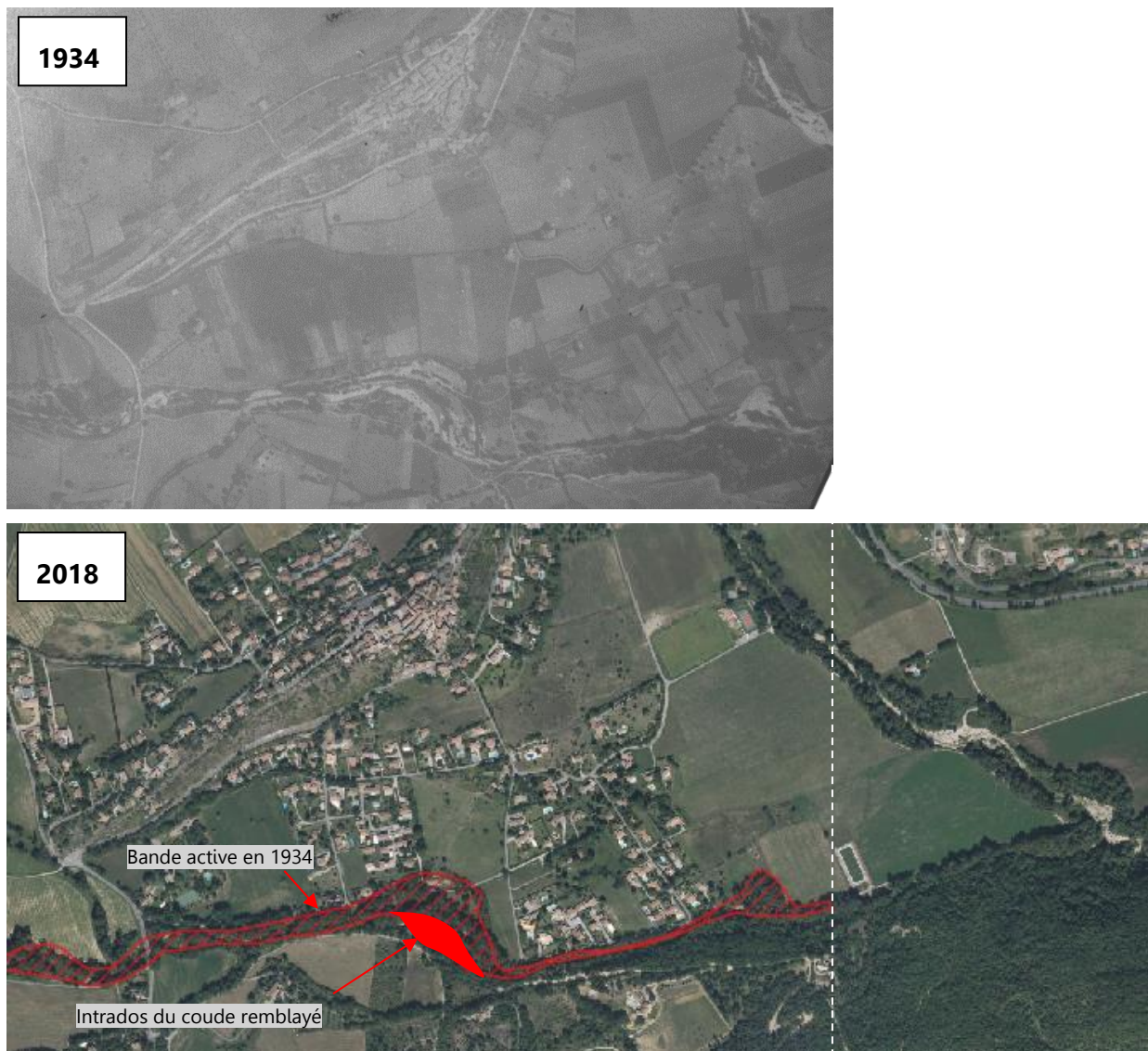


Figure 71 : Vue aérienne de 1934 (haut) et 2018 (bas).

3.1.5. Bilan général :

Sur les 4 secteurs, on trouve une tendance globale à la diminution de la bande active et à l'enfoncement du lit, qui est à l'origine d'une partie des désordres observés. Le phénomène est particulièrement marqué sur le secteur 2. Seuls quelques tronçons ont des comportements différents, en raison de la présence de points durs ou d'élargissement locaux.

L'action anthropique est visible sur tous les secteurs. Ainsi, l'évolution observée ces trente dernières années sur le secteur 1 ne peut se comprendre que par les actions menées dans le passé (notamment les prélèvements de matériaux et la suppression d'une prise d'eau).

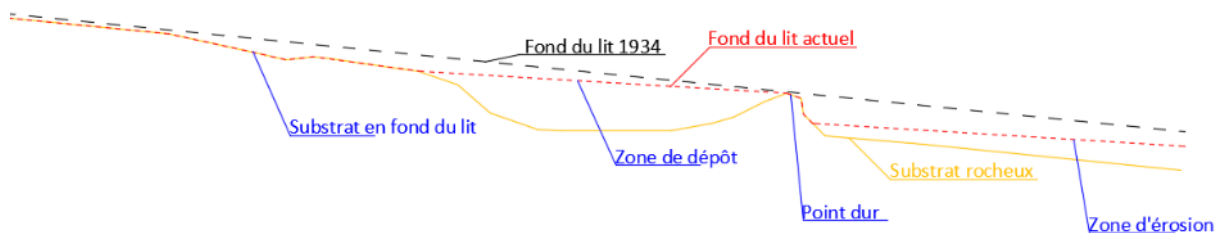


Figure 72 : Schéma type de l'enfoncement du lit de la Laye et du Largue entre les années 1930 et l'heure actuelle.

3.2. DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE

3.2.1. Zones d'érosion et de dépôt

La figure ci-après représente les zones d'érosions et de dépôts, les seuils naturels et les seuils anthropiques observés au voisinage de la confluence entre la Laye et le Largue, à partir de visite de terrain conduites au printemps 2020.

Il est possible de définir trois grands types de secteurs :

- Secteur d'enfoncement du lit – cet enfoncement s'explique par la contraction du lit liée à la diminution de la bande active (corsetage végétal ou anthropique), la diminution des apports solides liée aux prélèvements et aux barrages (cas de la Laye notamment), au corsetage, et, potentiellement, à l'absence de crues morphogènes majeures récente, ou encore à des effacements de seuils.
- Secteur tenu par le substrat – en raison de l'enfoncement généralisé et d'un substrat globalement peu profond, celui-ci a été mis à jour par le cours d'eau, ce qui contribue au maintien du fond lorsque le substrat est peu érodable (sur les zones de substrat très marneuse, l'érosion peut au contraire être favorisée).
- Secteur de dépôt – localement des dépôts apparaissent. Ces dépôts résultent d'un élargissement local de la bande active, de la présence d'un point dur à l'aval, de zones de débordement ou d'une confluence. La principale zone de dépôt se situe sur la Laye à l'amont de la confluence avec le Largue.

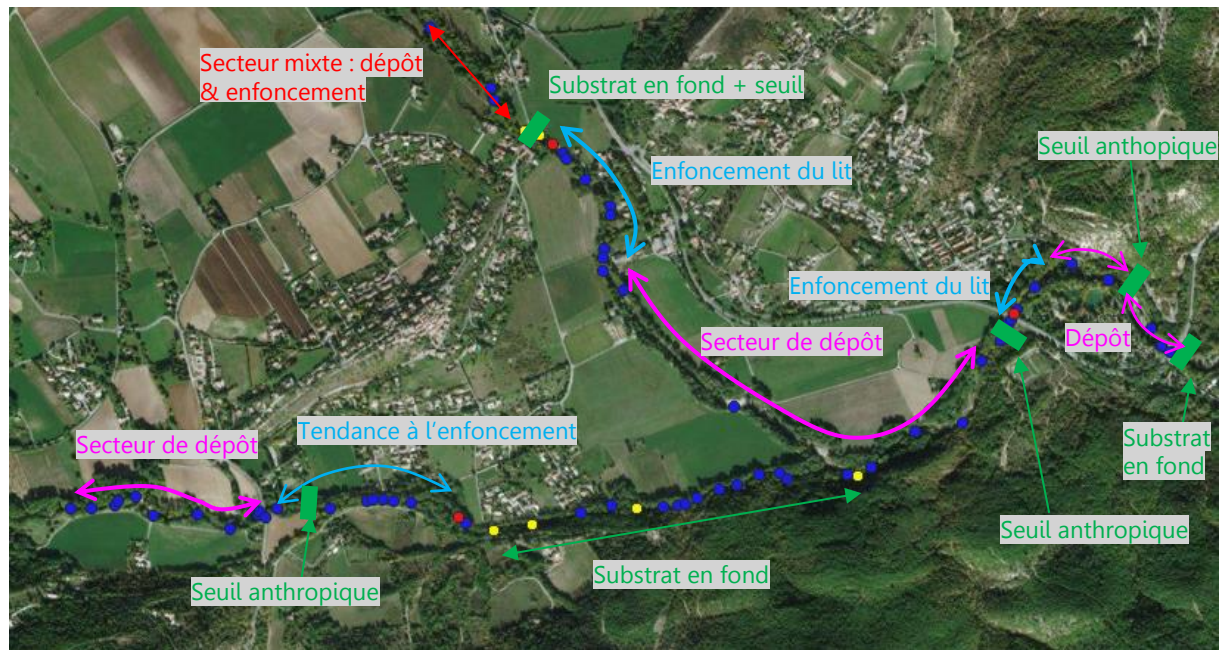


Figure 73 : Seuils naturels (jaune), seuils anthropiques (rouge) et érosions de berge (bleu).

Au vu du parcours de terrain, il a été constaté une tendance globale des cours d'eau à l'enfoncement. Cette tendance à l'enfoncement est surtout marquée sur la Laye, en raison notamment du barrage existant (le cours d'eau coule directement sur le substrat sur plusieurs kilomètres en aval du barrage). Cette tendance de fond n'empêche pas l'existence de secteurs locaux où la tendance est au dépôt.

Le substrat observé au voisinage de la confluence Laye/Largue, de type calcaire, tend à limiter la poursuite de l'érosion. Sur certains secteurs en amont du bassin, le substrat est toutefois plutôt marneux et plus facilement érodable.

3.2.1.1. Secteur 1 :

Le secteur 1 peut se décomposer en plusieurs sous-secteurs, de l'amont à l'aval :

- Secteur d'enfoncement du lit sous le pont de la RD 13 amont, en raison de l'étroitesse du cours d'eau (contraction liée au pont), de la destruction du seuil EU et du retour des eaux de débordement de la Laye.
- Secteur de dépôt à l'amont de l'ancienne prise d'eau. Le dépôt est favorisé par le point dur formé par la berge et par le seuil et par la largeur d'écoulement disponible.
- Seuil anthropique.
- Secteur de dépôt à l'amont du pont aval, qui s'explique par le point dur sous le pont et la contraction de l'écoulement au droit du pont.
- Secteur du pont, avec un point dur au niveau des anciennes piles qui limite le risque d'enfoncement. Le substrat est visible en fond.
- Secteur plutôt de dépôt à l'aval liée à l'augmentation de la section. Le tournant favorise toutefois l'érosion en rive droite.

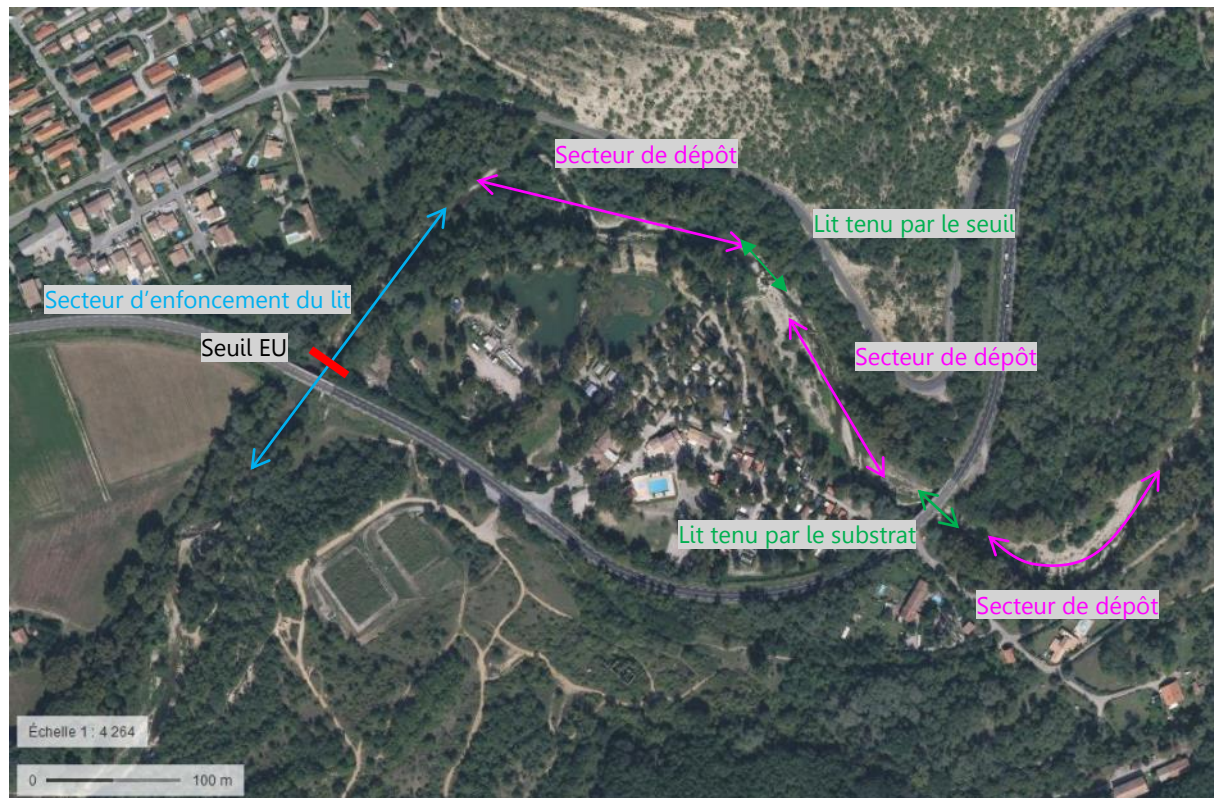


Figure 74 : Distinction des secteurs morphologiques homogènes au sein du secteur 1.

3.2.1.2. Secteur 2 :

Le secteur 2 peut se décomposer en plusieurs sous-secteurs, de l'amont à l'aval :

- Un secteur plutôt de dépôt à l'amont du pont, qui s'explique par la confluence avec le Viou, le corsetage anthropique limité, la présence d'un seuil rocheux et la contraction du pont à l'aval – sur ce secteur de dépôt, les érosions actuelles sont surtout le fruit du méandrage et de la contraction de la bande active par la végétalisation des berges.
- Un secteur où le substrat est présent – la présence de substrat accélère les écoulements, mais les protections de berge présentes sur les deux rives limitent l'érosion.
- Un secteur d'enfoncement du lit à l'aval – l'enfoncement s'explique par la chute d'eau et les fortes vitesses à l'amont, par l'étroitesse du lit (corsetage de la rive gauche) et, probablement, par un déficit global en matériaux (en lien avec l'anthropisation et la végétalisation du bassin de la Laye). L'enfoncement du lit favorise l'affouillement des berges et donc l'érosion.
- Un secteur de dépôt en amont du tournant – ce secteur localisé s'explique par l'élargissement de la section, facilité par la disparition de la ripisylve, la contraction à l'aval et par les débordements en rive droite.
- Un nouveau secteur d'enfoncement du lit - l'enfoncement s'explique par l'étroitesse du lit (corsetage de la rive gauche et végétalisation de la rive droite), par le tournant et, probablement, par un déficit global en matériaux (en lien avec l'anthropisation et la végétalisation du bassin de la Laye). L'enfoncement du lit favorise l'affouillement des berges et donc l'érosion.
- Un secteur de dépôt à l'aval qui s'explique par l'augmentation de la largeur du lit et, potentiellement, par la confluence avec le Largue. L'érosion est facilitée par le dépôt et la méandrisation consécutive.

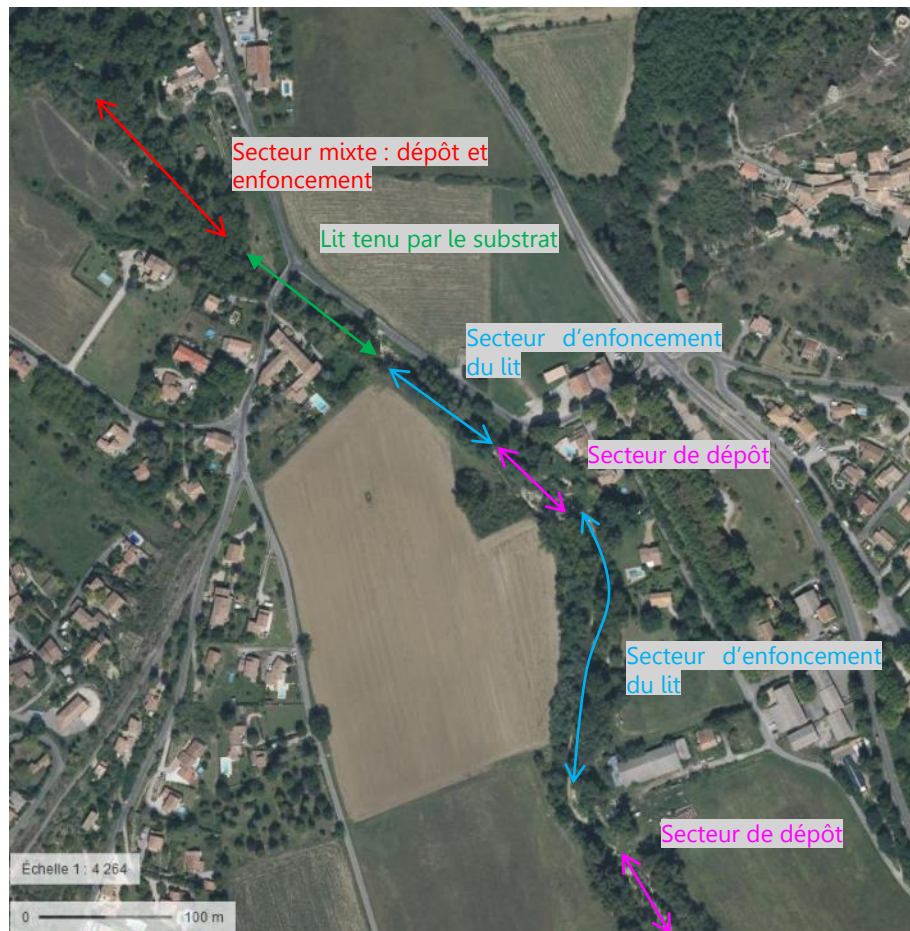


Figure 75 : Distinction des secteurs morphologiques homogènes au sein du secteur 2.

3.2.1.3. Secteur 3 :

Le secteur 3 peut se décomposer en plusieurs sous-secteurs, de l'amont à l'aval :

- Un secteur à l'amont du pont, plutôt de dépôt, où le cours d'eau tend à méandrer. Cette tendance, ainsi que l'avancée des parcelles agricoles en rive gauche et la végétalisation du lit favorisent des érosions de berge localisées.
- Un secteur tenu par un seuil anthropique. La faible section à l'amont du seuil favorise l'érosion des berges en crue sur le secteur.
- Un secteur aval qui s'est fortement végétalisé, où la tendance est à l'enfoncement, mais où le substrat est sans doute peu profond (il s'observe très souvent en fond à l'aval de ce secteur).

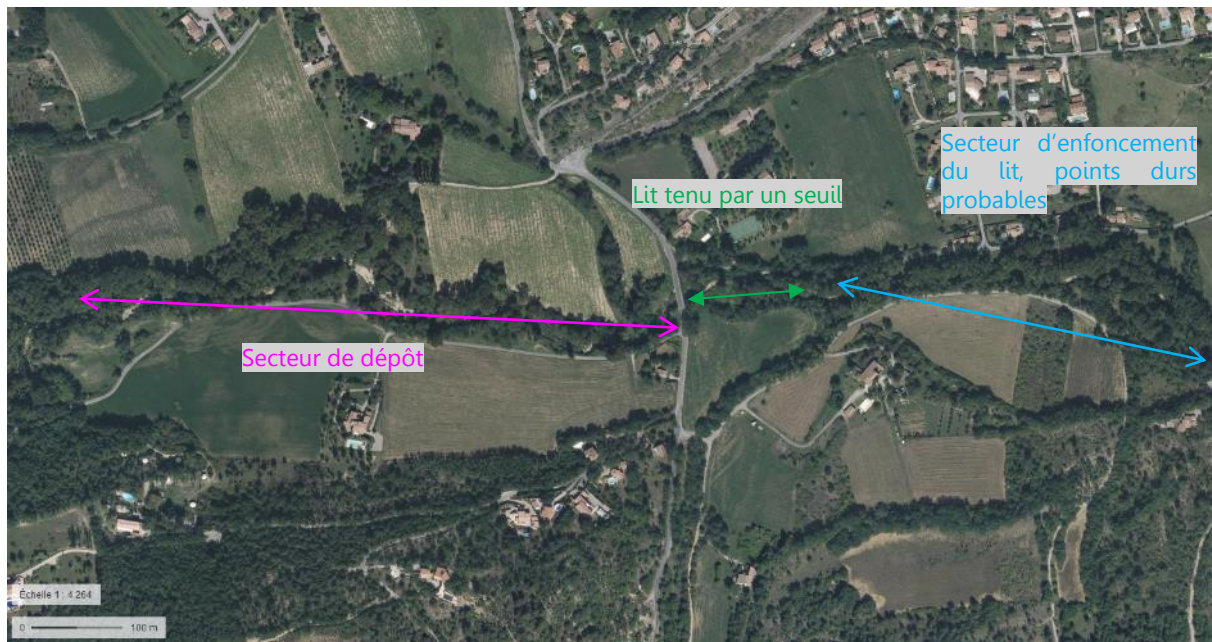


Figure 76 : Distinction des secteurs morphologiques homogènes au sein du secteur 3.

3.2.1.4. Secteur 4 :

Le secteur 4 à l'amont du coude est concerné par une problématique d'enfoncement du lit. A l'aval du coude, le Largue s'écoule essentiellement sur son substrat rocheux (se reporter à la Figure 73 en début de chapitre).

3.2.2. Profil en long

Les sources de données disponibles pour étudier l'évolution du profil en long sont :

- Le profil en long des grandes forces hydrauliques de 1911 pour le Largue ;
- Le RGE alti 1 m de l'IGN ;
- Les archives concernant les ponts ;
- Les relevés du fond du lit de 2021.
- Le relevé topographique complémentaire réalisé en 2023 sur le secteur 4.

3.2.2.1. Secteur 1 :

Les données montrent qu'au droit du secteur d'étude, l'évolution du fond du lit est plutôt à la baisse depuis un siècle (voir tableau ci-après), tandis que le lit semble relativement stable au droit de la confluence Laye-Largue. Cette baisse demeure toutefois limitée, elle ne dépasse pas 1.5 m au droit du seuil EU.

On notera cependant que la prise d'eau de la Mine n'est pas indiquée sur le profil de 1911 et qu'un exhaussement du lit pourrait avoir eu lieu entre 1911 et 1949 suite à la construction de cette prise d'eau.

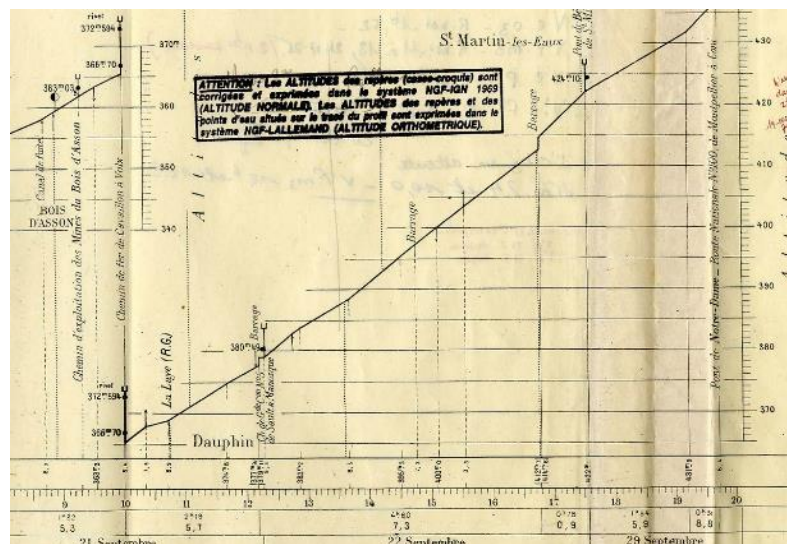


Figure 77 : Profil en long du Largue, des grandes forces hydrauliques de 1911.

Point d'observation	Ligne d'eau de 1911 (m)	Fond du lit (m) - Plan de 1975	Fil d'eau (m) – RGE alti1m (2010-2020 ?)	Fond du lit (m) - Relevé topographique 2021	Ligne d'eau (m) – Relevé topographique 2021
Confluence Laye Largue	369			368.3	368.9
Pont de la RD 13 amont	365.5	364.9 à 365 (amont) 364.2 à 364.8 (aval)	364.8	364.2 à 364.4 (amont) 363.7 à 364.4 (aval)	364.6
Pied du seuil EU		364.7 à 365.1		364	
Crête du seuil EU				364.8	
Pont de la RD 13 aval	362		361	360.5	361.2

L'observation du profil en long du cours d'eau confirme l'analyse morphologique. Elle permet de mettre en avant les principaux facteurs d'impact suivant :

- La confluence avec la Laye, avec une zone de dépôt ;
- Le pont de la RD 13 amont, qui entraîne un abaissement du fond du lit en raison de la contraction de la section et du retour des écoulements en lit majeur – le pont favorise les dépôts à l'amont ;
- Le point dur constitué du versant, à l'aval, entraînant la formation d'un méandre et d'une zone de dépôt ;
- Le pont de la RD 13 aval, qui a le même effet de contraction que le pont amont.

On peut également observer sur le profil en long :

- L'influence purement locale des seuils de castor – ils influent uniquement la ligne d'eau ;
- L'influence apparemment limitée du seuil de l'ancienne prise d'eau (environ 50 m impactés) par rapport à celle du versant ;

La pente moyenne du Largue sur les 1800 m est de 0.52 %.

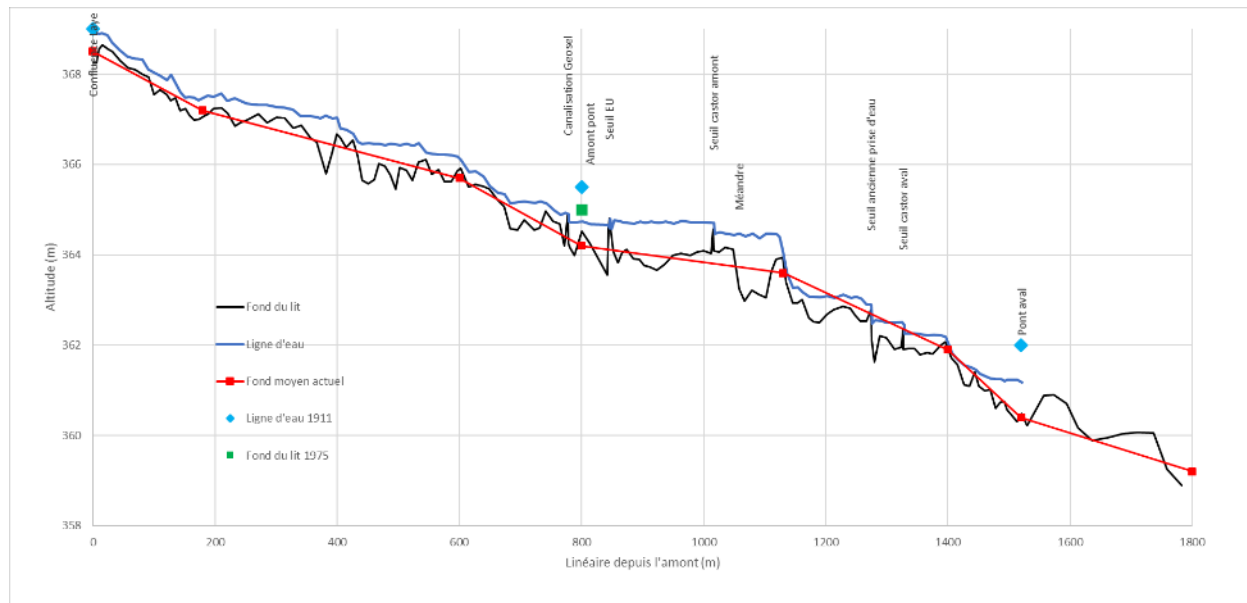


Figure 78 : Ligne d'eau du Largue et profil en long - relevé de 2021. Secteur 1.

3.2.2.2. Secteur 2 :

L'observation du profil en long du cours d'eau permet de mettre en avant :

- L'enfoncement à l'aval de la confluence avec le Viou, qui pourrait s'expliquer par la formation de dépôts à la confluence ;
- Un secteur tenu par le seuil à l'amont de celui-ci ;
- Un secteur du lit enfoncé à l'aval du seuil à pente quasiment nulle, avec l'atterrissement à l'aval ;
- Une nouvelle zone d'enfoncement du lit à l'aval du tournant amont ;
- Une diminution de la pente à l'aval du tournant aval dans la zone de dépôt (pente de seulement 0.2%).

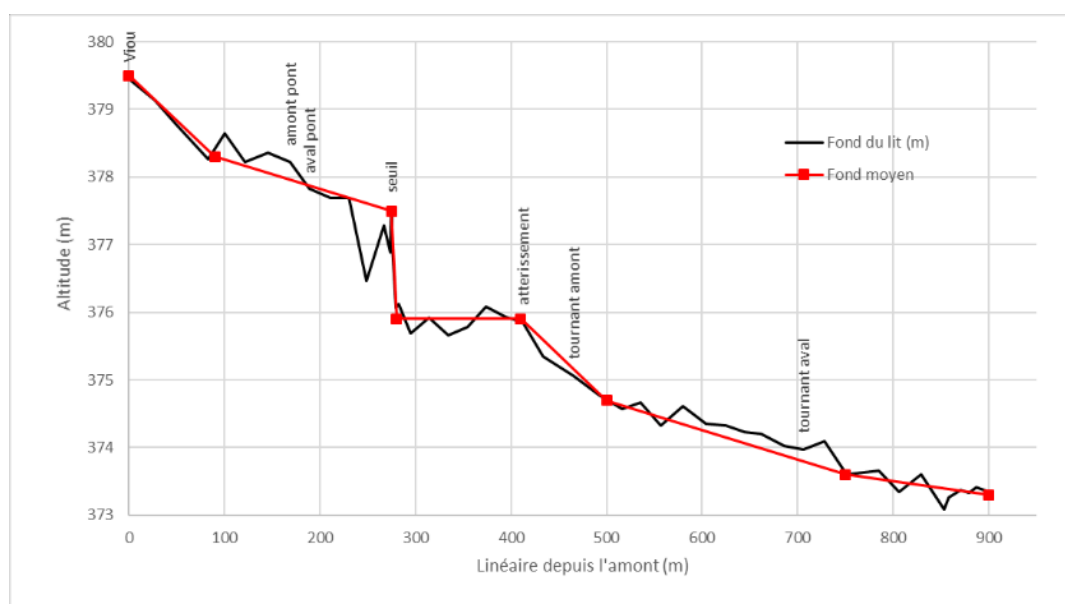


Figure 79 : Profil en long du fond du Largue - relevé de 2021. Secteur 2.

3.2.2.3. Secteur 3 :

Au vu des données, une légère baisse du fond du lit pourrait avoir eu lieu si l'on considère le fond du lit de 2021 par rapport à la ligne d'eau de 1911. Cette baisse est toutefois certainement limitée, car le RGE alti indique un niveau identique à la mesure de 1911. Cette faible évolution est cohérente avec la persistance du seuil en aval du pont.

Point d'observation	Altitude de la ligne d'eau de 1911 (m)	Fil d'eau (m) – RGE alti1m (2010-2020 ?)	Fond du lit (m) - Relevé topographique 2021
Pont rouge	379	379 m	377.2 – 378.5

L'observation du profil en long du cours d'eau confirme l'analyse morphologique. Elle permet de mettre en avant les principaux facteurs d'impact suivant :

- L'impact du pont, qui entraîne une contraction des écoulements et un creusement du lit, avec une zone de dépôt à l'amont.
- L'impact du seuil, qui se fait sentir jusqu'au pont, avec la présence d'une fosse en amont et en pied.

On remarquera que les secteurs érodés se situent dans un point bas du profil en long pour le tronçon 1 et dans la zone d'influence du pont pour les tronçons 2 et 3.

La pente moyenne du Largue sur les 900 m est de 0.59 %, soit très légèrement supérieure à la pente observée sur le secteur 1.

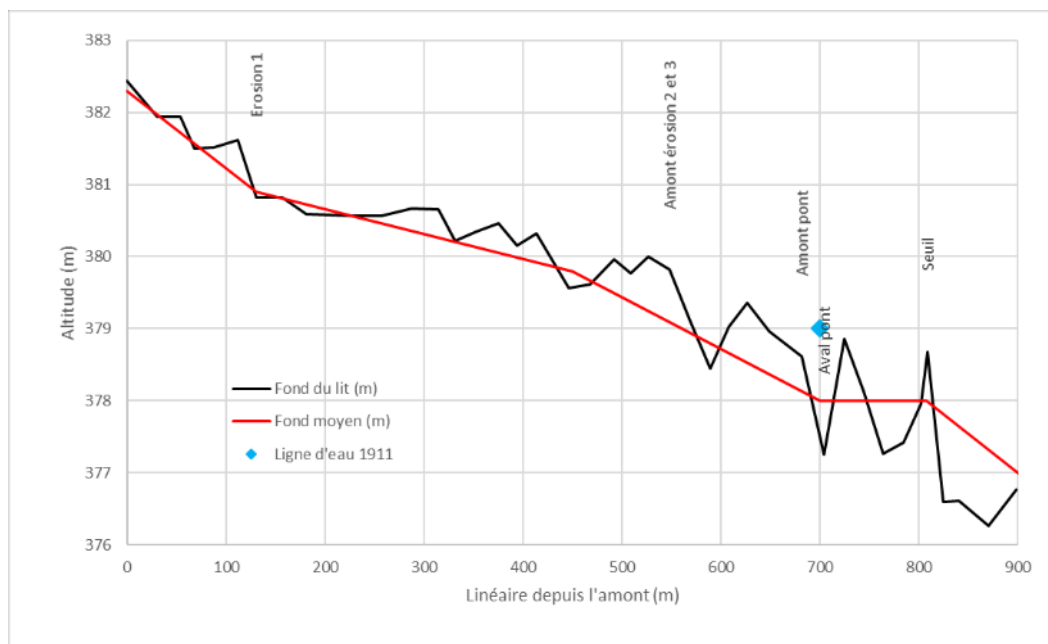


Figure 80 : Profil en long du fond du Largue - relevé de 2021. Secteur 3.

3.2.2.4. Secteur 4 :

Les données disponibles sur ce secteur sont les données issues des Grandes Forces Hydraulique sur le secteur du Largue (1911) et la topographie du secteur levée en 2023.

On distingue 2 zones d'enfoncement, séparées par le coude où un point dur semble fixer le profil en long avec peu d'évolution depuis les levés de 1911. À l'aval du seuil, le Largue s'écoule déjà sur son substratum.

