



**BASSIN VERSANT  
DU GAPEAU**  
SYNDICAT MIXTE



Commune de Signes

## Etude globale du Latay à Signes

**Phase 1 : Expertise et analyse du secteur d'étude**  
**Option 1 : Modélisation hydraulique**

Rapport d'études indice 2

Avril 2022

Etude financée par :



**Co-traitant**



32 chemin de Bier  
38110 SAINTE-BLANDINE  
Tél : 09.60.46.77.63



1940 Route des Cévennes - 30 200 BAGNOLS s/CEZE  
Tel : 04.66.89.63.52 Fax : 04.66.89.63.56  
E-mail : riparia@riparia.fr Web : www.riparia.fr  
SARL - APE : 7112B - SIRET : 499 280 477 00013



# Sommaire

<b>I</b>	<b>Cadre de l'étude .....</b>	<b>8</b>
<b>II</b>	<b>Objectifs de l'étude .....</b>	<b>8</b>
<b>III</b>	<b>Territoire d'étude .....</b>	<b>9</b>
<b>IV</b>	<b>Contexte général .....</b>	<b>11</b>
IV.1	Contexte administratif et Parc Naturel Régional .....	11
IV.2	Masses d'eau, qualité et quantité .....	11
<b>V</b>	<b>Contexte écologique.....</b>	<b>12</b>
V.1	Espaces de protections et inventaires du patrimoine naturel .....	12
V.1.1	Natura 2000.....	12
V.1.2	ZNIEFF et réservoir biologique .....	14
V.1.3	Zones humides .....	15
V.2	Éléments issus des rencontres avec les acteurs du territoire .....	16
V.3	Vue générale de l'état de la ripisylve .....	16
V.4	Carte de synthèse du contexte écologique .....	18
<b>VI</b>	<b>Usages.....</b>	<b>19</b>
VI.1	Occupation du sol.....	19
VI.2	Usages en interaction directe avec le cours d'eau.....	19
VI.3	Aspects quantitatifs : assecs, prises d'eau et rejets.....	20
VI.4	Canal de Provence .....	21
<b>VII</b>	<b>Eco-Morphologie .....</b>	<b>22</b>
VII.1	Éléments issus de la bibliographie.....	22
VII.1.1	Etude hydraulique et hydrogéomorphologique (Egis <i>et al</i> , 2019) .....	22
VII.1.2	Espace de Bon Fonctionnement (Geopecta, 2019) .....	25
VII.1.3	Etude LINDENIA de 2015.....	27
VII.1.4	Etude hydrogéologique (HYDROFIS – 2016).....	27
VII.2	Éléments issus des rencontres avec les riverains ou les acteurs du territoire.....	28
VII.3	Analyse globale du profil en long .....	29
VII.4	Diagnostic écomorphologique par zone.....	31
VII.4.1	Zone 1 : Latay dans la plaine de Chibron.....	31
VII.4.2	Zone 2 : Latay dans les gorges à l'amont de Signes .....	43
VII.4.3	Zone 3 : Latay dans la plaine de Signes .....	46

VII.4.4	Zone 4 : Le ruisseau des Launes .....	60
VII.4.5	Zone 5 : Le Gapeau Amont de la confluence avec les Launes jusqu'à Beaupré.....	64
VII.4.6	Zone 6 : Raby dans la traversée du village de Signes .....	85
<b>VIII</b>	<b>Hydraulique .....</b>	<b>96</b>
VIII.1	Analyse hydrologique .....	96
VIII.1.1	Historique des approches hydrologiques antérieures .....	96
VIII.1.2	Scénarios pluviométriques retenus.....	96
VIII.1.3	Données spécifiques au Latay et au Raby .....	99
VIII.1.4	Hydrogramme EGIS du Latay et du Raby .....	100
VIII.1.5	Hydrologie du ruisseau des Launes par similitude avec les résultats d'EGIS .....	105
VIII.1.6	Discussion des estimations hydrologiques au regard des données hydrométriques et des observations de la crue de 2019 .....	109
VIII.2	Etude hydraulique .....	111
VIII.2.1	Modélisation hydraulique des cours d'eau .....	111
VIII.2.2	Confrontation des résultats obtenus aux observations locales.....	133
VIII.2.3	Rôle des digues.....	134
VIII.2.4	Bilan du fonctionnement hydraulique .....	138
<b>IX</b>	<b>Transport solide .....</b>	<b>139</b>
IX.1	Capacité de charriage .....	139
IX.2	Granulométrie .....	141
IX.3	Estimation du transport solide .....	143
<b>X</b>	<b>Ouvrages .....</b>	<b>150</b>
X.1	Zone 1 .....	151
X.2	Zone 2 .....	152
X.3	Zone 3 .....	153
X.4	Zone 4 .....	156
X.5	Zone 5 .....	157
X.6	Zone 6 .....	161
<b>XI</b>	<b>Cas particulier de la carrière de Chibron .....</b>	<b>168</b>
XI.1.1	Historique du site et cadre réglementaire .....	168
XI.1.2	Remise en état prévu du site.....	169
XI.1.3	Analyse critique des mesures vis-à-vis du Latay .....	171
<b>XII</b>	<b>Synthèse du diagnostic et perspectives .....</b>	<b>172</b>

## Liste des figures

FIGURE 1 : LINEAIRE D'ETUDE .....	9
FIGURE 2 : AVAL DE LA ZONE DE BEAUPRE .....	10
FIGURE 3 : PHOTOGRAPHIE DU GAPEAU AU SENS REGLEMENTAIRE ENTRE BEAUPRE ET LE FOULON.....	10
FIGURE 4 : LOCALISATION PNR DE LA SAINTE BAUME ET COMMUNAUTE DE COMMUNES SUD SAINTE BAUME	11
FIGURE 5 : MASSES D'EAU SOUTERRAINES (FRDG168 CALCAIRES DU BASSIN DU BEAUSSET ET DU MASSIF DES CALANQUES / FRDG167 MASSIFS CALCAIRES DE LA SAINTE-BAUME, DU MONT AURELIEN ET AGNIS / FRDG520 FORMATIONS GRESEUSES ET MARNO-CALCAIRES DE L'AVANT-PAYS PROVENÇAL) .....	12
FIGURE 6 : ZONES NATURA 2000 A PROXIMITE DU LINEAIRE D'ETUDE (ROUGE).....	13
FIGURE 7 : EXTRAIT CARTOGRAPHIQUE DES ESPACES DE PROTECTIONS ET D'INVENTAIRE DU PATRIMOINE NATUREL DU SAGE .....	15
FIGURE 8 : HABITATS HUMIDES PNR.....	15
FIGURE 9 : VUE D'ENSEMBLE DE LA FONCTIONNALITE DE LA RIPISYLVE SUR LA ZONE D'ETUDE .....	17
FIGURE 10 : SYNTHESE DU CONTEXTE ECOLOGIQUE .....	18
FIGURE 11 : OCCUPATION DU SOL (SOURCE : ETUDE GEOPEKA EGIS 2019).....	19
FIGURE 12 : LOCALISATION DE L'OCCUPATION DES SOLS DIRECTEMENT EN LIEN AVEC LE COURS D'EAU .....	19
FIGURE 13 : CARTE DE SYNTHESE DES PRELEVEMENTS ET DES REJETS .....	20
FIGURE 14 : RESEAU SCP .....	21
FIGURE 15 : CARTOGRAPHIE EBF GEOPEKA 2019 .....	26
FIGURE 16 : MASSES D'EAU SOUTERRAINES ET SOURCES .....	28
FIGURE 17 : VUE D'ENSEMBLE SCHEMATIQUE DU PROFIL EN LONG DU LATAY (ZONE D'ETUDE) SUR LA BASE DE LA DONNEE TOPOGRAPHIQUE TERRESTRE .....	30
FIGURE 18 : ZONAGE DE L'ETUDE .....	31
FIGURE 19: ANALYSE DIACHRONIQUE (SOURCE IGN).....	33
FIGURE 20 : PROFIL EN LONG – LATAY - ZONE 1 PLAINE DE CHIBRON .....	34
FIGURE 21 : PROFIL EN TRAVERS DU LATAY ZONE 1.....	36
FIGURE 22 : BILAN CARTOGRAPHIQUE DES DESORDRES OBSERVES, ZONE 1 .....	42
FIGURE 23 : PROFIL EN LONG - LATAY - ZONE 2.....	43
FIGURE 24 : PROFIL EN TRAVERS DU LATAY DANS LES GORGES EN AMONT DE SIGNES.....	44
FIGURE 25 : CARTE DE CASSINI ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE ACTUEL SUR LE SECTEUR 3 .....	46
FIGURE 26 : CARTE D'ETAT-MAJOR ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE ACTUEL SUR LE SECTEUR 3.....	47
FIGURE 27 : CADASTRE NAPOLEONNIEN ZONE 3 DU LATAY .....	47
FIGURE 28 : PHOTOGRAPHIE AERIENNE DE 1958 AVEC ET SANS RESEAU HYDROGRAPHIQUE ACTUEL SUR LE SECTEUR 3 .....	48
FIGURE 29 : PROFIL EN LONG - LATAY - ZONE 3.....	49
FIGURE 30 : ZOOM PROFIL EN LONG AU NIVEAU DU SYPHON BRL .....	49
FIGURE 31 : MERLONS SUR LA ZONE 3 DU LATAY ET LEVES TOPOGRAPHIQUES DES PROFILS EN TRAVERS (2018) .....	50
FIGURE 32 : PROFILS EN TRAVERS DU LATAY ZONE 3 .....	53
FIGURE 33 : PROFIL EN TRAVERS DE GRANDE ECHELLE SUR LE LATAY RIVE GAUCHE A L'AMONT DU CANAL DE PROVENCE, SUR LA BASE DE LA DONNEE RGE ALTI 1M .....	54
FIGURE 34 : LATAY EN AMONT DES FERRAGES EN JANVIER PUIS EN AVRIL 2021 .....	56
FIGURE 35 : PHOTO DE L'ARRIVEE D'EAU ET SCAN DE 1950 DE LA ZONE .....	59
FIGURE 36 : CARTE SYNTHETIQUE ZONE 3 .....	60
FIGURE 37 : RUISSEAU DES LAUNES SUR LES DIFFERENTS DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES ANCIENS.....	61
FIGURE 38 : CADASTRE NAPOLEONNIEN - GAPEAU AMONT.....	65
FIGURE 39 : PHOTO DE LA MAISON-PONT SUR LE GAPEAU ET SCHEMA DE LA STRUCTURE SUR LE PROFIL EN LONG GFH 1954.....	68
FIGURE 40 : CADASTRE NAPOLEONNIEN AU DROIT DE BEAUPRE .....	68
FIGURE 41 : SCAN 1950 ET PLAN SUR LE PROFIL EN LONG GFH 1954 .....	69

FIGURE 42 : SCAN IGN ACTUEL.....	69
FIGURE 43 : SCHEMA DE REPARTITION DES EAUX AU DROIT DE BEAUPRE .....	70
FIGURE 44 : PROFIL EN LONG HISTORIQUE GAPEAU AMONT .....	71
FIGURE 45 : PROFIL EN LONG DU GAPEAU AMONT.....	72
FIGURE 46 : CONFLUENCE D'UNE PARTIE DU GAPEAU AVEC LE LATAY .....	76
FIGURE 47 : BERGE RIVE DROITE DU GAPEAU AU DROIT DE L'USINE BEAUPRE (AVRIL 2021) .....	77
FIGURE 48 : DYSFONCTIONNEMENTS SUR LES BERGES - ZONE 5 .....	78
FIGURE 49 : LOCALISATION DES STATIONS DE PECHE DE LA FEDERATION DE PECHE DU VAR .....	79
FIGURE 50 : CARTE DES OBSTACLES A LA CONTINUITE ECOLOGIQUE SUR LE GAPEAU AMONT .....	80
FIGURE 51 : VUE GOOGLE SATELLITE – PISCICULTURE .....	81
FIGURE 52 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE DE LA PRISE D'EAU (LIT NATUREL : FLECHES BLEUES / CANAL : FLECHES JAUNES / VENUES D'EAU : FLECHES VERTES) .....	83
FIGURE 53 : ARTIFICIALISATION DE LA PARCELLE C401 .....	84
FIGURE 54 : CARTE SYNTHETIQUE ZONE 5 .....	84
FIGURE 55 : ANALYSE DIACHRONIQUE DU RABY .....	85
FIGURE 56 : PROFIL EN LONG GENERAL DU RABY SUR LA ZONE D'ETUDE SUR LA BASE DE LA DONNEE LIDAR ..	86
FIGURE 57 : PROFIL EN LONG DU RABY A PARTIR DE L'ENTREE DANS SIGNES.....	86
FIGURE 58 : PROFILS EN TRAVERS SUR LE RABY DANS SA PARTIE AVAL.....	88
FIGURE 56 : COUVERTURE DU RABY (ENVIRON 110 ML).....	91
FIGURE 60 : ZONE DE REMBLAI AU 22/04/21, VUE VERS L'AMONT, RIVE DROITE DU RABY EN AMONT DE LA CONFLUENCE AVEC LE LATAY.....	93
FIGURE 61 : CARTE SYNTHETIQUE ZONE 6.....	95
FIGURE 62 : HYETOGRAMME DE PLUIE DE DUREE INTENSE DE 30 MINUTES (SOURCE : EGIS 2019) .....	98
FIGURE 63 : HYETOGRAMME DE PLUIE DE DUREE INTENSE DE 1 HEURES (SOURCE : EGIS 2019) .....	98
FIGURE 64 : HYETOGRAMME DE PLUIE DE DUREE INTENSE DE 2 HEURES (SOURCE : EGIS 2019) .....	98
FIGURE 65 : EXTRAIT DE LA CARTOGRAPHIE DES SOUS-BASSINS VERSANTS (SOURCE : EGIS 2019) .....	99
FIGURE 66 : HYDROGRAMMES DE CRUE DU LATAY ET DU RABY.....	104
FIGURE 67 : HYDROGRAMME DE CRUE DU RUISSEAU DES LAUNES.....	108
FIGURE 68 : HYDROGRAMME DE CRUE DU 23 NOVEMBRE 2019 A LA STATION DE CANCERIL.....	110
FIGURE 69 : HYDROGRAMME DE CRUE DU 23 NOVEMBRE 2019 ETABLIT PAR EGIS .....	110
FIGURE 70 : COMPARAISON DES HYDROGRAMMES DE CRUE EN AMONT ET EN AVAL DE LA CARRIERE DE CHIBRON (T = 5 ANS).....	113
FIGURE 71 : COMPARAISON DES HYDROGRAMMES DE CRUE EN AMONT ET EN AVAL DE LA CARRIERE DE CHIBRON (T = 10 ANS).....	113
FIGURE 72 : COMPARAISON DES HYDROGRAMMES DE CRUE EN AMONT ET EN AVAL DE LA CARRIERE DE CHIBRON (T = 100 ANS).....	114
FIGURE 73 : PROFIL EN LONG DU LATAY AU NIVEAU DU FRANCHISSEMENT DE LA RD2 .....	114
FIGURE 74 : EFFET PLAN D'EAU EN AMONT DU PONT DE LA RD2 POUR QUEL DEBIT ?.....	115
FIGURE 75 : PROFIL EN LONG DU LATAY AU NIVEAU DU PONT DU CHEMIN DE SAINT CLAIR .....	116
FIGURE 76 : ZONE INONDABLE ENTRE LE CHEMIN DE SAINT CLAIR ET LA CONFLUENCE AVEC LE RABY– CRUE QUINQUENNALE.....	117
FIGURE 77 : PROFIL EN TRAVERS DE LA VALLEE JUSTE EN AMONT DE LA CONFLUENCE AVEC LE RABY.....	117
FIGURE 78 : EXPANSION DES DEBORDEMENTS DU LATAY DE LA CRUE DE TYPE 2006 (SANS LE RABY) .....	118
FIGURE 79 : PROFIL EN LONG DU LATAY ENTRE LA CONFLUENCE AVEC LE RABY ET LE CHEMIN DE LIMATTE ..	119
FIGURE 80 : ZONE INONDABLE ENTRE LA CONFLUENCE AVEC LE RABY ET LE CHEMIN DE LIMATTE– CRUE QUINQUENNALE.....	119
FIGURE 81 : PROFIL EN TRAVERS DE LA VALLEE JUSTE EN AMONT DU LOTISSEMENT LES FERRAGES.....	120
FIGURE 82 : PROFIL EN LONG DES DIGUES RIVES DROITES ET GAUCHE AU DROIT DU LOTISSEMENT LES FERRAGES .....	120
FIGURE 83 : ILLUSTRATION DU DEBUT DE DEBORDEMENT SUR LE LOTISSEMENT LES FERRAGES.....	121
FIGURE 84 : PROFIL EN TRAVERS DE LA VALLEE EN AVAL DU CHEMIN DE LIMATTE .....	122
FIGURE 85 : PROFIL EN TRAVERS DE LA VALLEE EN AMONT DU CANAL DE PROVENCE .....	122

FIGURE 86 : ZONE INONDABLE ENTRE LE CHEMIN DE LIMATTE ET LE CANAL DE PROVENCE– CRUE QUINQUENNALE.....	123
FIGURE 87 : PROFIL EN LONG DU LATAY ENTRE LE CHEMIN DE LIMATTE ET LE PASSAGE DU CANAL DE PROVENCE .....	124
FIGURE 88 : PROFIL EN TRAVERS DE LA VALLEE EN AVAL DU CANAL DE PROVENCE .....	124
FIGURE 89 : PROFIL EN TRAVERS DE LA VALLEE A L’APLOMB DE LA SOURCE DU GAPEAU .....	125
FIGURE 90 : ZONE INONDABLE EN AVAL DU CANAL DE PROVENCE– CRUE QUINQUENNALE.....	125
FIGURE 91 : PROFIL EN LONG DU LATAY AU NIVEAU DU PONT DU CHEMIN DU PETIT PLAN (CENTRE EQUESTRE) .....	126
FIGURE 92 : ZONE INONDABLE AVAL– CRUE QUINQUENNALE.....	127
FIGURE 93 : PROFIL EN LONG DU LATAY AU NIVEAU DU PONT AU DROIT DE L’USINE SOURCE BEAUPRE .....	128
FIGURE 94 : PROFIL EN LONG DU LATAY AU NIVEAU DU PONT DU MOULIN DU GAPEAU.....	128
FIGURE 95 : PROFIL EN LONG DU RABY – FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE .....	129
FIGURE 96 : FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU RABY .....	130
FIGURE 97 : PROFIL EN LONG DU RUISSEAU DES LAUNES – FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE .....	131
FIGURE 98 : SCHEMA DE MODELISATION DU RUISSEAU DE LAUNES .....	132
FIGURE 99 : ROLE DES DIGUES DANS LA PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS 1 .....	135
FIGURE 100 : ROLE DES DIGUES DANS LA PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS 2 .....	136
FIGURE 101 : ROLE DES DIGUES DANS LA PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS 3 .....	137
FIGURE 102 : ESTIMATION DU VOLUME DE CHARRIAGE – POINT 2881 .....	144
FIGURE 103 : ESTIMATION DU VOLUME DE CHARRIAGE – POINT 2881 .....	145
FIGURE 104 : ESTIMATION DU VOLUME DE CHARRIAGE – POINT 3033 .....	146
FIGURE 105 : ESTIMATION DU VOLUME DE CHARRIAGE – POINT 3042 .....	147
FIGURE 106 : ESTIMATION DU VOLUME DE CHARRIAGE – POINT 3271 .....	148
FIGURE 107 : COUPES DE PRINCIPE DU LATAY AU DROIT DE LA CARRIERE (DURAND PAYSAGE 2018).....	170
FIGURE 108 : ZOOM COUPE DE PRINCIPE DU LATAY AU DROIT DE LA CARRIERE (DURAND PAYSAGE 2018) ....	170

## I CADRE DE L'ETUDE

Le Latay est un affluent du Gapeau qui conflue en tête de bassin versant. D'une surface de 75 km<sup>2</sup>, le bassin versant comprend le ruisseau du Latay (19 Km), et 105 km de cours d'eau temporaires. Lui-même est temporaire sur une majeure partie du linéaire.