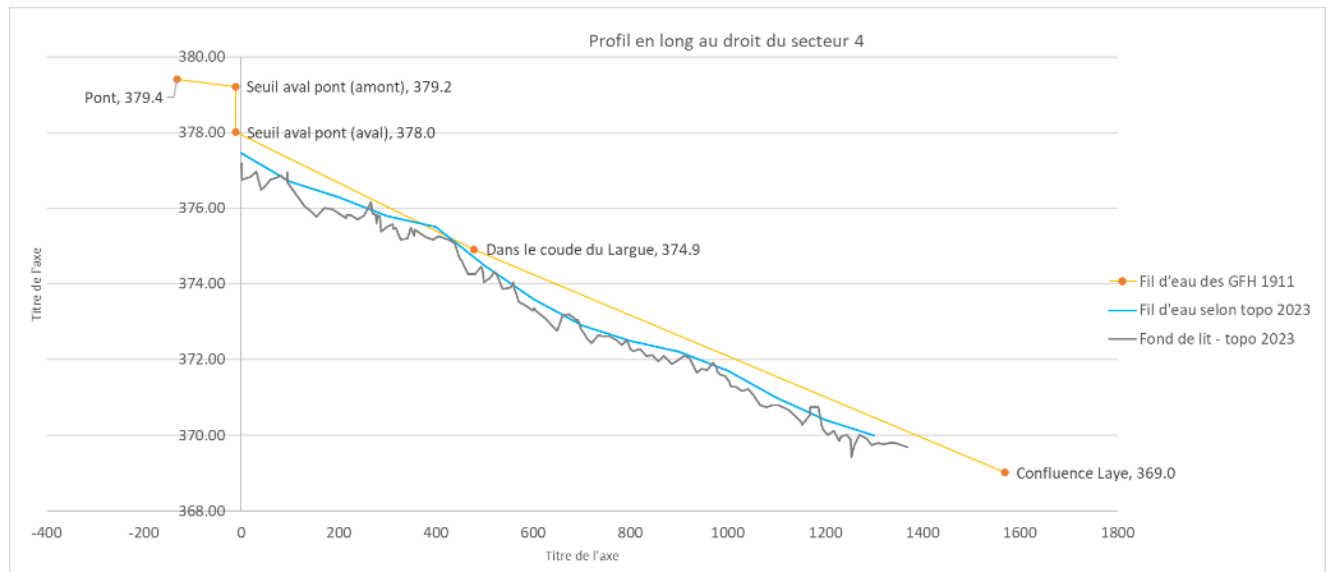


Figure 81 : profil en long du Secteur 4

La pente moyenne à l'amont du coude est de 0.45%, la pente moyenne à l'aval du coude est de 0.54%

3.2.3. Largeur

3.2.3.1. *Secteur 1 :*

Il existe un lien très net entre la largeur du cours d'eau et les variations de pente du fond du lit.

La largeur est minimale au droit des ponts et au droit des seuils (15 à 20 m). La largeur est maximale (>30 m) dans les zones de dépôts, c'est à dire à l'aval de la confluence avec la Laye, au droit du méandre et à l'amont et à l'aval du pont aval.

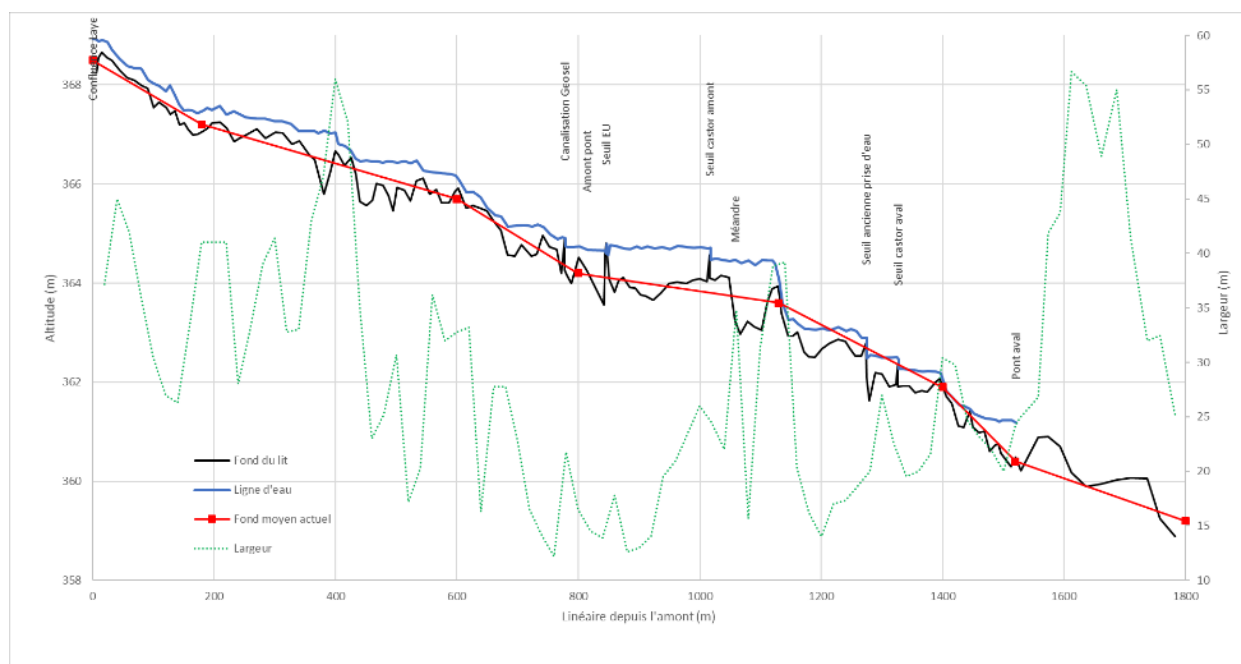


Figure 82 : Largeur du cours d'eau sur fond de profil en long (m). Secteur 1.

3.2.3.2. Secteur 2 :

Les largeurs sont globalement inférieures à 15 m, voir 8 m dans le secteur entre les deux tournants.

Les variations de largeur sont également en adéquation avec le profil en long, elles traduisent le passage des zones d'incision (largeurs faibles) aux zones de dépôts (largeurs importantes).

On note l'élargissement à l'amont du tournant amont (atterrissement) et à l'aval du tournant aval.

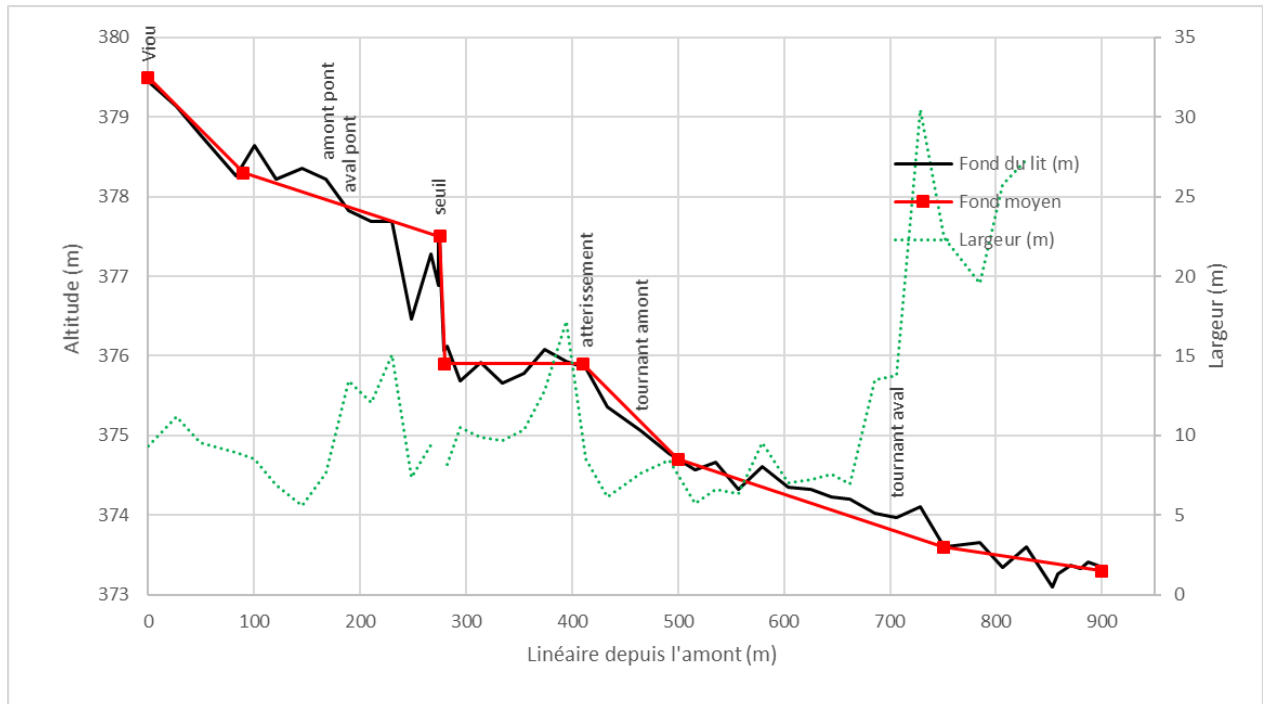


Figure 83 : Largeur du cours d'eau sur fond de profil en long (m). Secteur 2.

3.2.3.3. Secteur 3 :

La largeur du cours d'eau est globalement comprise entre 7 et 20 m. On note la diminution de la largeur dans les secteurs érodés et à l'amont et à l'aval du seuil.

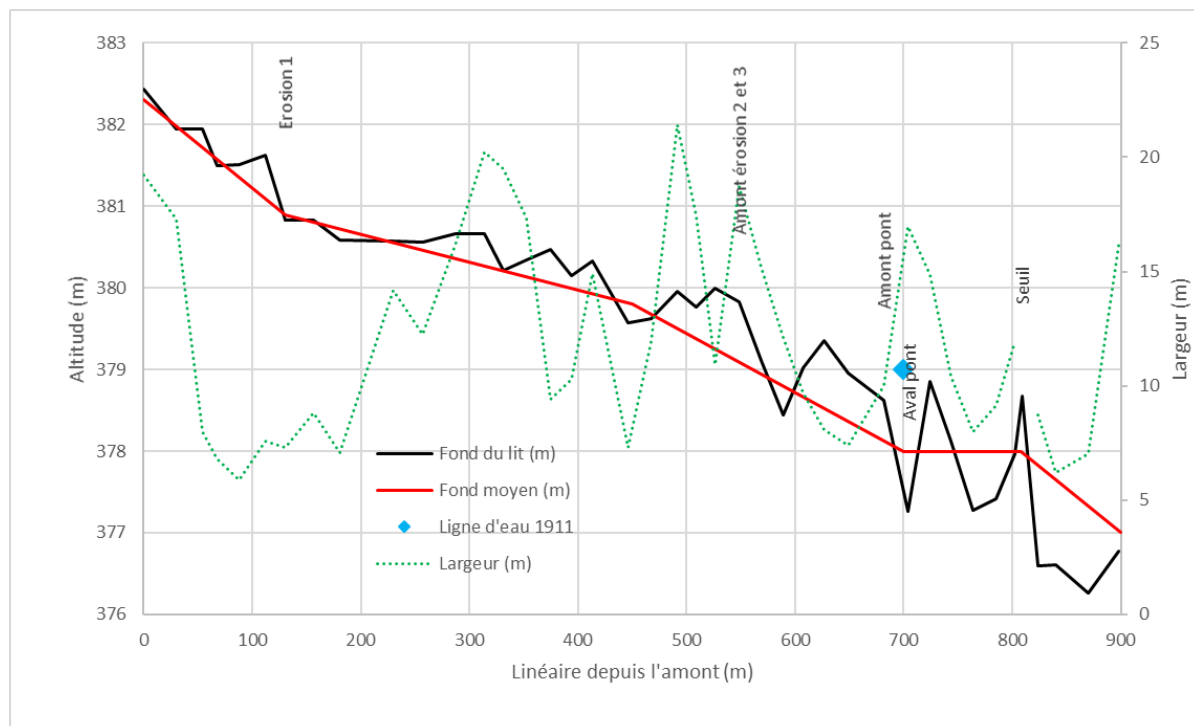


Figure 84 : Largeur du cours d'eau sur fond de profil en long (m). Secteur 3.

3.2.3.4. Secteur 4 :

Sur ce secteur, on note une réduction progressive de la largeur du cours d'eau, à l'exception de la surlargeur locale qui demeure au droit du coude.

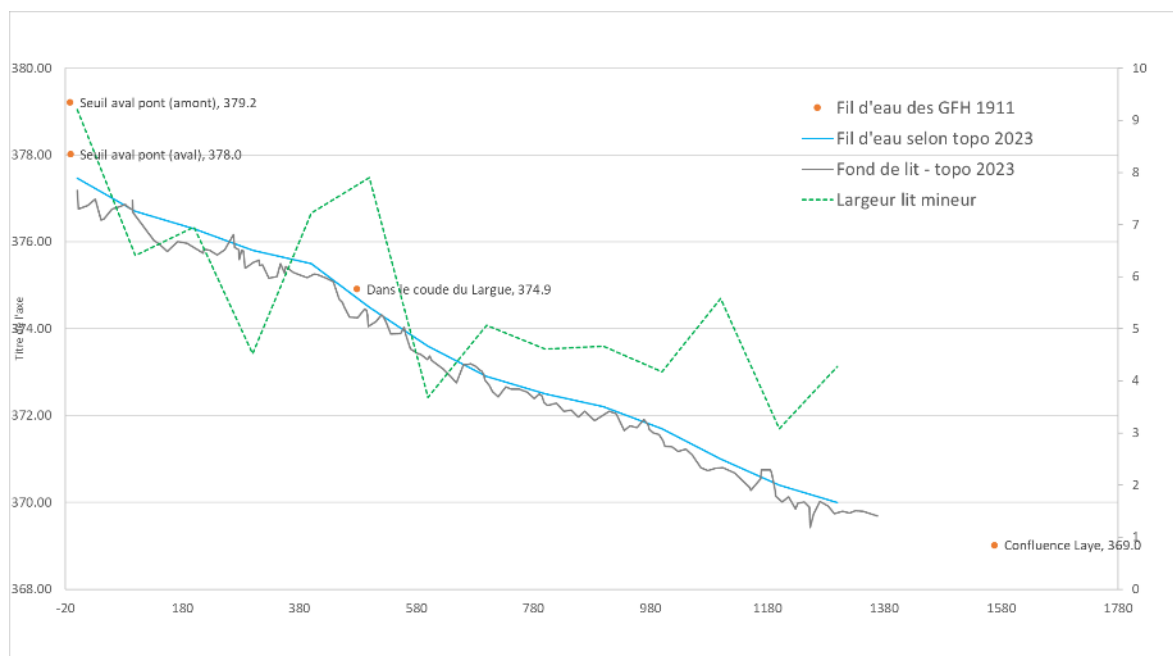


Figure 85 : Largeur du cours d'eau sur fond de profil en long (m). Secteur 4.

4. HYDROLOGIE

4.1. DEBITS DE CRUE DU LAGUE ET DE LA LAYE

De nombreuses études hydrologiques ont été réalisées sur les bassins du Lague et de la Laye. Ces études ont été synthétisées dans le cadre de l'état des lieux (HYDRETIJDES, 2020).

On repartira de cette synthèse pour proposer les débits de crue suivants :

Bassin versant	Débit décennal naturel (m³/s)	Débit centennal naturel (m³/s)
Lague à l'aval de la confluence avec la Laye (secteur 1)	116	371
Laye à l'aval de la confluence avec le Viou (secteur 2)	58	186
Lague à l'amont de la confluence avec la Laye (secteurs 3 & 4)	58	185

Les périodes de retour des débits de référence ont été déduites par la méthode du Gradex :

Bassin versant	Q10 (m³/s)	Q20 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)
Lague à l'aval de la confluence avec la Laye (secteur 1)	116	194	295	371
Laye à l'aval de la confluence avec le Viou (secteur 2)	58	97	148	186
Lague à l'amont de la confluence avec la Laye (secteurs 3 & 4)	58	97	147	185

4.2. CRUES HISTORIQUES

La base de données du RTM recense les crues historiques suivantes, ayant entraîné des désordres sur les bassins du Lague et de la Laye :

Dates	Crues historiques
Lague	
26/09/1860	Brèche de 120 m sur une protection de berge en enrochements sur la commune de Volx.
Septembre 1863	Désordres à Dauphin.
Automne 1886	Epis endommagés à St-Maime.
04/10/1924	Berges érodées à Dauphin, sur 70 m en amont du pont métallique.
Novembre 1935	Dégâts à l'amont du pont de la RD 5, propriétés riveraines et accès au pont endommagés.
1936	Inondation de la plaine de Dauphin jusqu'au moulin Nalin.
Novembre 1951	Digues emportées à Volx.
06/10/1960	Terrains agricoles endommagés à Dauphin et une maison inondée. Au hameau du Foulon à St-Maime, pont obstrué, route et terrains agricoles endommagés. A Villeneuve, deux maisons inondées, RN96 inondée sur 100 m. Terrains agricoles inondés ou endommagés sur toutes les communes.
1 ^{er} semestre 1978	Enrochements emportés sur 40 m à Volx.
08/04/1986	Station de pompage inondée et terrains agricoles érodés à Volx. Campings inondés à St-Michel l'observatoire et St-Maime.
27/04/1986	Désordres à Volx.
07/01/1994	RD 13 coupée (pont à la limite de débordement à cause d'un embâcle), station de pompage inondée, maisons inondées à Volx. Maisons inondées à Dauphin (lotissement l'Andronne). Habitations inondées à St-Maime

	(plus de 1.5 m d'eau), campings inondés, berges érodées. 10 ha de terrains agricoles inondés à St-Martin les Eaux et route endommagée sur 150 m. RN96 inondée à Villeneuve au niveau de la discothèque. Mur de soutènement effondré et parcelles inondées à la Reillane.
19/01/2014	Camping inondé à St-Maime et maisons inondées au lieu-dit Fontereyne à Villeneuve.
02/11/2016	Brèche dans la protection du camping de St-Maime et anse d'érosion.
Laye	
15/08/1847	Barrage privé détruit.
1884	Désordres à Mane.
18/07/1886	Prise d'eau détruite au lieu-dit Moulin Reynier à Mane.
1 ^{er} semestre 1890	Propriété érodée au lieu-dit les Foussons à St-Maime.
1 ^{er} semestre 1897	Propriétés endommagées sur les deux rives à Mane.
05/06/1915	Passerelle détruite à Limans.
Juin 1917	Digue emportée à St-Maime.
1928	Ouvrages de protection en maçonnerie emportés à St-Maime.
Novembre 1935	Débordements à St-Maime et Dauphin. Divagation du lit.
Novembre 1951	350 m2 de terrains emportés à Dauphin, protections de berge endommagées, 2000 m2 de terrains recouverts de gravier. A St-Maime, protections de berge endommagées, 2500 m2 de terrains recouverts de gravier et 500 m2 de terrains emportés.
05/10/1960	A la confluence avec le ravin du Viou, maison inondée ; Terrains agricole endommagés à Dauphin et Mane.
07/01/1994	Berges affouillées à St-Maime au lieu-dit le fosson. Camping inondé à Dauphin, berges érodées au droit des terrains de sport.

On notera également les crues récentes de :

- Novembre 2016
- 1^{er} décembre 2019 – une centaine d'habitations ont été inondées sur les communes de St-Maime et de Dauphin. Toutes les routes d'accès à Dauphin ont été fermées. Il y a eu au moins un décès.
- 20 décembre 2019 – lotissement du quartier de Moutiers inondé à Dauphin, camion tombé dans le lit du Lague.

Les crues de 1994, 2016 et 2019 ont impacté les 4 secteurs. Suite à la dernière crue, on notera l'effondrement du seuil EU de St-Maime, l'inondation du camping de la Rivière et des habitations en bord du Lague et de la Laye à l'amont de la confluence, ainsi que de nombreuses érosions de berge.

5. MODELISATION HYDRAULIQUE

5.1. PPR

La commune de St-Maime dispose d'un PPR depuis 2007 (Geolithe, 2007). L'aléa vis-à-vis du risque d'inondation a été estimé sur la commune. Le Largue est largement débordant en crue.

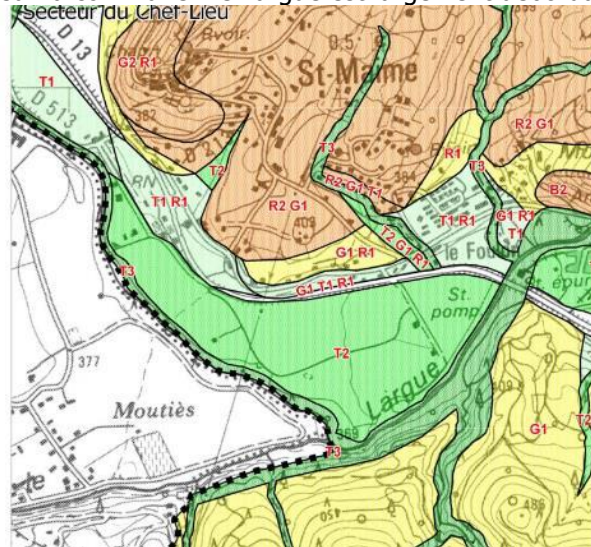


Figure 86 : Risque d'inondation à la confluence Laye-Largue. Risque d'inondation fort = T3, risque moyen = T2, risque faible = T1.

La commune de Dauphin dispose d'un PPRN depuis 2015. Il adresse uniquement le risque de retrait-gonflement des argiles et non le risque inondation (consultation des documents du PPRI sur www.alpes-de-haute-provence.gouv.fr).

5.2. MODELISATION DU CEREMA ET ETUDE POST-CRUE DU PNR DU LUBERON

Une modélisation hydraulique des inondations de la Laye et du Largue a été réalisée par le CEREMA en 2017 sur la base du RGE alti 1 m. Les hauteurs d'eau ont été modélisées pour des crues comprises entre une période de retour décennale (Q10) et une période de retour centennale (Q100).

Suite à la crue de 2019, le PNR du Lubéron a également réalisé une étude afin de déterminer l'extension de la crue (relevés des laisses de crue et des désordres).

5.2.1. Secteur 1

La modélisation montre que les débordements vers les plans d'eau sont fréquents. Un débordement est modélisé en crue décennale.

En crue décennale, le débordement ne se fait que par la brèche de la crue de 2016. A partir d'une crue vicennale, des débordements apparaissent par l'amont de la brèche et la STEP est inondée.

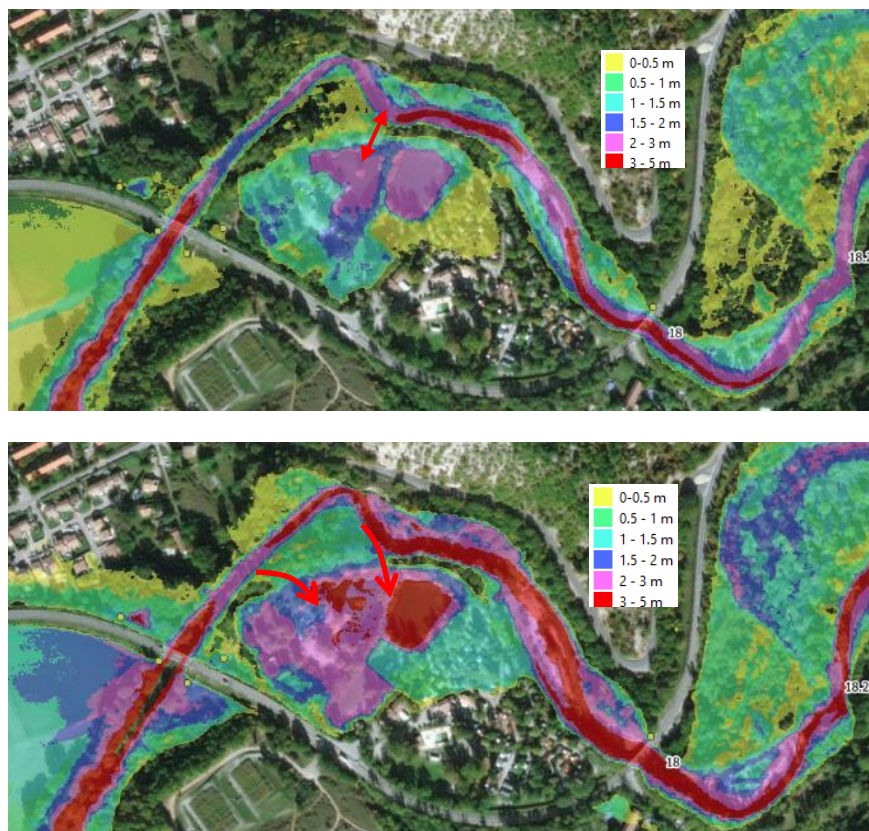


Figure 87 : Hauteurs d'eau modélisées en crue décennale (haut) et crue centennale (bas). Les laisses de crues relevés apparaissent sous la forme de points verts - Source : Modélisation du CEREMA.

Au vu des débordements qui ont eu lieu lors de la crue de décembre 2019, cette crue correspond au moins à une crue vicennale (voir figure ci-après).

Les hauteurs d'eau modélisées en Q100 en lit mineur sont comprises entre 3 et 5 m, selon les secteurs.



Figure 88 : Figure extraite du rapport du PNR du Lubéron montrant les débordements en crue qui ont été observés en décembre 2019.

5.2.2. Secteur 2

Dès la crue décennale, des débordements sont observés en rive droite, et en rive gauche, au droit du tournant amont et de la zone de dépôt (comme constaté en 1994 et 2019). Pour des crues plus importantes, les débordements ont lieu plus à l'amont :

- Pied du seuil pour la rive droite ;
- Confluence avec le Viou, pour la rive gauche ;

On notera que lors de la crue de 2019, des débordements ont eu lieu à l'aval du seuil, en rive droite (Cf rapport post-crue du PNR du Lubéron). Cela traduit une crue de période de retour de la crue au moins vicennale.

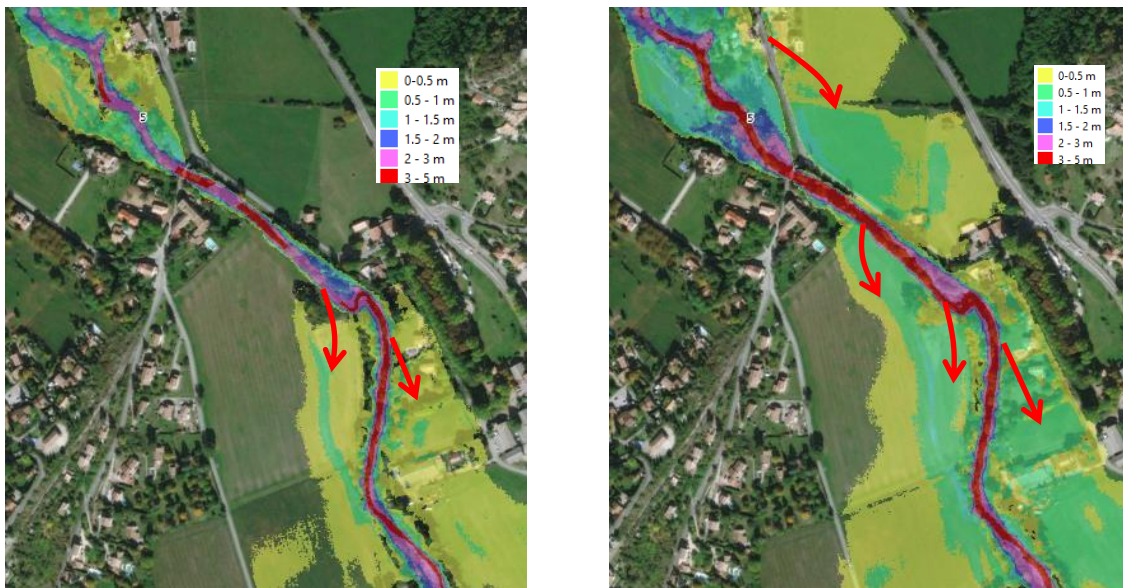


Figure 89 : Hauteurs d'eau modélisées en crue décennale (gauche) et crue centennale (droite) - Source : Modélisation du CEREMA.

5.2.3. Secteur 3

En amont du pont, un débordement sur le champ en rive gauche peut être observé, dès avant la crue décennale. Des laisses de crues ont de fait été observées sur le secteur à partir des vues aériennes, suite aux crues de 1986 et 1994.

A l'aval du pont, les principaux débordements ont d'abord lieu dans le tournant aval, puis à l'amont du seuil, lorsque le débit augmente.

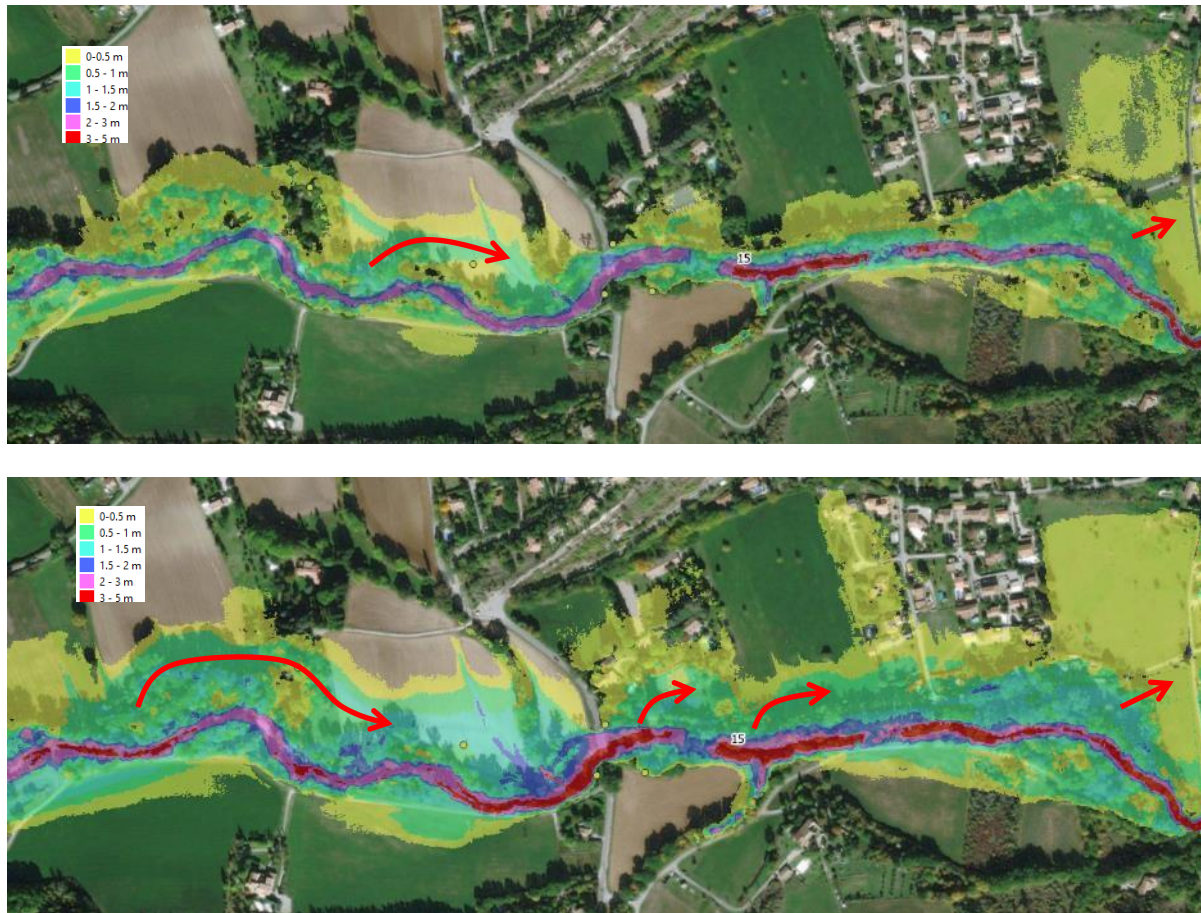


Figure 90 : Hauteurs d'eau modélisées en crue décennale (haut) et crue centennale (bas). Les laisses de crues relevés apparaissent sous la forme de points verts - Source : Modélisation du CEREMA.

5.2.4. Secteur 4

Sur ce secteur, selon le modèle CEREMA, des débordements importants ont lieu dès la crue décennale. Le lotissement du quartier de Moutières est touché en crue décennale. Le quartier des Androne est également impacté en crue centennale.



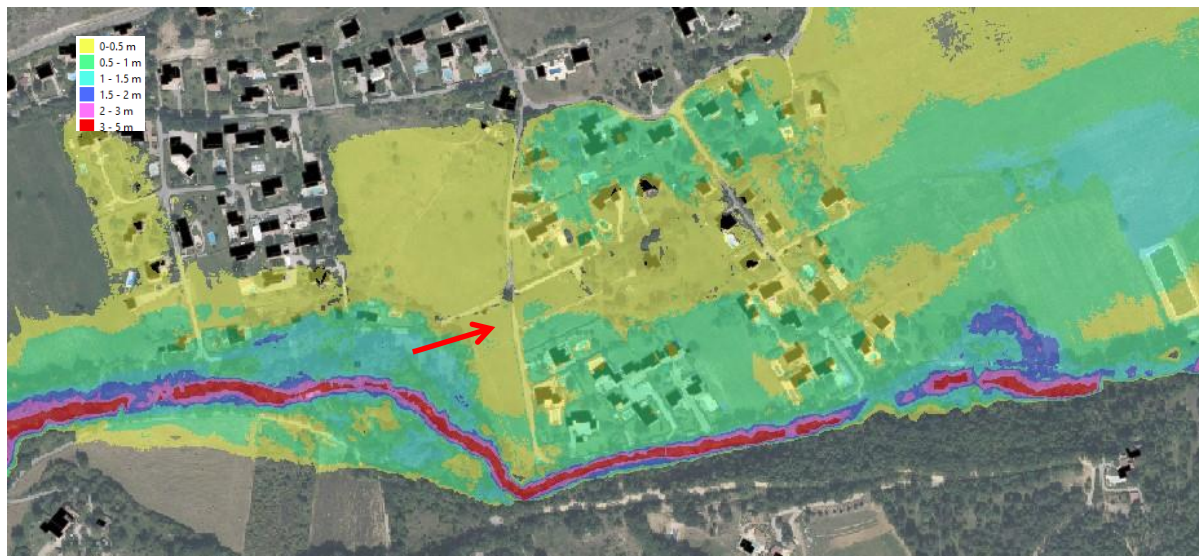


Figure 91 : Hauteurs d'eau modélisées en crue décennale (haut) et crue centennale (bas). Source : Modélisation du CEREMA.

5.3. PARAMETRISATION

Dans le cadre de cette étude, le logiciel HECRAS 6.0 développé par le corps des ingénieurs de l'US army a été utilisé pour modéliser les écoulements du Largue et de la Laye.

Le modèle a été réalisé en 2D. Il prend en compte les supports topographiques suivants :

- RGE alti 1 m de l'IGN pour le lit majeur et à l'extérieur des 3 zones à enjeux ;
- Relevés topographiques sur les 4 zones à enjeux.
 - o Relevés de 2021 pour les secteurs 1 à 3
 - o Relevés de 2023 pour le secteur 4.

Les 4 ponts présents sur les secteurs d'étude ont été pris en compte.

Le RGE alti est de qualité moyenne sur les sections de cours d'eau étroites et végétalisées. Il a donc été surcreusé sur les secteurs suivants :

- Ravin de Rimourelle ;
- Ravin de l'Ausset ;
- Largue à l'amont de la confluence avec la Laye.

Les seuils à l'aval des ponts de la RD16 et de la RD5 ont également été ajoutés.

En revanche, le seuil de la canalisation EU de St-Maime situé en aval du pont de la RD13, actuellement perché, n'est pas pris en compte.

Les rugosités (Strickler) suivantes ont été considérées :

	Lit mineur	Forêt ou zones construites	Champs
Strickler	20	10	30

Les débits de crue issus de l'analyse hydrologique ont été introduits en amont du modèle. L'apport au Lague à l'aval de la Rimourelle a été partagé entre le ravin de la Rimourelle et le ravin de l'Ausset.

Le fond est considéré comme fixe, ce qui peut conduire à une surestimation du risque de débordement aux niveaux des zones d'incision (ponts) et à une sous-estimation sur les secteurs de dépôts.

Le parc du Lubéron a identifié 5 laisses de crues sur le secteur 1 et 4 sur le secteur 3. Au vu de ces laisses de crues, et selon la modélisation, la crue de 2019 aurait une période de retour de l'ordre de la cinquantennale (voir plus à l'amont de la confluence Laye Lague). Ce résultat paraît toutefois exagéré, car :

- La modélisation se base sur le terrain post-crue, alors que la crue a entraîné des élargissements de section ;
- Les phénomènes de type formation et rupture d'embâcle ne sont pas pris en compte par le modèle. On notera en particulier la formation d'un embâcle à l'aval immédiat du pont de la RD5, qui a certainement contribué à une forte rehausse des niveaux d'eau sur le secteur.

Sur la base de l'analyse hydraulique, on pourra toutefois considérer à la vue de l'emprise des zones inondées (quartier du Moutiers à Dauphin, partie basse du camping de la Rivière, rive droite sur le secteur 2) que la crue de 2019 correspond à une occurrence de retour au moins vicennale.

5.4. RESULTATS

5.4.1. Secteur 1

La modélisation réalisée est globalement en accord avec celle du CEREMA (voir figures ci-après). Il existe un risque de débordement du Largue dans les bassins dès avant la crue décennale. On remarque que le premier point de débordement a lieu par la brèche existante dans la digue.

En crue vicennale, la partie basse du camping est inondée. L'extension de la zone inondée en crue centennale ne varie pas significativement.

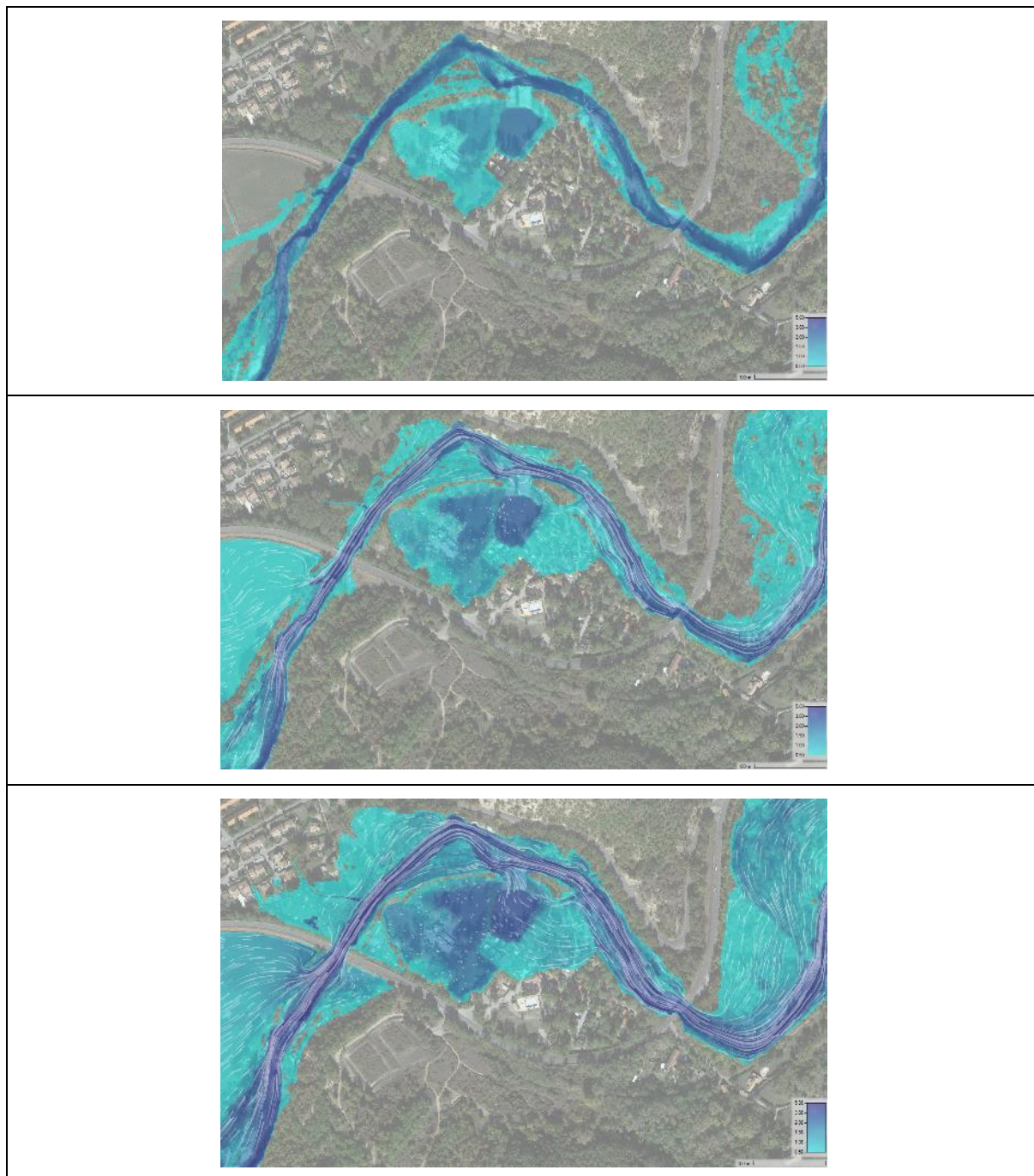


Figure 92 : Hauteurs d'eau modélisées en Q10 (dessus), Q20 (milieu) et Q100 (dessous) sur le secteur 1.

5.4.2. Secteur 2

Le risque d'inondation modélisé apparaît globalement inférieur à celui mis en évidence par le CEREMA, ce qui pourrait s'expliquer en partie par l'utilisation de données topographiques plus précises et par les modifications subies par le lit du cours d'eau suite à la crue de 2019. En particulier, on remarquera que les inondations en rive droite à l'amont du tournant aval ne sont modélisées qu'à partir de la crue cinquantennale. Cela pourrait s'expliquer par la constitution récente d'un merlon de 1 m sur ce secteur et par l'élargissement du lit à l'amont. **A l'heure actuelle, ce merlon favorise les débordements vers le quartier habité en rive gauche.**

La modélisation montre toutefois qu'il existe un risque de débordement sur les 2 rives à partir de la crue vicennale. En crue centennale, le débordement est généralisé. Sur le secteur de dépôt aval, un débordement est constaté dès la crue décennale.

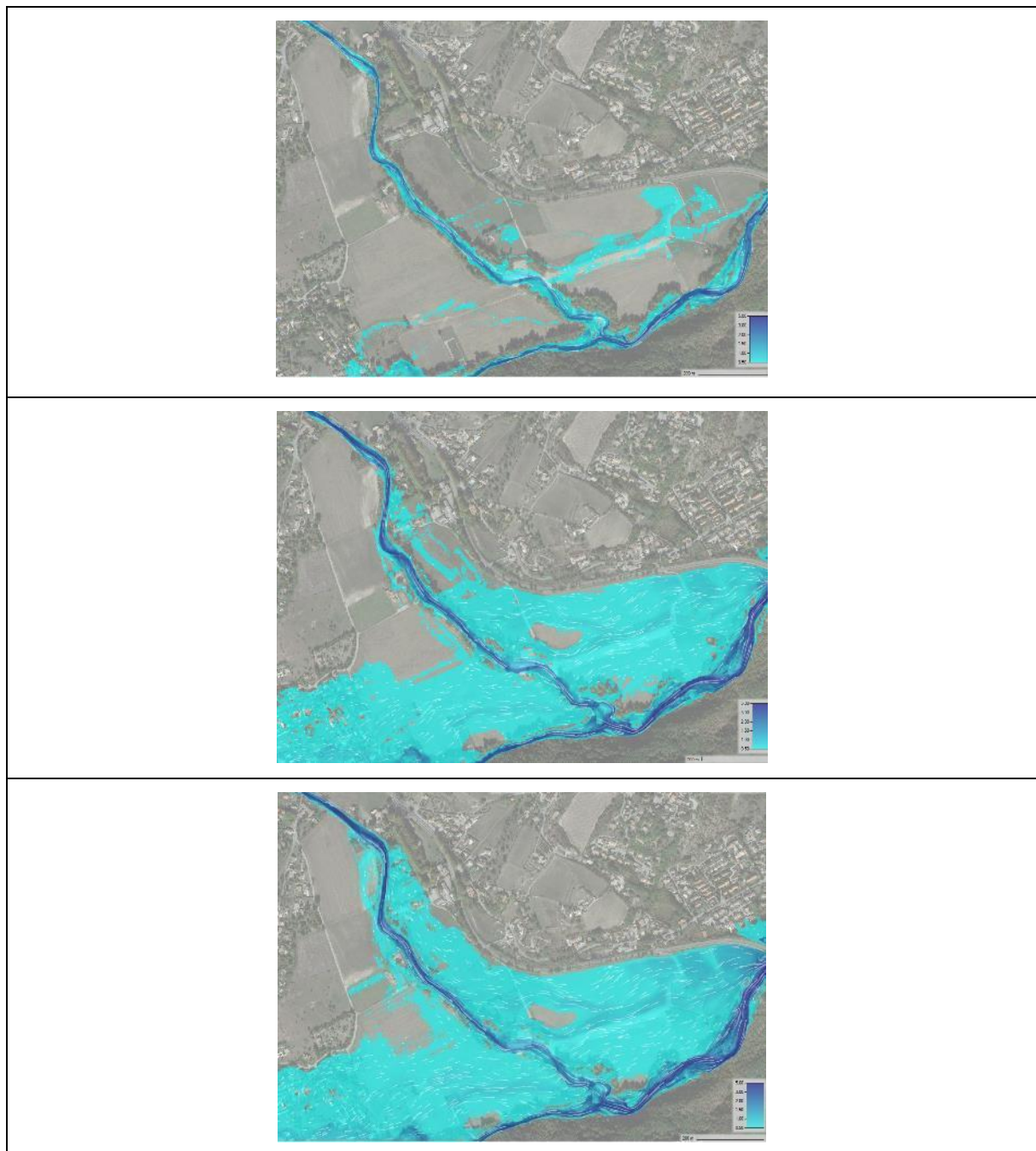


Figure 93 : Hauteurs d'eau modélisées en Q10 (dessus), Q50 (milieu) et Q100 (dessous) sur le secteur 2.

5.4.3. Secteur 3

La modélisation réalisée tend à relativiser le risque de débordement en crue décennale par rapport à l'étude du CEREMA : seule la rive gauche en amont du pont paraît réellement inondée. A partir de la crue vicennale, il semble exister un risque de débordement en rive gauche, à l'aval du pont. Il existe également un risque de débordement en rive droite à l'amont du pont, mais sans impact sur les habitations. Le quartier du Moutiers commence à être inondé à partir de la crue décennale. L'inondation est importante en crue vicennale.

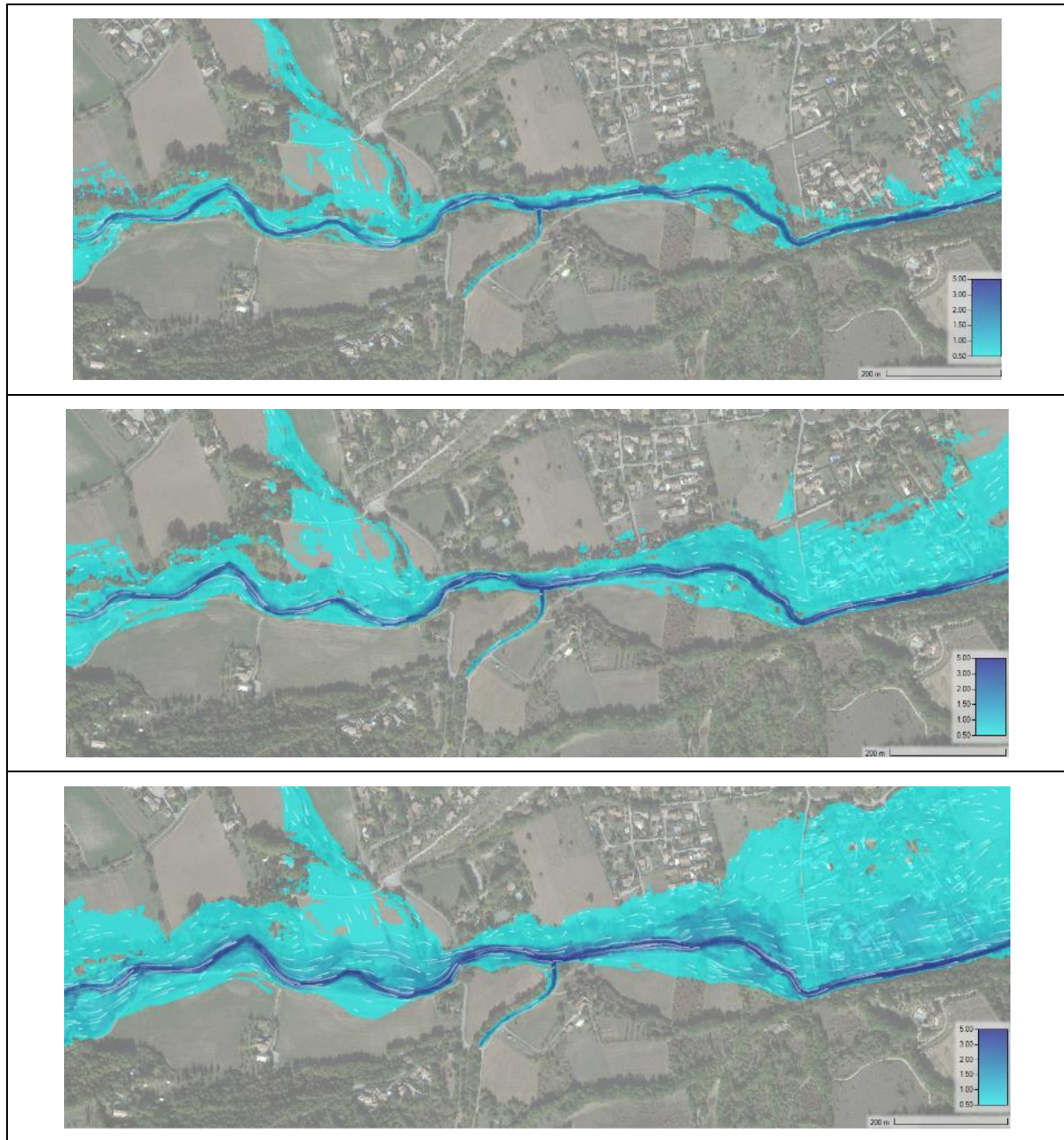


Figure 94 : Hauteurs d'eau modélisées en Q10 (dessus), Q20 (milieu) et Q100 (dessous) sur le secteur 3.

5.4.4. Secteur 4

Le risque d'inondation modélisé apparaît globalement inférieur à celui mis en évidence par le CEREMA, ce qui pourrait s'expliquer en partie par l'utilisation de données topographiques plus précises (Topo 2023)

A partir de la crue vicennale, il semble exister un risque important de débordement en rive gauche, à l'aval du coude. Le quartier du Moutiès commence à être inondé à partir de la crue décennale. L'inondation est importante en crue vicennale. Le quartier de l'Androne est également affecté en crue centennale.

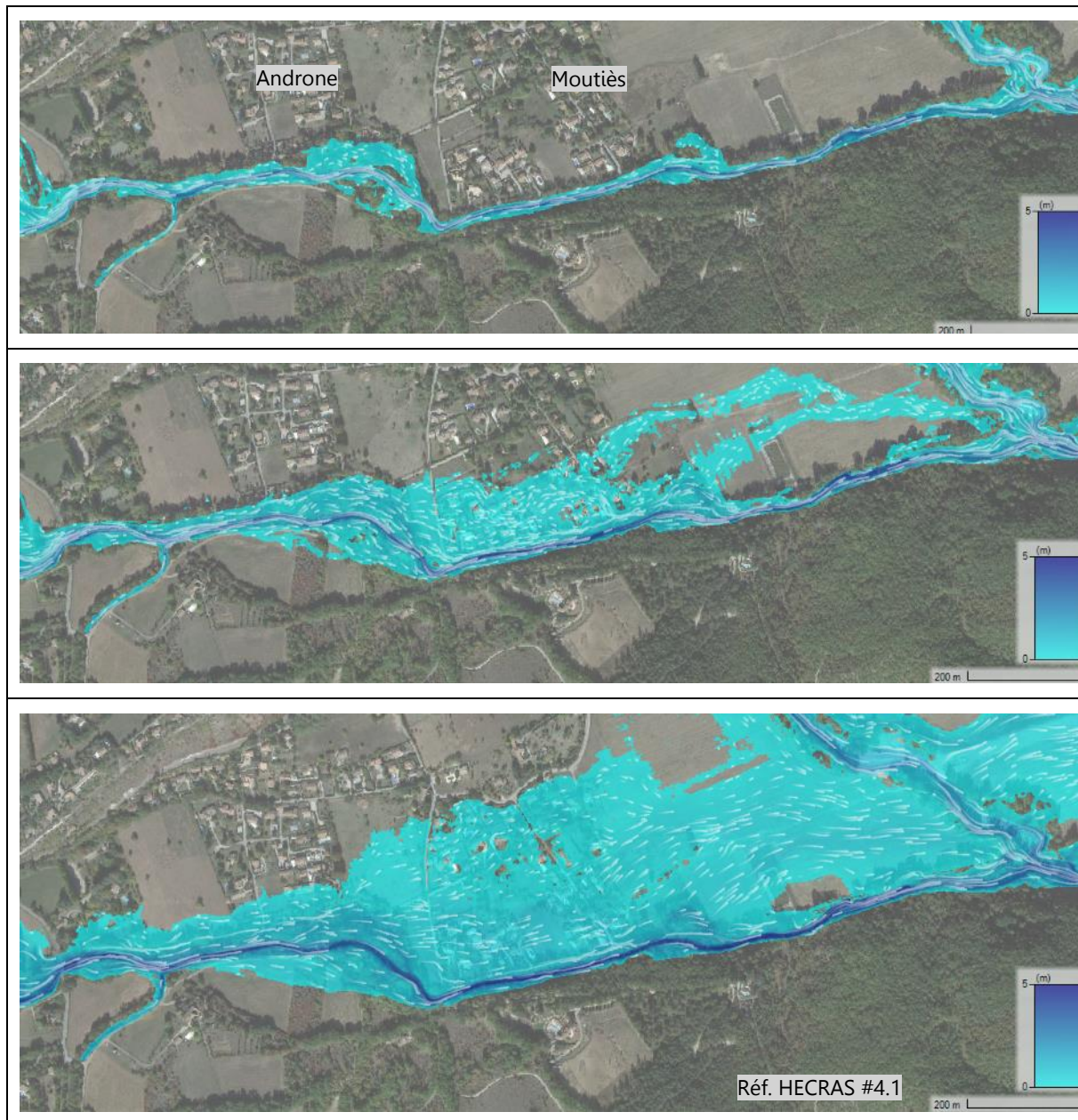


Figure 95 : Hauteurs d'eau modélisées en Q10 (dessus), Q20 (milieu) et Q100 (dessous) sur le secteur 4.

5.5. BILAN

Les cartes d'extension des crues montrent globalement une extension de la zone inondable bien plus grande que la largeur de la bande active actuelle, même en crue décennale, ce qui dénote l'existence d'une large plaine alluviale, ainsi qu'une insuffisance globale de la section actuelle du cours d'eau.

Comme détaillé précédemment, cette faible capacité hydraulique du lit actuel est le fruit :

- D'actions anthropiques (remblais dans le lit, protections de berge, seuils, barrages,...) ;

- De phénomènes naturels (végétalisation du lit entre les crues, dépôts de matériaux,...).

Afin de limiter les débordements sur les secteurs à enjeux (habitations), il serait intéressant d'augmenter la capacité hydraulique du cours d'eau et donc de proposer des élargissements de section (les débordements dans les secteurs sans enjeux doivent au contraire être favorisés, dans le but de limiter les débits de crue de pointe en aval du bassin versant).

Secteur 1 :

En situation actuelle, des débordements sont modélisés vers les bassins et la partie basse du camping, dès la crue décennale.

Afin de limiter le risque d'inondation sur ce secteur, sans rehausse de la digue existante, il pourrait être intéressant de :

- Couper la végétation présente en rive droite au droit de l'anse d'érosion et du méandre amont ;
- Supprimer l'atterrissement dans le cours d'eau ;
- Eventuellement, retaluter la berge rive gauche en comblant l'anse d'érosion.

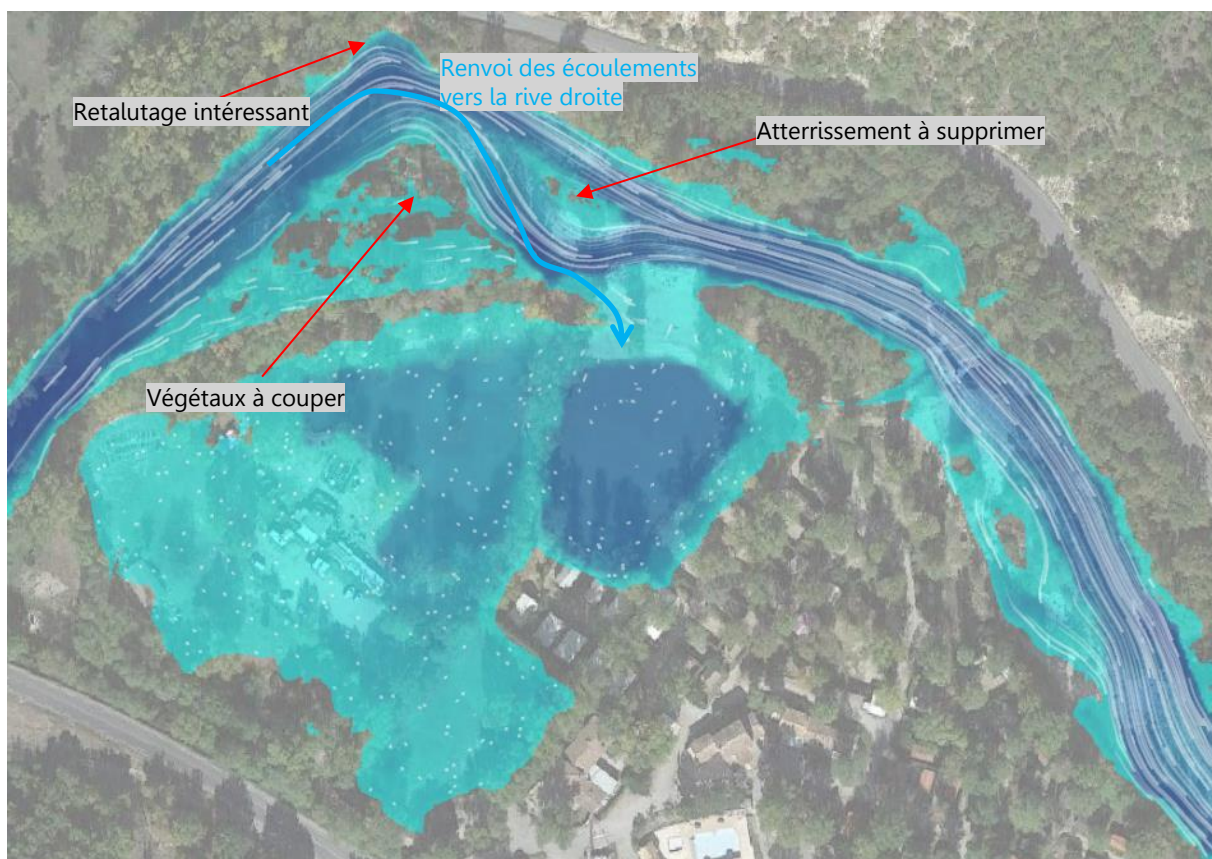


Figure 96 : Hauteurs d'eau modélisées en crue décennale en rive droite.

Ces actions permettraient :

- Principalement, de limiter le renvoi des écoulements vers la rive droite (et la brèche de la digue existante) avec un angle d'incidence trop fort, comme actuellement ;
- Secondairement, d'augmenter la section passante et de limiter les hauteurs d'eau en crue.

Un effacement du seuil de l'ancienne prise d'eau pourrait aussi être envisagé, afin de favoriser un abaissement des fonds et de la ligne d'eau en crue.

Ces actions ne permettront toutefois pas de supprimer le risque de débordement. Pour ce faire, la rehausse de l'ensemble de la digue de protection des bassins de pêche et du camping pourrait être envisagée. L'ouvrage ainsi constitué nécessiterait toutefois une gestion ultérieure en tant que système d'endiguement dans le cadre de la GEMAPI (Etude de dangers, suivi courant de l'ouvrage, suivi en crue,...), et nécessite des moyens techniques et financiers importants. Cette solution n'est pas étudiée à ce stade.

Secteur 2 :

En situation actuelle, des débordements importants en crue ont lieu dans le tournant à l'aval du seuil, sur les 2 rives, potentiellement dès la crue vicennale.

Afin de limiter ces débordements, il serait intéressant :

- De supprimer l'atterrissement présent en amont du tournant ;
- D'élargir le cours d'eau entre les deux tournants. Une largeur de section de 20 m permettrait théoriquement de maintenir la hauteur d'eau en dessous de 4 m en crue centennale, ce qui limiterait le risque de débordement en rive gauche.

L'élargissement serait aussi bénéfique par rapport aux problématiques d'enfoncement du lit et d'érosion des berges.

Le merlon récemment réalisé en rive droite au droit de l'atterrissement serait à supprimer, car, il favorise les débordements en rive gauche, tout en restant érodable et susceptible de générer une vague à l'aval, en cas de rupture.

Secteurs 3 & 4

A l'amont du pont, il existe un risque de débordement en rive gauche pour des crues courantes et en rive droite pour des crues importantes (à partir de la vicennale). Les enjeux sont toutefois limités sur le secteur à la tenue de la route communale en rive droite, et du pont. Un élargissement du cours d'eau sur ce secteur n'apporterait donc pas de gain significatif vis-à-vis de la protection d'habitations. Il permettrait en revanche de limiter le risque d'enfoncement du lit et d'érosion de la rive droite au niveau de la voie communale et du pont, et surtout de limiter le renvoi des écoulements vers la rive gauche à l'aval du pont.

A l'aval du pont et à l'amont du seuil, il existe un risque de débordement en rive gauche, en forte crue. Selon la modélisation du CEREMA, ce débordement pourrait impacter le quartier de l'Androne. Un élargissement du lit en rive droite, à l'amont du seuil pourrait donc permettre un léger gain vis-à-vis du risque d'inondation du quartier de l'Androne. Un effacement du seuil pourrait aussi être envisagé. On notera toutefois que, selon la modélisation réalisée dans le cadre de la présente étude, les débordements apparaissent d'abord à l'aval du seuil, avant de commencer à l'amont.

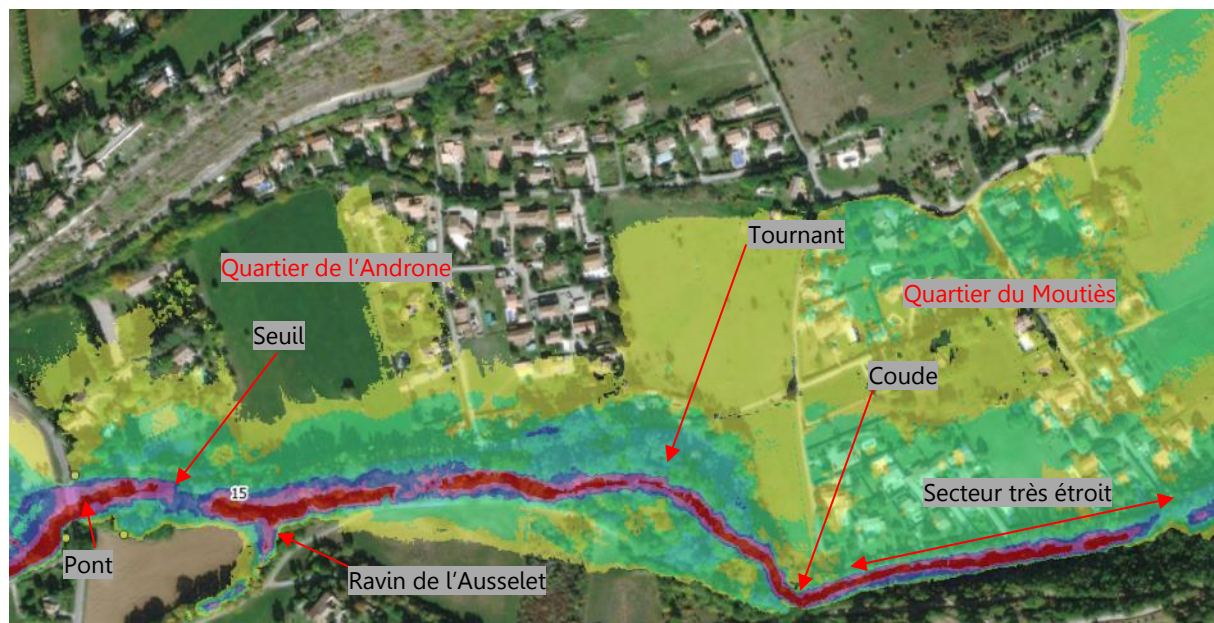


Figure 97 : Hauteurs d'eau modélisées en crue centennale - Source : Modélisation du CEREMA.

A l'aval du ravin de l'Ausselet, il existe un risque de débordement en rive gauche à partir de la crue décennale. Les enjeux sont importants (quartier habité du Moutiers). On remarquera toutefois que :

- Le débordement est relativement généralisé, tant au droit du quartier, qu'à l'amont de celui-ci.
- La section passante du Largue le long de ce quartier est très limitée (localement, la largeur du Largue n'excède pas 5 m en fond !). Le Largue est contraint entre un versant relativement abrupt en rive droite et la voie communale et le lotissement en rive gauche, tandis que le substratum est régulièrement visible en fond. La section actuelle ne permet pas de faire passer un débit de crue supérieur au débit décennal.

Un rapide calcul hydraulique (Strickler de 20) montre la section passante minimale nécessaire en fonction de la hauteur de berge, pour laisser transiter le débit de crue centennal (sans revanche) :

Hauteur de berge (m)	Section passante (m)
2.5	33
3	25
3.5	21
4	18

Au vu de la hauteur de la berge rive gauche (entre 2.5 m et 4 m), il serait nécessaire de disposer d'une section d'écoulement entre 20 et 35 m pour faire transiter le **débit centennal**, ce qui dépasse l'emprise actuelle du cours d'eau et de la voie communale. Pour une ambition de protection centennale, l'élargissement du Largue nécessiterait la suppression de la voie communale, le dévoiement des réseaux sur des linéaires importants et probablement le retrait des habitations les plus proches du cours d'eau (5 à 6 habitations concernés). Cette solution n'est pas étudiée à ce stade. Une solution avec une emprise plus limitée, permettant de réduire le risque inondation jusqu'en crue vicennale est proposée (voir aménagements Secteur 4).

En complément, il est toutefois préconisé un entretien régulier de la végétation sur le secteur, ce qui permettrait déjà un gain hydraulique, en diminuant la rugosité. Cette action s'apparente à de l'entretien courant. Elle n'est donc pas décrite dans le cadre de la présente étude.

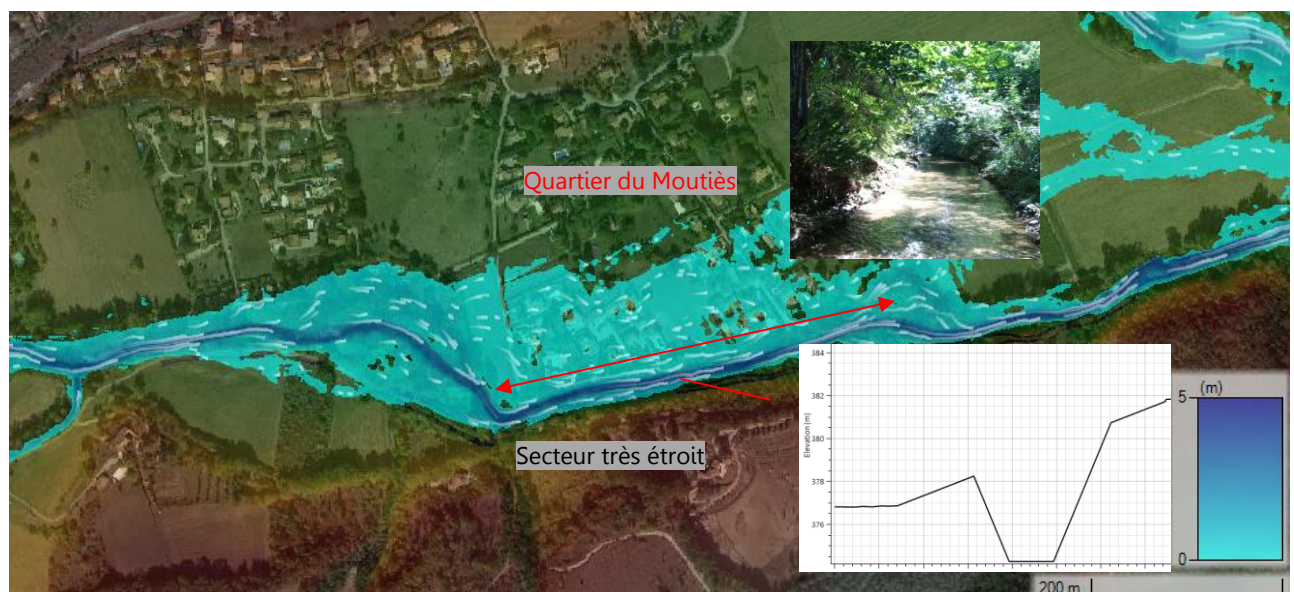


Figure 98 : Hauteurs d'eau en crue vicennale.

6. TRANSPORT SOLIDE

6.1. GRANULOMETRIE

Des mesures granulométriques ont été conduites, sur la base de mesures de 100 éléments par secteurs. Les caractéristiques granulométriques sur les 3 secteurs sont reportées dans le tableau ci-après :

	Secteur 1	Secteur 2	Secteurs 3 & 4
D30 (mm)	25	28	25
D50 (mm)	37	35	26
D90 (mm)	75	70	65
Dmoyen (mm)	45	43	41

Globalement les granulométries sont assez proches selon les secteurs. Les D30 et D50 mesurés sont toutefois significativement plus élevés que dans les deux autres études conduites sur des secteurs voisins, ce qui peut être lié aux différences de méthode et aux variations locales.

L'étude IPSEAU de 2009 sur le pont rouge (secteur 3) retenait ainsi respectivement 11 mm, 15 mm et 36 mm pour les D30, D50 et D90, tandis que l'étude INGEROP sur le Lague à la confluence avec la Durance retenait respectivement 13 mm, 19 mm et 71 mm pour les D30, D50 et D90.

On pourra retenir un d50 compris entre 20 et 40 mm.

6.2. TRANSPORT SOLIDE EN CRUE DU LARGUE ET DE LA LAYE

Afin de déterminer la capacité de charriage en crue de la Laye et du Lague, la formule de Recking (2013) est utilisée.

Cette formule ne considère pas de valeur seuil (i.e. le débit de début d'entraînement comme c'est le cas dans celle de Lefort 2007, ou celle de Rickenmann 1990) délimitant le transport ou le non-transport, mais prend en compte le transport de tous les grains et le transport partiel d'une fraction. L'approche est originale du fait que le diamètre caractéristique utilisé n'est pas représentatif de la fraction fine mais de la fraction grossière, et est donc représentatif de la mobilité de toute l'étendue granulométrique, ce qui est particulièrement intéressant dans le cas présent.