Le bassin versant du Gapeau est doté de deux démarches stratégiques majeures :

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) et le Programme d'Actions et de Prévention des Inondations (PAPI).

Le PAGD du SAGE Gapeau, adopté par la CLE le 26 avril 2019 a défini des objectifs généraux parmi lesquels celui de « Restaurer et préserver les milieux aquatiques pour retrouver l'équilibre fonctionnel du bassin versant », décliné en objectifs opérationnels dont ceux de « Préserver / restaurer l'hydromorphologie des cours d'eau » et de « Protéger les secteurs à enjeux biodiversité ». Le SAGE est en cours d'approbation.

Le PAPI, labellisé le 6 février 2020, vise à réaliser un programme d'aménagement et de restauration sur les secteurs les plus problématiques du bassin versant. Suite aux intempéries survenues en octobre puis novembre 2019 sur le bassin versant du Gapeau, qui ont mis en évidence des problématiques d'écoulement et de débordements dans la plaine de Signes inondant plusieurs habitations, le Latay à Signes est identifié comme secteur problématique et intégré dans une fiche action du PAPI : « Etude globale de réduction du risque inondation du Latay ».

## II OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'objectif de la présente étude est d'améliorer la fonctionnalité du ruisseau du Latay tout en tenant compte du risque inondation sur la zone. Il s'agit notamment de comprendre le rôle des systèmes endiguant et leurs liens avec la protection des enjeux. Le devenir de ces merlons sera déterminé en fonction des zones d'expansion de crues identifiées afin d'optimiser le fonctionnement hydraulique, hydromorphologique et écologique du cours d'eau.

L'étude du secteur concerné a également pour vocation d'apporter un éclairage sur les processus de transit sédimentaire et leurs impacts sur le fonctionnement hydraulique.

Les différents scénarios d'aménagements sur les zones identifiées seront établis via une approche multithématique : restauration de la ripisylve, transit sédimentaire et hydromorphologie, aléa inondation, Espace de Bon Fonctionnement...

L'étude, qui traite du fonctionnement du Latay, doit également aborder le fonctionnement écomorphologique et hydraulique du Raby (affluent du Latay), du ruisseau des Launes (affluent du Gapeau), et du Gapeau amont.

### III TERRITOIRE D'ETUDE

Le territoire d'étude couvre le Latay depuis l'amont de la carrière de Chibron jusqu'à l'usine Beaupré, le Raby dans la traversée du village et le ruisseau des Launes jusqu'à sa confluence avec le Gapeau. Le linéaire du Gapeau situé depuis la confluence du ruisseau des Launes jusqu'à l'usine Beaupré a également été parcouru par Riparia.

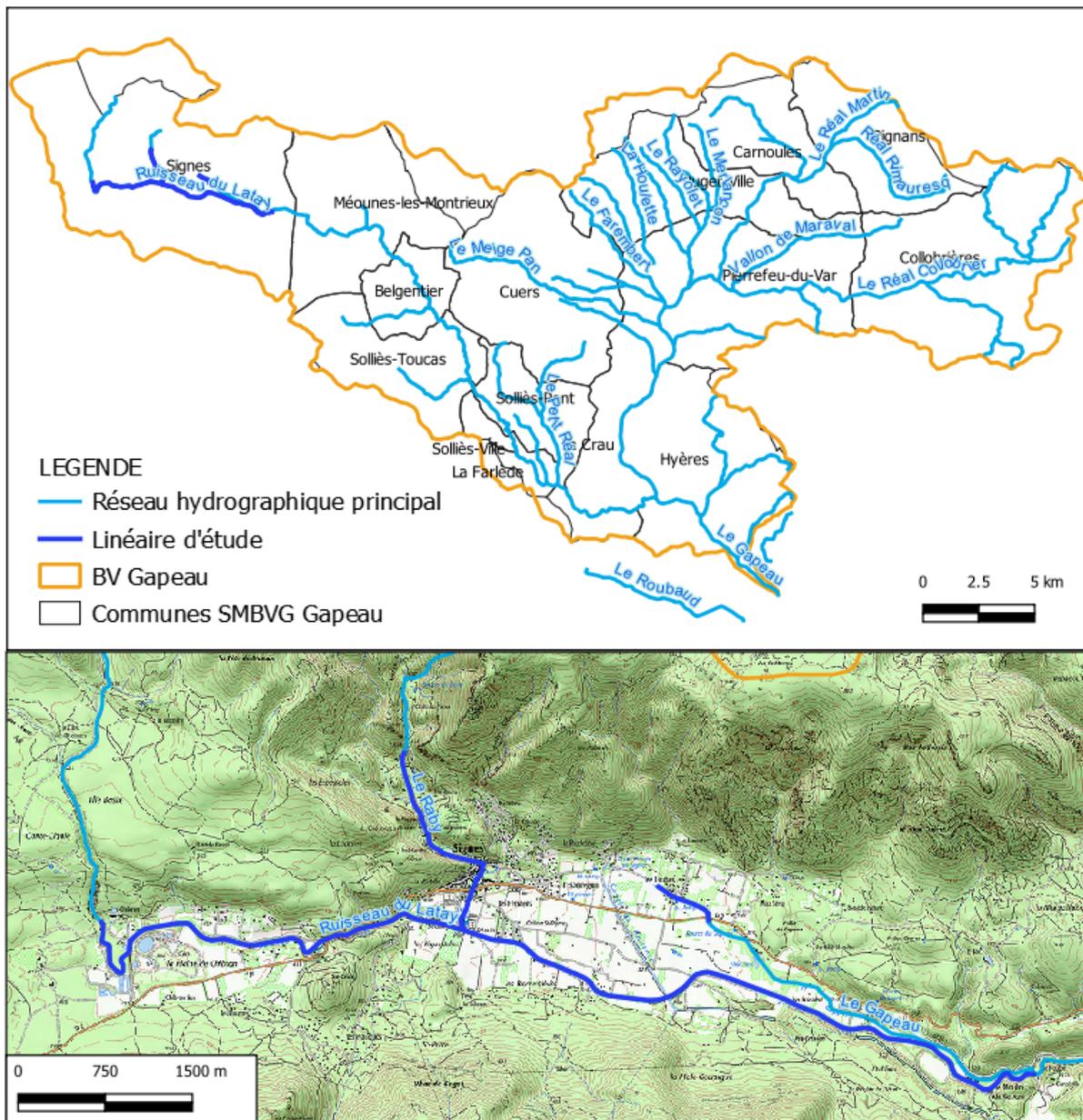


Figure 1 : Linéaire d'étude

Remarque : La confluence entre le Gapeau et le Latay est notée réglementairement (masse d'eau SDAGE) au niveau du lieudit Le Foulon, cependant la réalité de terrain ne reflète pas cette configuration. La confluence d'une partie importante des écoulements se fait en réalité au droit du lieudit Beaupré. A partir de ce lieu et jusqu'au Foulon la masse d'eau notée Gapeau apparaît comme étant un bief, déconnecté du fond de vallée, qui présente plusieurs usages (pour plus de détails voir VII.4.5.1.3). Le cours d'eau présentant des caractéristiques naturelles est réglementairement nommé le Latay sur ce tronçon.

A noter que cette « erreur » de sémantique doit être prise en compte dans le prochain SDAGE. Dans la suite de cette étude la confluence Latay/Gapeau sera donc évoquée comme se faisant au droit de Beaupré.

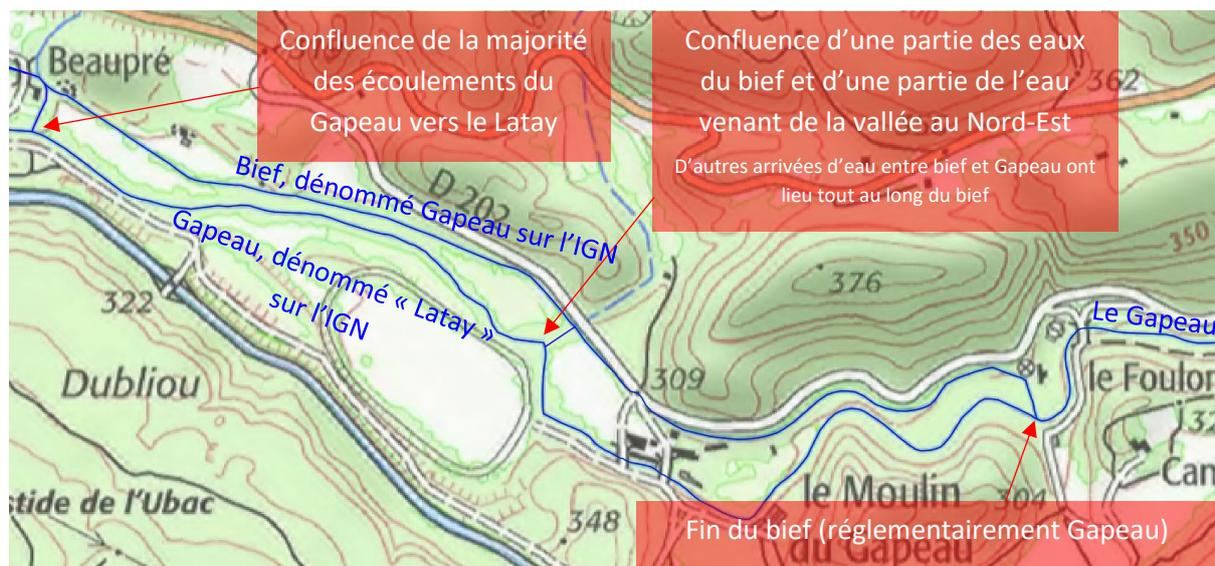


Figure 2 : Aval de la zone de Beaupré



Figure 3 : Photographie du Gapeau au sens réglementaire entre Beaupré et le Foulon

## IV CONTEXTE GENERAL

### IV.1 Contexte administratif et Parc Naturel Régional

Du point de vue administratif la zone d'étude se situe sur le territoire du **Parc Naturel Régional de la Sainte Baume** et la commune de Signes appartient à la **communauté d'agglomération Sud Sainte Baume**.



Figure 4 : Localisation PNR de la Sainte Baume et Communauté de communes Sud Sainte Baume

### IV.2 Masses d'eau, qualité et quantité

Les masses d'eau superficielles concernées par la présente étude au sens du SDAGE sont :

- FRDR 11527 : Ruisseau du Latay
- FRDR 114A : Le Gapeau de la source au ruisseau de Vigne Fer

Code masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Catégorie de masse d'eau	Objectif d'état écologique					Objectif d'état chimique			
			Objectif d'état	Statut	Echéance	Motivations en cas de recours aux dérogations	Paramètres faisant l'objet d'une adaptation	Echéance sans ubiquiste	Echéance avec ubiquiste	Motivations en cas de recours aux dérogations	Paramètres faisant l'objet d'une adaptation
FRDR11527	ruisseau du latay	Cours d'eau	bon état	MEN	2021	FT	matières organiques et oxydables	2015	2015		
FRDR114a	Le Gapeau de la source au rau de Vigne Fer	Cours d'eau	bon état	MEN	2015			2015	2027	FT	Benzo(g,h,i)perylène + Indeno(1,2,3-cd)pyrène

La qualité des eaux du Latay est impactée par la station d'épuration (STEP) de la commune de Signes qui rejette dans le Raby en amont direct de la confluence avec le Latay. Cependant, la STEP de Signes est conforme et fonctionne normalement. Il y a peu de dilution de l'effluent car l'exutoire est un milieu temporaire, et malgré le bon fonctionnement de la station, l'impact sur l'écologie n'est pas négligeable. Compte-tenu du contexte karstique, un impact sur la nappe est suspecté (piézomètres associés à l'activité de la station de Signes), mais la connaissance du fonctionnement de la nappe dans la plaine de Signes est encore peu précise. Le territoire va se doter d'un schéma directeur d'assainissement, avec des premiers résultats attendus pour fin 2021.

En ce qui concerne l'hydrogéologie de la zone, la ressource souterraine stratégique est en cours d'étude par le Parc de la Sainte Baume (FRDG167 et 168 cf Figure 5).



Figure 5 : Masses d'eau souterraines (FRDG168 Calcaires du Bassin du Beausset et du Massif des Calanques / FRDG167 Massifs calcaires de la Sainte-Baume, du Mont Aurélien et Agnis / FRDG520 Formations gréseuses et marno-calcaires de l'avant-Pays provençal)

Le Parc de la Sainte Baume étudie des zones de sauvegarde pour le futur concernant les masses d'eau FRDG167 et FRDG168 pour intégrer les enjeux du bassin versant du Gapeau en termes de gestion quantitative des ressources et de sécurisation des usages.

La gestion quantitative des ressources en eau est un enjeu fort du bassin versant puisque les ressources superficielles sont classées en zone de répartition des eaux, classement qui reflète le déséquilibre structurel besoins/ressources. Sur le Gapeau amont (amont de Solliès-Pont), les prélèvements actuels sont de 3 à 11% supérieurs aux volumes maximums prélevables sur la période juillet à septembre (source SMBVG).

## V CONTEXTE ECOLOGIQUE

### V.1 *Espaces de protections et inventaires du patrimoine naturel*

#### V.1.1 Natura 2000

Aucune zone Natura 2000 n'est directement présente.

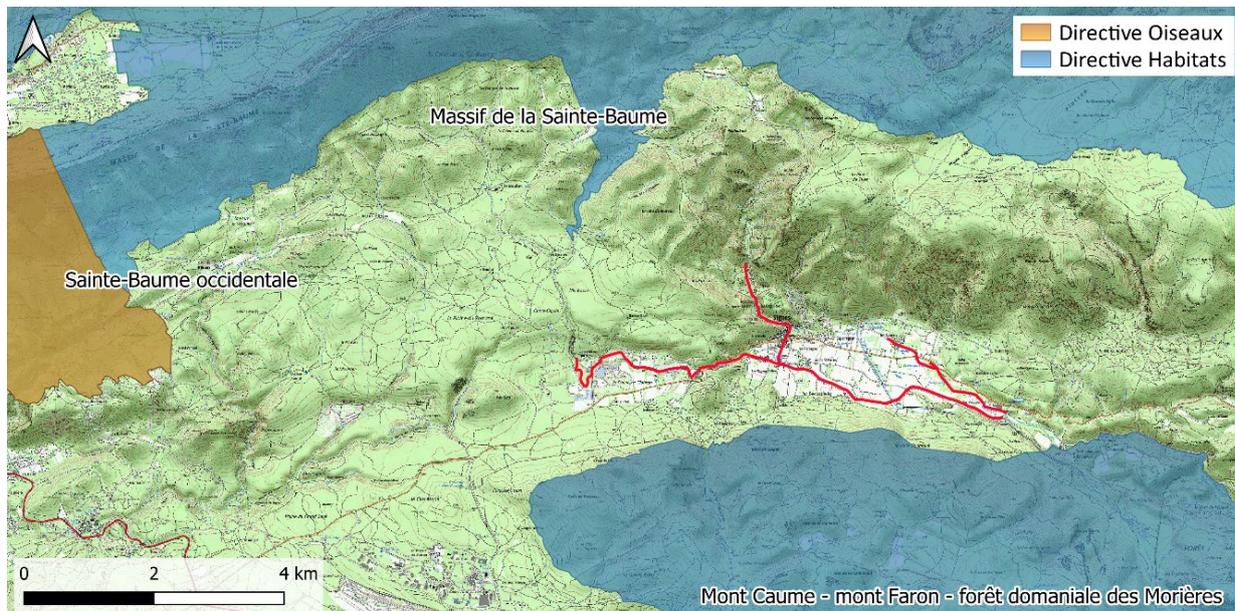
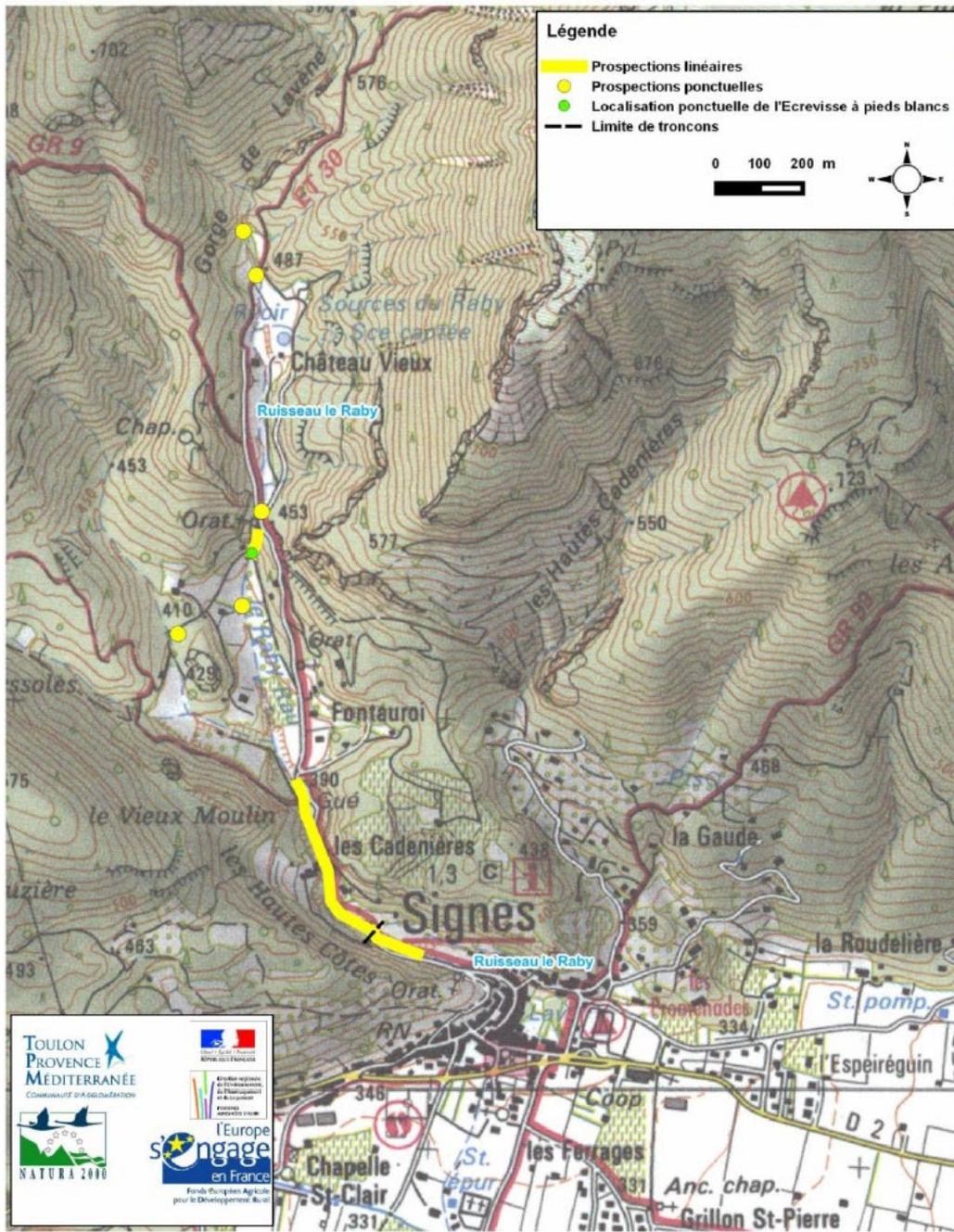


Figure 6 : Zones Natura 2000 à proximité du linéaire d'étude (rouge)

### ***Focus Ecrevisse à pattes blanches***

Malgré que le Latay ne fasse pas partie du zonage des Directives Habitat et Oiseaux, une étude spécifique sur l'écrevisse à pieds blancs a été menée en 2014 et 2015 sur la zone d'étude en lien avec le site Natura 2000 « Monts de Caume, Mont Faron, Forêt domaniale des Morières ».

L'écrevisse à pattes blanches est présente sur le haut Raby et le haut Latay, hors de la zone d'étude. Aucun habitat n'est recensé sur la zone d'étude (Inventaire Saules & Eaux et In Situ Faune Flore 2014). Cette espèce est présente en amont du secteur d'étude et absente en aval. Le Latay étant à sec durant la majeure partie de l'année sur le tronçon concerné par la présente étude, l'enjeu vis-à-vis de cette espèce est moindre.



Sources et cartographie : Saules & EauX & In Situ - Faune & Flore, 2014. Fonds : Scan 25.

### V.1.2 ZNIEFF et réservoir biologique

La zone d'étude fait partie d'une ZNIEFF de type II.

Le SAGE identifie, comme réservoir biologique, l'ensemble de la zone d'étude. A noter que le Raby n'est pas recensé en tant que tel.

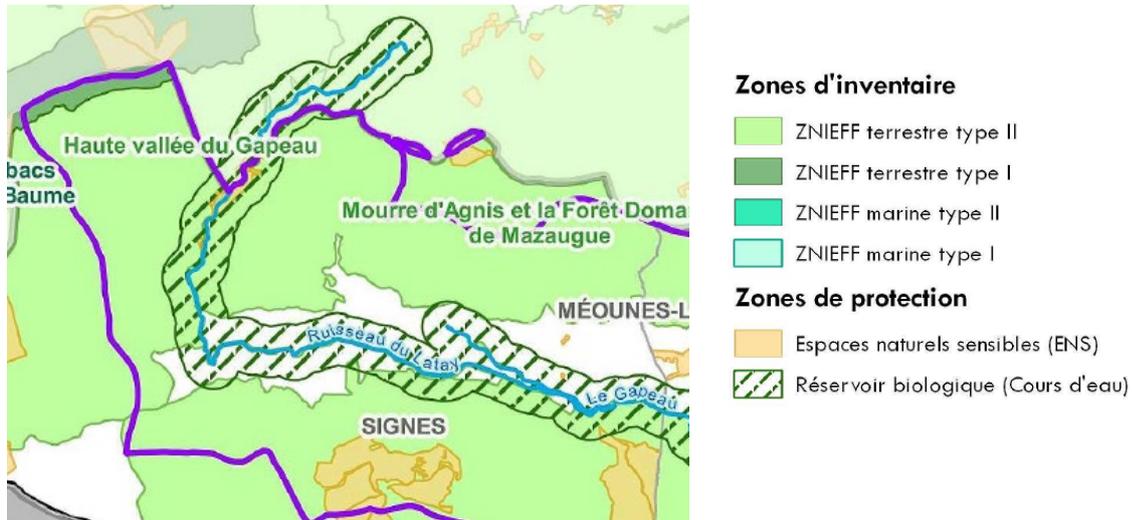
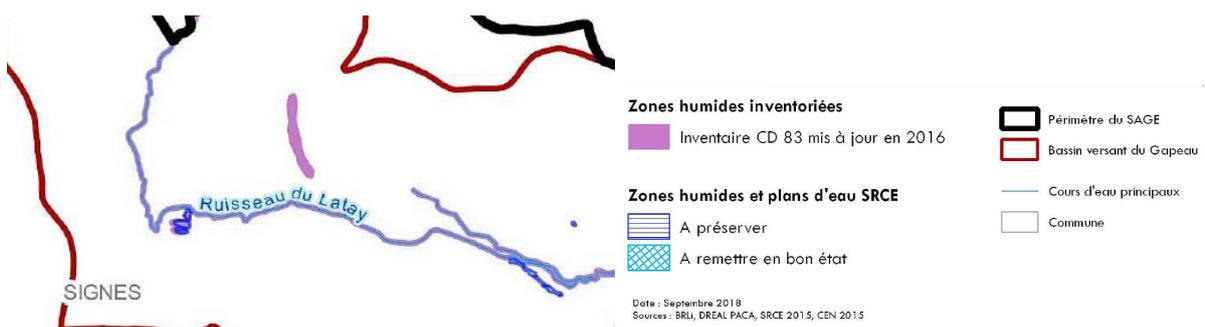


Figure 7 : Extrait cartographique des espaces de protections et d'inventaire du patrimoine naturel du SAGE

### V.1.3 Zones humides

Le SAGE fait mention des zones humides recensées sur le territoire d'étude :



Le parc naturel régional de la Sainte Baume recense également des habitats humides sur la zone d'étude :

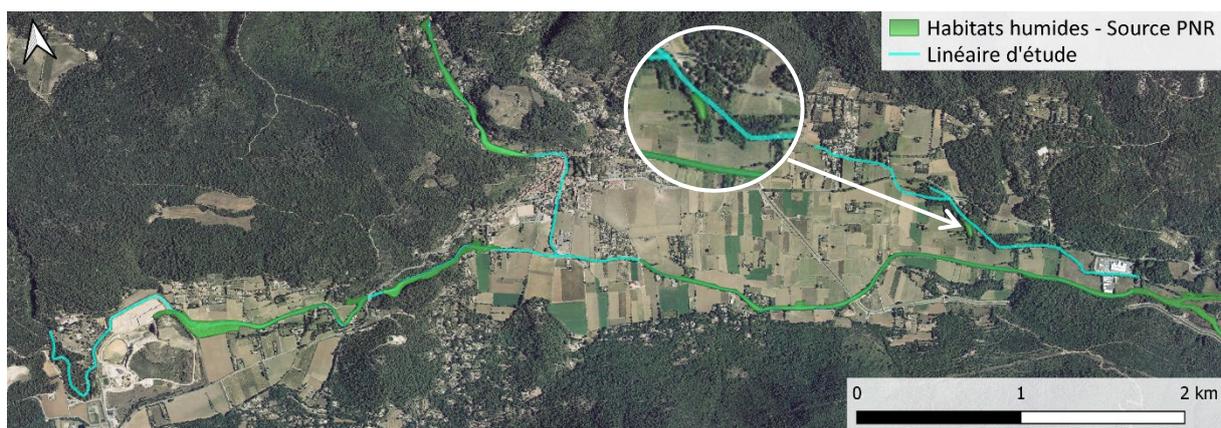


Figure 8 : Habitats humides PNR

A noter :

- Le Latay à l'aval de la carrière et à l'aval du quartier des Ferrages est noté comme habitat humide malgré son caractère temporaire et a priori souvent à sec ;
- Le Raby n'est pas considéré comme une zone humide dans la traversée et à l'aval de Signes malgré son caractère pérenne (sources) ;

- Le Gapeau amont n'est pas considéré comme habitat humide sur la cartographie du PNR ;
- L'étang de pêche artificiel noté comme zone humide en aval de la pisciculture sur le Gapeau.

## ***V.2 Eléments issus des rencontres avec les acteurs du territoire***

Le SMBVG s'est rapproché du Parc Naturel Régional de la Sainte Baume et ses partenaires, des animateurs Natura 2000, de la Ligue de Protection des Oiseaux, du Conservatoire Botanique méditerranéen (Projet Trame Turquoise), des services de l'Etat, de la Région afin d'échanger sur les enjeux écologiques du secteur d'étude.

**Les ripisylves du Gapeau** apparaissent comme un enjeu important en termes d'habitat.

## ***V.3 Vue générale de l'état de la ripisylve***

La fonctionnalité de la ripisylve est très variable sur la zone d'étude.

Globalement on constate une fonctionnalité de qualité moyenne sur l'ensemble de la plaine de Signes, correspondant notamment à une déconnexion en lien avec l'endiguement de la rivière, à l'exception de la limite aval lorsque le cours d'eau est calé contre le coteau.

Elle est globalement bonne sur le Latay à l'amont de la carrière de Chibron et dans les gorges à l'amont de la plaine de Signes, et sur le Raby à l'amont du village de Signes. A l'inverse elle est absente sur le Latay le long de la carrière de Chibron (dérivation) et sur le Raby dans la traversée de Signes.

Enfin, le Gapeau présente une ripisylve altérée car réduite et parfois sur ou mal entretenue.

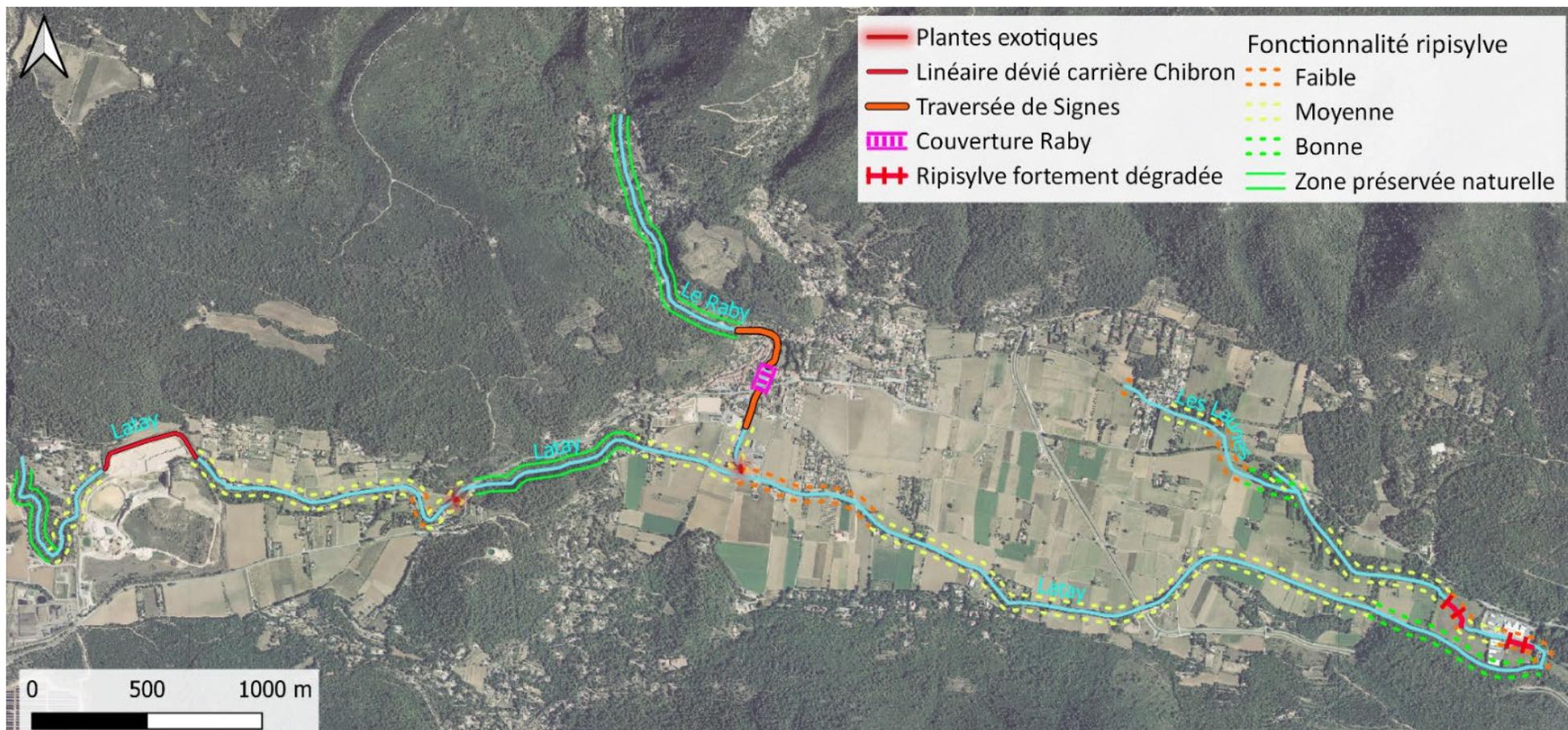


Figure 9 : Vue d'ensemble de la fonctionnalité de la ripisylve sur la zone d'étude

Un détail par secteur est décliné dans les sous-chapitres du § VII.4.

## V.4 Carte de synthèse du contexte écologique



Figure 10 : Synthèse du contexte écologique

## VI USAGES

### VI.1 Occupation du sol

L'occupation du sol sur la zone d'étude est variée mais comporte une forte dominante agricole, notamment dans la plaine de Signes. Il s'agit en grande majorité de grandes cultures de céréales, de prairies et cultures fourragères (source : Chambre d'Agriculture du Var) :

- Latay/Gapeau Amont : Prairies temporaires et permanentes
- Latay : Blé dur, blé tendre, orge, luzerne et sainfoin ainsi qu'un peu de vignes et d'oliviers
- Raby : un peu de sainfoin mais peu d'agriculture
- Les Launes : prairies temporaires, blé dur, luzerne, orge

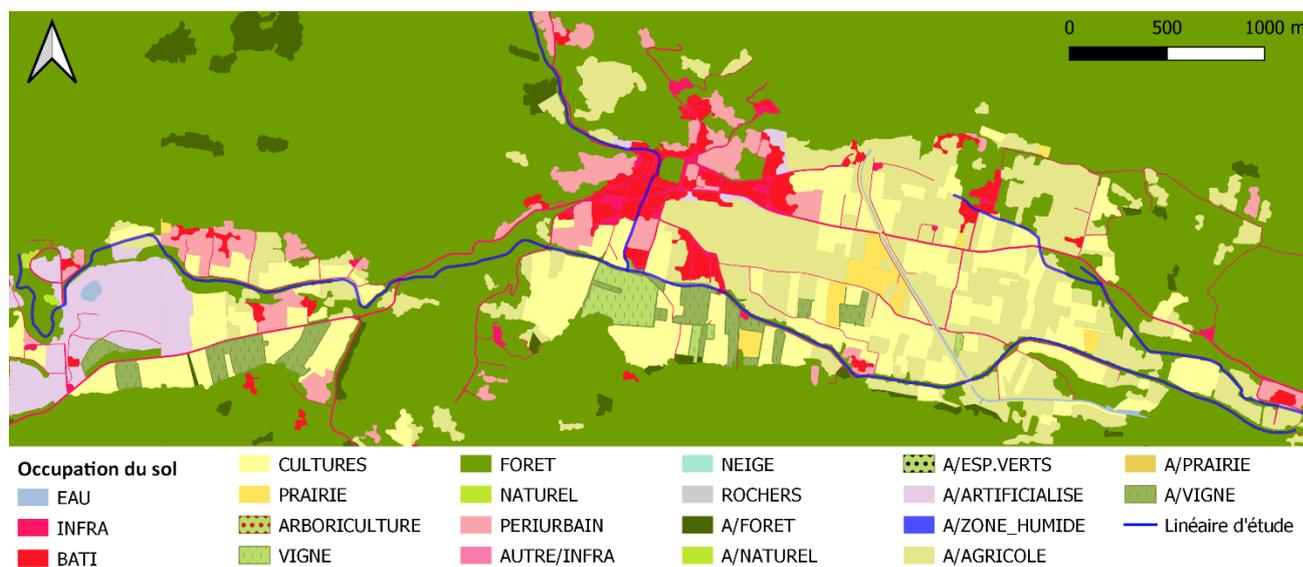


Figure 11 : Occupation du sol (Source : étude GeoPeka Egis 2019)

### VI.2 Usages en interaction directe avec le cours d'eau

Des usages spécifiques très en lien avec le fonctionnement des cours d'eau ont été recensés sur la zone d'étude avec notamment une carrière, une pisciculture et une usine d'embouteillage (Usine Beaupré).

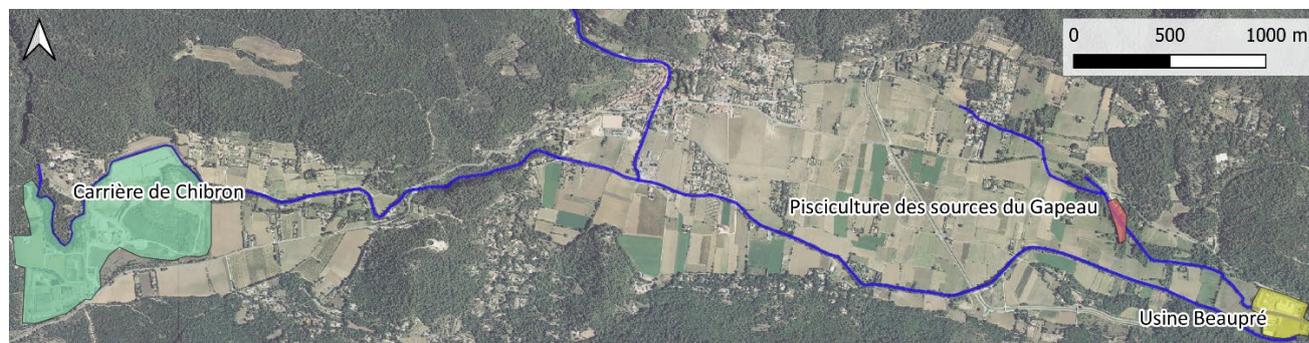


Figure 12 : Localisation de l'occupation des sols directement en lien avec le cours d'eau

### VI.3 Aspects quantitatifs : assecs, prises d'eau et rejets

Le Latay est à sec sur la majorité du linéaire du territoire d'étude lors de notre passage sur le terrain en janvier 2021.

Le Latay n'est en eau que sur deux portions :

- A l'aval du Raby, lui-même en eau et enforcé par le rejet de la station d'épuration de Signes ; l'eau s'infiltré néanmoins au bout de moins d'un kilomètre au niveau du hameau des Ferrages ;
- A l'aval d'un retour d'eau du canal de la SCP, sur par tie aval de la zone d'étude. Il s'agit là d'une source eau extérieure au système hydrographique du Latay.

Le Raby présente de l'eau à notre passage, mais un prélèvement (prise d'eau de bief) semble à l'origine d'un assec localisé jusqu'à la restitution du débit quelques centaines de mètres à l'aval.

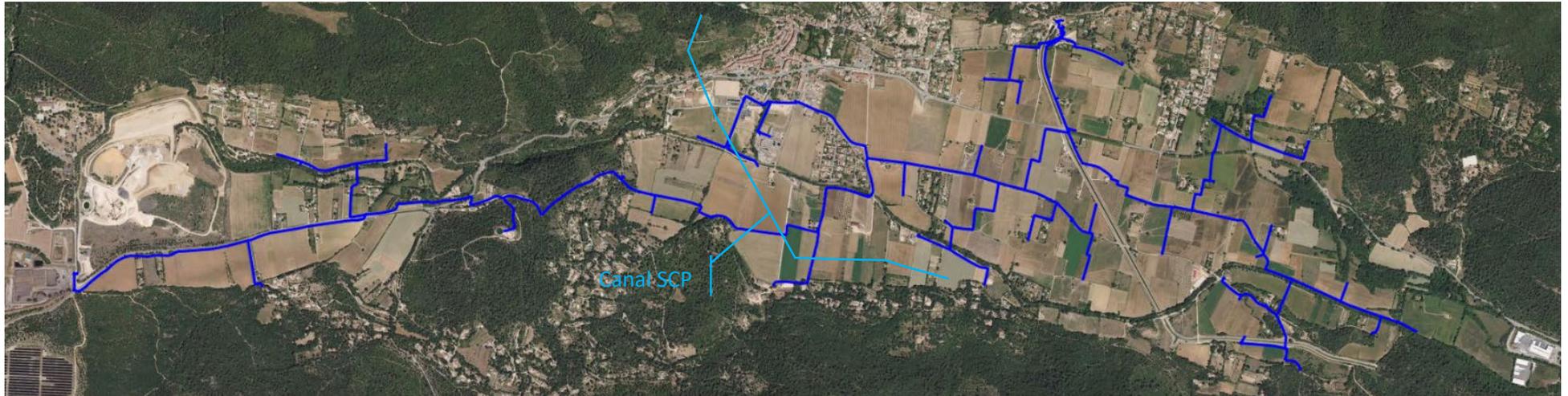
Le seul cours d'eau du secteur d'étude à présenter une pérennité dans ces écoulements est le Gapeau lui-même, alimenté par les sources du Gapeau. De nombreux prélèvements sont néanmoins constatés, notamment les sources de Beauprés elles-mêmes et la prise d'eau du bief du Gapeau juste à l'aval.



Figure 13 : Carte de synthèse des prélèvements et des rejets

## VI.4 Canal de Provence

Mis à part le Canal de Provence lui-même, le territoire de Signes est traversé par le réseau SCP, comme le montre la carte ci-dessous



(Source : canaldeprovence.org)

Figure 14 : Réseau SCP

Ces canaux, souvent souterrains, sont une ressource en eau extérieure au bassin du Gapeau disponible pour le territoire. Elle constitue ici un maillage le plus souvent souterrain qui sera pris en considération dans les aménagements en tant que contrainte technique au même titre que les réseaux autres, dont les demandes de renseignements seront prises ultérieurement en fonction des projets proposés.