Les formules utilisées sont les suivantes :

$$Q_s [\text{kg/s}] = W \rho_s q_s \quad \text{et} \quad q_{sv} [\text{m}^3/\text{s/m}] = \sqrt{g(s-1)} D_{84}^3 \Phi$$

- Avec:
- ρ_s : la masse volumique de la charge solide (généralement 2650 kg/m³)
 - g : la constante d'accélération (m/s²)
 - s : la densité du matériau (2.65)
 - D_{84} : le diamètre séparant les 84 % des graviers les plus fins (m)
 - Φ : le paramètre d'Einstein adimensionnel
 - q_s : ratio de transport solide par unité de largeur (kg/s/m)
 - q_{sv} : ratio volumétrique de transport solide par unité de largeur (m³/s/m)

On définit :

$$\Phi = 14 \tau_{84}^{*2.5} / [1 + (\tau_m^* / \tau_{84}^*)^4]$$

$$\tau_m^* = (5S + 0.06) (D_{84} / D_{50})^{4.4\sqrt{S}-1.5}$$

$$\tau_{84}^* = \frac{SR}{(s-1)D_{84}} = \frac{S}{(s-1)D_{84} [2/W + 74p^{2.6}(gS)^p q^{-2p} D_{84}^{3p-1}]}$$

- Avec:
- S : la pente du lit (m/m)
 - D_{50} : le diamètre séparant les 50% des graviers les plus fins (m)
 - τ_{84}^* : le paramètre de Shields pour D_{84}
 - τ_m : le paramètre de shields de mobilité correspondant à la transition d'un état de déplacement partiel au déplacement total
 - R : le rayon hydraulique (m)
 - q : débit spécifique (m³/s/m)
 - W : Largeur de l'écoulement (m)
 - Où $p = 0.23$ quand $q / \sqrt{gSD_{84}^3} < 100$ sinon $p = 0.3$

Les paramètres suivants sont considérés au droit du secteur 1 :

- une durée de crue de l'ordre de 3 fois le temps de concentration, avec un hydrogramme triangulaire (on peut considérer un temps de concentration de l'ordre de 7 h au droit du site d'étude selon l'étude ALP'GEORISQUES de 2017) ;
- un d_{84} de 66 mm.
- une section moyenne de 20 à 25 m ;
- une hauteur d'eau de l'ordre de 3 m en crue décennale et 5m en crue centennale ;
- une pente moyenne du cours d'eau de 0.5%.

On retiendra les ordres de grandeur des volume charriés suivants au droit du secteur 1 :

	Volume charrié en Q10	Volume charrié en Q100
Secteur 1	8 000 m ³	20 000 m ³

Secteur 2	4 000 m ³	10 000 m ³
Secteurs 3 & 4	4 000 m ³	10 000 m ³

Le cours d'eau du Lague est donc susceptible de charrier des volumes de matériaux relativement conséquents, comme en témoignent les nombreux bancs de galets observés.

L'étude IPSEAU estimait le débit solide moyen en crue centennale du Lague à l'amont de la confluence avec la Laye à 0.25 m³/s. Considérant un apport de la Laye voisin de celui du Lague et un hydrogramme triangulaire, cela conduit à un volume charrié à l'aval de 18 000 m³ environ, soit à peu près le même ordre de grandeur que le volume retenu. L'étude INGEROP estime en revanche un transport solide environ deux fois moindre.

7. PROJETS RECENTS OU EN COURS

7.1. SECTEUR 1

La commune de St-Maime a engagé une étude pour la reprise du réseau EU qui traversait le Largue au droit du pont de la RD13 amont, avant de se faire emporter lors de la crue de 2019. Le réseau a été dévié en encorbellement sur le pont de la RD13 à l'automne 2023. L'effacement du seuil EU devrait avoir lieu à l'automne 2024.

On note également la reprise de la traversée du réseau GEOSSEL à l'amont immédiat du pont de la RD13 à l'amont du secteur. Les travaux se sont terminés à l'automne 2023.

7.2. SECTEUR 2

Un passage sur site au printemps 2021 a permis d'observer la création d'un nouveau merlon en rive droite au niveau de l'atterrissement.

7.3. SECTEUR 3

Reprise de la berge à l'amont du pont rouge (2010 ?) :

Le pont rouge et la berge en rive droite à l'amont du pont ont fait l'objet de travaux de confortement en 2010, le tablier a été remplacé. Outre l'état dégradé du pont, une problématique de fissuration et d'affouillement de la culée rive droite avait été relevée avant ces travaux.



Figure 99 : Photo du pont et de la culée rive droite en 2009 à gauche (IPSEAU, 2009) et en 2019, à droite.

On notera que le bureau d'étude IPSEAU retient une profondeur d'affouillement de 1.7 m dans le dossier loi sur l'eau (mais seulement 0.4 m dans la note hydraulique), pour le calage des ouvrages de protection de la culée. Il note déjà l'affouillement du radier sous le pont.

Le projet prévoyait la remise en place d'enrochements libres à l'amont de la culée, en retenant un diamètre médian de seulement 0.55 m, qui constitue également une valeur relativement faible (cf chap. 10.1).

Cela explique sans doute l'effondrement des ouvrages.

7.4. SECTEUR 4

A notre connaissance, aucun projet récent ou en cours n'est à signaler sur ce secteur.

8. CONTRAINTES REGLEMENTAIRES

Le Lague et la Laye sont en liste 1 au titre de l'article L214-17 du code de l'environnement, ce qui implique de ne pas créer d'obstacles infranchissables à la faune piscicole sur ces cours d'eau, ni d'entraver le transport sédimentaire.

Le Lague et la Laye jusqu'au barrage sont en 1^{ère} catégorie piscicole, ce qui exclut tout travaux entre le 1^{er} novembre et le 31 mars.

8.1. SECTEUR 1

Le Lague à l'aval de la confluence est classé en liste 2 au titre de l'article L214-17 du code de l'environnement, ce qui impose aux aménagements existants de ne pas entraver la circulation sédimentaire et piscicole.

8.2. SECTEUR 2

Le secteur se situe en grande partie dans l'aire de protection du château de St-Maime.

8.3. SECTEUR 3

Un captage AEP se situe en rive gauche du Lague. L'ensemble du Lague jusqu'au pont se situe dans le périmètre de protection rapproché du captage.

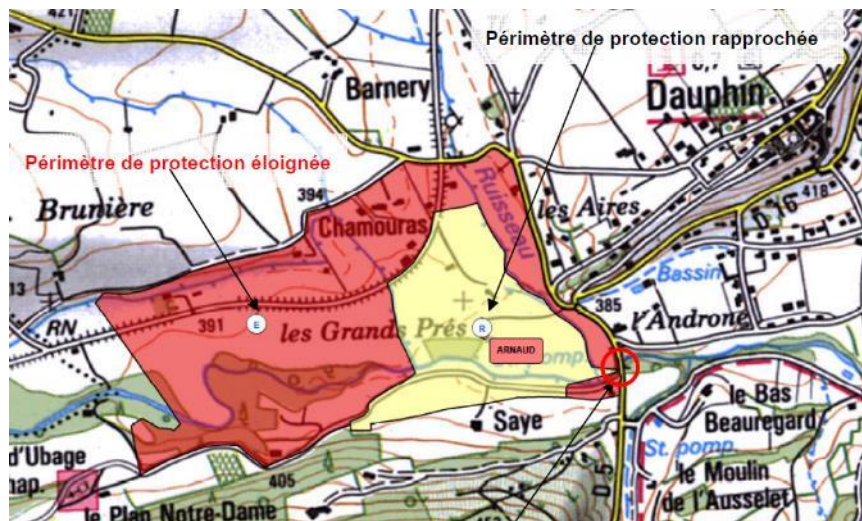


Figure 100 : Périmètre de protection du captage AEP de Dauphin (IPSEAU, 2009).

8.4. SECTEUR 4

Pas de contrainte réglementaire identifiée.

9. DESCRIPTION GENERALE DES TRAVAUX ENVISAGEABLES

L'objectif des travaux à prévoir est de limiter l'impact du cours d'eau sur les enjeux. Pour cela deux grandes catégories d'actions sont proposées :

- Elargissement du cours d'eau, accompagné de coupe végétales et de scarification des bancs de galets, pour favoriser la reprise des matériaux ;
- Confortement des berges.

9.1. SECTEUR 1

Action 1 - Elargissement du cours d'eau en rive droite au droit des bassins et confortement de la rive droite

Cette action prévoit :

- La coupe de la végétation, le retrait d'une partie des matériaux du banc de galet, dans le méandre en rive droite, pour faciliter le recentrage du lit et limiter l'érosion des berges et les hauteurs d'eau en crue ;
- La suppression de l'atterrissement existant à l'aval ;
- Le confortement de la berge rive droite à l'amont et à l'aval de la protection de berge existante, le long du bassin, à l'aide d'enrochements libres.

On remarquera que malgré la reprise du lit, il existe un risque que le cours d'eau poursuive malgré tout son méandrage actuel. Afin de favoriser le recentrage du lit, il pourrait donc être envisagé la suppression du seuil de l'ancienne prise d'eau (action 1bis), ce qui limiterait l'engravement à l'amont (même s'il a été vu que l'effet du seuil est certainement secondaire par rapport à l'impact du changement d'orientation du cours d'eau).

Action 1 bis – Suppression du radier de l'ancienne prise d'eau

Cette action prévoit :

- La suppression du radier béton de l'ancienne prise d'eau.
- Des mesures de confortement de la rive droite en amont du seuil.

On notera que l'analyse des images aériennes a montré que l'érosion du talus en rive gauche au droit du méandre est un phénomène relativement ancien. Le cours d'eau tend actuellement à revenir dans son positionnement d'avant 1950. De vieilles protections de berges sont d'ailleurs encore visibles à une vingtaine de mètres du bord de la berge actuelle du cours d'eau. Il ne paraît donc pas nécessaire de conforter la rive gauche en cas d'effacement du seuil. Au vu du profil en long, le pont de la RD13 amont ne devrait pas non plus être impacté.

Un suivi dans le temps de l'évolution du fond du lit devra toutefois être conduit.

Action 2 – élargissement du lit en rive gauche et confortement de la berge en rive droite, à l'amont du pont

Cette action prévoit :

- L'enlèvement des enrochements présents au milieu du cours d'eau ;
- L'élargissement du cours d'eau en rive gauche pour faciliter le recentrage du lit et limiter l'érosion de la rive droite ;
- La reprise de la protection de berge existante en amont de la culée – la protection sera prolongée à l'amont, tandis que des enrochements bétonnés seront positionnés au droit de la culée.

Action 3 – confortement de la protection de berge au droit de l'ancienne voie ferrée, à l'aval du pont

Cette action prévoit :

- Une reprise de la protection de berge à l'aide d'enrochements libres.

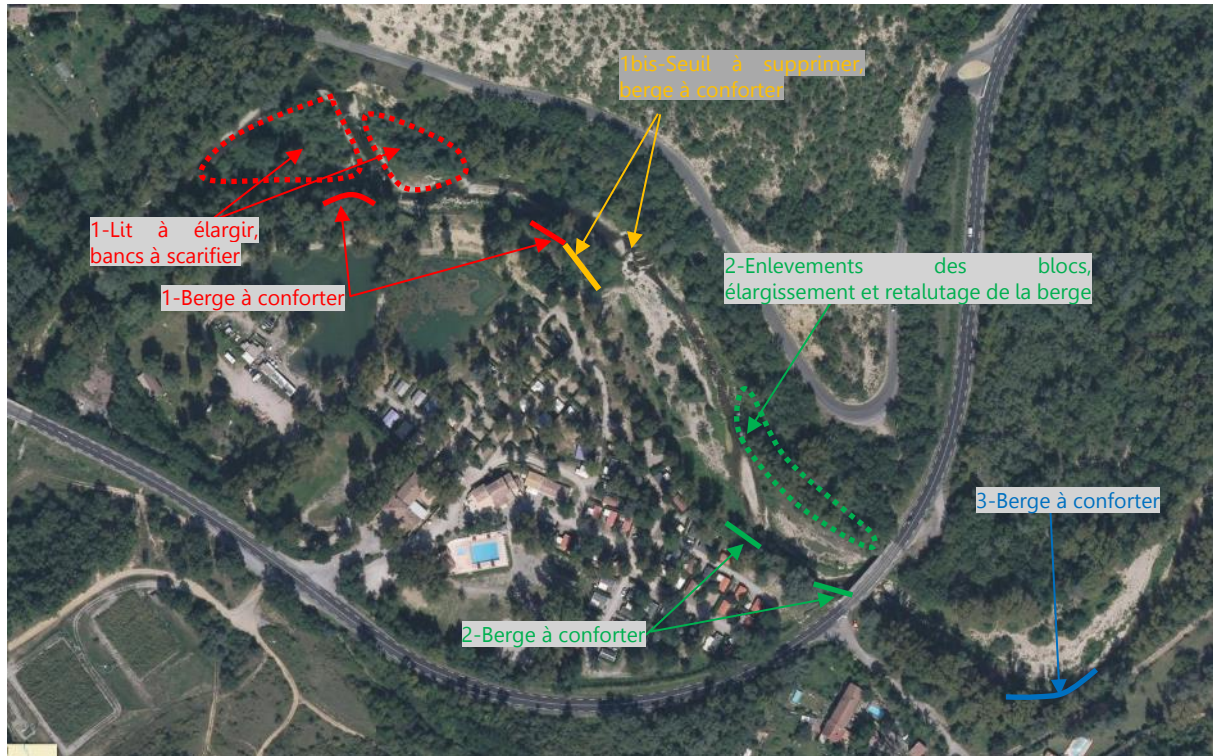


Figure 101 : Localisation des actions sur fond de vue aérienne – secteur 1

9.2. SECTEUR 2

Action 4 – Confortement de la berge rive gauche en aval du seuil

Cette action prévoit :

- La reprise du pied de mur dans le secteur érodé.
- Un élargissement du cours d'eau en rive droite et un confortement en génie végétal, pour limiter les contraintes sur la rive gauche.

L'effacement du seuil n'est pas étudié, car il présente peu d'intérêt en raison de la présence d'un seuil naturel à l'amont immédiat.

Action 5 – Elargissement en rive droite dans le secteur érodé et reprise des protections en rive gauche

Cette action prévoit :

- L'enlèvement de l'atterrissement présent à l'amont du tournant amont ;
- L'élargissement du cours d'eau en rive droite sur le secteur étroit et végétalisé entre les deux tournants, pour limiter les débordements et l'érosion de la rive gauche ;
- Une protection de la berge rive droite en technique végétale ;
- La reprise des enrochements en rive gauche, sur le secteur étroit, avec ajout d'un sabot para fouille.

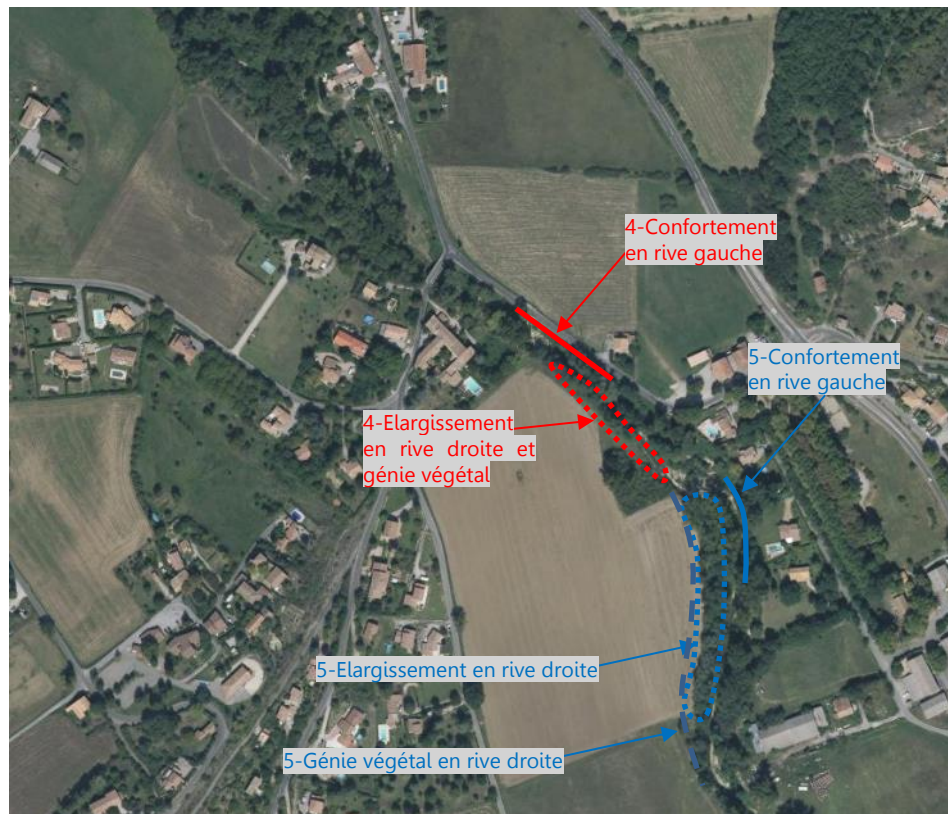


Figure 102 : Localisation des actions sur fond de vue aérienne – secteur 2

9.3. SECTEUR 3

Action 6 – Confortement de la rive droite en amont du pont et élargissement

Cette action prévoit :

- Le confortement de la rive droite en amont du pont, pour limiter le risque de destruction de la route communale ;
- L'élargissement en rive gauche à l'amont du pont, afin de limiter l'érosion de la rive droite et le renvoi des écoulements vers le quartier de l'Androne en rive gauche – la limite du champ devra être décalée.

Action 7 – Confortement de la rive gauche à l'aval du pont et élargissement en rive droite

Cette action prévoit :

- Le confortement de la rive gauche en aval du pont ;
- L'élargissement en rive droite à l'aval du pont et en amont du seuil, pour limiter les risques de débordement et l'érosion de la rive gauche.

Action 7 bis – Abaissement ou effacement du seuil

Cette action prévoit :

- L'effacement du seuil ;

L'impact potentiel de l'effacement du seuil sur la tenue du pont de la RD5 est supposé limité. Le niveau de fondation de l'ouvrage devra toutefois être recherché pour s'en assurer – les démarches engagées auprès de la maison technique de Forcalquier sont restées sans réponse à la date de rendu du présent rapport. Seul l'indication suivante a été trouvée dans le rapport IPSEAU (2009) :

Dans le cas du projet de réfection du pont de la RD5, la profondeur d'ancrage des massifs de fondation est d'environ 8 m, ce qui permet de considérer la profondeur d'affouillement précédemment calculée négligeable vis-à-vis de la stabilité de l'ouvrage.

Figure 103 : Indications de l'ancrage du pont de la RD5 (Source : IPSEAU 20009)

Il conviendra de prendre en compte l'effacement du seuil pour le calage des ouvrages de protection en rive gauche.

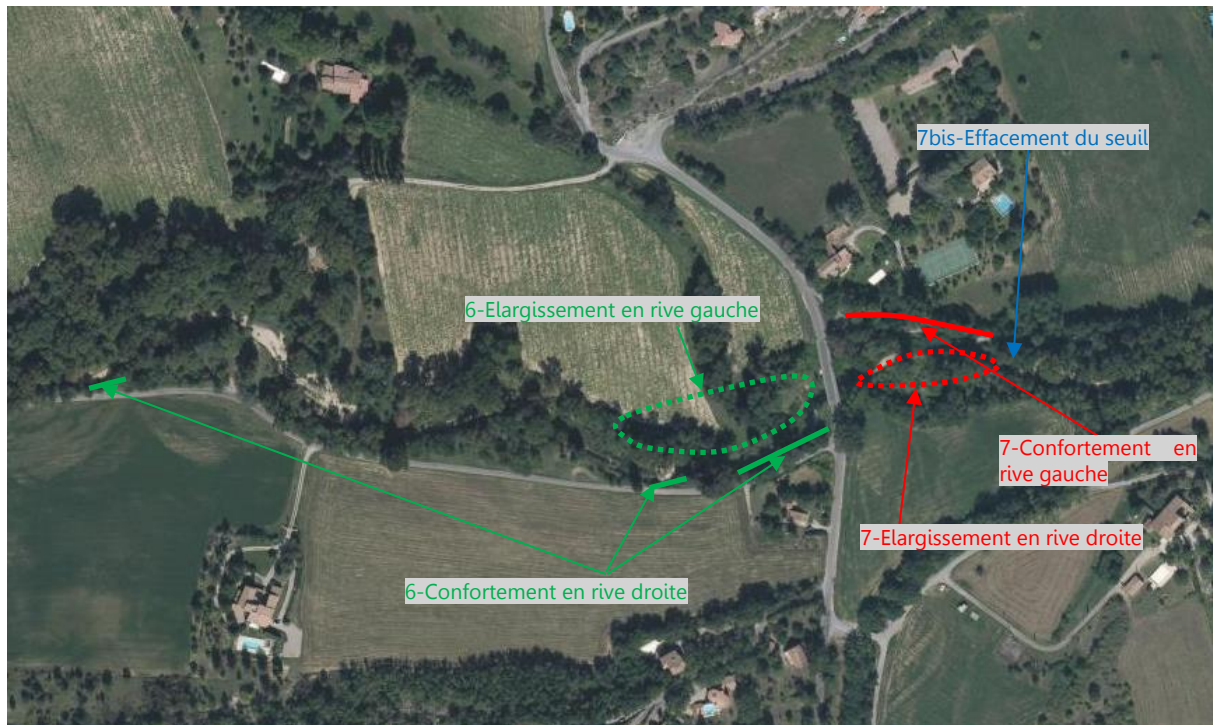


Figure 104 : Localisation des actions sur fond de vue aérienne – secteur 3.

9.4. SECTEUR 4

Sur ce secteur, le parti pris d'aménagement, en accord avec la maîtrise d'ouvrage, a été le maintien des habitations existantes, et la réduction de l'aléa jusqu'à la crue vicennale, par une solution de rétablissement d'un secteur de divagation et d'élargissement du lit mineur.

Les solutions alternatives tels que la réduction de l'aléa par la création d'un chenal de surverse en lit majeur, ou d'un recul de la berge plus importants pour atteindre une protection cinquantennale ou plus, au prix de l'expropriation de certaines habitations, n'ont pas été poursuivis plus avant.

Cette proposition d'aménagement pourrait par ailleurs s'accompagner d'actions de sensibilisation de la population au risque inondation, et par des mesures de réductions de la vulnérabilité des biens et des personnes, comme un système d'alerte en cas de crue et la mise en place de batardeaux (déjà en place dans certaines propriétés).

Action 8 – Rétablissement d'un secteur de divagation historique par l'élargissement du cours d'eau en rive gauche et rive droite à l'amont du coude du chemin des Goudines

Cette action prévoit :

- La coupe de la végétation, le terrassement des berges rive gauche et rive droite afin de rouvrir le lit qui s'est progressivement fermé;

- L'évacuation des remblais situés dans l'intrados du coude,
- La création d'une risberme en rive gauche,
- Le recul de la berge en rive droite avec création d'une risberme
- Le reprofilage des berges et leur végétalisation.

Action 9 – Elargissement du cours d'eau alternativement en rive droite et en rive gauche le long du Chemin des Goudines

Sur ce secteur, la largeur du lit mineur serait établie à 6m en base avec des pente à 3 pour 2. Quand la topographie le permet, l'élargissement sera réalisé par la rive droite, afin de se tenir le plus possible en retrait des enjeux côté rive gauche (route et réseaux). Lorsque la configuration ne permet pas un élargissement en rive droite, l'élargissement sera réalisé en rive gauche. A l'aval, l'aménagement est prolongé jusqu'à 45m à l'amont de la station d'épuration, où le lit actuel du Largue présente déjà une largeur de 6m en base.

Cette action prévoit :

- La coupe de la végétation,
- Le recul de la berge pour gagner en section hydraulique
- La mise en place de protections de berge mixte en enrochements (rive gauche) et talus végétalisé (rive droite)
- Si nécessaire, la mise en place d'une rambarde de sécurité le long de la voirie
- Le dévoiement partiel du réseau d'éclairage public le long du chemin des Goudines
- Le dévoiement des réseaux au droit du coude du chemin des Goudines ENEDIS / EU/AEP, y compris la traversée des réseaux en encorbellement au-dessus du Largue.

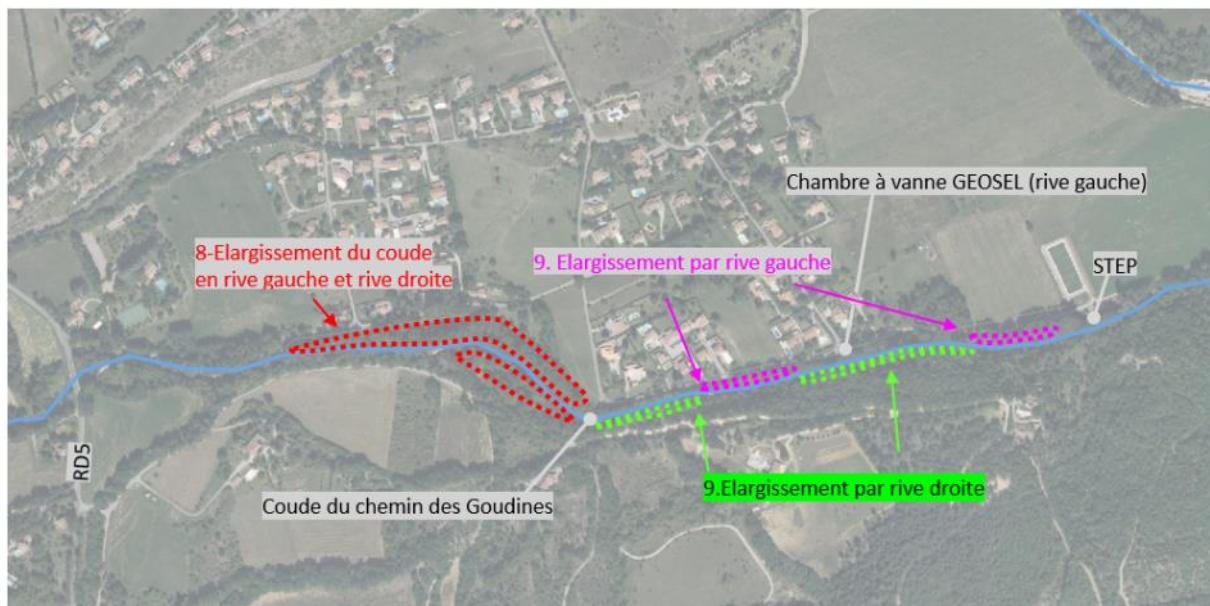


Figure 105 : Localisation des actions sur fond de vue aérienne – secteur 4.

10. DETAIL DES AMENAGEMENTS

Dans cette partie, nous considérons les caractéristiques que devraient posséder les protections de berge de la Laye et du Lague.

10.1. CONTRAINTES HYDRAULIQUES

10.1.1. Largeur du lit

Dans le cadre de travaux d'élargissement de section il convient de prendre en compte deux risques :

- Le risque d'enfoncement du cours d'eau, en cas de lit trop étroit ;
- Le risque de dépôt et de divagation du lit, en cas surlargeur locale trop importante.

Risque d'enfoncement :

Le risque d'enfoncement d'un lit (hors problématique de manque de matériaux) peut être étudiée grâce au rapport L/H et au principe de RAMETTE:

$$L/H = \frac{\text{largeur du lit en eau}}{\text{Hauteur d'eau}}$$

Selon le principe de Ramette, si le rapport L/H est inférieur à 12 à 15, le lit est trop resserré (étroit) et a tendance à se creuser au regard des fortes vitesses induites. Nous présentons donc ci-après l'évolution de ce rapport L/H pour différentes sections rectangulaires, en cas de crue décennale et de crue centennale sur les différents secteurs.

Les ordres de grandeurs des largeurs nécessaires pour laisser s'écouler les crues, en limitant le risque d'enfoncement du lit, sont présentés dans le tableau suivant (rapport L/H=15) :

	Largeur de cours d'eau nécessaire (m) pour le libre passage de la crue décennale – rapport L/H = 15	Largeur de cours d'eau nécessaire (m) pour le libre passage de la crue centennale – rapport L/H = 15
Secteur 1	31	48
Secteur 2	24	37
Secteur 3	23	36
Secteur 4 (aval coude)	24	35

Dans le cas de la Laye et du Lague, ces largeurs sont certainement surestimées, en raison des facilités de débordement des cours d'eau dans le lit majeur. Elles traduisent toutefois l'insuffisance globale des sections d'écoulements actuelles, notamment pour le passage d'une crue centennale.

Secteur 1 : La largeur de la bande active du cours d'eau est dans l'ensemble insuffisante (<30 m), sauf à l'aval du pont aval. L'espace de mobilité demeure toutefois globalement satisfaisant, sauf au voisinage de l'ancienne prise d'eau et du pont.

Secteur 2 : La largeur de la bande active du cours d'eau est dans l'ensemble très insuffisante (<10 m), sauf tout à l'aval. L'espace de mobilité demeure toutefois satisfaisant en amont du pont.

Secteur 3 : La largeur de la bande active du cours d'eau est dans l'ensemble insuffisante (<15 m). L'espace de mobilité demeure toutefois satisfaisant en amont du pont, sauf en amont immédiat, à cause du champ en rive gauche.

Secteur 4 : La largeur de la bande active et de l'espace de mobilité sont insuffisants.

10.1.2. Hauteurs d'eau en crue, forces tractrices et nature des protections de berge

La force tractrice correspond à la force de frottement exercée par l'eau en mouvement sur les parois d'un chenal, elle est notée :

$$dF = T \cdot ds$$

Où T est la contrainte tractrice, représentant la contrainte tangentielle de la colonne d'eau exercée sur la paroi du chenal. La contrainte tractrice est calculée avec la formule suivante :

$$T = s \cdot \rho \cdot g \cdot R \cdot j$$

T : la contrainte tractrice (N.m⁻²)

P : poids volumique de l'eau (kg.m⁻³)

g : l'accélération de pesanteur (m.s⁻²)

R : le rayon hydraulique (m) – approximé par la hauteur d'eau en crue

j : la perte de charge linéaire (adimensionnel) – de l'ordre de la pente du cours d'eau

s : coefficient de sinuosité

Les contraintes tractrices peuvent être estimées par modélisation sous HECRAS :

Secteur 1 :

	Hauteur d'eau max (m) en Q10	Vitesse max (m/s) en Q10	Force tractrice max en Q10 (N/m ²)	Hauteur d'eau max (m) en Q100	Vitesse max (m/s) en Q100	Force tractrice max en Q100 (N/m ²)
Entre le seuil EU et le méandre	2.5 à 3.5 m	3 m/s	150	3.5 à 5 m	5 m/s	300
Entre le méandre et le pied du seuil de l'ancienne prise d'eau	2.5 m	4 m/s	200	3.5 à 4 m	4 m/s	300
Entre le pied du seuil de l'ancienne prise d'eau et le pont	2.5 m	3.5 m/s	150	3.5 à 4 m	4 m/s	200
Pont aval sur 50 m de part et d'autre	2.5 à 3 m	3.5 m/s	150	4 à 4.5 m	5 m/s	350
Aval du pont aval	2.5 à 3.5 m	2.5 m/s	200	3.5 à 4.5 m	4 m/s	300

Secteur 2 :

	Hauteur d'eau max (m) en Q10	Vitesse max (m/s) en Q10	Force tractrice max en Q10 (N/m ²)	Hauteur d'eau max (m) en Q100	Vitesse max (m/s) en Q100	Force tractrice max en Q100 (N/m ²)
Confluence du Viou	2.5 m	3.5 m/s	250	3.5 m	4.5 m/s	350
Entre le pont et le pied de seuil	2 m	4 m/s	300	3.5 m	5.5 m/s	500
Entre le seuil et l'atterrissement	3 m	3 m/s	200	4.5 m	4.5 m/s	350
Atterrissement	2 m	2.5 m/s	100	4 m	3 m/s	150
Entre les deux tournants	3 m	3 m/s	150	4.5 m	5 m/s	350
Tournant aval	2.5 m	2.5 m/s	100	3.5 m	3 m/s	150

Secteurs 3 & 4 :

	Hauteur d'eau max (m) en Q10	Vitesse max (m/s) en Q10	Force tractrice max en Q10 (N/m ²)	Hauteur d'eau max (m) en Q100	Vitesse max (m/s) en Q100	Force tractrice max en Q100 (N/m ²)
Secteur du pont et amont	3 m	3.5 m/s	200	3.5 m	4 m/s	250
Voisinage du seuil (amont et aval)	3.5 m	3 m/s	150	4.5 m	4 m/s	300

Nous présentons ci-après les contraintes tractrices maximales admises, ou la puissance spécifique maximale admise, par les ouvrages en génie végétal, selon Schlietchl et Stern (1994) :

Type de protection	Contrainte tractrice maximale directement après travaux (N.m ⁻²)	Contrainte tractrice maximale 3-4 ans après travaux (N.m ⁻²)
Plantations herbacées	10	70
Plantations d'arbres feuillus	50	290
Plantations spécifiques de saules	145	190
Fascines de saule et couches de branches	50	340
Caissons végétalisés	120	725
Enrochements libres et boutures en haut de talus	480	725

Les contraintes tractrices maximales modélisées en crue sont comprises entre 150 et 500 N/m². Les protections de berges en génie végétal ne peuvent donc être mises en œuvre que sur les secteurs les moins sollicités et en présence d'enjeux limités. Sur les autres secteurs, des protections de type enrochements doivent être envisagées.

Différentes formules présentées ci-dessous nous permettent de calculer le diamètre et le poids moyen de la blocométrie à mettre en place en fonction des vitesses et des hauteurs d'eau à attendre :

Formule d'Isbach :

$$d \geq \frac{1.4}{s-1} \frac{U^2}{2g}$$

Avec :

U : Vitesse d'écoulement (m/s) – jusqu'à 4m/s

s : Densité du bloc – 2.6

d : Diamètre des blocs (m)

Formule de Maynard :

$$\frac{D_{30}}{h} = SF \cdot 0,30 \cdot \left(\sqrt{\frac{1}{s-1}} \cdot \frac{V}{\sqrt{gh}} \right)^{2,5}$$

Avec :

V : Vitesse d'écoulement (m/s)

s : Densité du bloc

h : Hauteur d'eau (m) – 2 à 4 m

Formule du CEMAGREF :

$$D \geq \frac{A}{s-1} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Avec :

A : coefficient de turbulence =1.4

S : Densité du bloc (2.6 t/m³)

V : Vitesse d'écoulement

Ces formules donnent la blocométrie suivante à respecter pour des enrochements libres pentés à 3H/2V, en fonction du niveau de protection retenu :

	Diamètre moyen des blocs (m) pour protection contre la Q100 et poids (T)
Secteur 1	
Entre le seuil EU et le méandre	1.4 m – 4T
Entre le méandre et le pied du seuil de l'ancienne prise d'eau	1 m – 1.2 T
Entre le pied du seuil de l'ancienne prise d'eau et le pont de la RD13 aval	1 m – 1.2 T
Pont aval sur 50 m de part et d'autre	1.4 m – 4T
Aval du pont aval	1 m – 1.2 T
Secteur 2	
Confluence du Viou	1.2 m – 2.2 T
Entre le pont de la RD16 et le pied de seuil	1.7 m – 7.2 T
Entre le seuil et l'atterrissement	1.2 m – 2.2 T
Atterrissement	0.6 m – 0.3 T
Entre les deux tournants	1.4 m – 4T
Secteur 3	
Secteur du pont de la RD5 et amont	0.9 m – 1 T
Voisinage du seuil (amont et aval)	0.9 m – 1 T
Secteur 4	
Secteur du pont de la RD5 et amont	0.9 m – 1 T
Voisinage du seuil (amont et aval)	0.9 m – 1 T

On retiendra que la mise en œuvre d'enrochements libres est globalement possible, sauf au droit du pont de la RD16 (secteur 2), où la blocométrie nécessaire est trop importante. Seul un mur poids, tel que présent actuellement, permet de protéger le secteur.

Dans une moindre mesure, la pose d'enrochements libres semble également plus compliquée entre les deux tournants (secteur 2) et au droit du pont de la RD 13 aval (secteur 1). On remarquera qu'il s'agit justement de deux secteurs où les protections en place se sont faites éroder. La destruction des enrochements bétonnés en amont du pont de la RD5 semble surtout s'expliquer par l'évolution des fonds en crue entraînant un affouillement des ouvrages.

10.1.3. Profondeur d'affouillement possible en crue

La formule d'Izzard et Bradley permet de déterminer la profondeur d'affouillement théorique en crue.