## VII ECO-MORPHOLOGIE

### VII.1 Eléments issus de la bibliographie

L'ensemble des données bibliographiques à notre disposition sur le territoire a été analysé :

#### VII.1.1 Etude hydraulique et hydrogéomorphologique (Egis *et al*, 2019)

Le titre exact de cette étude est : « Etude hydraulique et hydrogéomorphologique sur le bassin versant du fleuve Gapeau et du Roubaud en vue de la réalisation de Plans de Prévention des Risques Inondation et d'un programme d'aménagement et de restauration du bassin versant du Gapeau. » EGIS-Eau, Sepia-Conseils, Géopecta, Géorives - SMVBG & DDTM 83, 2019.

**On peut noter que dans le cadre des témoignages recueillis auprès des communes sur les problématiques liées à l'hydromorphologie, aucune problématique relative à l'inondation sur la commune de Signes n'était ressortie au moment de cette étude : malgré les résultats de l'étude hydrauliques, et donc avant les crues de 2019, la problématique n'était pas prise en considération.**

Nous reprenons ci-dessous les éléments qui concernent directement la zone d'étude. Seuls les résultats sont ici repris, la définition et la méthode sont consultables directement dans le rapport de phase 1 :

#### 1) Profil en long :

Cours d'eau	Pk cum.	Pente (%)	Unité morphologique
Latay av	39,37 - 45,47	0,7	Plaine de Signes
Latay	45,47 - 46,27	8,3	Gorges
Latay	46,27 - 49,27	0,7	Plaine de Chibron
Latay	49,27 - 50,57	8	Gorges
Latay	50,57 - 53,87	1,2	Vallée du Château Roux au Pont du Diable
Latay am	53,87 - 57,77	3	Tête de bassin

Tableau 39 - Tronçons de pente homogène sur le Latay

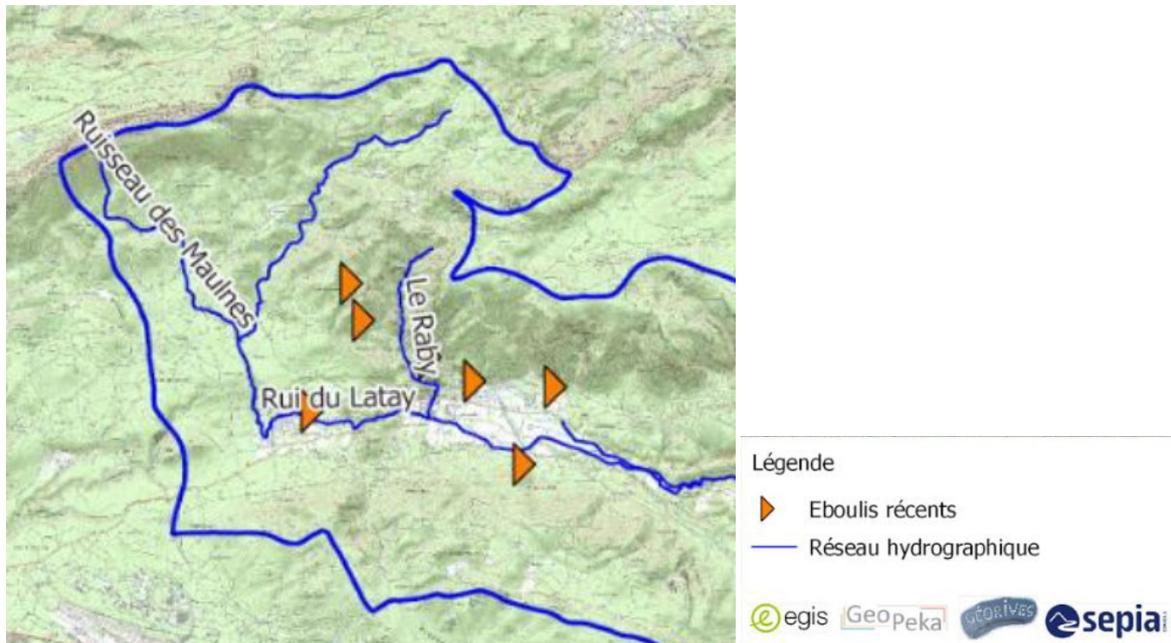
Cours d'eau	Pk cum. Tronçon av.	Pente (%)	Pk cum. Tronçon am.	Pente (%)
Raby	44,93 - 46,43	3,5	46,43 - 48,93	12

Le Raby présente une pente de 12 % sur 2.5 km sur sa partie amont, puis de 3.5 % sur 1,5 km à l'amont de la confluence avec le Latay.

Le Gapeau amont présente une pente de 0,8 %, il s'écoule dans la plaine de Signes jusqu'au début des gorges.

## 2) Débits solides :

### Production primaire (éboulis) :



### Production secondaire :

Aucune information sur notre zone d'étude : approche lithographique des carottages disponibles dans la BDSS à l'aval de la zone d'étude.

### Transport solide :

L'étude décrit l'amont du Latay et du Raby comme des cours d'eau ayant « un caractère torrentiel marqué, avec des pentes supérieures à 2,5 % [...] Ils possèdent donc une énergie élevée qui leur confère des fortes compétences en crue. Les processus érosifs peuvent y être importants, mais ils sont limités par les contrôles latéraux et verticaux liés à l'encaissement. Ces caractéristiques induisent un transfert efficace de leur charge sédimentaire. Les lits sont composés d'un substrat relativement grossier. »

L'étude Egis évoque brièvement le secteur de la carrière sur le bassin versant du Latay dans la plaine de Chibron à propos du transport solide : « Une visite de terrain menée sur ce secteur a permis de mettre en évidence la présence dans le lit mineur du Latay de nombreuses particules solides indiquant l'existence d'une dynamique de transport solide importante. Ce phénomène s'ajoute aux activités de la carrière présente en bordure de cours d'eau. »

Les différentes ruptures de pente du profil en long du Latay sont décrites : fortes pentes à l'amont -> pente plus douce dans la plaine de Chibron -> Pentas fortes dans les gorges en amont de Signes -> pentes plus faibles dans la plaine de Signes. Le style fluvial « divagant » qui devrait être observé sur les parties amont de ces plaines est évoqué, style autrefois (1950-1960) présent sur la plaine de Chibron. Le secteur des gorges en amont de Signes est décrit comme capable d'évacuer la charge solide provenant de l'amont.

Le tracé dans la plaine de Signes est rectiligne et le Latay ne présente pas de déficit sédimentaire sur cette zone.

### 3) Dynamiques morphologiques dans le temps

Il s'agit d'une analyse diachronique des photos aériennes anciennes. Là encore, l'analyse ne concerne pas la zone d'étude. Les conclusions sont néanmoins les suivantes :

« Concernant le Gapeau amont, étant donné le nombre de seuils recensés, la mobilité verticale est probablement assez limitée. (...) Enfin, les cours d'eau du massif des Maures ne sont pas particulièrement incisés. »

L'étude évoque l'absence d'observation d'un style fluvial « divaguant » dans les plaines certainement liées aux fortes pressions exercées sur le cours d'eau au cours du temps.

### 4) Pressions anthropiques

L'étude Egis décrit la carrière (SOMECA) de la plaine de Chibron comme n'étant pas sans impact sur le fonctionnement hydromorphologique du ruisseau du Latay. Les modifications locales du Latay liées à la carrière sont importantes : tracé en plan décalé à plusieurs reprises et modification importante de la géométrie du cours d'eau.

Il est également identifié une forte pression latérale sur le Latay dans la plaine de Signes, avec la présence d'endiguements. « Les processus de transport de la charge grossière sont a priori fonctionnels et les actions anthropiques déterminantes sur le style du tracé actuel qui devrait être plus sinueux. »

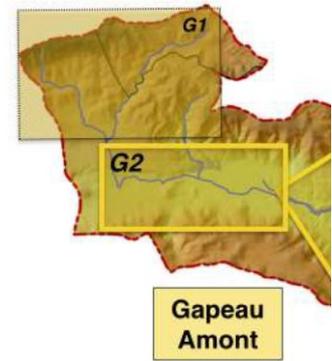
### 5) Bilan étude Egis

Globalement, pour ce qui est des aspects hydromorphologiques, le contenu de l'étude Egis sur la zone concernée par la présente étude peut être résumé par le tableau suivant :

UHC	Capacité de transfert	Apports sédimentaires	Dynamiques verticales	Dynamiques latérales	Pressions physiques	Etat Morphologique
G1	 Fortes et irrégulières (fonctionnement torrentiel)	+++ Apports primaires des versant importants, diminution des fournitures sur le long termes (reforestation, diminution des pâtures, etc...)	 Contrôlé par l'encaissant	 Contrôlé par l'encaissant	--- Faibles (sauf pour le Vallon des Routes)	<b>BON</b>
G2	 Diminution par rupture de pente	- Faibles, apports secondaires limités par les pressions latérales	 En fonction des apports amont, tendance à l'exhaussement	 Contraintes latérales anthropiques fortes	++ Fortes dans les plaines (carriers et endiguements)	<b>MEDIOCRE</b>

L'unité G1 correspond à la tête de bassin du Latay et du Raby et l'unité G2 correspond au secteur concerné par la présente étude.

L'étude de 2019 classe le secteur G2 comme tronçon à restaurer en terme hydromorphologique. Elle conclut sur le lien entre morphologie et qualité des milieux par : « Dans certains cas, les perturbations ne sont pas suffisamment importantes pour avoir eu un effet sur la qualité écologique des milieux : c'est le cas par exemple du Latay dans la plaine de Signes [...] Ces zones doivent, au cas par cas, soit être préserver soit faire l'objet de restauration ponctuelles en fonction des enjeux locaux. »



## VII.1.2 Espace de Bon Fonctionnement (GeoPecka, 2019)

Le contour technique de l'Espace de Bon Fonctionnement (EBF) a été établi par GeoPecka en 2019 sur la zone (Latay et Raby).

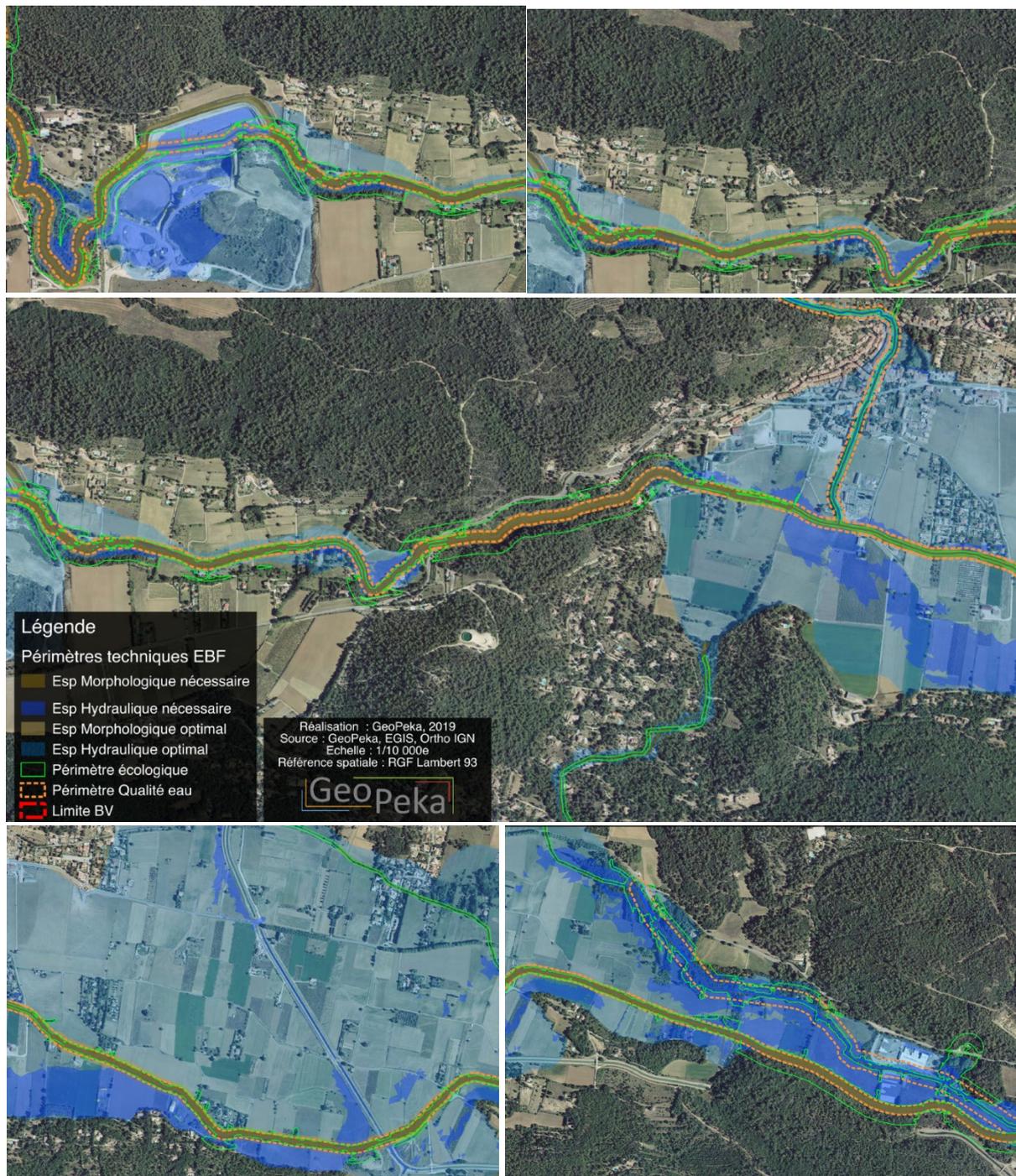


Figure 15 : Cartographie EBF GeoPeka 2019

A noter que l'EBF a été défini à l'échelle du bassin versant, ce qui est certainement à l'origine d'une approche globale et un rendu macro quand on zoome sur la zone d'étude elle-même : le Gapeau et le Latay sont définis comme style fluvial de référence de type 1 (rectiligne à forte pente) : « il s'agit de cours d'eau à forte pente et torrents de montagne dominés par une granulométrie grossière (...), [au] tracé subrectiligne (...). Généralement le cours d'eau s'incise dans le substratum géologique ou subit des apports sédimentaires latéraux (...). Ces lits torrentiels font transiter des matériaux. Ils sont généralement plutôt encaissés. »

**Ce style fluvial n'est pas adapté à notre zone d'étude**, excepté la zone de gorges entre la plaine de Chibron et la plaine de Signes. La méthodologie mise en œuvre pour la définition des emprises morphologiques n'est donc à notre sens pas adaptée et aboutit à un résultat peu cohérent.

A noter également qu'aucun EBF n'est défini, il s'agit là **d'emprises techniques** qui doivent être agrégées en fonction des réalités de terrain et d'une concertation entre les acteurs, les usagers et les gestionnaires du territoire.

### VII.1.3 Etude LINDENIA de 2015

L'étude correspond à « L'élaboration d'un programme de travaux de restauration, d'entretien et de mise en valeur du Gapeau et de ses affluents » et a été réalisé en 2015 par LINDENIA.

Il ressort de l'étude de LINDENIA que le Latay est largement remanié et dégradé dans sa portion médiane de Chibron, avec un lit dévié et des berges enrochées au droit de la carrière. Il est identifié que le cours d'eau évolue dans un système karstique, et que sur son secteur intermédiaire de Château Roux à la confluence avec le Raby, le lit est quasiment à sec toute l'année.

Concernant le Gapeau amont jusqu'à l'usine de Beaupré, l'étude de LINDENIA fait ressortir plusieurs points en lien avec l'hydromorphologie :

- Le cours d'eau est anciennement artificialisé et canalisé
- Le Gapeau est globalement linéaire et assez peu méandriforme
- Il existe des zones d'expansion de crues en lien avec le Latay
- Le réseau amont des Launes est entretenu comme un fossé d'assainissement

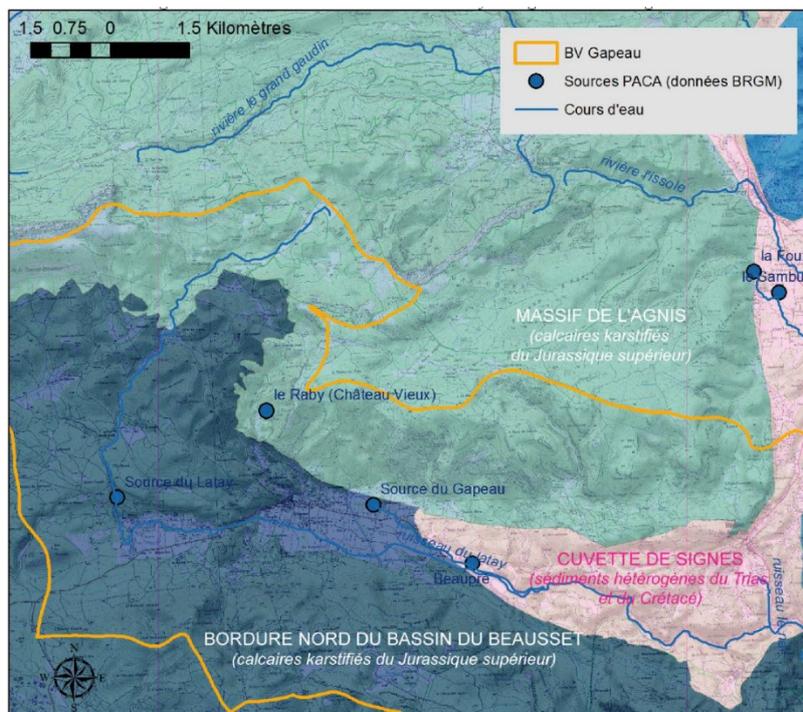
### VII.1.4 Etude hydrogéologique (HYDROFIS – 2016)

Un diagnostic hydrogéologique du bassin versant du Gapeau a été réalisé en 2016 dans le cadre de l'étude pour l'élaboration du schéma d'aménagement et de gestion des eaux du bassin versant du Gapeau.

En lien avec la présente étude, il semble intéressant de noter quelques points :

- Les masses d'eau souterraines en interactions avec la zone d'étude sont des masses d'eau karstiques. Les transferts y sont rapides (temps de résidence de l'eau courts). Après une forte pluie l'aquifère FRDG167 réagit en 6 heures et sa transmissivité moyenne est d'environ 10 m<sup>2</sup>/s. Pour FRDG168 l'absence de mesures ne permet pas d'établir précisément les paramètres hydrodynamiques.
- Les masses d'eau souterraines présentent des exutoires au niveau des sources. Les sources intéressantes pour l'étude étant : la source du Raby (Qmoy = 20 l/s), les sources du Gapeau (90 l/s) et les sources du Latay (débit inconnu). Chacune de ces sources est un exutoire de la masse d'eau souterraine FRDG167 – Massifs calcaires de la Sainte-Baume, du Mont Aurélien et Agnis
- La source du Raby est utilisée pour l'AEP

Pour la présente étude, il est important de noter que les sources présentes sur le bassin sont très souvent la seule source d'alimentation des cours d'eau hors épisodes pluvieux. Ainsi le Latay ne présente un lit en eau permanent qu'à partir de la confluence avec le Raby, lui-même alimenté par l'exutoire de la masse d'eau souterraine karstique. Le fonctionnement du cours d'eau du Latay est donc très lié à l'aspect quantitatif de la masse d'eau souterraine.



Source : Hydrofis

Figure 16 : Masses d'eau souterraines et sources

## VII.2 Éléments issus des rencontres avec les riverains ou les acteurs du territoire

Dans le cadre de l'étude des échanges ont eu lieu avec les acteurs locaux et certains riverains. Le but de ces échanges était de comprendre au mieux les enjeux et fonctionnements locaux liés au cours d'eau, les projets en cours ou avenir et également l'historique local du site.

*Remarque : Les éléments généraux sont listés ci-dessous mais les éléments précis ressortant de ces échanges sont apportés au fil du rapport.*

Des riverains ont été rencontrés, notamment les habitants de la maison/pont sur le Gapeau, ce qui a permis un éclaircissement sur le passé historique du bâtiment et des connaissances sur le seuil récent situé en dessous.

Le riverain possédant la maison au droit de la confluence de l'usine Beaupré a été contacté. Ce propriétaire étant également le directeur de l'usine, des informations importantes sur le fonctionnement de la source Beaupré ont été apportées.

La fédération de pêche a été rencontrée sur le terrain principalement pour faire le lien entre la présente étude et une étude de faisabilité existante sur le Gapeau amont.

Un contact a été pris avec la chambre d'agriculture du Var afin d'obtenir des précisions sur l'usage agricole des sols de la plaine de Signes et le lien entre pratique agricole et inondation sur la zone. Les informations apportées seront prises en compte au stade des propositions d'aménagements.

### ***VII.3 Analyse globale du profil en long***

Les données topographiques disponibles sur la zone d'étude sont :

- La donnée RGE Alti 1m de l'IGN
- La donnée des profils en travers des levés terrestres SMBVG 2018 sur le Latay et le Raby
- La donnée complémentaire 2021 sur les profils en travers et les digues (Latay, Raby), demandée pour la présente mission (levés terrestres)

Le produit proposé par l'IGN repose en général sur la technologie LIDAR aéroporté pour obtenir une bonne résolution. Dans ce cas, la résolution sur le Modèle Numérique de Terrain (MNT) est de 1 mètre (maille de 1m par 1m grille XY) et la précision altimétrique est donnée à  $\pm 0.2m$  pour les terrains contrôlés. Des incertitudes infra-métriques peuvent cependant persister, notamment au niveau des zones présentant de l'eau en surface ou un couvert végétal important.

Sur la base des données disponibles, une analyse du profil en long du Latay a été réalisée zone par zone. Pour une meilleure lisibilité de la donnée terrestre disponible, les altimétries des profils en travers ont été utilisées et des altimétries interpolées entre chaque profil le long du tracé en plan ont été établies pour faciliter la lecture des pentes du profil en long.

3 zones se distinguent :

- La plaine de Chibron, de pente moyenne 0.8 % ;
- La zone de gorge, qui, après une cascade de 20 m de hauteur, adoucit progressivement sa pente de 6 à 2 % environ ;
- La plaine de Signes, dont la pente moyenne est de 0.6 %.

Un zoom détaillé par zone du profil en long est réalisé dans la suite du présent rapport.

Pour les autres cours d'eau (Launes, Gapeau, Raby) l'analyse des profils en long est développée dans le chapitre correspondant.

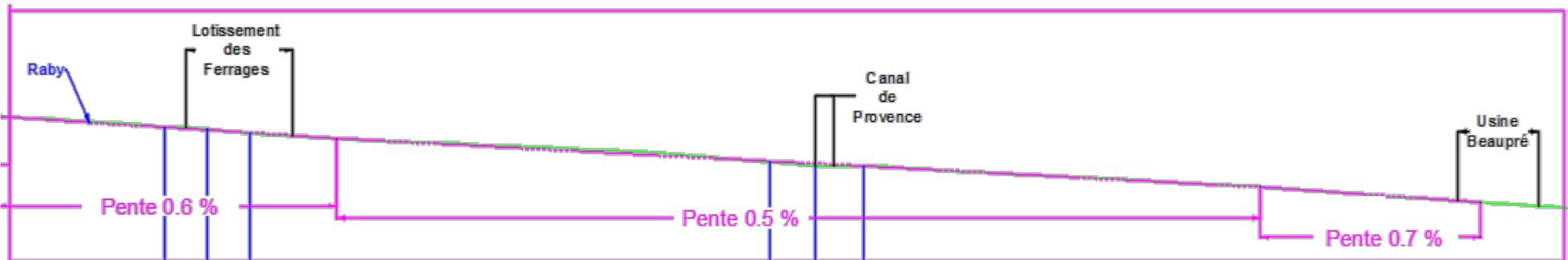
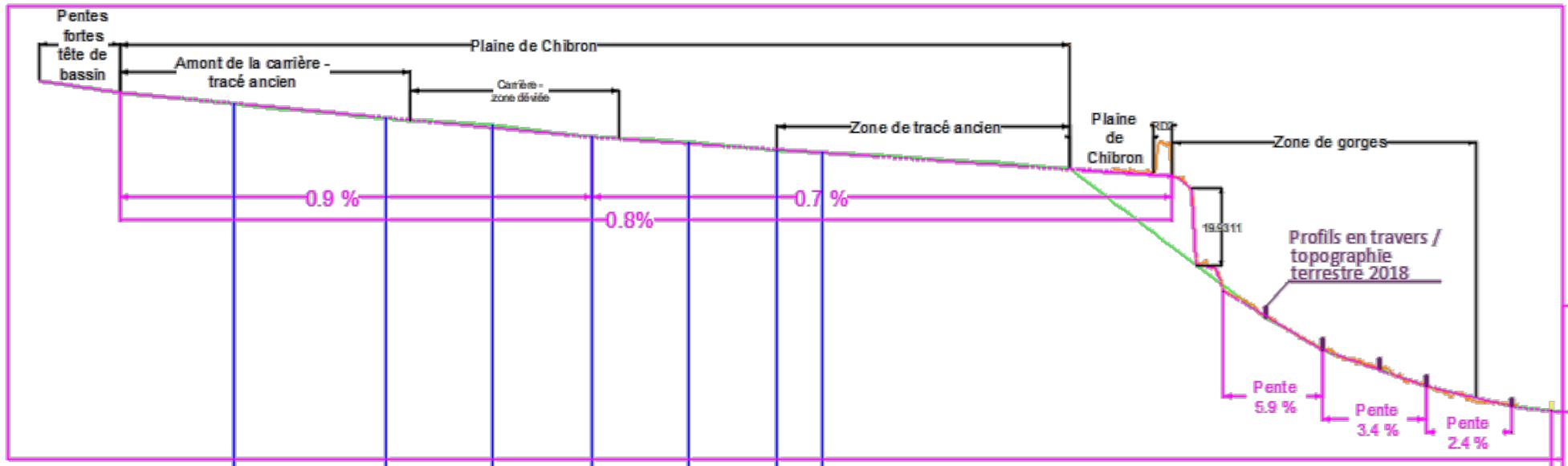
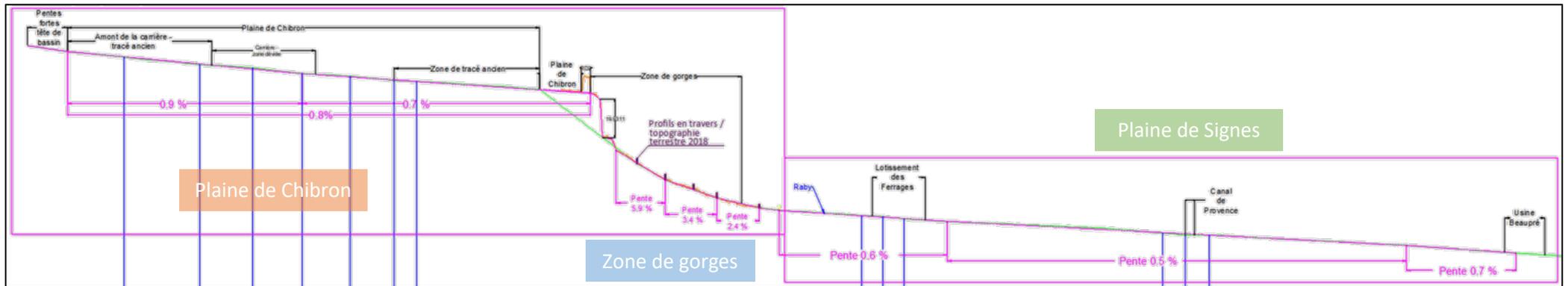


Figure 17 : Vue d'ensemble schématique du profil en long du Latay (zone d'étude) sur la base de la donnée topographique terrestre

## VII.4 Diagnostic écomorphologique par zone

Le découpage de la zone d'étude est repris sur la base de 6 zones présentant des caractéristiques hydromorphologiques homogènes :

- Zone 1 : Latay dans la plaine de Chibron depuis l'amont de la carrière
- Zone 2 : Latay dans les gorges à l'amont de Signes
- Zone 3 : Latay dans la plaine de Signes
- Zone 4 : Le ruisseau des Launes
- Zone 5 : Le Gapeau Amont depuis la source à l'aval du pont de la RD2 jusqu'à Beaupré
- Zone 6 : Raby dans la traversée du village de Signes

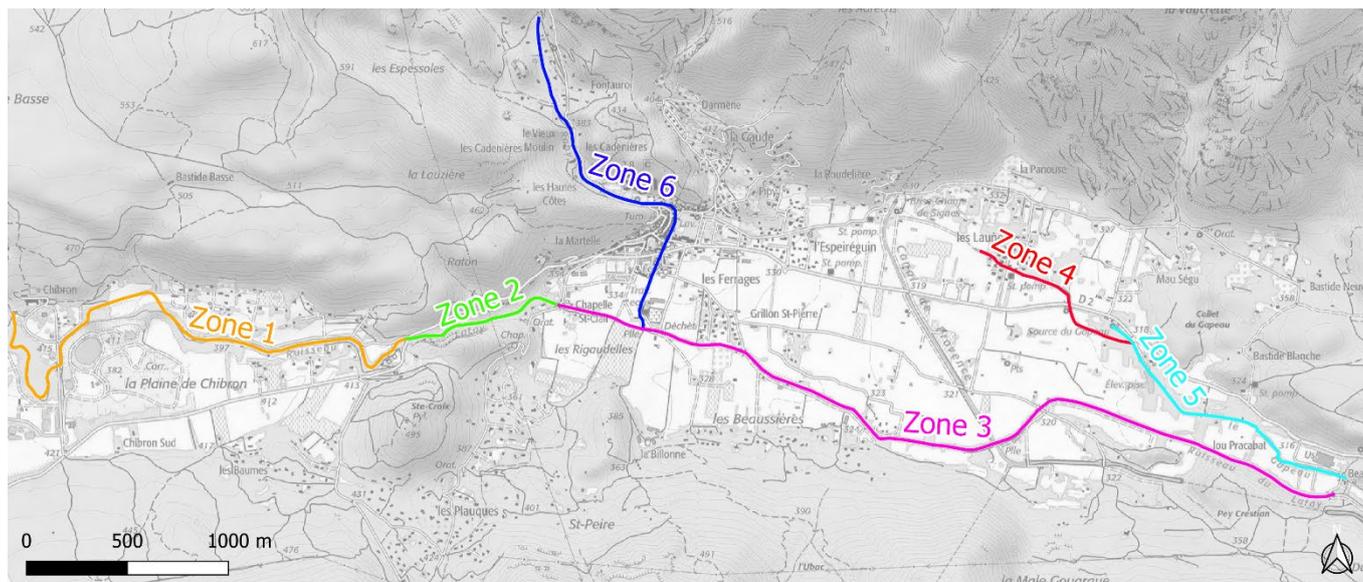


Figure 18 : Zonage de l'étude

L'ensemble du linéaire concerné par l'étude a été parcouru à pied par Riparia les 20 et 21 janvier 2021, à l'exception de la couverture du Raby dans la traversée de Signes.

### VII.4.1 Zone 1 : Latay dans la plaine de Chibron

#### VII.4.1.1 Analyse diachronique

L'analyse diachronique de la plaine de Chibron revêt une importance particulière, en lien avec la carrière de Chibron qui a bouleversé la morphologie du cours d'eau. Elle nous apporte des éléments de connaissance importants concernant la morphologie du lit avant son installation.

L'étude hydromorphologique (Egis et al. 2019) déjà réalisée sur la zone identifie le fonctionnement naturel du Latay comme étant un fonctionnement de rivière divagante dans l'amont de la plaine de Chibron avant exploitation de la carrière.

A l'observation des cartes anciennes (Cassini et Etat-major), il apparaît effectivement que le cours d'eau dans cette zone présentait des méandres. Le Latay sur cette partie amont de la plaine de Chibron avait donc adopté naturellement et durablement ce style hydromorphologique. La comparaison de la carte de l'Etat-major et de la photographie aérienne de 1950 montre que le tracé des méandres principaux reste plutôt fixe dans le temps. D'un point de vue hydromorphologique, le cours d'eau présente donc une légère mobilité latérale liée aux différents dépôts alluviaux au cours du temps en conservant un tracé globalement fixe de sa bande active. Des zones apparaissent plus larges avec des

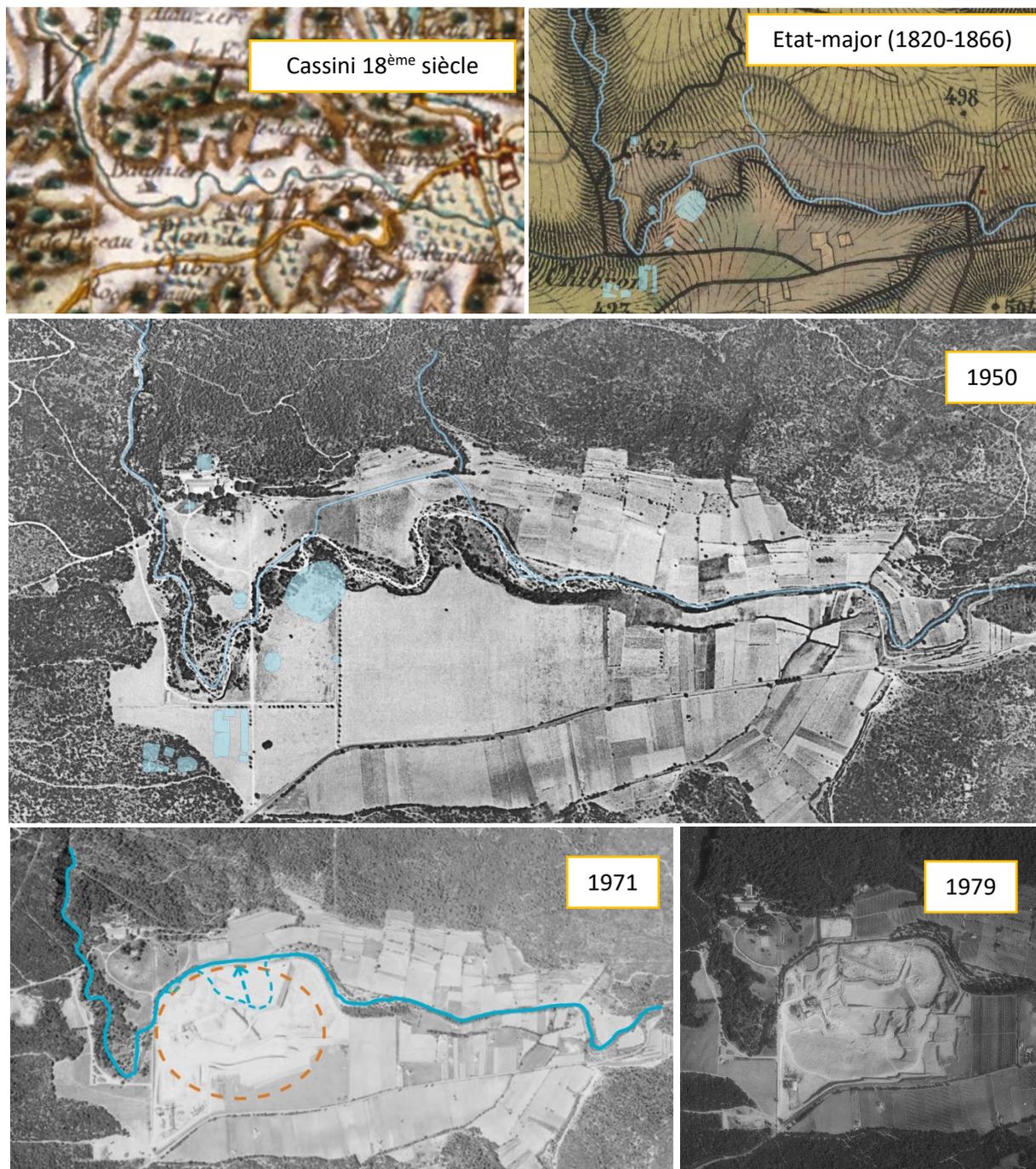
dépôts étalés, qui suggèrent des divagations ponctuelles du lit mineur au gré des crues. Le fonctionnement naturel du Latay dans la plaine de Chibron reste ainsi très conditionné par l'ouverture des berges de celui-ci et par la topographie.

L'arrêté préfectoral du 15 juin 2009 autorisant l'exploitation de la carrière prévoit le déplacement du cours d'eau du Latay.

Deux déviations ont effectivement été réalisées, une autour de années 1960 et l'autre en 2010/2011.

Les deux déviations du cours du Latay ont entraîné des modifications de la longueur du cours d'eau :

- La première déviation a entraîné une réduction d'environ 200 m du cours d'eau
- La deuxième déviation, quant à elle, a engendré une augmentation de 120 m du cours d'eau, mais le Latay reste néanmoins plus court qu'à l'état initial de 1950 d'environ 80 m.





**Figure 19: Analyse diachronique (source IGN)**

Aujourd’hui, au droit de la carrière, le cours d’eau s’enfonce dans le versant au Nord et son tracé est très éloigné de son tracé originel.

Outre son aspect chenalisé au nord de la carrière, on constate également un resserrement de la bande active à l’aval de la carrière. Naturellement sur la zone à l’aval direct de la carrière le Latay, du fait du fort dépôt sédimentaire, présentait une bande active large avec plusieurs lits secondaires. Aujourd’hui les apports de matériaux fins par la carrière et les perturbations en lit mineur (circulation et prélèvements cf § VII.4.1.6) donnent au cours d’eau un aspect peu naturel, et aucun chenal

préférentiel d'écoulement ne se dessine. A noter que le resserrement de la bande active n'est pas à relier qu'à la carrière : il s'observe aussi à l'amont de la carrière, et peut s'expliquer par une baisse de la production primaire en lien à la fermeture du milieu (boisement plus dense, bien visible sur les photos aériennes) et/ou à une modification de l'hydrologie.

Outre les perturbations du cours d'eau visibles à l'aval direct de la carrière, le Latay reprend une morphologie qui semble plus naturelle sur environ 1 km en amont de l'ouvrage sous la RD2 et de la zone de gorges. Mis à part un méandre de taille notable sur ce tronçon, le tracé en plan du Latay est plus rectiligne sur cette partie terminale de la plaine de Chibron.

#### VII.4.1.2 Profil en long

Le cours d'eau à l'amont de ce secteur se trouve à une zone de transition de pente entre la tête de bassin versant, très pentu (de l'ordre de 5% en amont de la zone d'étude), et la plaine de Chibron.