Formule d'Izzard et Bradley :

$$P_a = 0,73 \left(\frac{Q}{L \sqrt{d_{50}}} \right)^{2/3} - Y_0$$

Avec :

- P_a : Capacité d'affouillement
- Q : Débit de crue
- L : Largeur du lit
- d_{50} : Diamètre médian des sédiments
- Y_0 : Hauteur d'eau en crue

Les profondeurs d'affouillements théoriques dépendent du débit par section considéré. Dans le cas du Largue et de la Lave, il existe une assez forte incertitude sur ce débit, en raison des nombreuses possibilités de débordement en lit majeur.

Q100	
Secteur 1	
Profondeur d'affouillement (m) – section de 25 m de large (ponts)	3 m à 4 m
Profondeur d'affouillement (m) – section de 40 m de large	1.5 à 2.2 m
Secteurs 2, 3 et 4	
Profondeur d'affouillement (m) – section de 15 m de large	2.2 à 3 m

Profondeur d'affouillement (m) – section de
20 m de large

1.5 à 2.2 m

On retiendra des profondeurs potentielles d'affouillement typiques de 2.5 m en crue centennale, pouvant excéder 3 m au droit des ponts. Ces profondeurs d'affouillement importantes expliquent une partie des désordres observés, notamment l'effondrement des protections de berge en amont des ponts de la RD13 et de la RD5.

10.1.4. Evolution potentielle du fond du lit, niveaux d'eau en crue et calage altimétrique des protections de berge

10.1.4.1. *Secteur 1*

Pour un calage sécuritaire des ouvrages de protection de berge sur le secteur 1, au vu des travaux prévus, il semble pertinent de considérer un fond du lit projet qui suit la pente moyenne et qui considère une remobilisation des matériaux stockés entre les deux ponts de la RD13 (voir figure ci-après).

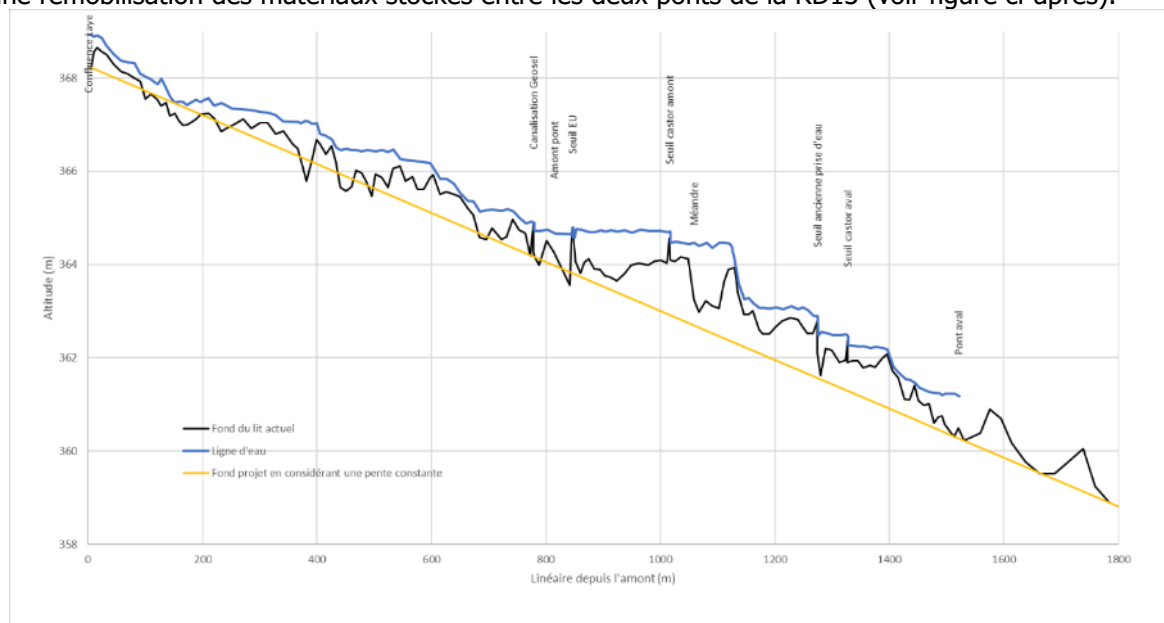


Figure 106 : Fond du lit projet et fond du lit actuel.

Profil en travers (numéro)	Distance depuis l'amont (m)	Fond du lit actuel (m)	Fond du lit considéré pour le projet (m)	Différence entre le fond du lit projet et actuel (m)	Niveaux d'eau modélisés en Q100 (m)	Différence entre le fond du lit projet et le niveau d'eau en Q100 (m)
50	980	364	363.1	-0.9	367.8	4.7
55	1080	363.2	362.6	-0.6	367.3	4.7
60	1180	362.5	362.1	-0.4	366.8	4.7
65	1280	361.7	361.5	-0.2	366.2	4.7
70	1380	361	361	0	365.8	4.8
75	1480	360.6	360.5	-0.1	365.4	4.9
80	1559	360.4	360.1	-0.5	364.7	4.6
85	1663	359.5	359.5	0	364.3	4.8

10.1.4.2. *Secteur 2*

Il existe une forte incertitude sur l'évolution du fond du lit en aval du seuil. Au vu de l'incision en cours, un scénario d'abaissement du lit jusqu'à ajustement avec la pente aval ne peut être totalement exclu

(scénario 1). Un scénario plus réaliste à moyen terme serait toutefois l'ajustement de la pente selon celle observée entre les deux tournants (scénario 2). Compte-tenu de l'élargissement prévu du lit, favorisant le dépôt, il s'agit du scénario privilégié à ce stade.

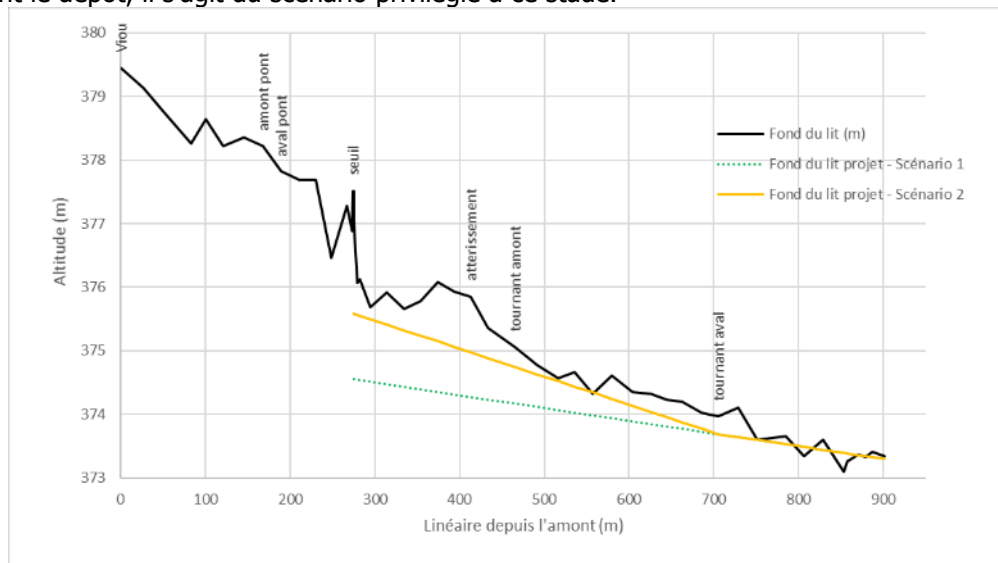


Figure 107 : Fond du lit projet et fond du lit actuel.

Profil en travers (numéro)	Fond du lit actuel (m)	Fond du lit considéré pour le projet – Scénario 1 (m)	Fond du lit considéré pour le projet – Scénario 2 (m)	Différence entre le fond du lit projet S1 et actuel (m)	Différence entre le fond du lit projet S2 et actuel (m)
15	375.7	374.5	375.5	-1.2	-0.2
20	375.9	374.3	375.1	-1.6	-0.4
25	374.6	374.1	374.5	-0.5	-0.1
30	374.3	373.9	374	-0.4	-0.3
35	374.1	373.6	373.6	-0.5	-0.5

Profil en travers (numéro)	Niveaux d'eau modélisé en Q100 (m)	Différence entre le fond du lit projet et le niveau d'eau en Q100 (m) – Scénario 1	Différence entre le fond du lit projet et le niveau d'eau en Q100 (m) – Scénario 2
15	380.3	5.8	4.8
20	379.5	5.2	4.4
25	379	4.9	4.5
30	378.2	4.3	4.2
35	377.5	3.9	3.9

10.1.4.3. Secteur 3

Sur le secteur, sauf en cas d'arasement du seuil, il n'est pas prévu de modifications majeures du profil en long. Il convient toutefois pour le calage du projet de s'affranchir des fluctuations locales. Il semble donc pertinent de considérer un fond du lit projet selon la pente moyenne du cours d'eau, à partir du point bas sous le pont et un fond constant entre le pont et le seuil si le seuil est conservé.

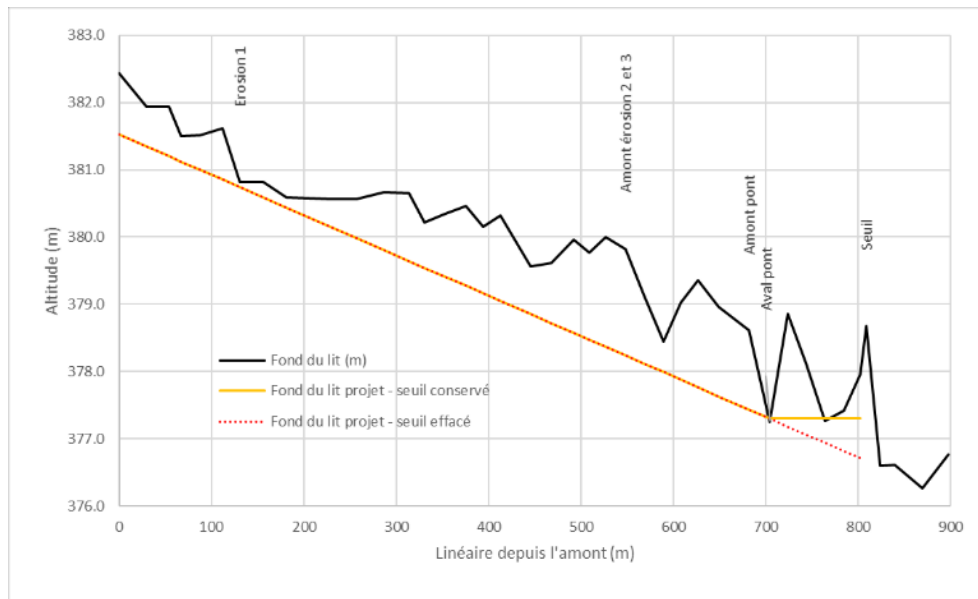


Figure 108 : Fond du lit projet et fond du lit actuel.

Profil en travers (numéro)	Distance depuis l'amont (m)	Fond du lit actuel (m)	Fond du lit considéré pour le projet (m)	Différence entre le fond du lit projet et actuel (m)	Niveaux d'eau modélisés en Q100 (m)	Différence entre le fond du lit projet et le niveau d'eau en Q100 (m)
1	0	382.4	381.5	-0.6	385.6	4.1
5	88	381.5	381	-0.5	385	4
10	230	380.6	380.1	-0.5	384.5	4.4
15	353	380.3	379.4	-0.9	383.7	4.3
20	468	379.6	378.7	-0.9	383.1	4.4
25	568	379.1	378.1	-1	382.6	4.5
30	682	378.6	377.4	-1.2	381.9	4.5
35	785	377.4	377.3	-0.1	381.3	4

10.1.4.4. Secteur 4

Sur le secteur, il n'est pas prévu de modifications majeures du profil en long. En cas d'arasement du seuil (Action 7 bis), le lit aurait probablement une tendance à un exhaussement partiel ; ceci n'a toutefois pas été pris en compte dans le dimensionnement de l'ouvrage par soucis de sécurité.

10.2. DESCRIPTION DETAILLEE DES TRAVAUX

On pourra se référer aux plants joints en annexe.

10.2.1. Secteur 1

Action 1 - Elargissement du cours d'eau en rive droite au droit des bassins et confortement de la rive droite

Il est prévu l'élargissement du lit en rive droite au niveau du méandre et la suppression de l'atterrissement.

Le linéaire concerné est d'environ 130 m. L'opération consistera à :

- Couper la végétation dans l'emprise des travaux.
- Enlever les matériaux dans l'emprise des travaux, en créant un fond avec une pente constante, partant de 364.2 m à l'amont jusqu'à 362.6 m à l'aval. Le volume excavé sera de l'ordre de 4 000 m³.
- Retaluter la berge rive droite à 3H/2V.

A ce stade, le lieu de dépôt des matériaux n'est pas encore défini. Il pourrait toutefois être envisagé de repositionner les matériaux sur les secteurs suivants :

- A l'aval du pont de la RD 13 aval, contre la rive droite.
- Dans une moindre mesure, dans l'anse d'érosion en rive gauche et contre la protection de berge existante en rive droite.

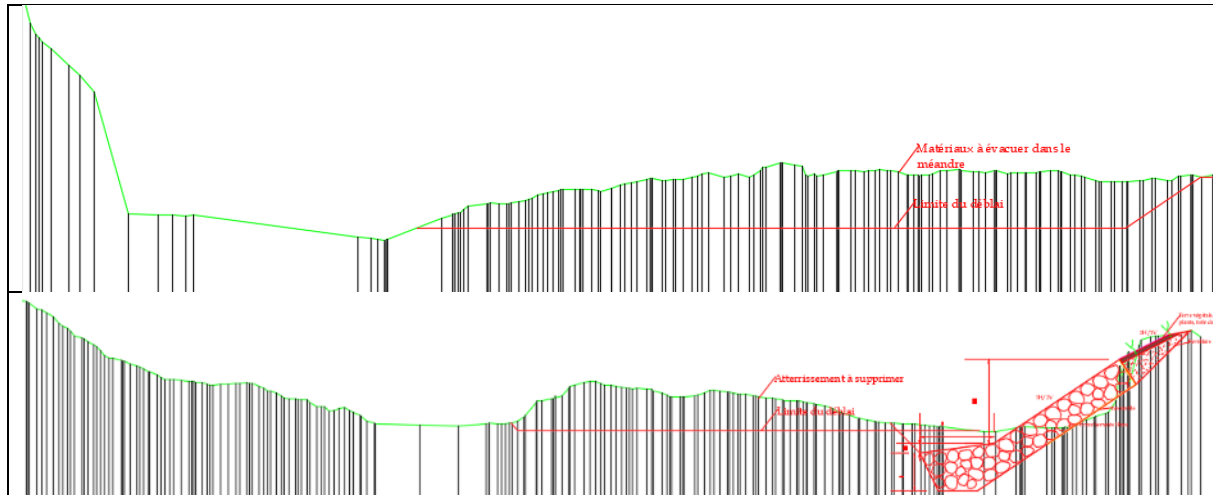


Figure 109 : Vue en coupe des déblais envisagés, au droit du méandre amont (dessus) et au droit de l'atterrissement (aval).

Il est également prévu le confortement de la berge rive droite à l'amont et à l'aval de la protection de berge existante sur 15m, à l'aide d'enrochements libres. Les protections auront les caractéristiques suivantes :

- Sabot de 4 m de longueur et 2.5 m de profondeur.
- Parement de 4.5 m de hauteur et 1.6 m d'épaisseur, penté à 3H/2V. Le parement sera surmonté d'un talus à 3H/1V recouvert de terre végétale, toile de coco et petits plants (2 plants /ml). Des boutures de saules et de la terre végétale seront incorporées dans les enrochements, pour augmenter la rugosité.

Afin que la protection n'empiète pas trop dans le cours d'eau, le sommet de berge devra être légèrement décalé.

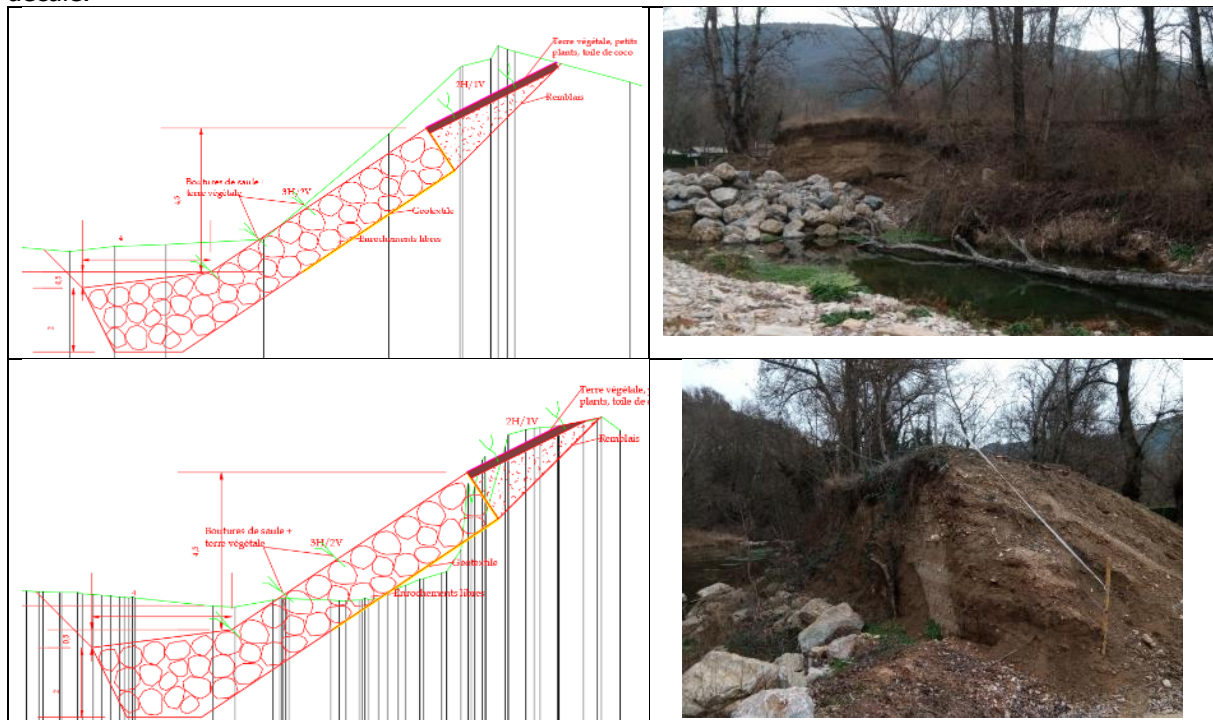


Figure 110 : Coupe type du confortement à l'amont (dessus) et à l'aval (dessous).

Action 1 bis – Suppression du radier de l'ancienne prise d'eau

A ce stade, on pourra considérer que cette action nécessiterait a minima, outre la suppression du radier, un prolongement du confortement de la berge rive droite sur 55 m jusqu'au droit du seuil.



Figure 111 : Radier béton à supprimer.

Action 2 – élargissement du lit en rive gauche et confortement de la berge en rive droite, à l'amont du pont

Il est prévu l'enlèvement des enrochements présents au milieu du cours d'eau. Ces blocs pourront être récupérés pour le confortement de la rive droite.

Il est également prévu l'élargissement du cours d'eau en rive gauche. Le cours d'eau sera élargi jusqu'à 10 m, de manière à limiter le renvoi des écoulements vers la rive droite en amont du pont. Le linéaire concerné est d'environ 80 m en amont du pont. L'opération consistera à :

- Couper la végétation dans l'emprise des travaux.
- Elargir le cours d'eau en rive gauche, avec une pente de fond constante, partant de 361.7 m à l'amont jusqu'à 360.5 m sous le pont. Le volume excavé sera de l'ordre de 2 000 m³.
- Retaluter la berge rive gauche à 1H/1V.

Le volume total de matériaux extrait sera de l'ordre de 2 000 m³. A ce stade, le lieu de dépôt de ces matériaux n'est pas défini. Il pourrait toutefois être envisagé de régaler ces matériaux en pied de rive droite à l'aval du pont.

Il est enfin prévu la reprise de la protection de berge existante en amont de la culée rive droite. Le linéaire concerné est de 15 m en amont immédiat du pont et 15 m en amont de la protection existante.

La protection aval aura les caractéristiques suivantes (**à valider par étude géotechnique**) :

- Sabot en enrochements libres de 5 m de longueur et 3 m de profondeur. On notera qu'au vu de la proximité du substratum, le sabot pourra certainement être réduit en phase travaux.
- Parement en enrochements bétonnés de 5 m de hauteur et 1.2 m d'épaisseur, penté à 1H/3V. Le parement sera surmonté d'un talus à faible pente recouvert de terre végétale, et petits plants. En arrière des enrochements, des matériaux drainants seront posés.

La protection amont aura les caractéristiques suivantes (**à valider par étude géotechnique**) :

- Sabot en enrochements libres de 4 m de longueur et 2.5 m de profondeur.
- Parement en enrochements bétonnés de 4 m de hauteur et 1.2 m d'épaisseur, penté à 1H/3V. Le parement sera surmonté d'un talus à faible pente recouvert de terre végétale, et petits plants (2 plants /ml). En arrière des enrochements, des matériaux drainants seront posés. Le parement aura une hauteur moindre sur le secteur afin de se raccorder aux enrochements aval.



Figure 112 : Coupe type du confortement à l'amont (dessus) et à l'aval (dessous).

Action 3 – confortement de la protection de berge au droit de l'ancienne voie ferrée, à l'aval du pont

Cette action prévoit la pose d'une protection en enrochements libres sur un linéaire d'environ 50 m présentant les caractéristiques suivantes :

- Sabot de 4 m de longueur et 2.5 m de profondeur.
- Parement de 4.5 m de hauteur et 1.6 m d'épaisseur, penté à 3H/2V. Le parement sera surmonté d'un talus à 3H/1V recouvert de terre végétale, toile de coco et petits plants (2 plants /ml). Des boutures de saules et de la terre végétale seront incorporées dans les enrochements.

En raison de la pente importante du talus existant (1H/1V) et des enjeux présents en haut de berge, la protection empiètera dans le lit du cours d'eau d'environ 3 m. La section disponible pour les écoulements est toutefois particulièrement importante sur le secteur.

La coupe type de la protection envisagée est présentée ci-après :

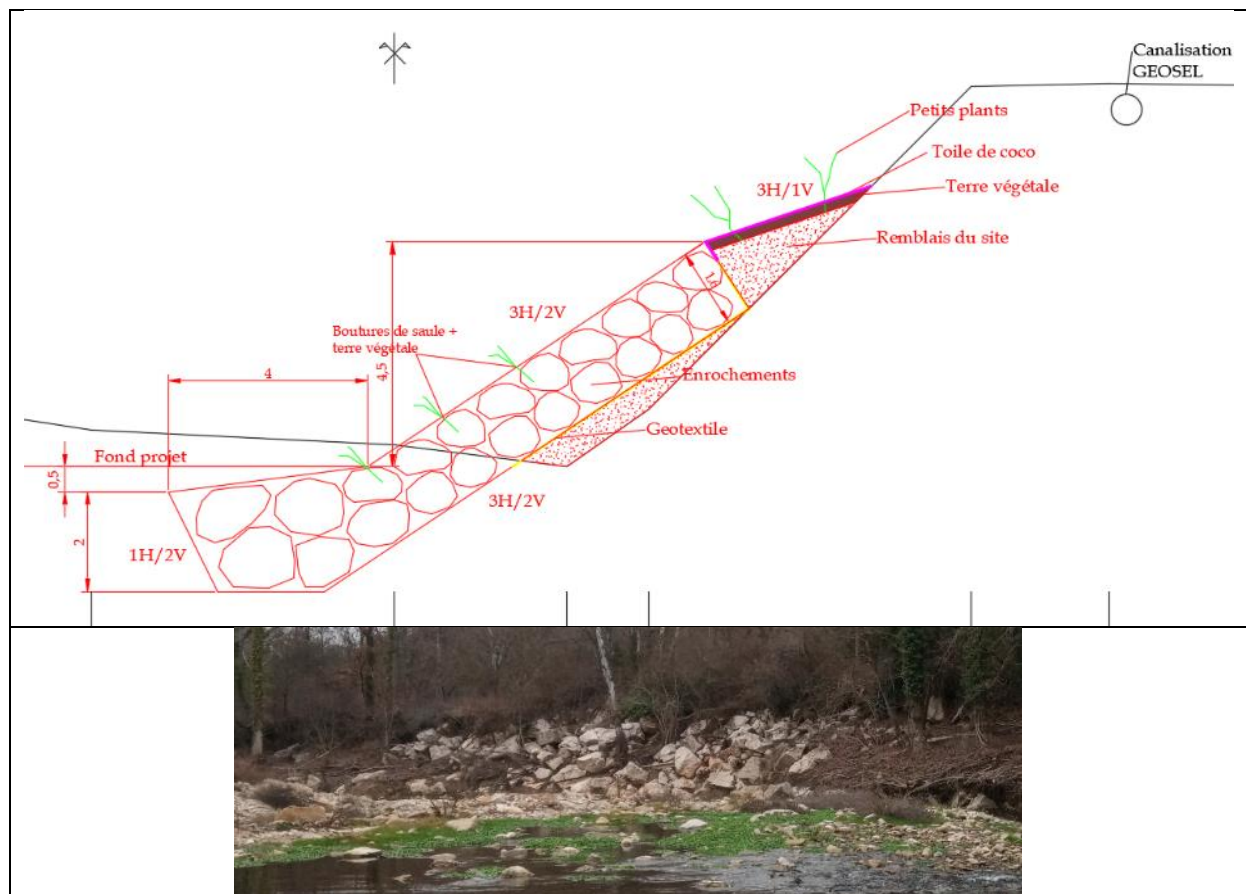


Figure 113 : Coupe type de la protection de berge envisagée (dessus), PT n°85. Etat actuel (dessous).

10.2.2. Secteur 2

Action 4 – Confortement de la berge rive gauche en aval du seuil

Il est prévu la reprise du pied de mur sur 40 m en pied de seuil, à l'aide d'enrochements bétonnés. Le parement en enrochements bétonnés aura une hauteur de l'ordre de 3.5 m, il sera penté à 1H/1V et aura une épaisseur de 1 m. Un sabot en enrochements libres de 4 m de longueur et 2.5 m d'épaisseur sera posé en pied. A ce stade, on considérera le scénario d'évolution du fond n°2 pour le calage du sommet de sabot (Cf 10.1.4).

La coupe type de la protection envisagée est présentée ci-après (**à valider par étude géotechnique**) :

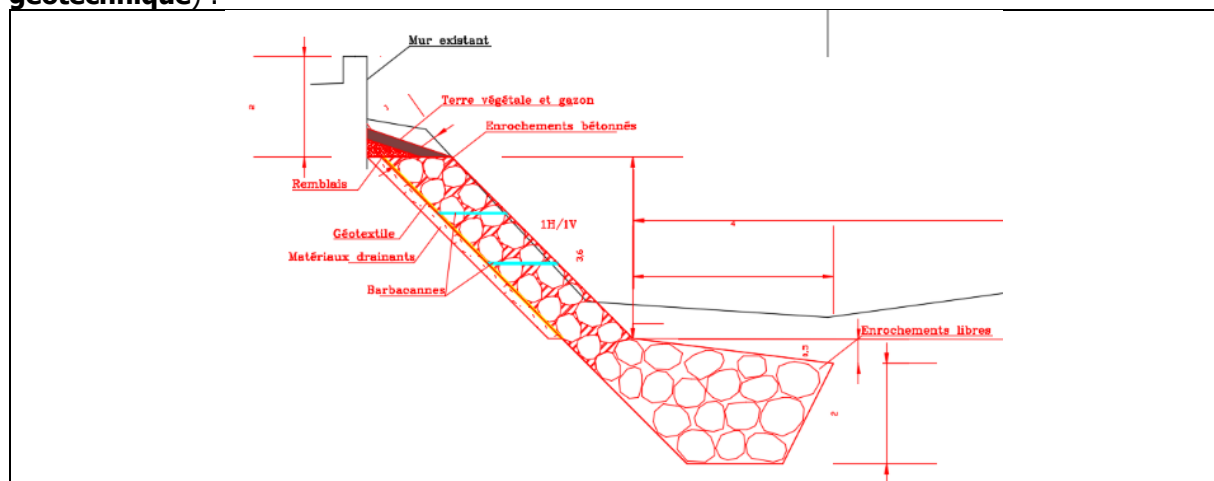




Figure 114 : Coupe type de la protection de berge envisagée (dessus), PT n°16. Etat actuel (dessous).

Il est également prévu un élargissement du cours d'eau en rive droite, sur 110 m en aval du seuil. Le lit sera élargi à 20 m en fond. Le volume de déblais serait de l'ordre de 5 500 m³. A ce stade, le lieu de dépôt des matériaux n'est pas encore défini. Il pourrait être envisagé de les redisperser en berge sur un secteur érodé à l'aval de la confluence Laye Largue.

Afin de stabiliser la berge, celle-ci sera retalutée à 3H/2V et stabilisée en pied par une fascine. Il est prévu la plantation de petits plants de saules, à raison de 1 plant par mètre carré, ainsi que l'implantation de boutures de saules sur la moitié inférieure du talus, à raison de 10 unités par mètre linéaire de berge. Ces plants seront posés dans 20 cm de terre végétale. Afin de limiter l'érosion du talus lors de la phase de pousse de la végétation, une toile de coco sera posée, associée à un grillage pare-bloc et à un ensemencement.

On notera que la présence de castors est avérée sur le secteur, ce qui peut nuire à la bonne tenue de la protection de berge végétalisée.

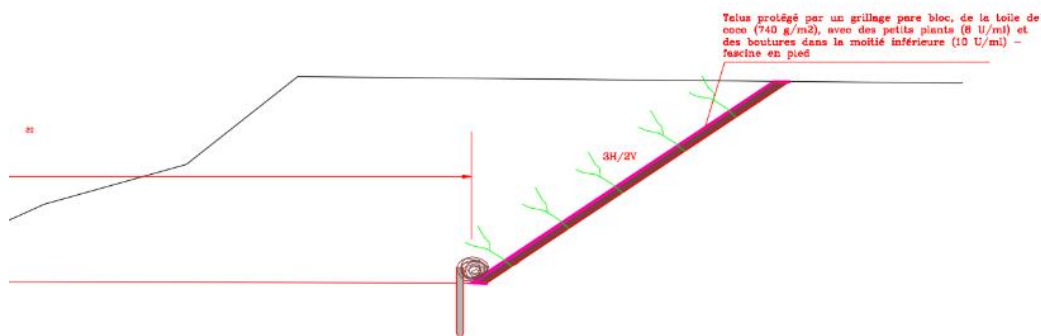


Figure 115 : Coupe type de l'élargissement et de la protection de berge prévue en rive droite.

Action 5 – Elargissement en rive droite dans le secteur érodé et reprise des protections en rive gauche

Il est prévu :

- L'enlèvement de l'atterrissement présent à l'amont du tournant amont, sur une largeur de 20 m.
- L'élargissement du cours d'eau en rive droite sur le secteur étroit et végétalisé entre les deux tournants, sur plus de 200 m. La largeur en fond sera de 20 m. Le volume de déblais serait de l'ordre de 15 000 m³. A ce stade, le lieu de dépôt des matériaux n'est pas encore défini. Il pourrait être envisagé de les redisperser en berge sur un secteur érodé à l'aval de la confluence Laye Largue.

Afin de stabiliser la berge, celle-ci sera retalutée à 3H/2V et stabilisée en pied par une fascine.

Il est prévu la plantation de petits plants de saules, à raison de 1 plant par mètre carré, ainsi

que l'implantation de boutures de saules sur la moitié inférieure du talus, à raison de 10 unités par mètre linéaire de berge. Ces plants seront posés dans 20 cm de terre végétale. Afin de limiter l'érosion du talus lors de la phase de pousse de la végétation, une toile de coco sera posée, associée à un grillage pare-bloc et à un ensemencement. On notera que la présence de castors est avérée sur le secteur, ce qui peut nuire à la bonne tenue de la protection de berge.

- Une reprise des protections de berge existantes en rive gauche à l'aide d'enrochements libres sur un linéaire d'environ 160 m et présentant les caractéristiques suivantes :
 - Sabot de 4 m de longueur et 2.5 m de profondeur. A ce stade, on considérera le scénario d'évolution du fond n°2 pour le calage du sommet de sabot (Cf 10.1.4).
 - Parement de 4 m de hauteur et 1.6 m d'épaisseur, penté à 3H/2V. Le parement sera recouvert en tête de terre végétale et de petits plants (1 plant/ml). Des boutures de saules et de la terre végétale seront incorporées dans les enrochements.
 - En raison de la pente importante du talus (1H/1V) et des enjeux, la protection pourra empiéter dans le lit du cours d'eau de 1 à 2 m. Cet empiètement sera toutefois totalement compensé par l'élargissement en rive droite.



Figure 116 : Coupe type de l'aménagement envisagé (dessus), PT n°25. Etat actuel (dessous).

10.2.3. Secteur 3

Action 6 – Confortement de la rive droite en amont du pont et élargissement

Cette action prévoit le confortement de la rive droite sur 3 secteurs, dont deux présentent déjà des protections.

Secteur érodé n°1 (50 m) :

Sur ce secteur, il est prévu une nouvelle protection mixte, avec :

- Un sabot de 4 m de long et 2.5 m d'épaisseur.
- Un parement en enrochement de 1.5 m de hauteur, penté à 3H/2V et de 0.8 m d'épaisseur. Des boutures de saules seront incorporées au parement, pour augmenter la rugosité et freiner les écoulements.
- Un talus recouvert de terre végétale, d'une toile de coco, d'un grillage pare bloc et végétalisé (3 plants de saules / ml).

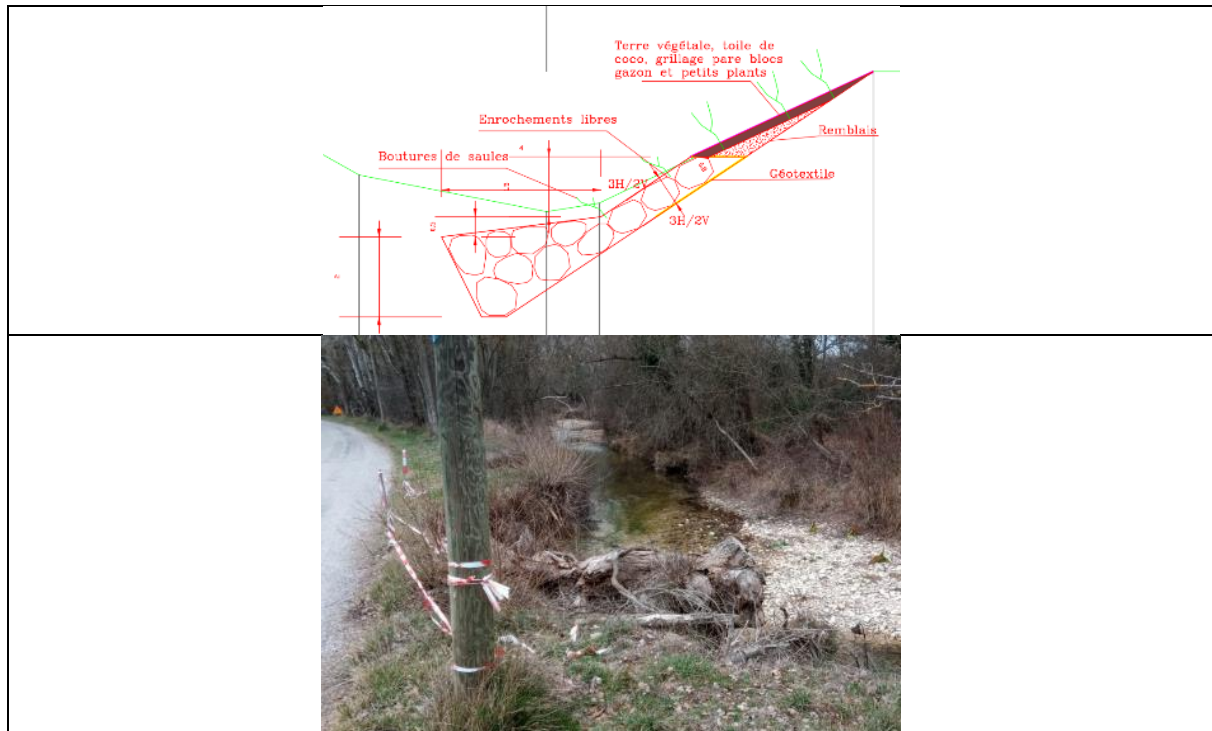


Figure 117 : Coupe type du confortement sur le secteur érodé n°1 (PT n°7). Etat actuel (dessous).