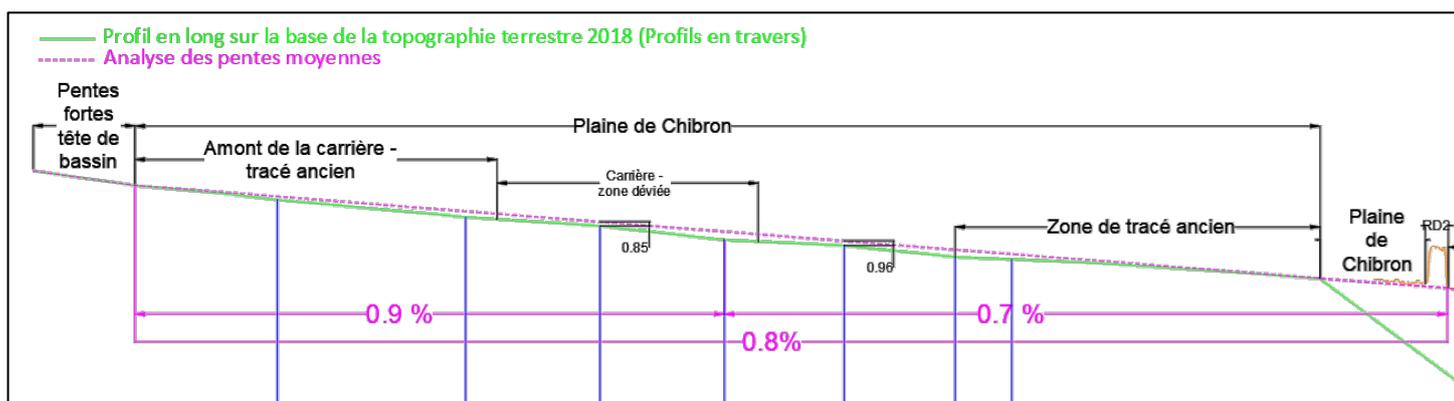
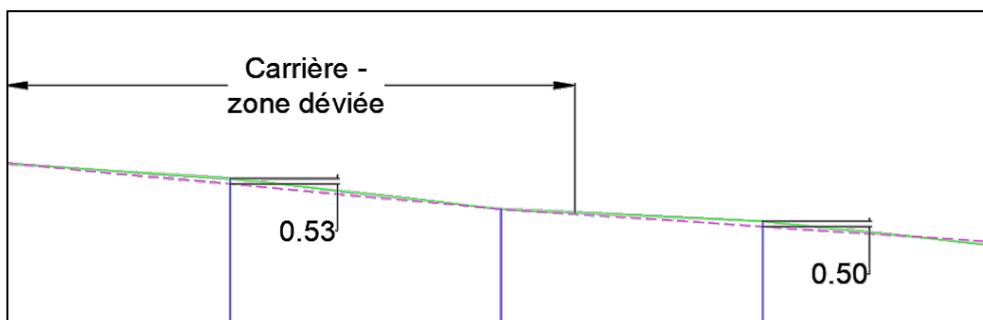


Figure 20 : Profil en long – Latay - Zone 1 Plaine de Chibron

La pente moyenne du tronçon est de 0.8 % entre la sortie des gorges amont et l'entrée des gorges aval. Cependant, une rupture de pente s'observe vers l'aval de la carrière : 0.9 % en amont et 0.7 % en aval. Le recoupement des méandres réalisé au début de années 60 a entraîné une augmentation localisée de la pente, qui explique probablement cette rupture de pente. Deux zones de réhausse du profil en long par rapport à cette rupture de pente s'observent, l'une au droit du passage au Nord de la carrière et l'autre à l'aval direct de celle-ci. Ces rehausses, d'une hauteur d'environ 50 cm, sont néanmoins à considérer avec précaution compte tenu de la faible densité des profils disponibles et donc de la précision du profil en long.



On peut néanmoins avancer deux hypothèses d'une rehausse du profil en long sur ce secteur :

- D'une part le rallongement du linéaire après la deuxième dérivation du cours d'eau peut être à l'origine d'un phénomène de sédimentation par rééquilibrage par rapport à la situation antérieure ;
- D'autre part la traversée de terrain hautement friable et propice à l'érosion peut être à l'origine d'une production de matériaux excédentaire par rapport à la capacité de charriage de

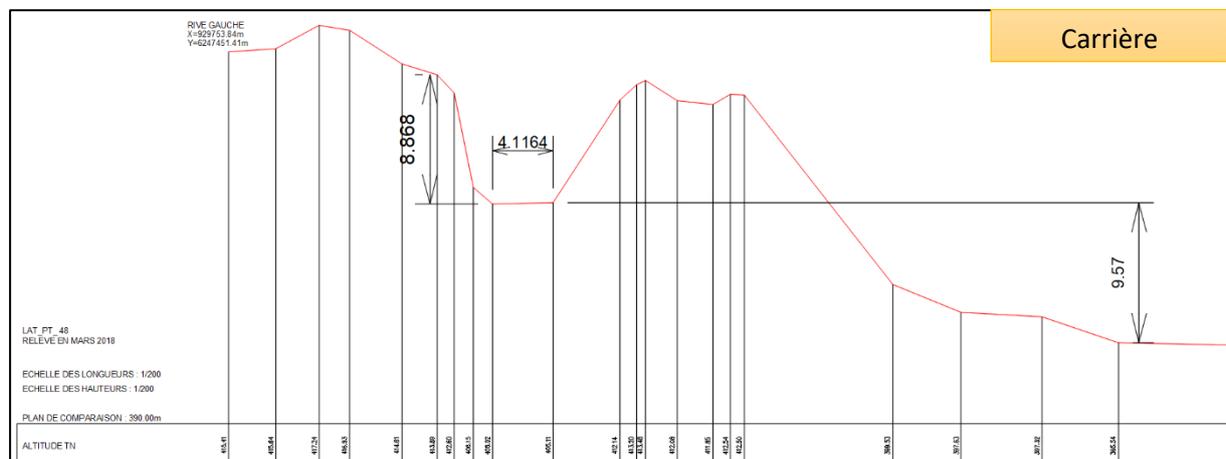
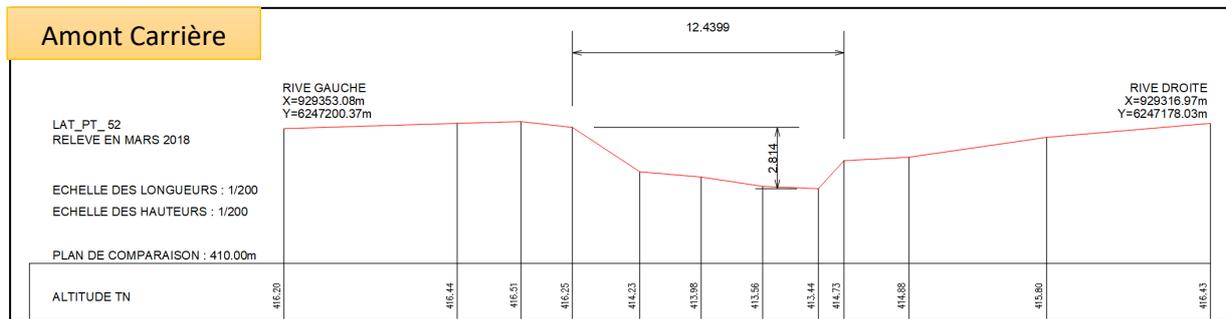
la rivière et donc à un phénomène de dépôt au droit de la zone de production même et à l'aval immédiat.

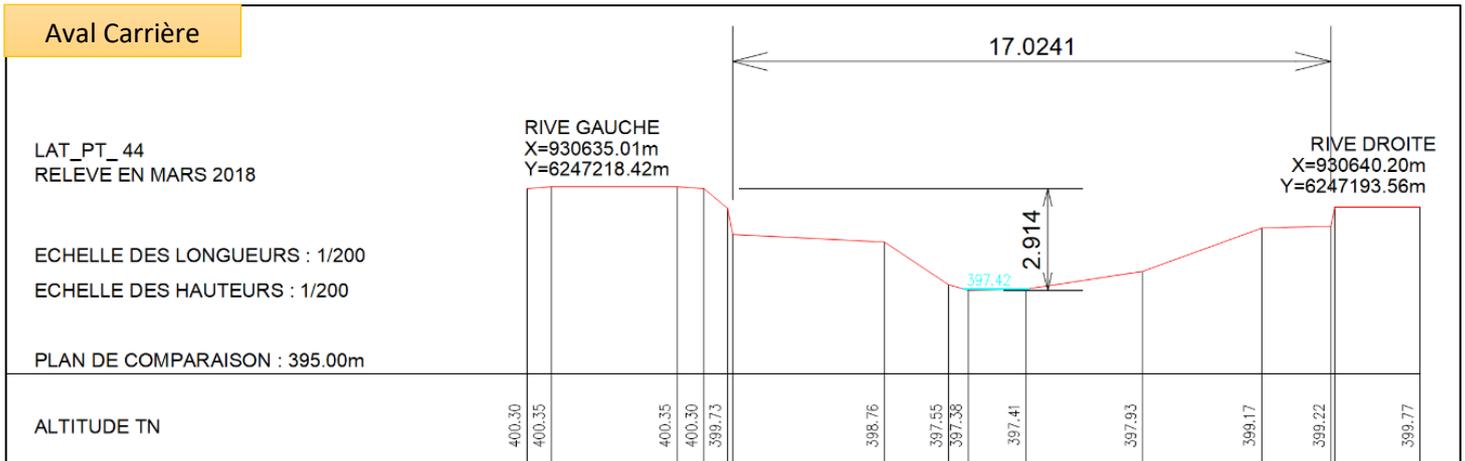
### VII.4.1.3 Profil en travers

La largeur du fond du lit mineur est homogène en amont de la carrière (environ 4/5 mètres), et il présente des berges d'une hauteur variant de 1 à 3 m au gré de la topographie.

Au droit de la carrière, le cours d'eau a été déplacé par deux fois vers le Nord. Il est actuellement à la fois perché par rapport au fond de talweg naturel, aujourd'hui occupé par la carrière, et encaissé au sein de grandes falaises artificielles dans le versant Nord de la plaine de Chibron, de l'ordre de 8 à 10 m de hauteur.

A l'aval de la carrière, la section est comparable à celle observée en amont de la carrière avec un lit mineur d'une largeur moyenne de 5 m en fond.





**Figure 21 : Profil en travers du Latay zone 1**

#### **VII.4.1.4 Transport solide**

Les sédiments dans le Latay sur la première partie de la plaine de Chibron (avant la carrière) sont d'une taille importante, allant jusqu'à des blocs d'environ 30 cm de diamètre issus de la production primaire du cours d'eau lors de son écoulement sur les pentes plus fortes du versant en amont. Globalement le ruisseau à l'amont de la carrière ne présente pas de dynamique marquée d'incision ou d'exhaussement.



*Granulométrie du Latay à l'amont de la carrière*

Sur la plaine de Chibron, le transit sédimentaire est perturbé par la carrière. On constate dans la traversée de la zone dérivée un changement brutal de la qualité du substrat en fond du lit, directement issus des matériaux constitutifs des « berges » qui s'éboulent.

La nature du sol du versant est, de fait, bien connu de l'exploitant de la carrière : « *Les matériaux extraits sur ce site sont des dépôts meubles notés Fy1 « alluvions wurmiennes » sur la feuille géologique de Cuers. Cette formation est constituée de galets, sables et limons sableux qui forment la « basse terrasse » dans le bassin du Réal-Martin (à l'est de Cuers) et dans la vallée du Gapeau. On désigne également sous cette notation le remplissage des paléo-polje de Chibron et de Signes, formés essentiellement de cailloutis cryoclastiques enrobés d'une matrice argilo-sableuse. A Chibron, cette formation peut atteindre 80 m d'épaisseur. Elle a été mise en place par le remplissage d'une zone calcaire effondrée, par des matériaux déposés par le ruisseau du Latay qui descend de la Sainte Beaume. Ces alluvions présentent des faciès très variés, avec de rapides variations latérales : argiles massives à un pôle de graviers en passant par différents mélanges de proportions variables, plus ou moins sableux.* » (Source : Dossier de demande d'autorisation d'exploiter – 2008 – SOMECA)

L'étude du profil en long ainsi que l'observation de la granulométrie et les connaissances géologiques sur l'ensemble de la zone permettent de dresser plusieurs hypothèses :

- A l'amont de la carrière, la rupture de pente induite par l'arrivée dans la plaine entraîne un dépôt important de matériaux grossiers, charriés par les puissances importantes du Latay développées sur les pentes fortes, qui se dissipent brutalement.
- Au droit de la carrière, les dépôts observés sont radicalement différents de ceux observés à l'amont. La granulométrie est globalement plus faible (absence de blocs), et correspond à la nature des berges nouvellement créées.



*Marques d'érosion et d'instabilité des berges sur le tronçon au Nord de la carrière*

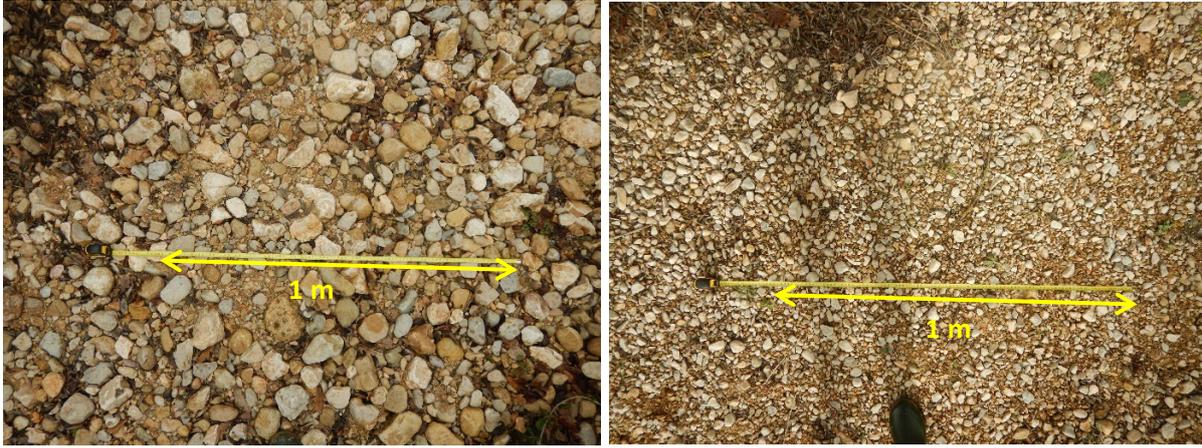
De plus, un adoucissement de la pente est suspecté sur cette portion dans l'analyse du profil en long. La puissance du cours d'eau décroît avec la pente, qui n'est plus en capacité de transporter des matériaux de grosse taille en provenance de l'amont.

- Les sédiments à l'aval de la carrière sont constitués par des matériaux du versant aménagé de la déviation du Latay sur un linéaire de 350 m environ. Le cours d'eau présente sur ce linéaire plusieurs chenaux proches d'un style en tresse. A noter que ce style était déjà présent sur ce linéaire avant la présence de la carrière. Cependant, il est probable que la granulométrie était à l'époque plus proche de la granulométrie observée à l'amont de la carrière.



*Dépôts sableux à l'aval de la carrière*

- Passé ce secteur singulier, la granulométrie augmente, se rapprochant plus de celle observée à l'amont de la carrière, à savoir des pierres fines et cailloux grossiers, excepté l'absence notable de blocs. Les matériaux redeviennent majoritairement grossiers, et les grandes plages de dépôts sableux ne sont plus du tout présentes.



*Granulométrie du Latay, à 650 m à l'amont de l'ouvrage sous la RD2, et à 450 m à l'amont de l'ouvrage sous la RD2*

A noter des affleurements du substratum rocheux à l'approche des gorges.



*Affleurement du substratum rocheux en lit mineur du Latay (Aval de la plaine de Chibron)*

### **VII.4.1.5 Diagnostic des berges**

#### **VII.4.1.5.1 Boisement rivulaire**

Mis à part le tronçon de la carrière, pour lequel la ripisylve est absente, cette zone présente globalement une ripisylve capable d'assurer ses rôles fonctionnels.

A l'amont de la carrière la ripisylve apparaît pluristratifiée, large et continue.

A l'aval, les pressions anthropiques (route, cultures, habitations...) contraignent latéralement la végétation rivulaire qui devient moins large.

Aucune espèce invasive n'a été observée sur cette zone hormis un linéaire de bambous en rive droite (environ 10 ml) à environ 80 mètres en amont de l'ouvrage sous la RD2.

Le cours d'eau étant à sec la majeure partie du temps sur cette zone, certains rôles de la ripisylve sont, de fait, limités (milieu aquatique). Cependant les rôles hydrauliques et hydromorphologiques en crue restent présents, ainsi que le rôle d'épuration des eaux de ruissellement et les rôles de corridor écologique (terrestre et aérien).

La zone de la carrière marque une césure brutale pour la continuité écologique sur le ruisseau du Latay.

#### **VII.4.1.5.2 Stabilité et artificialisation des berges**

##### **.VII.4.1.5.2.1 Cas de la carrière**

Les berges présentent des enrochements massifs au niveau de la carrière, dans les deux courbures de la déviation du cours d'eau.



*Enrochements, rive droite du Latay, au droit de la carrière*

Malgré ces protections de berges ponctuelles la stabilité des berges sur le secteur au Nord de la carrière n'est pas garantie. En effet, le cours d'eau vient « saigner » le versant Nord composé de dépôts anciens peu cohésifs.

Paradoxalement, malgré la fragilité de ces berges, cette zone très encaissée prive totalement le cours d'eau de sa mobilité latérale. On aboutirait donc à un cours d'eau figé, composé à terme de berges enrochées afin d'assurer la sécurité du site, et dont la pérennité n'est pas assurée. Les enrochements en place montrent déjà eux-mêmes des signes d'instabilité.

##### **.VII.4.1.5.2.2 Reste du linéaire**

Sur le reste du linéaire les protections de berges sont plus ponctuelles :

- un enrochement liaisonné en rive gauche au droit du centre de vacances
- un mur béton d'une dizaine de mètres de long au droit d'un petit bâti à 400 m à l'aval de la carrière. Cet ouvrage présente localement un sous-cavement qui pourrait entraîner à court ou moyen terme son basculement dans le lit mineur.



*Protections de berge sur la Latay, Zone 1*

### VII.4.1.5.3 Endiguement

Un petit merlon de 100 ml avec un muret en haut de berge est présent en rive gauche, à 200 m à l'amont de l'ouvrage sous la RD2. Il protège une parcelle cultivée. Une levée de terre est également identifiée en rive gauche à l'aval direct de la carrière sur environ 120 m.



*Merlon en rive gauche du Latay, parcelle cultivée*

### VII.4.1.6 Usages en lien avec le cours d'eau

A l'aval direct de la carrière, le cours d'eau présente un dépôt sédimentaire « anarchique » et le cours du lit mineur est difficilement identifiable. Plusieurs pistes de cheminement (pour engins de type quad) se dessinent, et plusieurs zones de prélèvements de matériaux sont observées



*Matériaux prélevés et traces de quad dans le lit mineur à l'aval de la carrière*

Un dépôt de terre depuis le haut de berge rive droite allant jusqu'au milieu du lit mineur est observé environ 150 m en amont de l'ouvrage sous la RD2.



Dépôt de terre et broyat végétal en lit mineur du Latay

### VII.4.1.7 Conclusion Zone 1

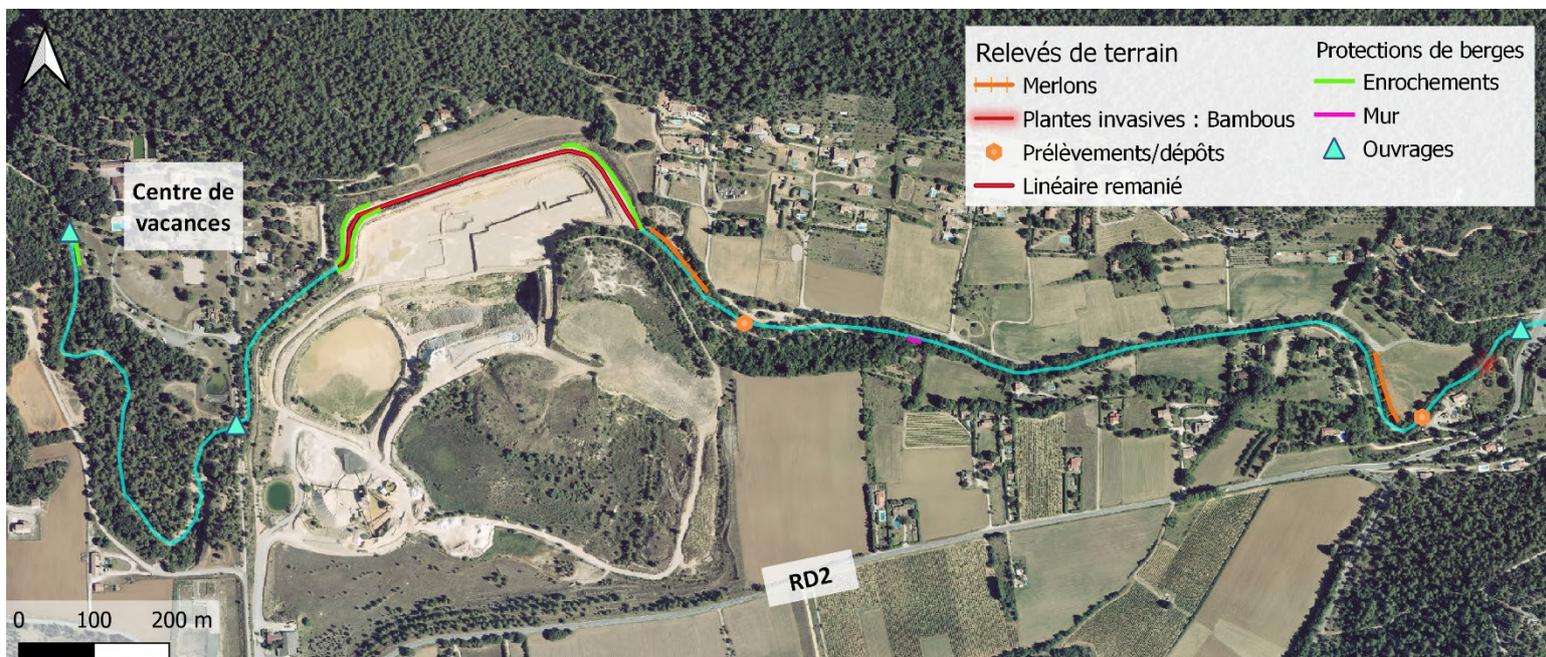


Figure 22 : Bilan cartographique des désordres observés, Zone 1

La zone 1 présente quelques dysfonctionnements localisés, mais la problématique centrale reste celle de la carrière. Du point de vue morphologique, deux problématiques ressortent en lien avec la carrière : la continuité écologique (transit sédimentaire et corridor écologique) et la forte artificialisation du profil en travers, déconnecté du lit majeur et présentant des risques d'effondrement.

Des problématiques ponctuelles, notamment de petits endiguements ou ouvrages, des dépôts sauvages de déchets, des prélèvements de sédiments, la circulation de quad dans le lit mineur, ou quelques plantes invasives, ne sont pas centrales pour ce secteur mais pourront néanmoins, en lien avec l'approche hydraulique, faire l'objet de propositions d'interventions ponctuelles.

Le secteur à l'amont de la carrière apparaît sain.

## VII.4.2 Zone 2 : Latay dans les gorges à l'amont de Signes

### VII.4.2.1 Profil en long

Dans la zone de gorges, étant donné la faible densité de profils en travers disponibles et les variations de pentes importantes, le choix a été fait d'utiliser la donnée LIDAR (RGE Alti 1m IGN) en complément de la donnée topographique terrestre.

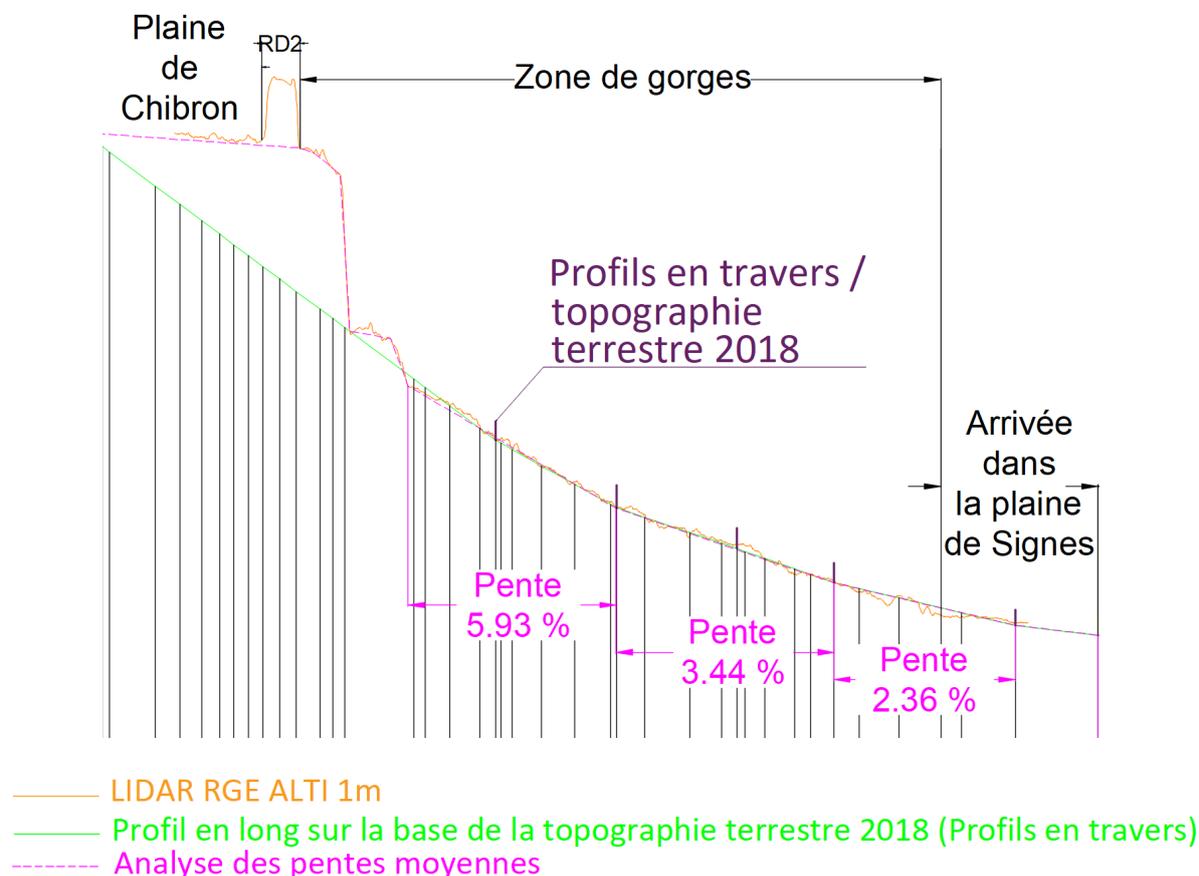


Figure 23 : Profil en long - Latay - Zone 2

La zone débute à l'aval de la RD2 par un court linéaire déjà fortement plus pentu que la plaine pour arriver sur une chute d'environ 20 m de hauteur. A partir du pied de cette cascade le profil en long se cale rapidement sur une évolution progressive de la pente sur la partie terminale des gorges (d'environ 6% vers 2 % à l'arrivée dans la plaine de Signes).

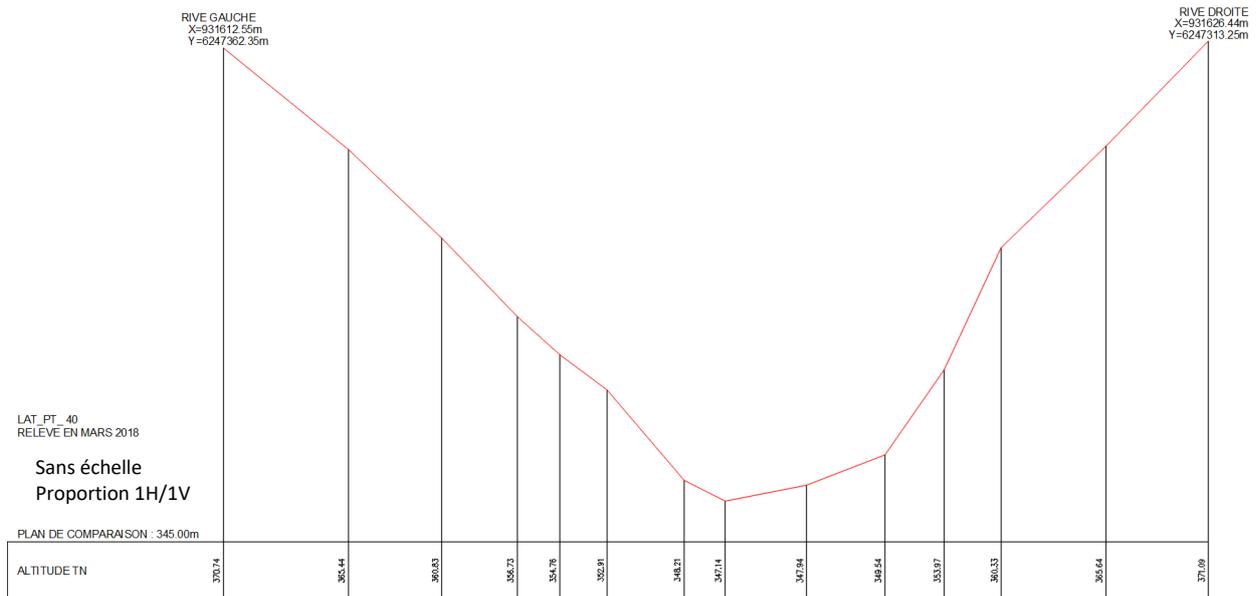
### VII.4.2.2 Profil en travers

Le cours d'eau sur cette section est très contraint par la géologie et la topographie. La vallée est très resserrée, et la roche affleure régulièrement dans le fond du lit mineur. Plusieurs seuils naturels sont présents le long de ce tronçon.

La morphologie du cours d'eau est, de fait, naturelle face à la contrainte géologique.



*Latay, vue vers l'aval en amont de la cascade et vue vers l'amont au pied de la cascade*



**Figure 24 : Profil en travers du Latay dans les gorges en amont de Signes**

### VII.4.2.3 Transport solide

Les blocs déposés dans les gorges sont souvent anguleux et d'un diamètre proche du mètre. Ces blocs de taille importante proviennent d'un apport primaire des versants des gorges.

Ces matériaux sont plus ou moins charriés en fonction de leur taille et de la pente du profil en long. Ils finissent par s'accumuler vers l'aval de la zone, expliquant l'adoucissement progressif de la pente. Ainsi, au fil des événements hydrologiques les plus importants, le processus s'auto-alimente.

Ces matériaux de très grosse taille constituent un stock de matériaux grossiers pour l'aval du Latay sur le long terme : au fur et mesure de leur charriage et de l'effet du climat, la taille des matériaux diminue et les matériaux de fraction plus fine peuvent alimenter le charriage sédimentaire de la plaine de Signes.



*Blocs anguleux et granulométrie plus variable à l'aval dans les gorges en amont de la plaine de Signes*

#### **VII.4.2.4 Diagnostic des berges**

##### **VII.4.2.4.1 Boisement rivulaire**

La ripisylve de la zone apparaît fonctionnelle dans une zone de gorges (versants boisés).

##### **VII.4.2.4.2 Artificialisation**

Aucune marque d'artificialisation des berges ou du lit n'est présente dans les gorges. Seul un petit mur en pierre non liaisonné est présent en rive droite délimitant une propriété, environ 50 m avant la fin de la zone qui est marquée par le pont du chemin de Saint-Clair.



*Mur à l'aval des gorges et Pont Chemin de Saint-Clair*

##### **VII.4.2.5 Usages en lien avec le cours d'eau**

Le secteur, très naturel et peu accessible, connaît peu de pressions anthropiques majeures. Les marques d'usage récréatif de la cascade (équipement type escalade) n'entachent pas le fonctionnement du cours d'eau.

##### **VII.4.2.6 Conclusion zone 2**

Ce secteur très naturel ne présente pas de dysfonctionnements majeurs. La morphologie du cours d'eau apparaît très naturelle : le profil en long s'adapte à la structure géologique et topographique de la vallée. Cette zone de gorges présente également une végétation en bon état et il n'apparaît pas de défaut nécessitant une restauration à échelle locale sur ce tronçon. La connaissance de cette zone reste néanmoins importante pour la compréhension du transit sédimentaire.

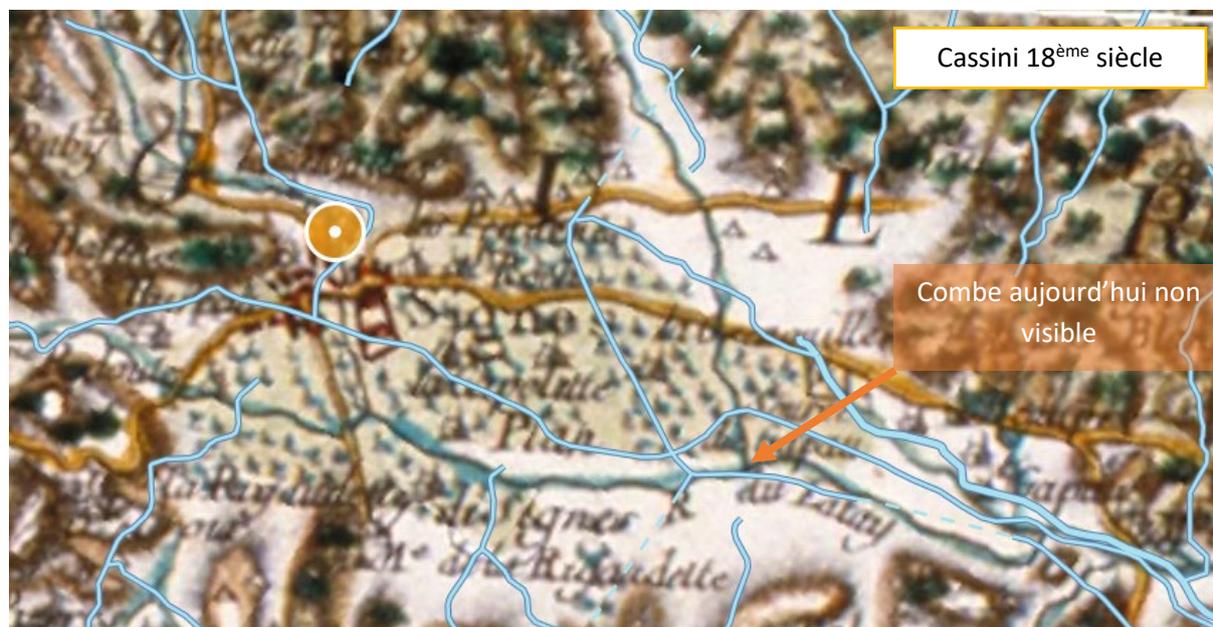
## VII.4.3 Zone 3 : Latay dans la plaine de Signes

### VII.4.3.1 Analyse diachronique

Cette zone marque l'arrivée du ruisseau du Latay dans la plaine de Signes. Le cours d'eau qui présente un tracé rectiligne dans les gorges (contraintes topographiques), le conserve malgré le relief de plaine.

L'analyse diachronique nous permet d'avancer quelques hypothèses d'évolution :

La carte de Cassini présente un linéaire déjà plutôt rectiligne, comme le montre l'extrait ci-dessous :

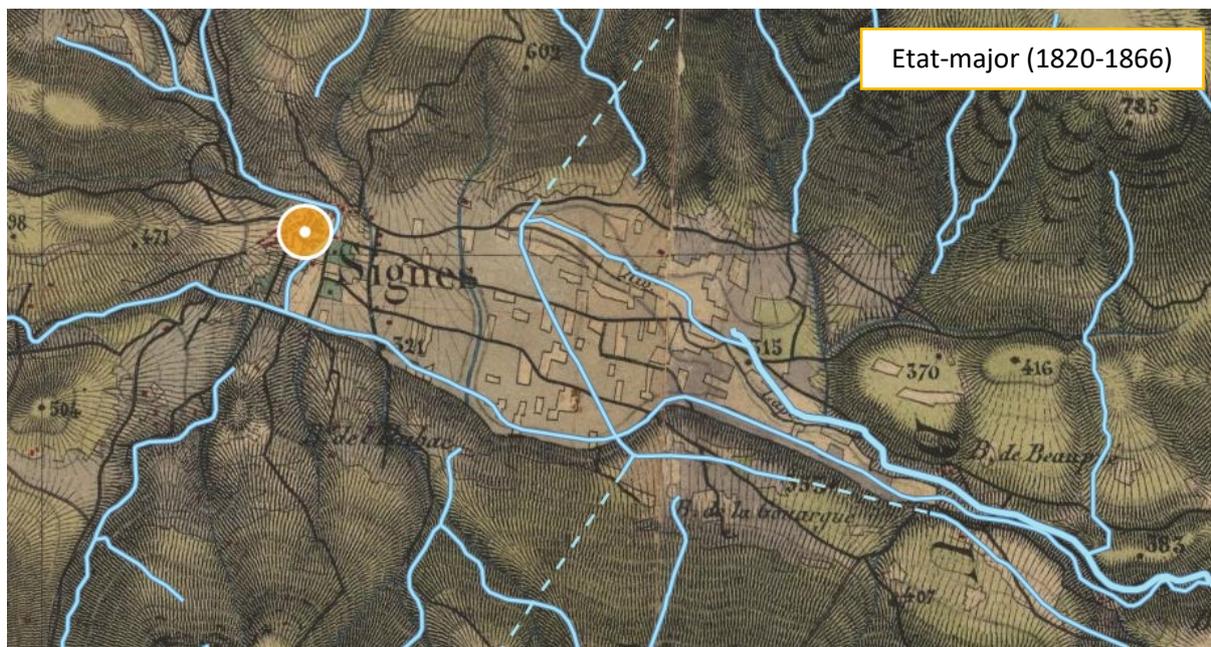


*Le calage de cette carte issu du géopotail n'est pas précis, en lien direct avec l'imprécision native de la carte. Le décalage vers le sud est visible au niveau du centre de Signes (vieux bourg) qui n'a pas bougé et est décalé.*

**Figure 25 : Carte de Cassini et réseau hydrographique actuel sur le secteur 3**

Elle permet notamment de voir une modification des connexions avec les affluents rive gauche : l'affluent qui aujourd'hui est une combe sans exutoire hydraulique rejoint sur Cassini le Latay à l'aval de l'actuel tracé du canal SCP.

La carte d'Etat-major, plus fiable et correctement calée, retranscrit un tracé très proche du tracé actuel :



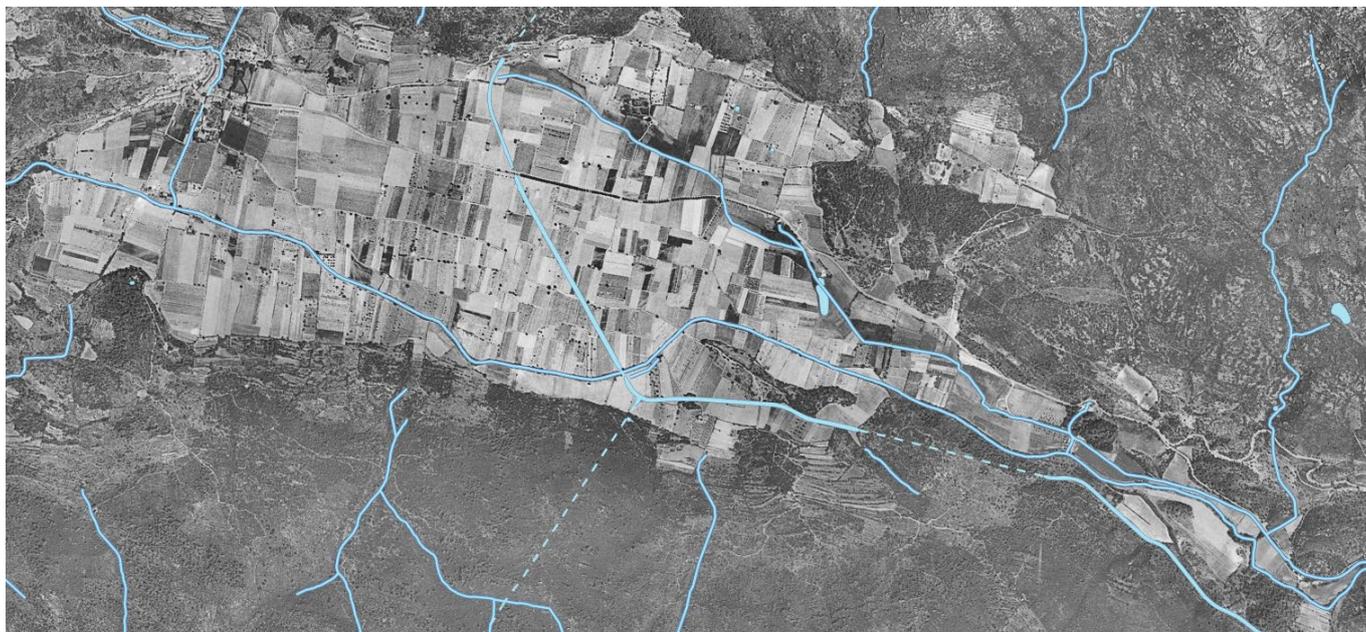
**Figure 26 : Carte d'Etat-major et réseau hydrographique actuel sur le secteur 3**

Ici encore, les affluents rive gauche diffèrent de la situation actuelle, et de la carte de Cassini : la combe qui rejoignait le Latay sur Cassini n'apparaît pas, mais une autre Combe apparaît plus à l'amont. Elles n'apparaissent cependant ni l'une ni l'autre sur le cadastre napoléonien.