Secteur érodé n°2 (15 m) :

Sur ce secteur, l'érosion se situe à l'aval d'une protection existante en gabions. Il est donc prévu de poursuivre cette protection en gabions. Cette protection sera assise sur une protection en enrochements libres avec un sabot, afin d'anticiper une éventuelle évolution des fonds (Cf 10.1.4). Afin de freiner les écoulements et pour limiter le risque de poursuite de l'érosion à l'aval, des boutures de saules seront posées en pied de gabions.

Le sabot aura une longueur de 4 m et une épaisseur de 2.5 m. Sur la base de ce sabot sera monté un parement en enrochements de 1.5 m de hauteur penté à 3 H/2V. Deux rangées de gabions de 1 m de hauteur seront posés au sommet de ces enrochements. Le haut du talus sera recouvert de terre végétale, d'une toile de coco et engazonné.

La coupe type serait la suivante (à valider par étude géotechnique) :

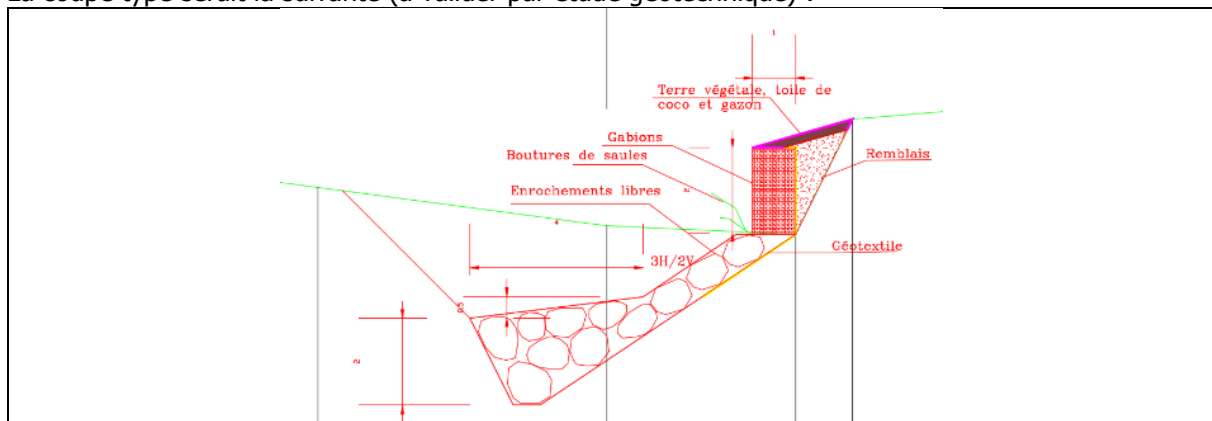




Figure 118 : Coupe type du confortement sur le secteur érodé n°2 (PT n°24). Etat actuel (dessous).

Secteur en amont du pont (70 m) :

Sur ce secteur, les enrochements bétonnés existants, affouillés en pied, seront consolidés avec la pose d'un sabot en enrochements libres. Un peu de béton sera nécessaire à la jonction entre le sabot et le parement existant. Sur 5 m en amont immédiat du pont, les enrochements bétonnés seront entièrement repris. Le sabot aura une longueur de 4 m et une épaisseur de 2.5 m.

On notera la présence probable d'une canalisation AEP sur le secteur.

La coupe type serait la suivante (à valider par étude géotechnique) :

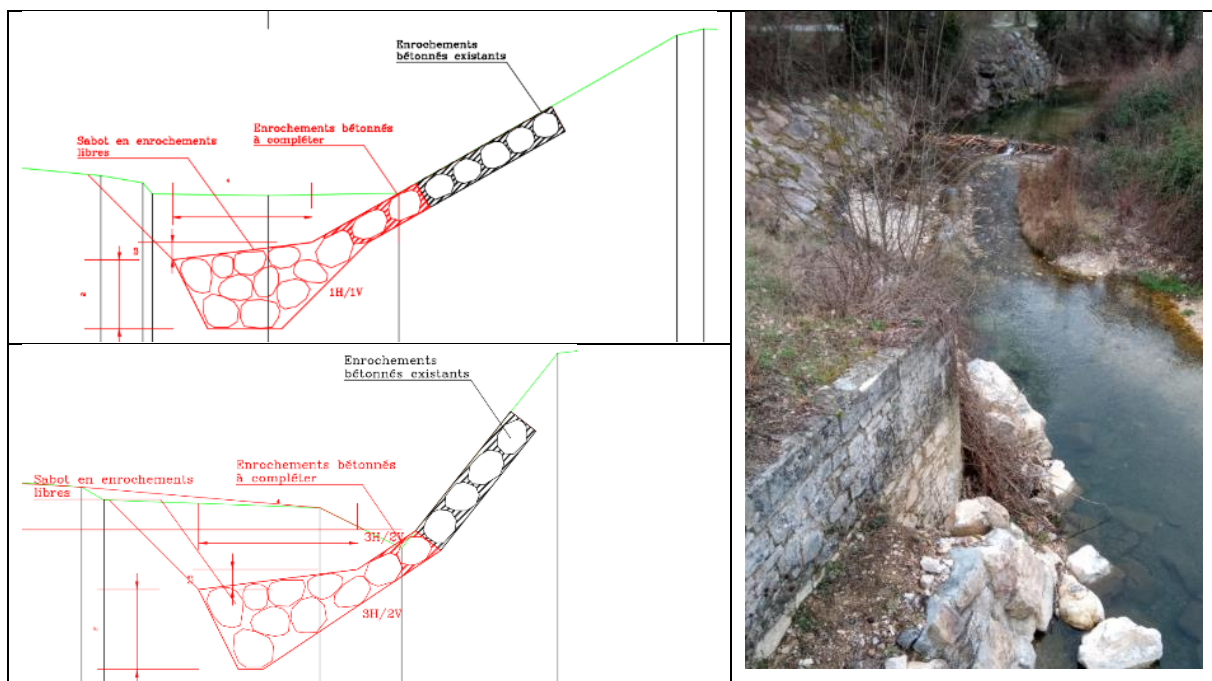


Figure 119 : Coupe type du confortement sur le secteur érodé n°2 (PT n°28-29). Etat actuel (droite).

Il est également prévu l'élargissement en rive gauche à l'amont du pont, sur 150 m, afin de limiter l'érosion de la rive droite et le renvoi des écoulements vers le quartier de l'Androne en rive gauche. Le fond du lit sera calé entre 380.3 m à l'amont et 378.7 au droit du pont. Le volume excavé sera de l'ordre de 11 000 m³. A ce stade, le lieu de dépôt des matériaux n'est pas encore défini. Il pourrait être envisagé de les redéposer en berge sur un secteur érodé à l'aval de la confluence Lave Largue.

La rive gauche sera stabilisée. La berge sera retalutée à 3H/2V et stabilisée en pied par une fascine. Il est prévu la plantation de petits plants de saules, à raison de 1 plant par mètre carré, ainsi que l'implantation de boutures de saules, à raison de 10 unités par mètre linéaire de berge. Ces plants seront

posés dans 20 cm de terre végétale. Afin de limiter l'érosion du talus lors de la phase de pousse de la végétation, une toile de coco sera posée, associée à un grillage pare-bloc et à un ensemencement. On notera que la présence de castors est avérée sur le secteur, ce qui peut nuire à la bonne tenue de la protection de berge.

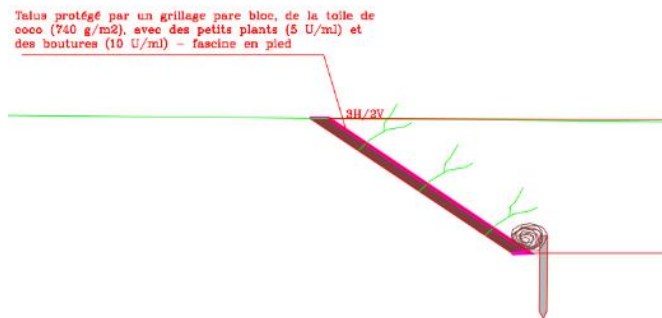


Figure 120 : Coupe type de la protection de berge prévue en rive gauche.

Action 7 – Confortement de la rive gauche à l'aval du pont et élargissement en rive droite

Il est prévu la reprise de la protection existante de la rive gauche en aval du pont sur un linéaire de 80 m. La protection présentera les caractéristiques suivantes :

- Sabot de 4 m de longueur et 2.5 m de profondeur. A ce stade, on considérera l'absence d'effacement du seuil pour le calage du sommet de sabot.
- Parement de 4 m de hauteur et 1.6 m d'épaisseur, penté à 3H/2V. Le parement sera recouvert en tête de terre végétale et de petits plants (1 plant /ml). Des boutures de saules et de la terre végétale seront incorporées dans les enrochements.
- En raison de la pente importante du talus (1H/1V) et des enjeux, la protection pourra empiéter dans le lit du cours d'eau de 1 à 2 m. Cet empiètement sera toutefois totalement compensé par l'élargissement en rive droite.

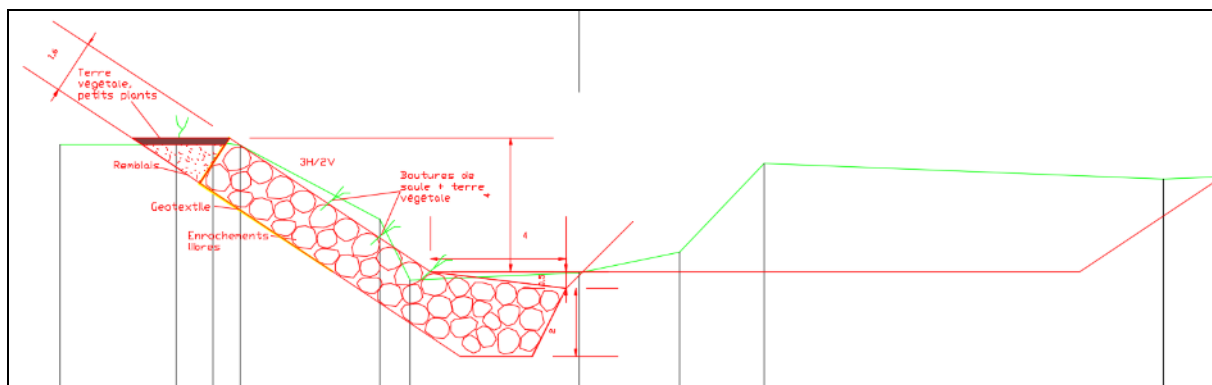




Figure 121 : Coupe type du confortement sur le secteur érodé à l'aval du pont (PT n°34). Etat actuel (dessous).

Il est également prévu l'élargissement en rive droite à l'aval du pont et en amont du seuil, afin de limiter le risque de débordement sur le secteur et pour diminuer la contrainte sur la rive gauche. Le volume de déblais serait d'environ 3500 m³. A ce stade, le lieu de dépôt des matériaux n'est pas encore défini. Il pourrait être envisagé de les redispenser en berge sur un secteur érodé à l'aval de la confluence Laye Largue.

Action 7 bis – Abaissement ou effacement du seuil

Cette action prévoit l'effacement du seuil.

Il sera aussi nécessaire de modifier le calage du pied de l'ouvrage de protection de la rive gauche.

Enfin, la tenue du pont de la RD5 devra être analysée, afin de voir si les piles et la culée sont calées suffisamment profondément. On remarquera toutefois que le fond ne devrait pas trop évoluer au droit du pont, si l'on se réfère au profil en long.

10.2.4. [Secteur 4](#)

Action 8– Rétablissement d'un secteur de divagation historique par l'élargissement du cours d'eau en rive gauche et rive droite à l'amont du coude du chemin des Goudines

Il s'agit de regagner la zone de divagation historique du Largue sur ce secteur.

La limite amont de l'aménagement se situe à l'aval de la traversée de la canalisation GEOSSEL sous le Largue.

Le lit mineur existant sera maintenu comme lit d'étiage. Des risbermes seront créées en rive gauche (et en rive droite dans le coude) afin d'offrir un espace de divagation au cours d'eau. Sur la partie amont, une protection de berge en enrochement est préconisée en raison de la proximité de la route. Plus en aval, des fascines seront positionnées en pied de berge en rive gauche afin de fixer le lit d'étiage du côté où se situent les enjeux (routes, réseaux, habitations). En rive droite, le pied de berge sera simplement reprofilé. Les berges seront reprofilées, couvertes d'un géotextile coco et d'un grillage puis végétalisées et plantées. La terre végétale décapée lors des déblais sera entièrement réutilisée.

La partie amont des aménagements reste en retrait en présence (route, GEOSSEL), mais à l'aval de l'action 8, dans le coude du chemin des Goudines, les réseaux suivants sont impactés : traversée des réseaux EU et AEP en encorbellement, poteau électrique et télécom.

L'emprise des travaux impacte des parcelles privées – des démarches foncières seront à prévoir.

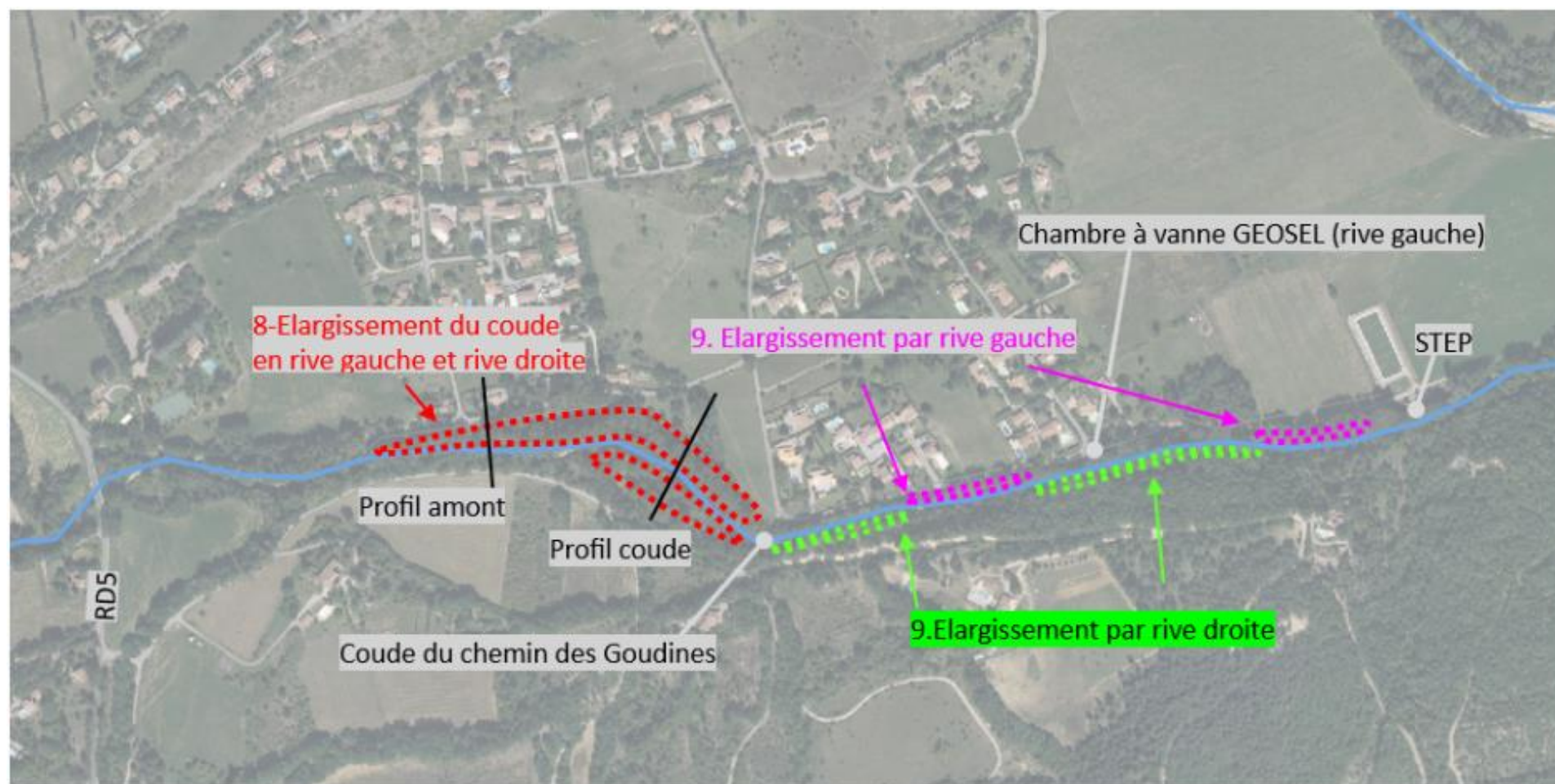


Figure 122 : Secteur 4 : Description des travaux – actions 8 et 9

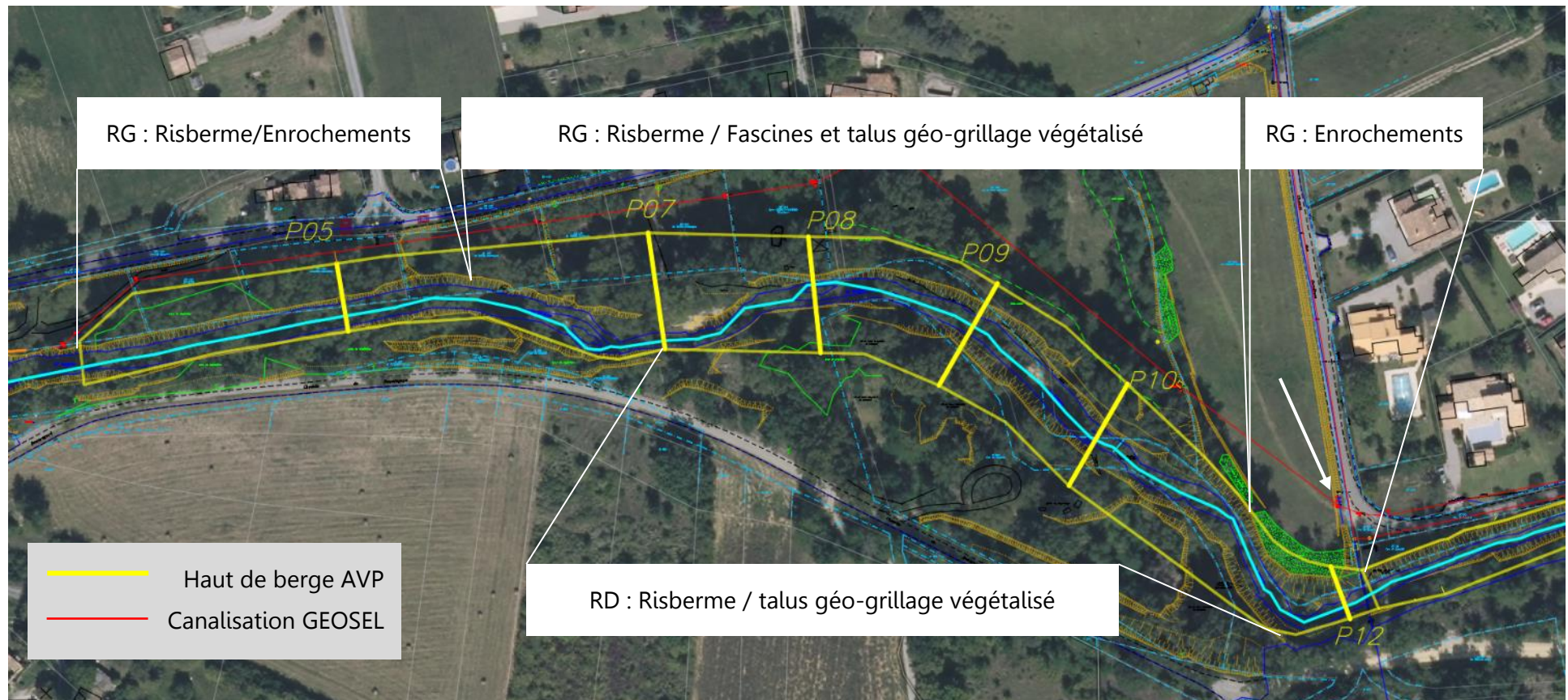


Figure 123 : Secteur 4 , action 8 (amont coude) : localisation des profils en travers-type

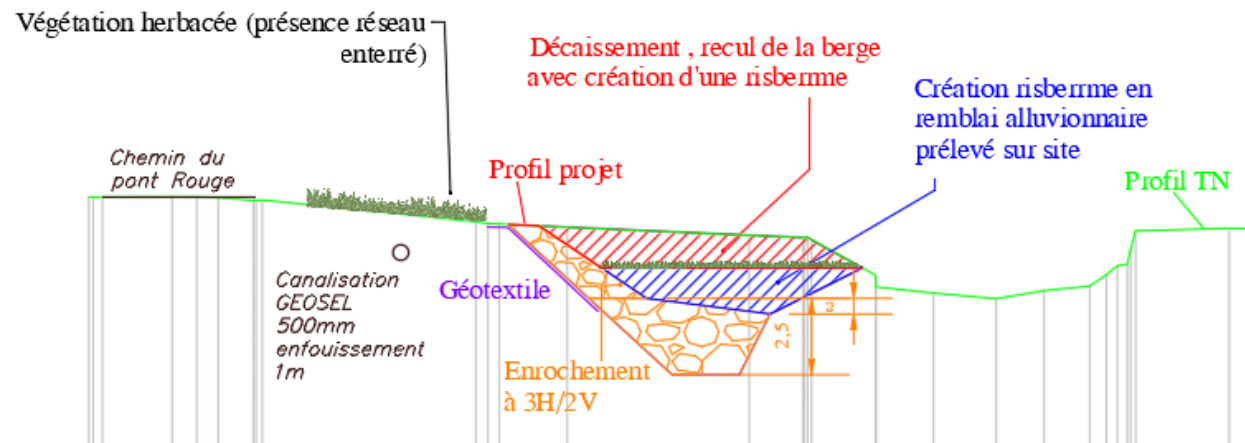
COUPE P05

Figure 124 : Secteur 4 – Action 8, profil type P05 (élargissement par rive gauche)

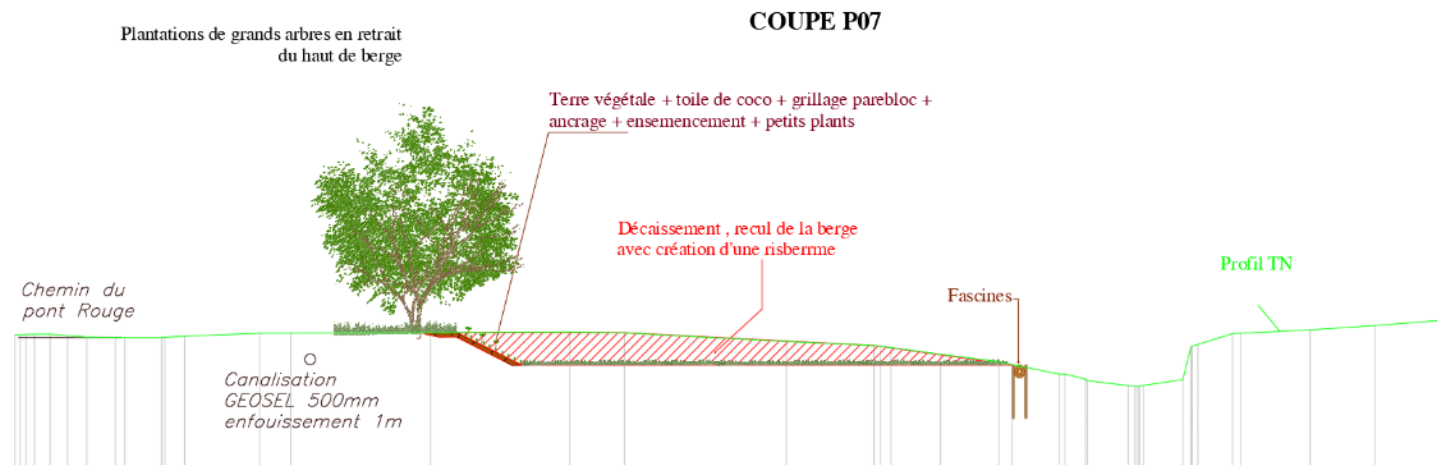


Figure 125 : Secteur 4 – Action 8, profil type P07 (élargissement par rive gauche)

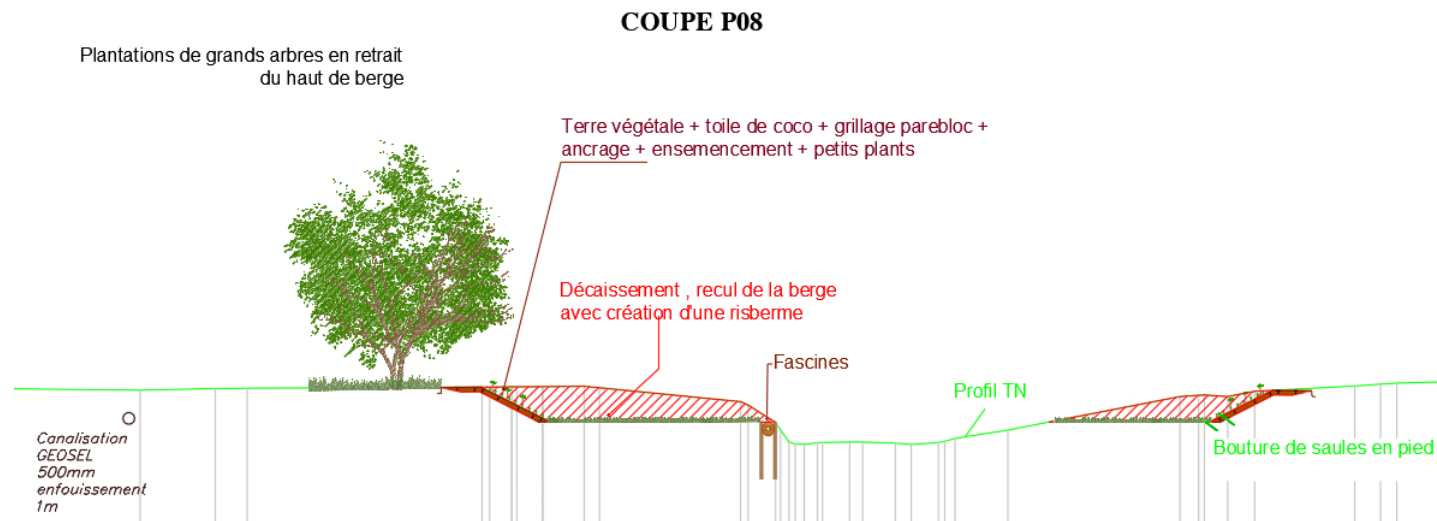


Figure 126 : Secteur 4 – Action 8, profil type P08 (élargissement par rive gauche et par rive droite)

COUPE P09

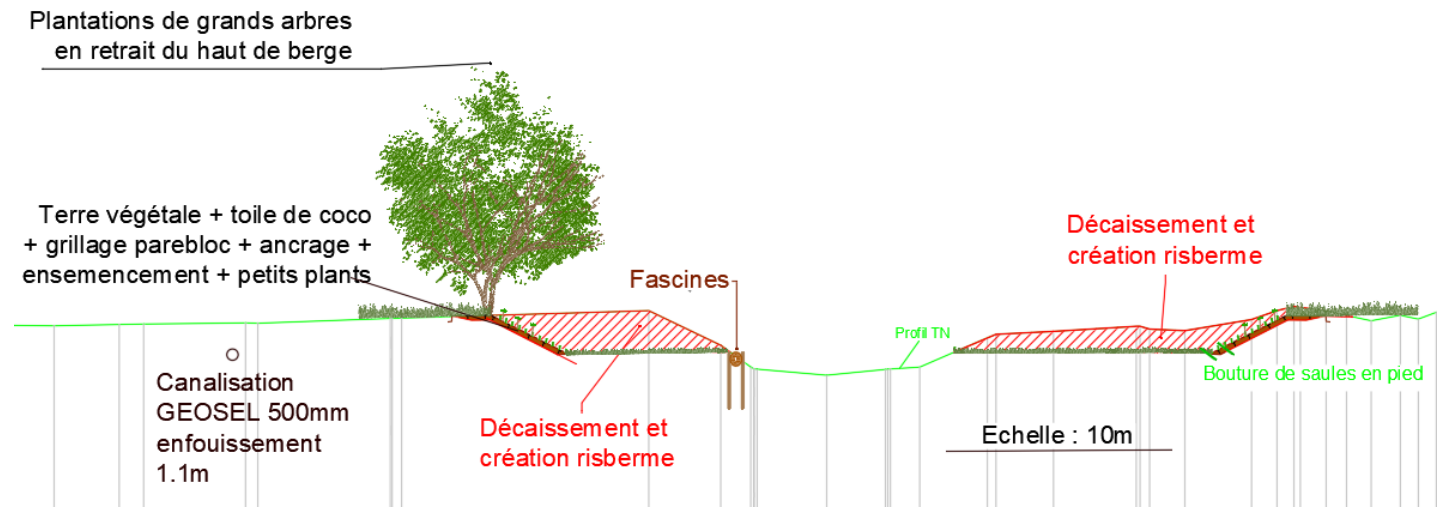


Figure 127 : Secteur 4 – Action 8, profil type P09 (élargissement par rive gauche et par rive droite)

COUPE P10

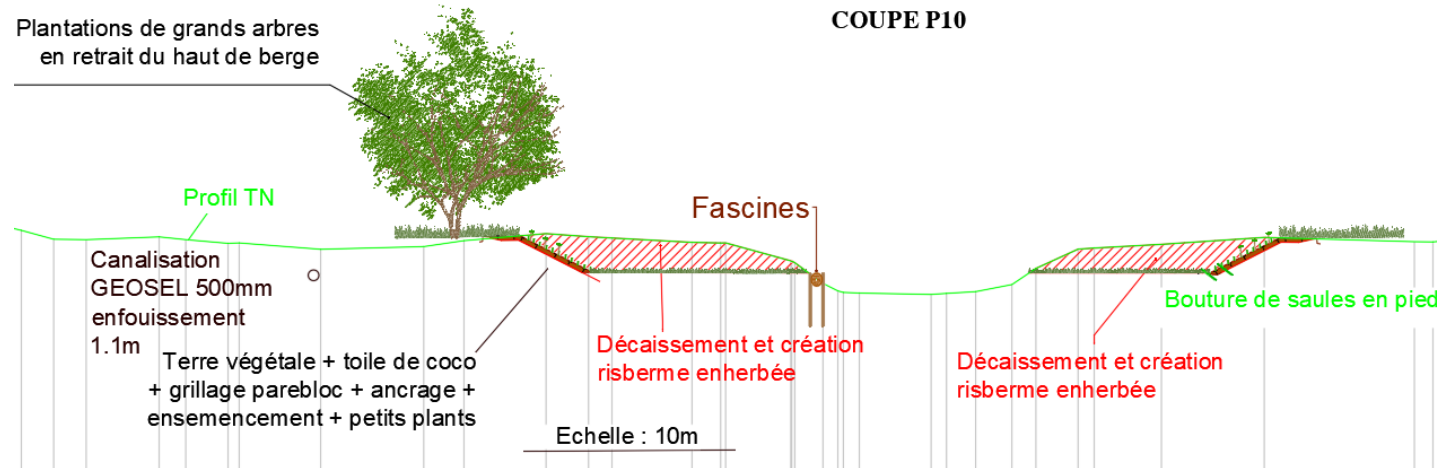


Figure 128 : Secteur 4 – Action 8, profil type P10 (élargissement par rive gauche et par rive droite)

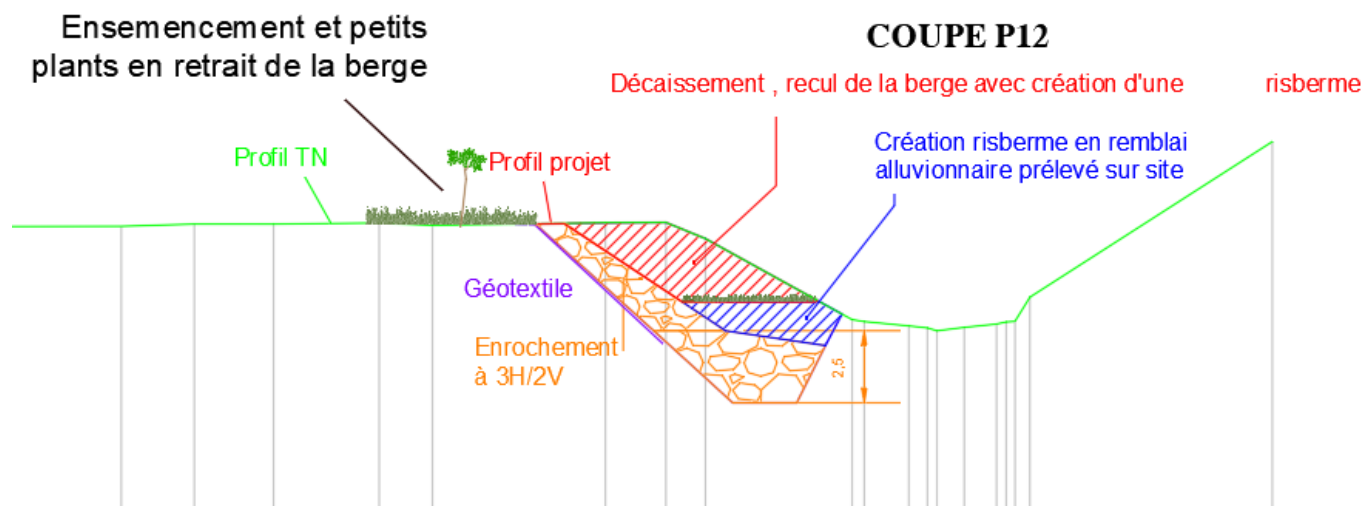


Figure 129 : Figure 127 : Secteur 4 – Action 8, profil type P12 (élargissement par rive gauche)

Action 9 – Elargissement du cours d'eau alternativement en rive droite et en rive gauche le long du Chemin des Goudines

Sur ce secteur, la largeur du lit mineur serait établie à 6m en base avec des pentes à 3H pour 2V. Quand la topographie le permet, l'élargissement sera réalisé par la rive droite, afin de se tenir le plus possible en retrait des enjeux côté rive gauche (route et réseaux). Lorsque l'intervention par rive droite n'est plus possible en raison de la géométrie du talus, l'élargissement sera réalisé en rive gauche. A l'aval, l'aménagement est prolongé jusqu'à 45m à l'amont de la station d'épuration, où le lit actuel du Lague présente déjà une largeur de 6m en base. La terre végétale décapée lors des déblais sera entièrement réutilisée, et complétée par de l'apport de terre végétale.

Cette action prévoit :

- La coupe de la végétation,
- Le recul de la berge pour gagner en section hydraulique
- La mise en place de protections de berge en enrochement côté rive gauche et en talus géo-grillagé et végétalisé côté rive droite
- La mise en place d'une rambarde de sécurité le long de la voirie (à confirmer auprès de la commune)
- Le dévoiement partiel du réseau d'éclairage public le long du chemin des Goudines
- Le dévoiement des réseaux au droit du coude du chemin des Goudines ENEDIS /EU/AEP, y compris la traversée des réseaux en encorbellement au-dessus du Lague.

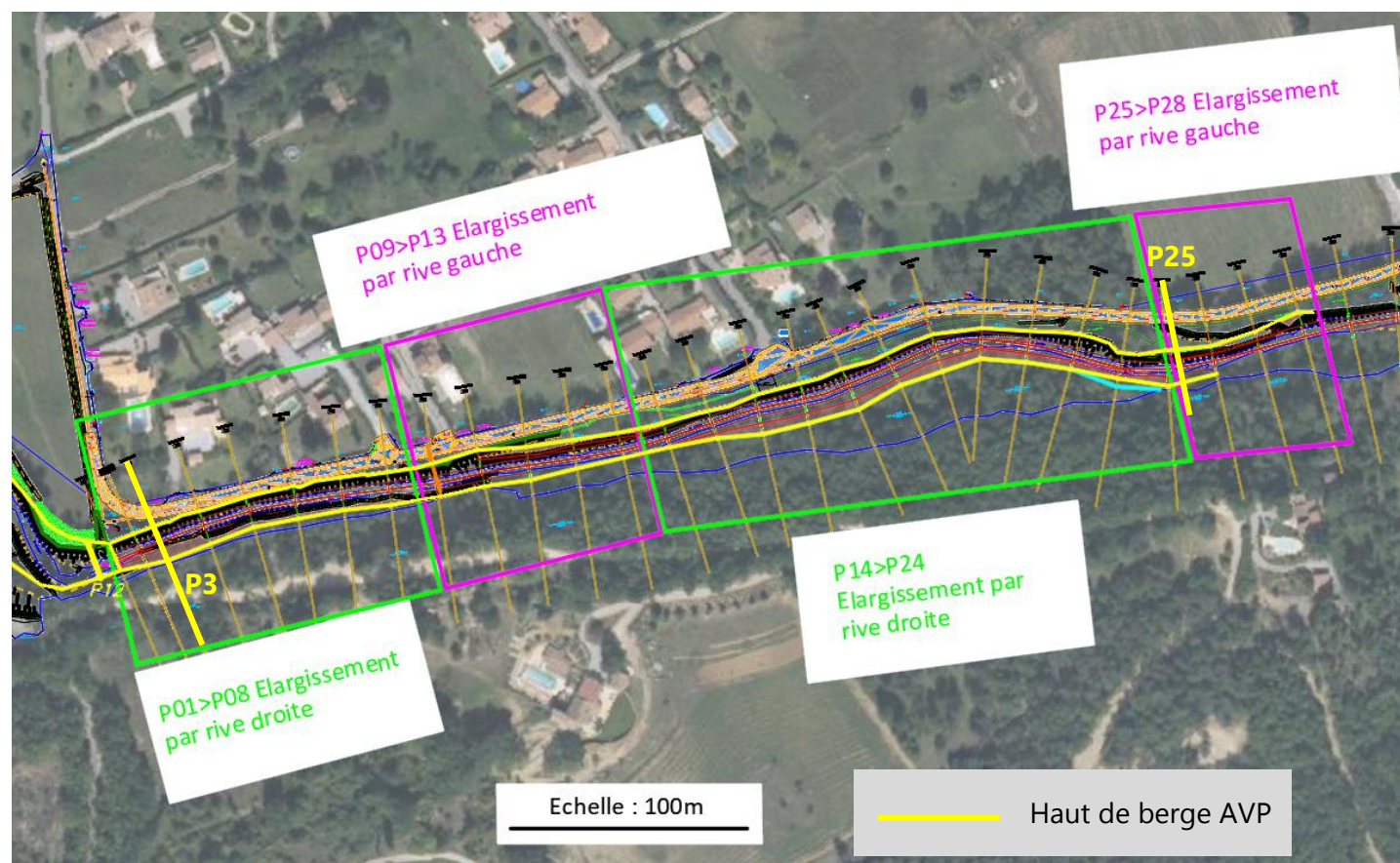


Figure 130 : Secteur 4, action 9 (aval coude) : vue générale

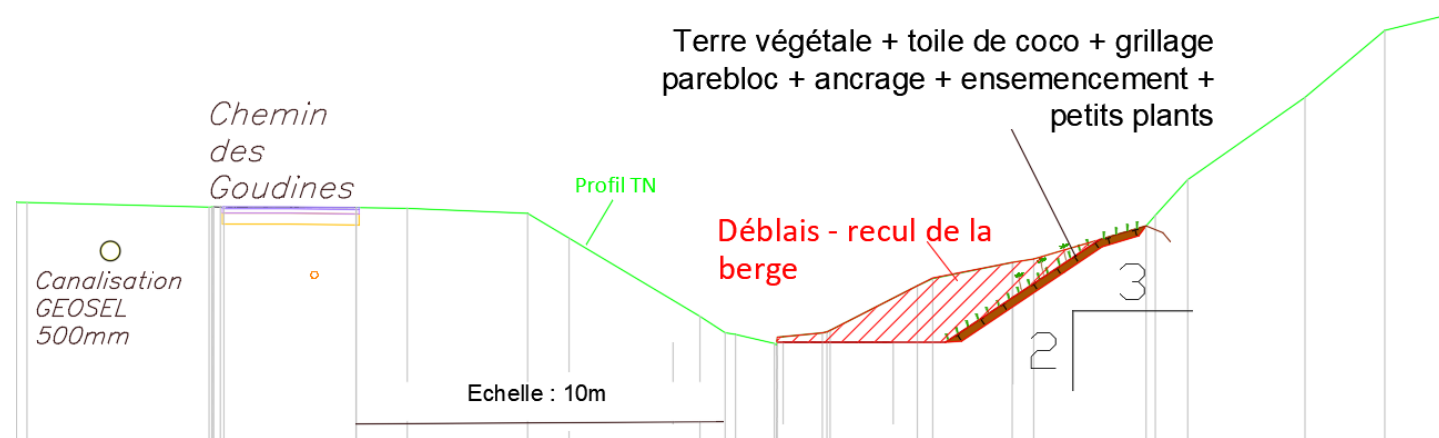


Figure 131 : Secteur 4 – Action 9 , profil type P3 - élargissement par rive droite avec talus géo-grillagé et végétalisé.

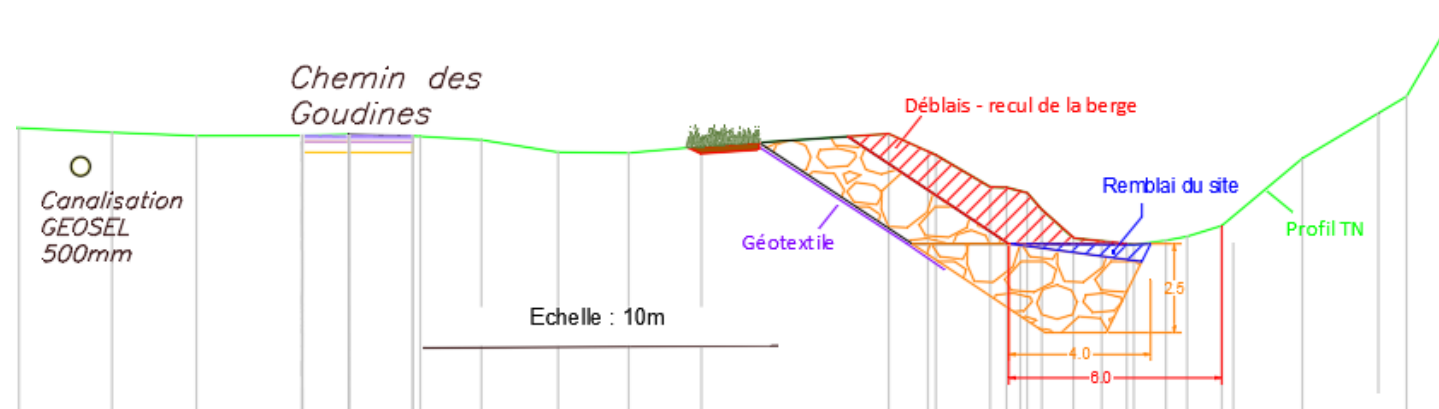


Figure 132 : Secteur 4 – Action 9 , profil type P25 - élargissement par rive gauche avec protection en enrochements)

11. PLANNING ET DEROULEMENT DES TRAVAUX

11.1. LE PLANNING DE TRAVAIL

Le planning reste à définir. On notera toutefois que :

- Le Largue et la Laye jusqu'au barrage sont en 1^{ère} catégorie piscicole, ce qui exclut tout travaux entre le 1^{er} novembre et le 31 mars.
- Le printemps correspond à une période de hautes eaux peu propice aux travaux en rivière. Il s'agit également d'une période globalement peu propice d'un point de vue environnemental (nidifications, pousse des végétaux).

La période d'intervention la plus favorable est comprise aux mois d'août, septembre et octobre.

Il convient également de prendre en compte les délais des procédures réglementaires. On rappelle que suite à la demande de la DDT04, HYDRETTUES a constitué le dossier de demande d'examen au cas par cas relatif à l'ensemble des 4 secteurs en septembre 2023. L'arrêté préfectoral n° AE-F09323P0277 du 07/12/2023 portant décision d'examen au cas par cas en application de l'article R122-3-1 du Code de l'environnement a confirmé que le dossier de demande d'autorisation du projet d'aménagement devra comporter une évaluation environnementale (étude d'impact). Le délai d'instruction d'une procédure d'autorisation environnementale avec évaluation environnementale est en général de 12 mois.

Il existe également une problématique foncière à résoudre, notamment dans le cas des travaux d'élargissement du cours d'eau.

11.2. LE DEROULEMENT DE LA PHASE TRAVAUX

Le déroulement des travaux (accès, zone de stockage, procédure de dérivation des eaux,) sera affiné au stade projet et devra prendre en compte les problématiques de propriétés foncières. Les accès potentiels selon les différents secteurs peuvent toutefois être affichés ci-après.

11.2.1. Secteur 1

Les accès envisageables au secteur 1 se situent :

- A l'aval du seuil EU en rive gauche. Cet accès emprunte une piste existante. On notera toutefois que la berge est relativement haute sur le secteur.
- A l'amont du camping en rive droite, au droit des enrochements. Il s'agit du secteur où la berge est la moins haute. Cet accès est toutefois problématique car il nécessite de traverser le camping.
- A l'aval du pont de la RD13 aval, en rive gauche. Il s'agit de l'accès à privilégier, car permettant l'accès au lit sans aménagements et sans gênes pour les riverains. S'il s'agit du seul accès retenu, la mise en place de plusieurs passages busés sera nécessaire.

La zone d'installation de chantier pourrait être implantée au droit du délaissé routier en amont de l'accès aval.

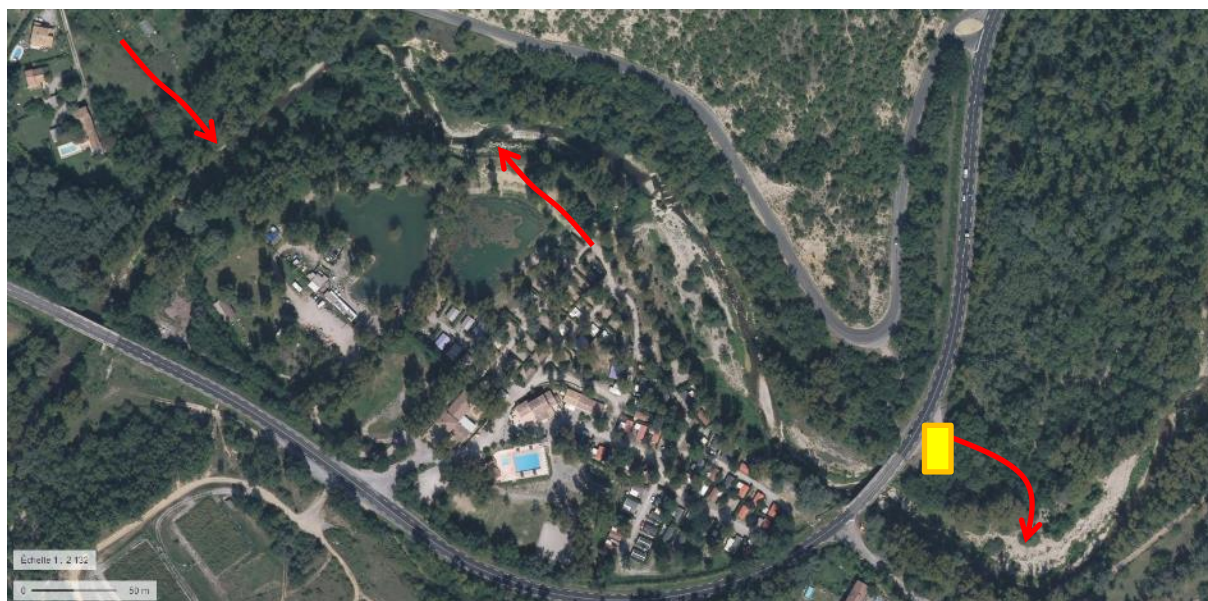


Figure 133 : Accès possibles au secteur 1.

11.2.2. Secteur 2

Les accès envisageables au secteur 2 se situent :

- A l'aval de la RD513, en rive gauche. La berge est toutefois relativement abrupte sur ce secteur.
- Par le bord du champ, en rive droite de la Laye. Il s'agit de l'accès à privilégier.

La zone de stockage de chantier pourrait être installée sur la parcelle en friche en haut de berge rive droite.



Figure 134 : Accès possibles au secteur 2.

11.2.3. Secteur 3

Les accès envisageables au secteur 3 se situent :

- Par le passage à gué existant à l'amont, depuis les deux rives.
- Depuis la rive gauche, à l'aval immédiat du pont, par l'accès existant. Les installations de chantier pourraient être installées sur le secteur.
- Depuis la rive gauche, au droit du seuil.



Figure 135 : Accès possibles au secteur 3.

11.2.4. Secteur 4

Les accès envisageables au secteur 4 se situent :

- Depuis la rive gauche, au droit du seuil situé à l'amont du secteur.
- Depuis la rive gauche, dans le coude
- Depuis la rive droite par le chemin de Beauregard (limitation de tonnage à vérifier)
- Depuis la rive gauche, au droit du secteur aval traité par rive gauche.

La zone de stockage de chantier pourrait être installée à l'extrados du coude en rive droite, sous réserve des dispositions foncières (terrain privé).



Figure 136 : Accès possibles au secteur 4.

11.3. PECHE DE SAUVETAGE

Des pêches de sauvetage seront nécessaires pendant les opérations de dérivation des eaux.

12. MONTANT ESTIMATIF DES TRAVAUX

Le montant estimatif des travaux, par scénario, est établi sur la base des métrés ci-après.

On précise que les prix unitaires figurant dans l'AVP des sites 1, 2 et 3 remis en Septembre 2021 ont été vérifiés et actualisés lorsque ceci était nécessaire.

Secteur 1					
Action 1					
	DESCRIPTIF DES PRIX ET PRIX H.T. EN TOUTES LETTRES	Unité	Quantité	Prix unitaire HT en euros	Prix total HT en euros
FRAIS GENERAUX					
	INSTALLATIONS/REPLIEMENT DE CHANTIER	forfait	1	5,000.00 €	5,000.00 €
	ETUDES D'EXECUTION	forfait	1	2,500.00 €	2,500.00 €
	CREATION DES ACCES (y/C passage buse)	forfait	1	3,000.00 €	3,000.00 €
	DERIVATION PROVISoire DES EAUX	forfait	1	12,000.00 €	12,000.00 €
	PECHE DE SAUVETAGE	forfait	1	1,500.00 €	1,500.00 €
	DISPOSITIF D'ALERTE	forfait	1	500.00 €	500.00 €
	PLUS-VALUE POUR DEGATS SUR LE DISPOSITIF DE DERIVATION	forfait	1	1,000.00 €	1,000.00 €
	PLUS-VALUE POUR DEGATS SUR LE PASSAGE BUSE	forfait	1	500.00 €	500.00 €
	DOSSIER DE RECOLEMENT	forfait	1	1,500.00 €	1,500.00 €
				TOTAL (HT)	27,500.00 €
Rive droite en aval de la protection existante (15 m)					
	TERRASSEMENTS				
	en terrain de toutes natures, déblais	m3	555	5.00 €	2,775.00 €
	en terrain de toutes natures, remblais	m3	554	- €	0.00 €
	TRAITEMENT DE LA VEGETATION - linéaire	ml	15	16.00 €	240.00 €
	MISE EN DECHARGE	m3	2	25.00 €	37.50 €
	ENROCHEMENTS - FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE	m3	324	65.00 €	21,060.00 €
	GEOTEXTILE DE FILTRATION	m2	113	3.00 €	337.50 €
	TOILE DE COCO	m2	83	6.00 €	495.00 €
	TERRE VEGETALE	m3	23	40.00 €	900.00 €
	PAILLAGE BRP	m3	5	60.00 €	270.00 €
	BOUTURES DE SAULES	unité	180	2.00 €	360.00 €
	PETITS PLANTS	unité	30	15.00 €	450.00 €
				TOTAL (HT)	26,925.00 €
Rive droite en amont de la protection existante (15 m)					
	TERRASSEMENTS				
	en terrain de toutes natures, déblais	m3	450	5.00 €	2,250.00 €
	en terrain de toutes natures, remblais sur site	m3	449	2.00 €	897.00 €
	TRAITEMENT DE LA VEGETATION - linéaire	ml	15	16.00 €	240.00 €
	MISE EN DECHARGE	m3	2	25.00 €	37.50 €

ENROCHEMENTS - FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE	m3	324	65.00 €	21,060.00 €
GEOTEXTILE DE FILTRATION	m2	113	3.00 €	337.50 €
TOILE DE COCO	m2	60	6.00 €	360.00 €
TERRE VEGETALE	m3	20	40.00 €	780.00 €
PAILLAGE BRP	m3	4	60.00 €	234.00 €
BOUTURES DE SAULES	unité	180	2.00 €	360.00 €
PETITS PLANTS	unité	30	15.00 €	450.00 €
			TOTAL (HT)	27,006.00 €
<i>Elargissement à l'amont (130 m)</i>				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, déblais	m3	3800	5.00 €	19,000.00 €
TRAITEMENT DE LA VEGETATION - Surface	m2	1750	5.00 €	8,750.00 €
Evacuation et repose des matériaux dans le voisinage	m3	3762	10.00 €	37,620.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	38	25.00 €	950.00 €
			TOTAL (HT)	66,320.00 €
			Somme action 1 (HT)	147,751.00 €
			Somme action 1 (TTC)	177,301.20 €
<i>Rive droite en amont du seuil (55 m)</i>				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, déblais	m3	1650	5.00 €	8,250.00 €
en terrain de toutes natures, remblais sur site	m3	1645	2.00 €	3,289.00 €
TRAITEMENT DE LA VEGETATION - linéaire	ml	55	16.00 €	880.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	6	25.00 €	137.50 €
ENROCHEMENTS - FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE	m3	1188	65.00 €	77,220.00 €
GEOTEXTILE DE FILTRATION	m2	413	3.00 €	1,237.50 €
TOILE DE COCO	m2	220	6.00 €	1,320.00 €
TERRE VEGETALE	m3	72	40.00 €	2,860.00 €
PAILLAGE BRP	m3	14	60.00 €	858.00 €
BOUTURES DE SAULES	unité	660	2.00 €	1,320.00 €
PETITS PLANTS	unité	110	15.00 €	1,650.00 €
			TOTAL (HT)	99,022.00 €
<i>Effacement du radier béton</i>				
TERRASSEMENTS				
Déblais au BRH	m3	400	40.00 €	16,000.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	400	25.00 €	10,000.00 €
			TOTAL (HT)	26,000.00 €

Somme action 1bis (HT)	125,022.00 €
Somme action 1bis (TTC)	150,026.40 €

Somme action 1+1bis (HT)	272,773.00 €
Somme action 1+1bis (TTC)	327,327.60 €

Action 2				
DESCRIPTIF DES PRIX ET PRIX H.T. EN TOUTES LETTRES	Unité	Quantité	Prix unitaire HT en euros	Prix total HT en euros
FRAIS GENERAUX				
INSTALLATIONS/REPLIEMENT DE CHANTIER	forfait	1	5,000.00 €	5,000.00 €
ETUDES D'EXECUTION	forfait	1	2,500.00 €	2,500.00 €
CREATION DES ACCES (y/C passage buse)	forfait	1	3,000.00 €	3,000.00 €
DERIVATION PROVISOIRE DES EAUX	forfait	2	5,000.00 €	10,000.00 €
PECHE DE SAUVETAGE	forfait	2	1,500.00 €	3,000.00 €
DISPOSITIF D'ALERTE	forfait	1	500.00 €	500.00 €
PLUS-VALUE POUR DEGATS SUR LE DISPOSITIF DE DERIVATION	forfait	1	1,000.00 €	1,000.00 €
PLUS-VALUE POUR DEGATS SUR LE PASSAGE BUSE	forfait	1	500.00 €	500.00 €
DOSSIER DE RECOLEMENT	forfait	1	1,500.00 €	1,500.00 €
			TOTAL (HT)	27,000.00 €
Rive droite en amont immédiat du pont (15 m)				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, déblais	m3	375	5.00 €	1,875.00 €
en terrain de toutes natures, remblais sur site	m3	374	2.00 €	747.00 €
TRAITEMENT DE LA VEGETATION - linéaire	ml	15	16.00 €	240.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	2	25.00 €	37.50 €
ENROCHEMENTS - FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE	m3	195	65.00 €	12,675.00 €
ENROCHEMENTS DEPOSE ET REMISE EN PLACE	m3	60	20.00 €	1,200.00 €
Beton de liaisonnement	m3	42	250.00 €	10,500.00 €
MATERIAUX 50/150	m3	75	50.00 €	3,750.00 €
Barbacannes	ml	42	15.00 €	630.00 €
GEOTEXTILE DE FILTRATION	m2	75	3.00 €	225.00 €
TERRE VEGETALE	m3	18	40.00 €	720.00 €
PAILLAGE BRP	m3	4	60.00 €	216.00 €
PETITS PLANTS	unité	60	15.00 €	900.00 €

			TOTAL (HT)	33,715.50 €
Rive droite en amont de la protection existante (15 m)				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, déblais	m3	255	5.00 €	1,275.00 €
en terrain de toutes natures, remblais sur site	m3	254	2.00 €	507.00 €
TRAITEMENT DE LA VEGETATION - linéaire	ml	15	16.00 €	240.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	2	25.00 €	37.50 €
ENROCHEMENTS - FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE	m3	195	65.00 €	12,675.00 €
Beton de liaisonnement	m3	42	250.00 €	10,500.00 €
MATERIAUX 50/150	m3	38	50.00 €	1,875.00 €
Barbacannes	ml	42	15.00 €	630.00 €
GEOTEXTILE DE FILTRATION	m2	75	3.00 €	225.00 €
TERRE VEGETALE	m3	8	40.00 €	300.00 €
PAILLAGE BRP	m3	2	60.00 €	90.00 €
PETITS PLANTS	unité	30	15.00 €	450.00 €
			TOTAL (HT)	28,804.50 €
Elargissement en rive gauche (80 m)				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, déblais	m3	2000	5.00 €	10,000.00 €
TRAITEMENT DE LA VEGETATION - surface	m2	700	5.00 €	3,500.00 €
Evacuation et repose des matériaux dans le voisinage	m3	1980	10.00 €	19,800.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	20	25.00 €	500.00 €
			TOTAL (HT)	33,800.00 €
		Somme action 2 (HT)		123,320.00 €
		Somme action 2 (TTC)		147,984.00 €
Action 3				
DESCRIPTIF DES PRIX ET PRIX H.T. EN TOUTES LETTRES	Unité	Quantité	Prix unitaire HT en euros	Prix total HT en euros
FRAIS GENERAUX				
INSTALLATIONS/REPLIEMENT DE CHANTIER	forfait	1	5,000.00 €	5,000.00 €
ETUDES D'EXECUTION	forfait	1	2,500.00 €	2,500.00 €
CREATION DES ACCES (y/C passage buse)	forfait	1	2,000.00 €	2,000.00 €
DERIVATION PROVISOIRE DES EAUX	forfait	1	5,000.00 €	5,000.00 €
PECHE DE SAUVETAGE	forfait	1	1,500.00 €	1,500.00 €
DISPOSITIF D'ALERTE	forfait	1	500.00 €	500.00 €

PLUS-VALUE POUR DEGATS SUR LE DISPOSITIF DE DERIVATION	forfait	1	1,000.00 €	1,000.00 €
PLUS-VALUE POUR DEGATS SUR LE PASSAGE BUSE	forfait	1	500.00 €	500.00 €
DOSSIER DE RECOLEMENT	forfait	1	1,500.00 €	1,500.00 €
			TOTAL (HT)	19,500.00 €
<i>Rive droite (50 m)</i>				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, déblais	m3	1000	5.00 €	5,000.00 €
en terrain de toutes natures, remblais sur site	m3	995	2.00 €	1,990.00 €
TRAITEMENT DE LA VEGETATION - linéaire	ml	50	16.00 €	800.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	5	25.00 €	125.00 €
ENROCHEMENTS - FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE	m3	980	65.00 €	63,700.00 €
ENROCHEMENTS DEPOSE ET REMISE EN PLACE	m3	100	20.00 €	2,000.00 €
GEOTEXTILE DE FILTRATION	m2	375	3.00 €	1,125.00 €
TOILE DE COCO	m2	200	6.00 €	1,200.00 €
TERRE VEGETALE	m3	65	40.00 €	2,600.00 €
PAILLAGE BRF	m3	13	60.00 €	780.00 €
BOUTURES DE SAULES	unité	600	2.00 €	1,200.00 €
PETITS PLANTS	unité	100	15.00 €	1,500.00 €
			TOTAL (HT)	82,020.00 €
Somme action 3 (HT)				101,520.00 €
Somme action 3 (TTC)				121,824.00 €

Somme Secteur 1 (HT)	497,613.00 €
Somme Secteur 1 (TTC)	597,135.60 €

Secteur 2				
Action 4				
DESCRIPTIF DES PRIX ET PRIX H.T. EN TOUTES LETTRES	Unité	Quantité	Prix unitaire HT en euros	Prix total HT en euros
FRAIS GENERAUX				
INSTALLATIONS/REPLIEMENT DE CHANTIER	forfait	1	5,000.00 €	5,000.00 €
ETUDES D'EXECUTION	forfait	1	2,500.00 €	2,500.00 €
CREATION DES ACCES (y/C passage buse)	forfait	1	3,000.00 €	3,000.00 €
DERIVATION PROVISoire DES EAUX	forfait	2	5,000.00 €	10,000.00 €
PECHE DE SAUVETAGE	forfait	2	1,500.00 €	3,000.00 €
DISPOSITIF D'ALERTE	forfait	1	500.00 €	500.00 €
PLUS-VALUE POUR DEGATS SUR LE DISPOSITIF DE DERIVATION	forfait	1	1,000.00 €	1,000.00 €
PLUS-VALUE POUR DEGATS SUR LE PASSAGE BUSE	forfait	1	500.00 €	500.00 €
DOSSIER DE RECOLEMENT	forfait	1	1,500.00 €	1,500.00 €
			TOTAL (HT)	27,000.00 €
Rive gauche en aval du seuil (40 m)				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, déblais	m3	880	5.00 €	4,400.00 €
en terrain de toutes natures, remblais sur site	m3	876	2.00 €	1,752.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	4	25.00 €	100.00 €
ENROCHEMENTS - FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE	m3	464	65.00 €	30,160.00 €
ENROCHEMENTS DEPOSE ET REMISE EN PLACE	m3	80	20.00 €	1,600.00 €
Beton de liaisonnement	m3	96	250.00 €	24,000.00 €
MATERIAUX 50/150	m3	44	50.00 €	2,200.00 €
Barbacannes	ml	120	15.00 €	1,800.00 €
GEOTEXTILE DE FILTRATION	m2	220	3.00 €	660.00 €
TERRE VEGETALE	m3	12	40.00 €	480.00 €
PAILLAGE BRP	m3	2	60.00 €	144.00 €
ENSEMENCEMENT	m2	72	2.00 €	144.00 €
			TOTAL (HT)	67,440.00 €
Rive droite en aval du seuil (110 m)				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, déblais	m3	5500	5.00 €	27,500.00 €
TRAITEMENT DE LA VEGETATION - linéaire	ml	110	16.00 €	1,760.00 €

Evacuation et repose des matériaux dans le voisinage	m3	5445	10.00 €	54,450.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	55	25.00 €	1,375.00 €
BOUTURES DE SAULES	unité	1100	2.00 €	2,200.00 €
PETITS PLANTS de SAULES	unité	880	15.00 €	13,200.00 €
FASCINE en PIED	ml	110	150.00 €	16,500.00 €
TOILE DE COCO	ml	990	6.00 €	5,940.00 €
GRILLAGE PARE BLOC	ml	110	10.00 €	1,100.00 €
TERRE VEGETALE	m3	176	40.00 €	7,040.00 €
ENSEMENCEMENT	m2	880	2.00 €	1,760.00 €
			TOTAL (HT)	132,825.00 €
			Somme action 4 (HT)	227,265.00 €
			Somme action 4 (TTC)	272,718.00 €
Action 5				
DESCRIPTIF DES PRIX ET PRIX H.T. EN TOUTES LETTRES	Unité	Quantité	Prix unitaire HT en euros	Prix total HT en euros
FRAIS GENERAUX				
INSTALLATIONS/REPLIEMENT DE CHANTIER	forfait	1	5,000.00 €	5,000.00 €
ETUDES D'EXECUTION	forfait	1	2,500.00 €	2,500.00 €
CREATION DES ACCES (y/c passage buse)	forfait	1	3,000.00 €	3,000.00 €
DERIVATION PROVISoire DES EAUX	forfait	2	7,000.00 €	14,000.00 €
PECHE DE SAUVETAGE	forfait	2	1,500.00 €	3,000.00 €
DISPOSITIF D'ALERTE	forfait	1	500.00 €	500.00 €
PLUS-VALUE POUR DEGATS SUR LE DISPOSITIF DE DERIVATION	forfait	1	1,000.00 €	1,000.00 €
PLUS-VALUE POUR DEGATS SUR LE PASSAGE BUSE	forfait	1	500.00 €	500.00 €
DOSSIER DE RECOLEMENT	forfait	1	1,500.00 €	1,500.00 €
			TOTAL (HT)	31,000.00 €
Rive gauche (160 m)				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, déblais	m3	4000	5.00 €	20,000.00 €
en terrain de toutes natures, remblais sur site	m3	3984	2.00 €	7,968.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	16	25.00 €	400.00 €
ENROCHEMENTS - FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE	m3	2400	65.00 €	156,000.00 €
ENROCHEMENTS DEPOSE ET REMISE EN PLACE	m3	800	20.00 €	16,000.00 €

TRAITEMENT DE LA VEGETATION - linéaire	ml	160	16.00 €	2,560.00 €
GEOTEXTILE DE FILTRATION	m2	1040	3.00 €	3,120.00 €
TERRE VEGETALE	m3	80	40.00 €	3,200.00 €
PAILLAGE BRP	m3	16	60.00 €	960.00 €
BOUTURES DE SAULES	unité	1920	2.00 €	3,840.00 €
PETITS PLANTS	unité	160	15.00 €	2,400.00 €
			TOTAL (HT)	216,448.00 €
<i>Rive droite (220 m) + atterrissement</i>				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, déblais	m3	15200	5.00 €	76,000.00 €
TRAITEMENT DE LA VEGETATION - Surface	m2	4000	5.00 €	20,000.00 €
Evacuation et repose des matériaux dans le voisinage	m3	15048	10.00 €	150,480.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	152	25.00 €	3,800.00 €
BOUTURES DE SAULES	unité	2200	2.00 €	4,400.00 €
PETITS PLANTS de SAULES	unité	1760	15.00 €	26,400.00 €
FASCINE en PIED	ml	220	150.00 €	33,000.00 €
TOILE DE COCO	ml	1980	6.00 €	11,880.00 €
GRILLAGE PARE BLOC	ml	1980	10.00 €	19,800.00 €
TERRE VEGETALE	m3	330	40.00 €	13,200.00 €
ENSEMENCEMENT	m2	1760	2.00 €	3,520.00 €
			TOTAL (HT)	362,480.00 €
Somme action 5 (HT)				609,928.00 €
Somme action 5 (TTC)				731,913.60 €

Somme Secteur 2 (HT)	837,193.00 €
Somme Secteur 2 (TTC)	1,004,631.60 €

Secteur 3				
Action 6				
DESCRIPTIF DES PRIX ET PRIX H.T. EN TOUTES LETTRES	Unité	Quantité	Prix unitaire HT en euros	Prix total HT en euros
FRAIS GENERAUX				
INSTALLATIONS/REPLIEMENT DE CHANTIER	forfait	1	5,000.00 €	5,000.00 €
ETUDES D'EXECUTION	forfait	1	3,000.00 €	3,000.00 €
CREATION DES ACCES (y/C passage buse)	forfait	3	3,000.00 €	9,000.00 €
DERIVATION PROVISOIRE DES EAUX	forfait	4	3,000.00 €	12,000.00 €
PECHE DE SAUVETAGE	forfait	2	1,500.00 €	3,000.00 €
DISPOSITIF D'ALERTE	forfait	1	500.00 €	500.00 €
PLUS-VALUE POUR DEGATS SUR LE DISPOSITIF DE DERIVATION	forfait	1	1,000.00 €	1,000.00 €
PLUS-VALUE POUR DEGATS SUR LE PASSAGE BUSE	forfait	1	500.00 €	500.00 €
DOSSIER DE RECOLEMENT	forfait	1	2,000.00 €	2,000.00 €
			TOTAL (HT)	36,000.00 €
Rive droite en amont du pont (65 m)				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, déblais	m3	1400	5.00 €	7,000.00 €
en terrain de toutes natures, remblais sur site	m3	1393	2.00 €	2,786.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	7	25.00 €	175.00 €
ENROCHEMENTS - FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE	m3	770	65.00 €	50,050.00 €
ENROCHEMENTS DEPOSE ET REMISE EN PLACE	m3	35	20.00 €	700.00 €
Beton de liaisonnement	m3	56	250.00 €	14,000.00 €
Barbacannes	ml	15	15.00 €	225.00 €
GEOTEXTILE DE FILTRATION	m2	25	3.00 €	75.00 €
			TOTAL (HT)	75,011.00 €
Rive droite au niveau de la zone d'érosion n°2 (15 m)				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, déblais	m3	375	5.00 €	1,875.00 €
en terrain de toutes natures, remblais sur site	m3	374	2.00 €	747.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	2	25.00 €	37.50 €
ENROCHEMENTS - FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE	m3	131	65.00 €	8,482.50 €
TRAITEMENT DE LA VEGETATION - linéaire	ml	15	16.00 €	240.00 €
BOUTURES DE SAULES	unité	60	2.00 €	120.00 €

GABIONS - FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE	m3	30	300.00 €	9,000.00 €
GEOTEXTILE DE FILTRATION	m2	75	3.00 €	225.00 €
TOILE DE COCO	ml	53	6.00 €	315.00 €
TERRE VEGETALE	m3	9	40.00 €	360.00 €
ENSEMENCEMENT	m2	38	2.00 €	75.00 €
			TOTAL (HT)	21,477.00 €
<i>Rive droite au niveau de la zone d'érosion n°1 (50 m)</i>				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, déblais	m3	1000	5.00 €	5,000.00 €
en terrain de toutes natures, remblais sur site	m3	995	2.00 €	1,990.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	5	25.00 €	125.00 €
ENROCHEMENTS - FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE	m3	450	65.00 €	29,250.00 €
BOUTURES DE SAULES	unité	300	2.00 €	600.00 €
TRAITEMENT DE LA VEGETATION - linéaire	ml	50	16.00 €	800.00 €
GEOTEXTILE DE FILTRATION	m2	200	3.00 €	600.00 €
TOILE DE COCO	ml	325	6.00 €	1,950.00 €
TERRE VEGETALE	m3	60	40.00 €	2,400.00 €
PETITS PLANTS de SAULES	unité	150	15.00 €	2,250.00 €
ENSEMENCEMENT	m2	250	2.00 €	500.00 €
			TOTAL (HT)	45,465.00 €
<i>Elargissement en rive gauche</i>				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, déblais	m3	10800	5.00 €	54,000.00 €
TRAITEMENT DE LA VEGETATION - surface	m2	4000	5.00 €	20,000.00 €
Evacuation et repose des matériaux dans le voisinage	m3	10692	10.00 €	106,920.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	108	25.00 €	2,700.00 €
BOUTURES DE SAULES	unité	1500	2.00 €	3,000.00 €
PETITS PLANTS de SAULES	unité	750	15.00 €	11,250.00 €
FASCINE en PIED	ml	150	150.00 €	22,500.00 €
TOILE DE COCO	ml	900	6.00 €	5,400.00 €
GRILLAGE PARE BLOC	ml	900	10.00 €	9,000.00 €
TERRE VEGETALE	m3	150	40.00 €	6,000.00 €
ENSEMENCEMENT	m2	750	2.00 €	1,500.00 €
			TOTAL (HT)	242,270.00 €
			Somme action 6 (HT)	420,223.00 €

Somme action 6 (TTC)

504,267.60 €

Action 7				
DESCRIPTIF DES PRIX ET PRIX H.T. EN TOUTES LETTRES	Unité	Quantité	Prix unitaire HT en euros	Prix total HT en euros
FRAIS GENERAUX				
INSTALLATIONS/REPLIEMENT DE CHANTIER	forfait	1	5,000.00 €	5,000.00 €
ETUDES D'EXECUTION	forfait	1	3,000.00 €	3,000.00 €
CREATION DES ACCES (y/C passage buse)	forfait	1	3,000.00 €	3,000.00 €
DERIVATION PROVISoire DES EAUX	forfait	2	5,000.00 €	10,000.00 €
PECHE DE SAUVETAGE	forfait	2	1,500.00 €	3,000.00 €
DISPOSITIF D'ALERTE	forfait	1	500.00 €	500.00 €
PLUS-VALUE POUR DEGATS SUR LE DISPOSITIF DE DERIVATION	forfait	1	2,000.00 €	2,000.00 €
PLUS-VALUE POUR DEGATS SUR LE PASSAGE BUSE	forfait	1	500.00 €	500.00 €
DOSSIER DE RECOLEMENT	forfait	1	2,000.00 €	2,000.00 €
			TOTAL (HT)	29,000.00 €
Rive gauche en amont du seuil (80 m)				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, déblais	m3	2400	5.00 €	12,000.00 €
en terrain de toutes natures, remblais sur site	m3	2392	2.00 €	4,784.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	8	25.00 €	200.00 €
ENROCHEMENTS - FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE	m3	1200	65.00 €	78,000.00 €
ENROCHEMENTS DEPOSE ET REMISE EN PLACE	m3	400	20.00 €	8,000.00 €
TRAITEMENT DE LA VEGETATION - linéaire	ml	80	16.00 €	1,280.00 €
GEOTEXTILE DE FILTRATION	m2	560	3.00 €	1,680.00 €
BOUTURES DE SAULES	unité	960	2.00 €	1,920.00 €
PETITS PLANTS	unité	80	15.00 €	1,200.00 €
TERRE VEGETALE	m3	88	40.00 €	3,520.00 €
ENSEMENCEMENT	m2	240	2.00 €	480.00 €
			TOTAL (HT)	113,064.00 €
Elargissement en rive droite (110 m)				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, déblais	m3	3500	5.00 €	17,500.00 €
TRAITEMENT DE LA VEGETATION - surface	m2	1100	5.00 €	5,500.00 €

Evacuation et repose des matériaux dans le voisinage	m3	3465	10.00 €	34,650.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	35	25.00 €	875.00 €
			TOTAL (HT)	58,525.00 €
			Somme action 7 (HT)	200,589.00 €
			Somme action 7 (TTC)	240,706.80 €
<i>Destruction du seuil</i>				
TERRASSEMENTS				
Déblais au BRH	m3	120	40.00 €	4,800.00 €
en terrain de toutes natures, déblais	m3	800	5.00 €	4,000.00 €
en terrain de toutes natures, remblais sur site	m3	800	2.00 €	1,600.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	120	25.00 €	3,000.00 €
			TOTAL (HT)	13,400.00 €
			Somme action 7bis (HT)	13,400.00 €
			Somme action 7bis (TTC)	16,080.00 €
Somme action 7+7bis (HT)				213,989.00 €
Somme action 7+7bis (TTC)				256,786.80 €
Somme Secteur 3 (HT)				634,212.00 €
Somme Secteur 3 (TTC)				761,054.40 €

Secteur 4

DESCRIPTIF DES PRIX ET PRIX H.T. EN TOUTES LETTRES	Unité	Quantité	Prix unitaire HT en euros	Prix total HT en euros
FRAIS GENERAUX				
INSTALLATIONS/REPLIEMENT DE CHANTIER	forfait	1	40,000.00 €	40,000.00 €
ETUDES D'EXECUTION	forfait	1	20,000.00 €	20,000.00 €
MARQUAGE PIQUETAGE DES RESEAUX EXISTANTS SUITE AUX DEMANDES DE DICT	forfait	1	5,000.00 €	5,000.00 €
CREATION DES ACCES (y/C passage buse)	forfait	1	4,000.00 €	4,000.00 €
DERIVATION PROVISoire DES EAUX	forfait	1	15,000.00 €	15,000.00 €
PECHE DE SAUVETAGE	unité	3	1,500.00 €	4,500.00 €
DISPOSITIF D'ALERTE	forfait	1	500.00 €	500.00 €
PLUS-VALUE POUR DEGATS SUR LE DISPOSITIF DE DERIVATION	forfait	1	1,000.00 €	1,000.00 €
PLUS-VALUE POUR DEGATS SUR LE PASSAGE BUSE	forfait	1	500.00 €	500.00 €
DOSSIER DE RECOLEMENT	forfait	1	4,000.00 €	4,000.00 €
TOTAL (HT)				94,500.00 €
Action 8				
Action 8 - Rive gauche et droite AMONT coude du chemin des Goudines				
TRAITEMENT DE LA VEGETATION - linéaire	ml	645	16.00 €	10,320.00 €
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, décapage 0.2m terre végétale pour réutilisation	m3	760	5.00 €	3,800.00 €
en terrain de toutes natures, déblais	m3	12040	5.00 €	60,200.00 €
en terrain de toutes natures, remblais sur site	m3	1700	2.00 €	3,400.00 €
Evacuation et repose des matériaux dans le voisinage	m3	9240	10.00 €	92,400.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	1100	25.00 €	27,500.00 €
ENROCHEMENTS DEPOSE	m3	540	10.00 €	5,400.00 €
ENROCHEMENTS - FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE	m3	2460	65.00 €	159,900.00 €
ENROCHEMENTS POSE DES BLOCS REUTILISES	m3	540	10.00 €	5,400.00 €

GEOTEXTILE DE FILTRATION	m2	935	3.00 €	2,805.00 €
FASCINE en PIED	ml	300	150.00 €	45,000.00 €
TOILE DE COCO	m2	3100	6.00 €	18,600.00 €
GRILLAGE PARE BLOC	m2	3100	10.00 €	31,000.00 €
TERRE VEGETALE - régalage de la terre végétale prélevée sur site	m3	430	5.00 €	2,150.00 €
ARBRES DE HAUT JET min 0.8m inclus tuteur et grillage anti-rongeur	unité	50	30.00 €	1,500.00 €
PETITS PLANTS	unité	1500	15.00 €	22,500.00 €
ENSEMENCEMENT	m2	9300	2.00 €	18,600.00 €
TOTAL (HT)				510,475.00 €
Action 9				
Rive gauche et droite AVAL coude du chemin des Goudines				
TERRASSEMENTS				
en terrain de toutes natures, décapage 0.2m terre végétale pour réutilisation	m3	350	5.00 €	1,750.00 €
en terrain de toutes natures, déblais	m3	6299	5.00 €	31,495.00 €
en terrain de toutes natures, remblais sur site	m3	360	2.00 €	720.00 €
Evacuation et repose des matériaux dans le voisinage	m3	5309	10.00 €	53,091.00 €
Déblai au brise-roche	m3	10	50.00 €	500.00 €
TRAITEMENT DE LA VEGETATION - linéaire	ml	510	16.00 €	8,160.00 €
MISE EN DECHARGE	m3	630	25.00 €	15,747.50 €
ENROCHEMENTS - FOURNITURE ET MISE EN ŒUVRE	m3	3330	65.00 €	216,450.00 €
GEOTEXTILE DE FILTRATION	m2	1260	3.00 €	3,780.00 €
TOILE DE COCO	m2	1260	6.00 €	7,560.00 €
GRILLAGE PARE BLOC	m3	1260	10.00 €	12,600.00 €
TERRE VEGETALE	m3	382	40.00 €	15,280.00 €
TERRE VEGETALE - régalage de la terre végétale prélevée sur site	m3	680	5.00 €	3,400.00 €
BOUTURES DE SAULES	unité	660	2.00 €	1,320.00 €

PETITS PLANTS	unité	1020	15.00 €	15,300.00 €
GLISSIERE DE SECURITE	ml	550	100.00 €	55,000.00 €
TOTAL (HT)				440,403.50 €
Somme actions 8 + 9 (€HT)				1,045,378.50 €
Somme action 8+9 (€TTC)				1,254,454.20 €

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des couts par secteurs.

Secteur	Montant €HT
Secteur 1	497,613.00 €
Secteur 2	837,193.00 €
Secteur 3	634,212.00 €
Secteur 4	1,045,378.50 €
Total 4 secteurs (HT)	3,014,396.50 €
Total 4 secteurs (TTC)	3,617,275.80 €

Le coût global des interventions proposées s'élève à 3 millions d'euros HT, soit 3.6 millions d'euros TTC.

Notes sur le chiffrage :

- Ce coût n'inclut pas :
 - Les couts de maitrise d'œuvre ;
 - Les études environnementales éventuelles ;
 - Les études géotechniques ;
 - Les éventuelles acquisitions foncières ou les démarches réglementaires vis-à-vis du foncier ;
 - Le dévoiement de réseaux .
- En l'absence de certitude sur le phasage des travaux et la maîtrise d'ouvrage de chaque opération, les frais généraux ont été appliqués pour chaque action. Une fois le phasage et l'allotissement des travaux établis, les montant estimatifs de ces postes pourront être réévalués (en phase PRO).
- Il existe d'autre part une assez forte incertitude sur le coût d'évacuation et de redépose des déblais. Les déblais excédentaires sont chiffrés à 10€/m³ pour leur chargement et leur transport vers un site proche du chantier. Ce montant estimatif dépend de l'existence de sites susceptibles de recevoir des déblais en provenance du chantier, de leur proximité du chantier et de l'avis des services de l'Etat. En l'absence de débouché local, il faudrait envisager une évacuation en décharge associé au coût de 25€/m³. Le volume de déblais excédentaire est de l'ordre de 50,000 m³ sur l'ensemble des 4 secteurs.
- Remarques spécifiques au secteur 4, :
 - le substratum est visible par endroit. Par soucis de sécurité, le chiffrage des protections de berge en enrochement est toutefois basé sur la mise en place d'un sabot de fondation, solution plus onéreuse que l'alternative en cas de présence de substratum à faible profondeur. Dans ce cas, le parement en enrochement serait ancré dans le substratum surcreusé au brise-roche pour éviter le glissement du parement.
 - Une étude géotechnique devra préciser, en phase PRO, de la présence du substratum et de sa profondeur sur le linéaire du projet. Ceci permettra d'affiner le chiffrage des protections de berge en enrochements, et de valider les hypothèses de stabilité du talus côté rive droite, à l'aval du coude du chemin des Goudines. L'étude géotechnique n'a pas été chiffrée.

- Une glissière de sécurité a été chiffrée dans le devis estimatif, sur la partie aval du coude du chemin des Goudines. Ce poste sera à la discrétion de la commune de Dauphin par rapport à la sécurisation de la voirie communale.
- Le dévoiement des réseaux n'est pas inclus dans le présent estimatif – une rencontre avec les gestionnaires de réseaux est à prévoir sur la base du présent document d'AVP validé.

13. ANALYSE MULTI-CRITERES - CONCLUSION


Action	Description	Enjeux	Démarches complémentaires nécessaire	Coût estimatif (€ HT) hors MOE, et études complémentaires	Possibilités de financement à étudier
Secteur 1					
1	Elargissement du cours d'eau en rive droite au droit des bassins et confortement de la rive droite	Protection du camping la Rivière et des bassins de pêche en rive droite, de la RD513 en rive gauche.	Faire le lien avec le projet porté par la commune sur le seuil EU. Identifier un site de destination des déblais excédentaires au voisinage immédiat du site (<5km).	150 000	Camping. Département. Agence de l'eau RMC si action 1 bis également
1 bis	Suppression du radier de l'ancienne prise d'eau	Protection du camping la Rivière en rive droite. Amélioration de la continuité écologique.	Faire le lien avec le projet porté par la commune sur le seuil EU.	120 000 (en plus de l'action 1)	Camping. Agence de l'Eau RMC.
2	Elargissement du lit en rive gauche et confortement de la berge en rive droite, à l'amont du pont	Protection du camping la Rivière en rive droite et du pont de la RD13.	Etude géotechnique nécessaire. Se rapprocher du département.	120 000	Camping. Département.
3	Confortement de la protection de berge au droit de l'ancienne voie ferrée, à l'aval du pont	Réseaux divers, dont canalisation GEOSSEL. Une habitation éloignée.	Se rapprocher de GEOSSEL.	100 000	GEOSSEL.
Secteur 2					
4	Confortement de la berge rive gauche en aval du seuil	Route départementale. Canalisation AEP.	Etude géotechnique nécessaire. Se rapprocher du département. Problématique foncière pour l'élargissement.	230 000	Département.
5	Elargissement en rive droite dans le secteur érodé et reprise des protections en rive gauche	Habitations en rive gauche, déchèterie et terrains de sport en rive droite.	Problématique foncière pour l'élargissement. Identifier un site de destination des déblais excédentaires au voisinage immédiat du site (<5km).	610 000	
Secteur 3					
6	Confortement de la rive droite en amont du pont et élargissement	Route communale, pont de la RD5, habitations du quartier de l'Androne de manière indirecte (recentrage du lit).	Etude géotechnique nécessaire. Se rapprocher du département. Problématique foncière probable pour l'élargissement.	420 000	Département.
7	Confortement de la rive gauche à l'aval du pont et élargissement en rive droite	Route communale, habitations du quartier de l'Androne.	Identifier un site de destination des déblais excédentaires au voisinage immédiat du site (<5km).	200 000	Agence de l'eau RMC si action 7bis également.
7-bis	Abaissement ou effacement du seuil	Route communale, habitations du quartier de l'Androne. Amélioration de la continuité écologique.	Impact sur le pont à étudier plus en détail (pas de réponse de la maison technique de Forcalquier sollicitée en mai 2024 pour des plans de fondation d'ouvrage.)	14 000 (en plus de l'action 7)	Agence de l'eau RMC.
Secteur 4					
8	Rétablissement d'un secteur de divagation historique par l'élargissement du cours d'eau en rive gauche et rive droite à l'amont du coude du chemin des Goudines	Route communale, habitations du quartier de l'Androne, canalisation GEOSSEL, conduite AEP/EU en encorbellement dans le coude (aval secteur)	Démarche foncière à engager. Identifier un site de destination des déblais excédentaires au voisinage immédiat du site (<5km).	600 000	Agence de l'Eau RMC. Gestionnaires de réseaux
9	Elargissement du cours d'eau alternativement en rive droite et en rive gauche le long du Chemin des Goudines	Route communale, habitations du quartier de Moutiers, canalisation GEOSSEL, réseau AEP/EU/ENEDIS/ORANGE le long de la route communale	Etude géotechnique : profondeur du substratum, stabilité du talus rive droite	430 000 (frais généraux inclus dans l'action 8)	Gestionnaires de réseaux

Du point de vue de la protection des habitations, les principaux enjeux se situent sur les secteurs 1,2 et 4. Les actions 1, 2, 5, 8 et 9 en particulier sont susceptibles d'apporter un gain en matière d'inondabilité. On rappellera toutefois que le gain apporté par l'action 1 est susceptible de n'être que temporaire, surtout si le seuil n'est pas également effacé (action 1bis).


- Il pourrait exister des possibilités de financement :
- De l'Agence de l'Eau RMC dans les scénarios d'effacement de seuils ;
 - Du département pour les opérations améliorant la sécurité des ouvrages départementaux.

Il conviendra de se rapprocher de ces interlocuteurs, en particulier du département, qui prévoit certainement des interventions de son côté. Une participation pourrait également être demandée aux riverains et/ou gestionnaires de réseaux concernés (camping, GEOSSEL,...).

14. ANNEXES - PLANS

	<p>Hydrètes d'Orny</p> <p>Communauté de communes Haute-Provence Pays de Baïon</p> <h2 style="margin: 0;">CCHPPB</h2> <p>Place de l'Eglise - 04300 Miane</p> <p>Tel : 04 92 75.04.13</p>
	<p>HYDRETTES Alpes du Sud Siège au Fortet d'Orny 0500 Gap</p> <p>04 92 21 97 26 contact@hydrètes-alpes.com www.hydrètesalpes.com</p>

Haute-Provence

Hautes des Durance

Commune de St-Maime

Aménagement du Large - Secteur 1

- - -

Désignation de la parcelle

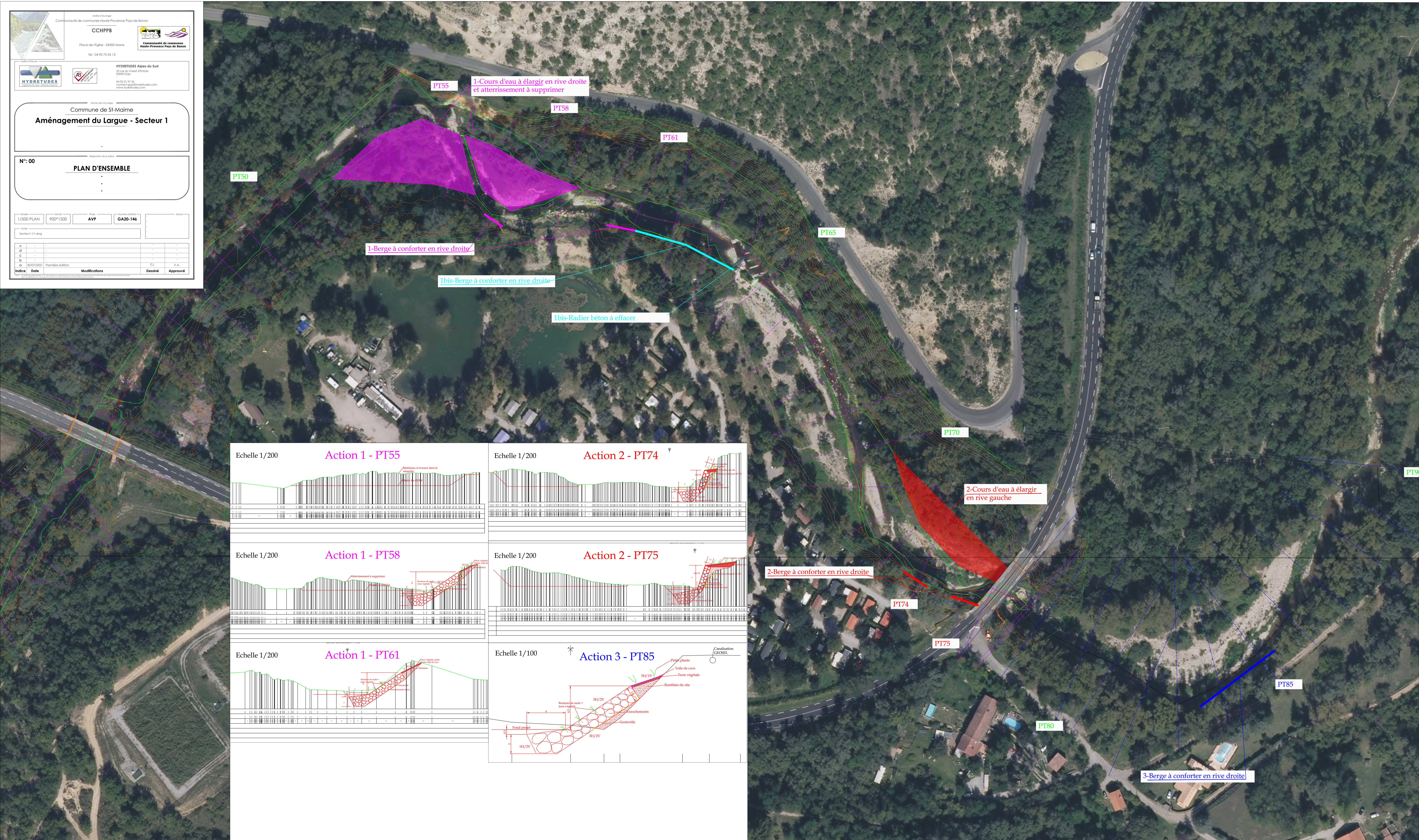
N°: 00

PLAN D'ENSEMBLE

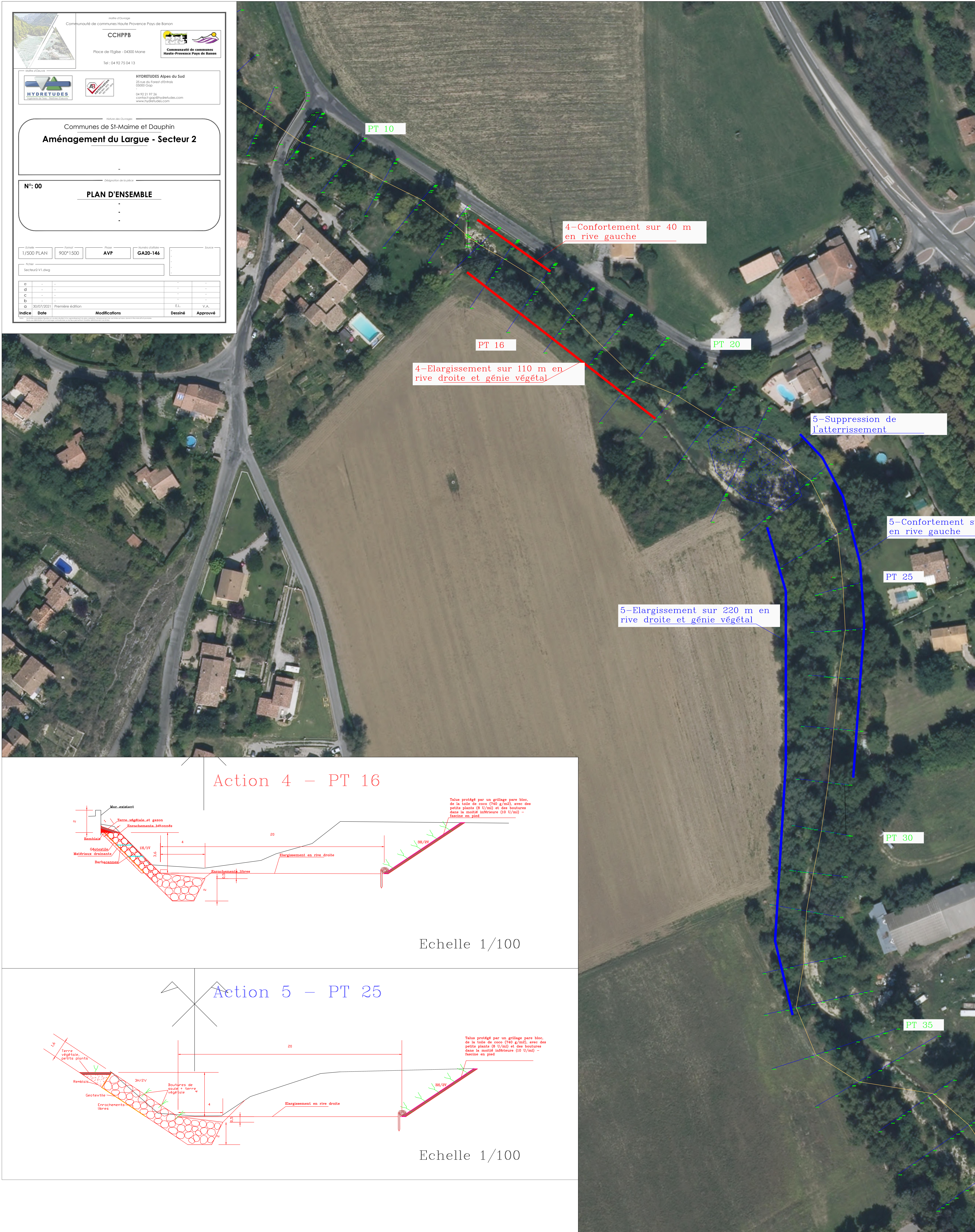
•
•
•

Echelle	Format	Projet	Numéro d'affaire		Source
1/500 PLAN	900x1500	AVP	GAXTO-146		
Auteur Secteur 1 V1.dwg					

Indice	Date	Modifications	Dessiné	Approuvé
a	30/07/2017	Première édition	E.L.	V.A.



Logo commune Communauté de communes Haute Provence Pays de Bonan CCHPPB Place de l'Eglise - 04300 Maza Tel : 04 92 75 04 13		<p style="clear: both; text-align: center;">Communauté de communes Haute-Provence Pays de Bonan</p>		
 	HYDROTUDES Alpes du Sud 25 rue du Parc d'Orléans 05000 Gap 04 92 21 97 26 contact.pays@hydrotudes.com www.hydrotudes.com			
(Version des Origines) <h2 style="margin: 0;">Communes de St-Maime et Dauphin</h2> <h1 style="margin: 0;">Aménagement du Large – Secteur 2</h1>				
—				
— Originaire des cartes —				
N°: 00				
PLAN D'ENSEMBLE . . .				
—				
Echelle	Format	Usage	Nombre d'exempl.	Statut
1/500 PLAN	900×1500	AVP	GA20-146	
Titulaire Secteur2-V1.dwg				
a	-	+		
d	-	+		
c	-	+		
b	-	+		
e	-	+		
Indice Date Dernière édition			E.L.	V.A.
Modifications			Destiné	Approuvé



Transition enrochement vers talus
coco+grillage+végétalisé
enrochements = 125ml amont)

COUPE P05

COUPE P07

COUPE P08

COUPE P09

COUPE P10

COUPE P12

PROFIL P3

PROFIL P25

P01>P08 Elargissement
par rive droite

P09>P13 Elargissement
par rive gauche

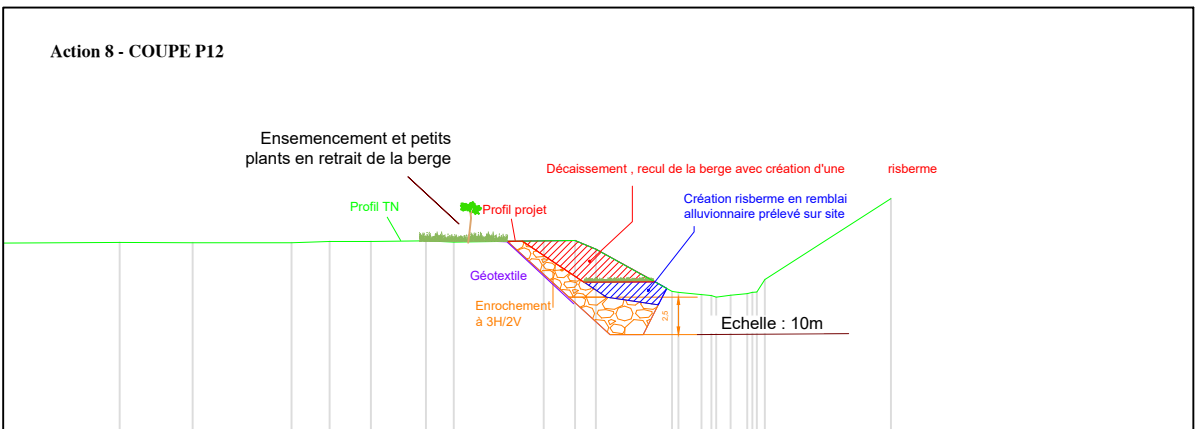
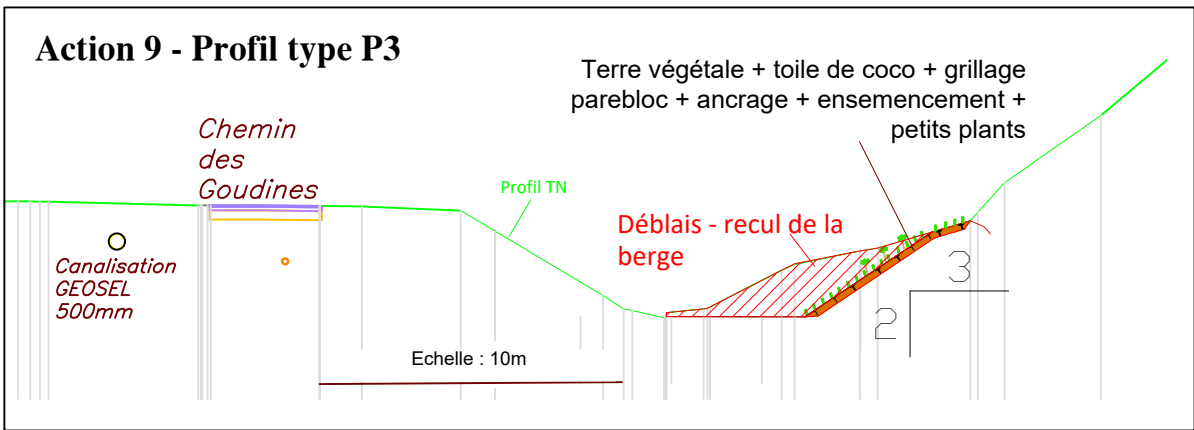
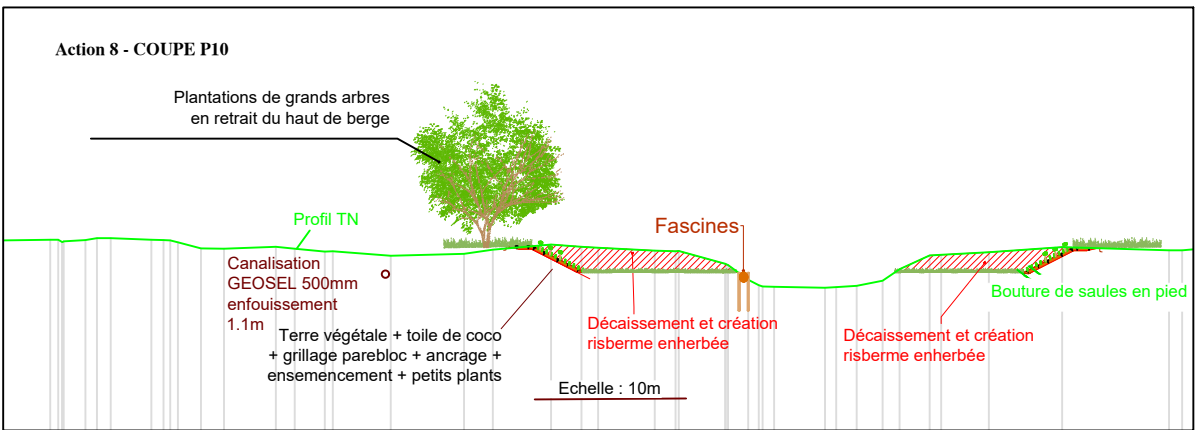
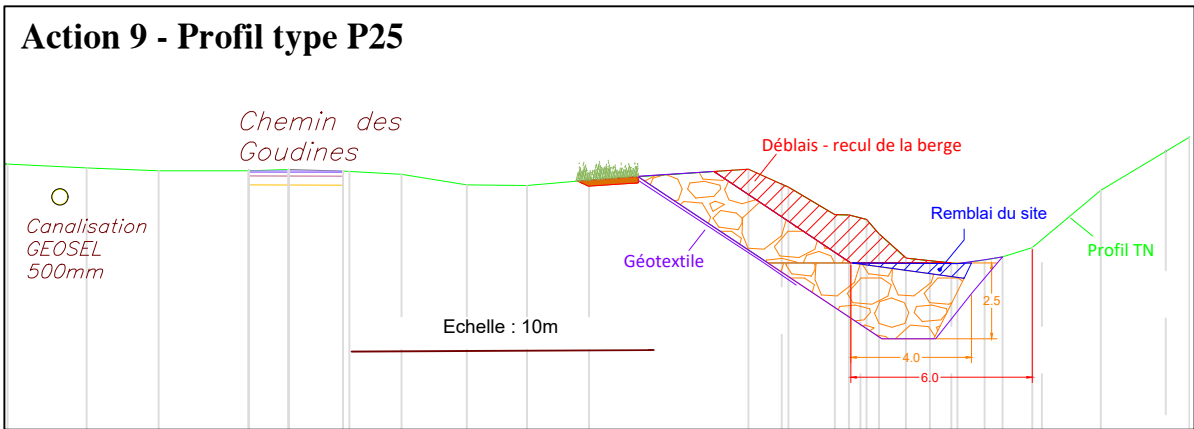
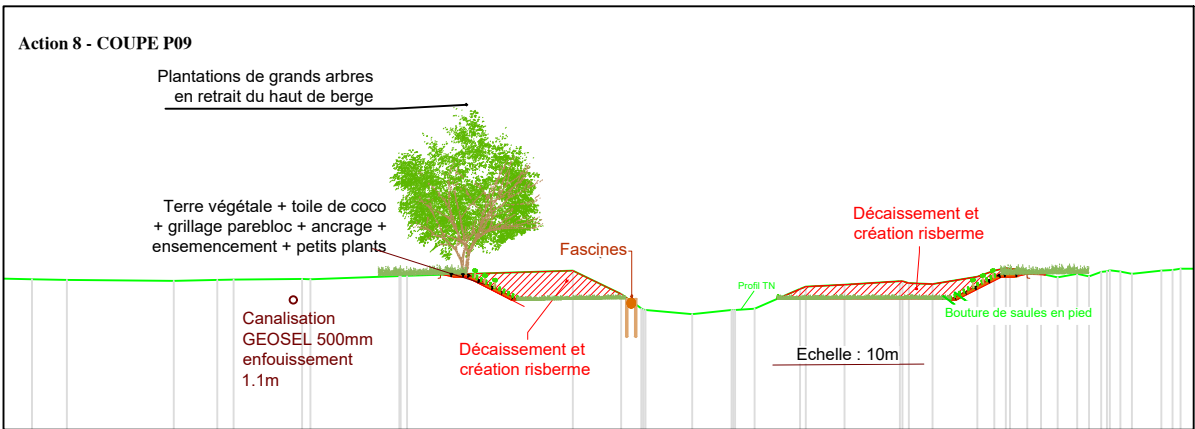
P14>P24
Elargissement par
rive droite

P25>P28 Elargissement
par rive gauche

LIT MINEUR LARGUE

HAUT DE BERGE AVP

Echelle : 100m



NOS DOMAINES D'ACTIVITÉS

UNE EXPERTISE DE L'EAU COMPLETE ET UN ACCOMPAGNEMENT SUR MESURE

Rivières, lacs et torrents

Prévention, prévision, protection, gestion du risque inondation,
Expertise post crue, gestion de crise.
Gestion sédimentaire.
Réalisation d'ouvrages de protection des biens et des personnes
(Barrages, digues, ouvrages de franchissement).

Environnement et écologie

Renaturation & valorisation des cours d'eau et milieux associés.
Développement durable.
Protection des milieux.
Continuité écologique.

Réseaux

Production, stockage & distribution d'eau potable.
Assainissement & épuration des eaux usées.
Gestion des eaux pluviales.
Conception et gestion des aménagements
D'irrigation et d'enneigement.

Topographie

Topographie de rivières, de réseaux.
Récolement.

Contact :
contact@hydretudes.com
www.hydretudes.com



Flashez et visitez notre site

Saint-Pierre
de la Réunion

hydretudes
Groupe **altereo**

Annecy / Argonay
Sainte-Hélène-du-Lac
Romans sur Isère
Gap

Pau / Lée
Toulouse