**Figure 27 : Cadastre Napoléonien zone 3 du Latay**

Les photos aériennes anciennes jusqu'à aujourd'hui ne montrent aucune modification notable du tracé du cours d'eau, comme l'illustre le cliché le plus ancien ci-dessous : le tracé actuel (en bleu) est similaire avec le tracé visible sur la photo aérienne.



*Figure 28 : Photographie aérienne de 1958 avec et sans réseau hydrographique actuel sur le secteur  
3*

Comme nous le verrons ci-après, ce tracé, qui semble figé depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, est très contraint par la présence de merlons.

### VII.4.3.2 Profil en long

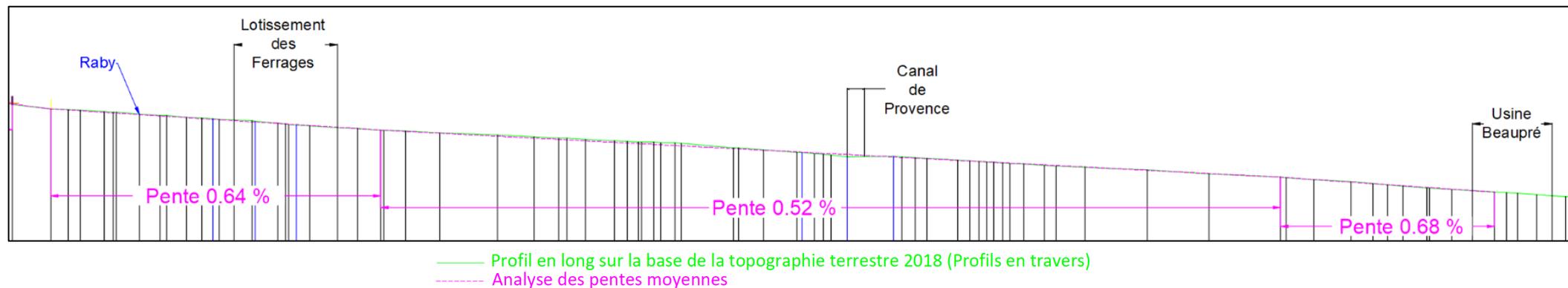
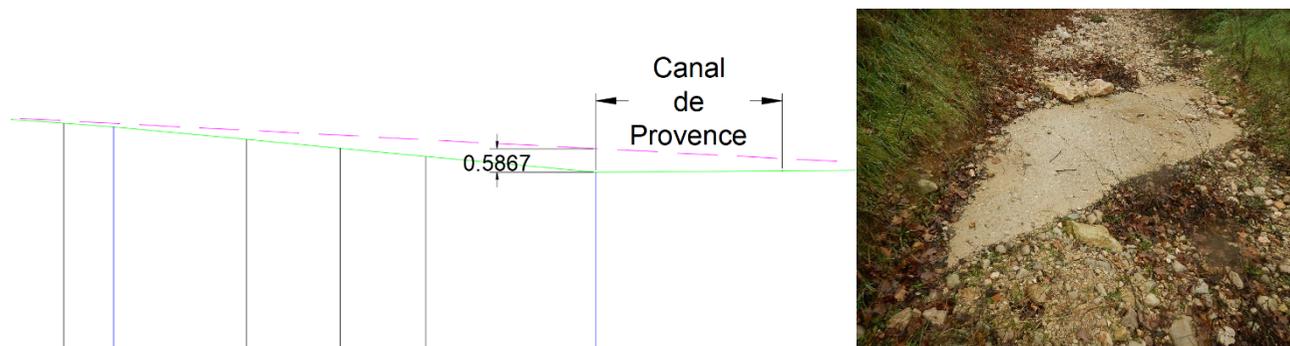


Figure 29 : Profil en long - Latay - Zone 3

Dans la plaine de Signes, la pente devient plus faible qu'à la sortie directe des gorges. Le profil en long se stabilise rapidement sur une pente d'équilibre à 0.6 % environ 200 m à l'aval du pont sur le chemin de Saint-Clair qui marque la fin des gorges (fin de zone 2). Dans la continuité de ce secteur, une pente d'équilibre encore plus faible se distingue au cœur de la plaine (pente de 0.5%).

Au droit du canal de Provence, qui passe sous le Latay, une légère contre-pente dans le profil en long est visible. Elle est associée au passage en syphon de la canalisation et à l'artificialisation du lit mineur par un radier béton qui lui est associée.



Nota : attention à la précision du relevé : profil interpolé entre deux profils bleus relevés

Figure 30 : Zoom profil en long au niveau du syphon BRL

La pente réaugmente dans la partie terminale de la plaine avec une pente moyenne à 0.7 %. La rupture de pente moyenne de 0.5 à 0.7 % se situe à l'endroit où la plaine de Signes se resserre. Sur cette zone le Latay vient suivre le pied de versant du relief au Sud.

### VII.4.3.3 Profil en travers

La zone est très marquée par la présence de merlons sur les deux berges sur la quasi-totalité du linéaire. Le ruisseau du Latay est très contraint latéralement par ces levées de terre. Sur certains tronçons, il existe des murs en tête de merlon. La hauteur des merlons est variable mais reste en moyenne de l'ordre du mètre. La présence de ces merlons a fixé dans le temps le tracé du Latay qui apparait très rectiligne depuis de nombreuses années.

Les merlons sont très souvent supérieurs à 1m de hauteur sur les deux berges.

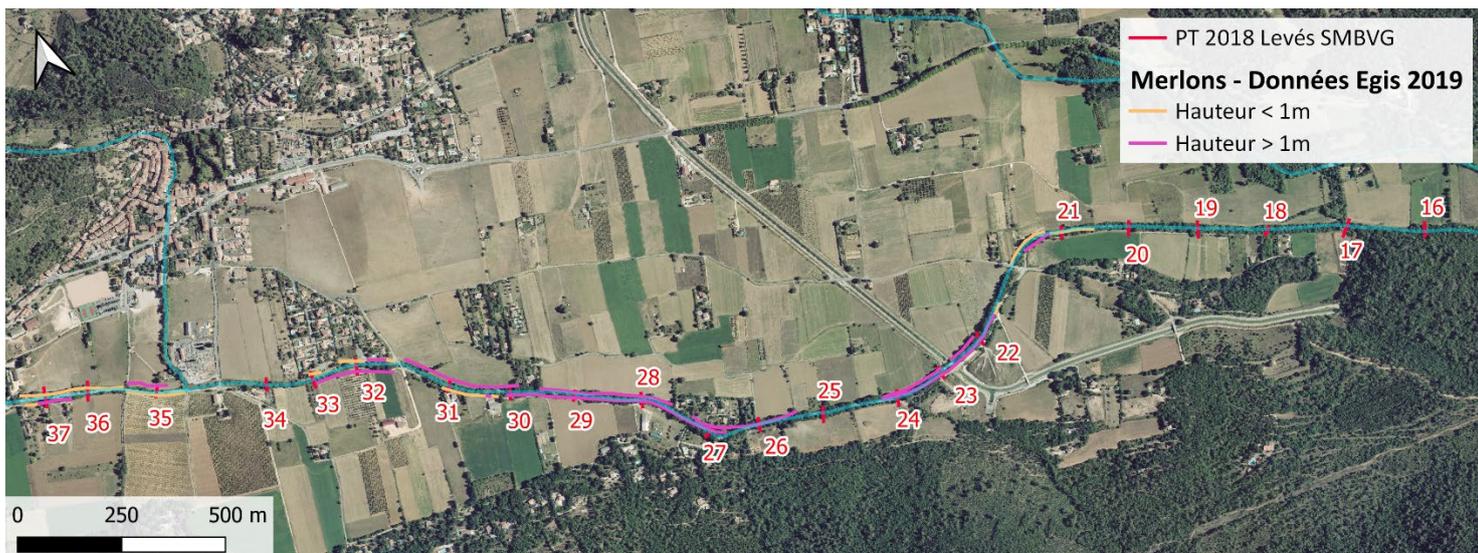
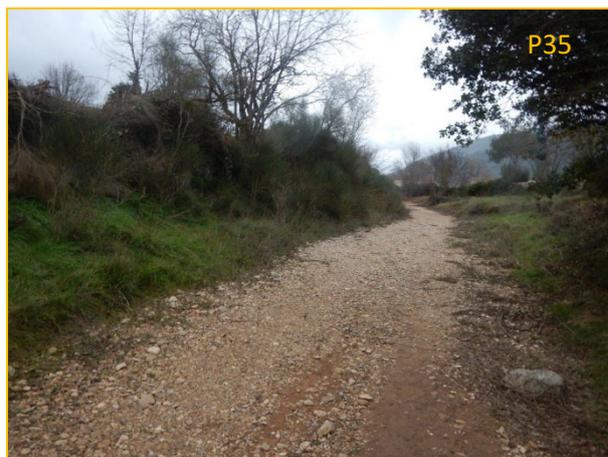


Figure 31 : Merlons sur la zone 3 du Latay et levés topographiques des profils en travers (2018)

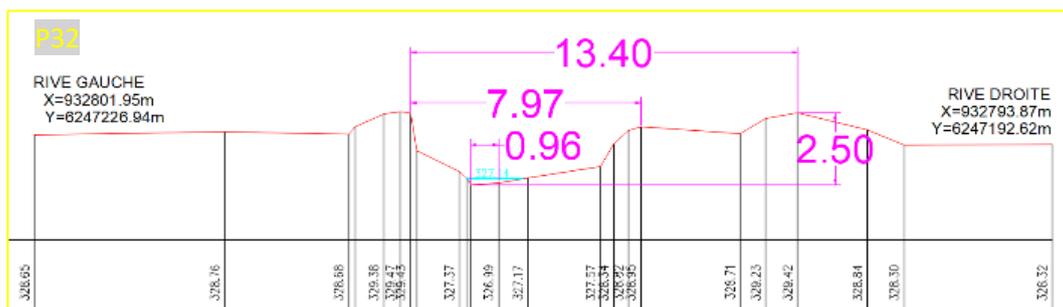
**Profil 37 :** Dès l'arrivée dans la plaine de Signes, le Latay est contraint par des merlons et des protections de berges. L'arrière de berge rive droite est localement plus haut que l'arrière de berge rive gauche (Voir VIII.2.1.5 pour le détail sur la topographie générale de la vallée).





**Profil 35** : Avant la confluence avec le Raby, le fond du lit mineur, plat, fait environ 4 mètres de largeur. Les pentes de berges sont variables le long du tracé en plan et entre les deux rives.

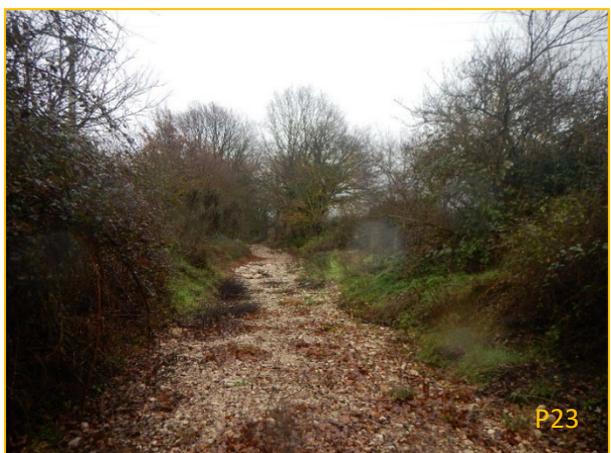
**Profil 32** : Le ruisseau du Latay étant contraint latéralement par des merlons, en général assez continus, la largeur à plein bord reste plutôt constante le long du linéaire de cette zone (environ 10m de moyenne). Cependant, à l'arrivée dans le lotissement des Ferrages la section du Latay s'élargit légèrement (environ 14m de largeur à plein bord), avant de retrouver son aspect plus contraint dans la partie aval du lotissement.

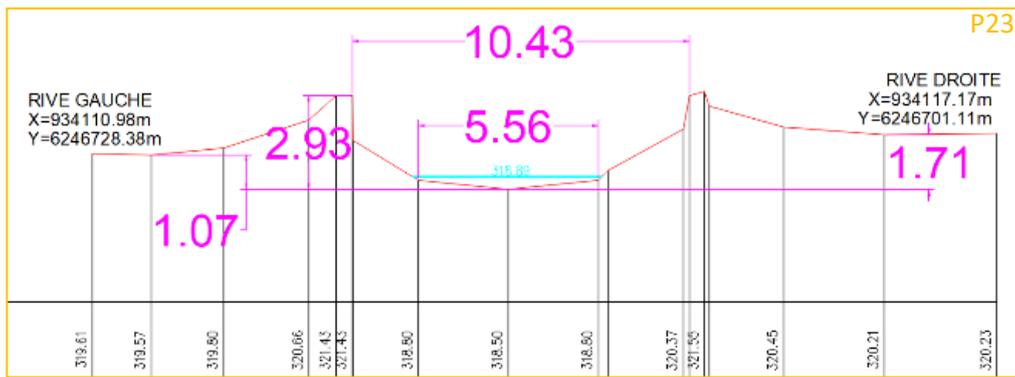




**Profil 29 :** A l'aval du lotissement des Ferrages, les murs de soutènement des berges sont hauts (2m environ). La hauteur du merlon en rive gauche augmente et la pente vers le fond de vallée en rive gauche commence à se distinguer en arrière de berge.

**Profil 25 et 20 :** A l'amont et à l'aval du canal de Provence, l'arrière de berge en rive gauche apparaît à une altimétrie comparable à celle du fond du lit du Latay.

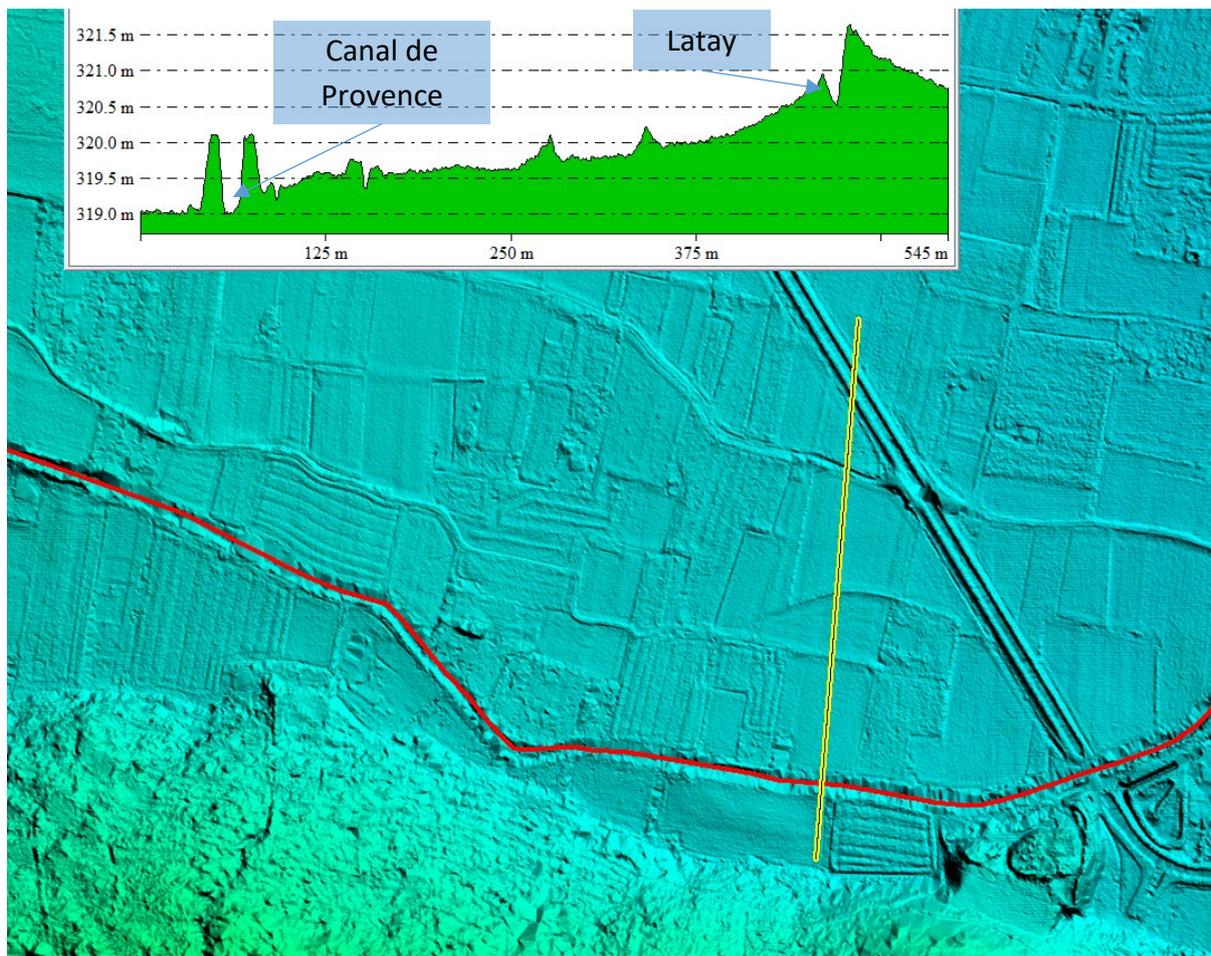




**Profil 16** : A environ 500 m à l'amont de l'usine Beaupré, le ruisseau du Latay commence à longer le versant du relief Sud. Ainsi la berge rive droite présente un aspect naturel, et la pente est celle du versant. C'est la partie terminale de la plaine de Signes.



**Figure 32 : Profils en travers du Latay zone 3**

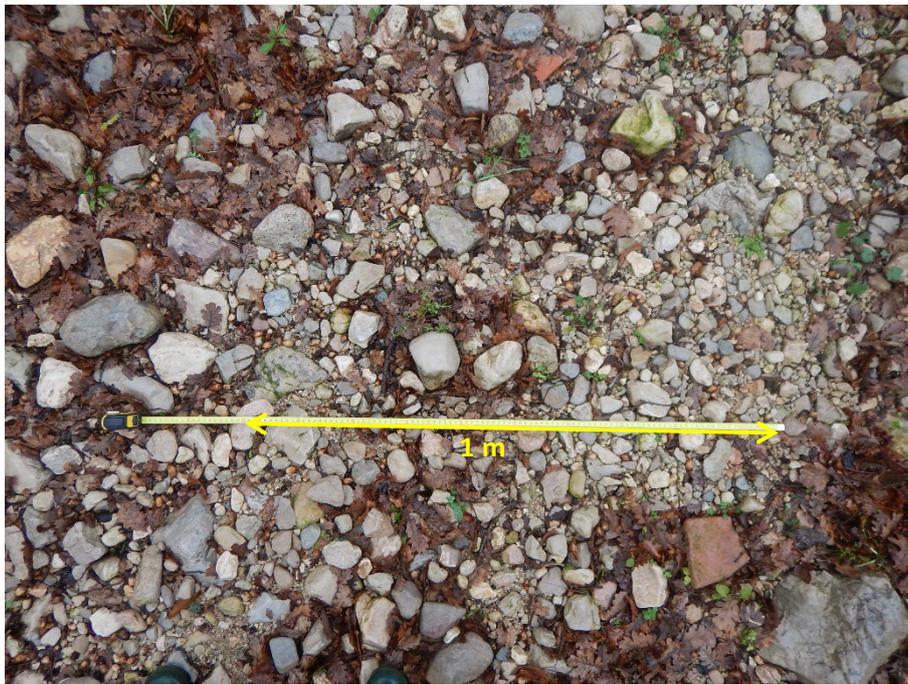


**Figure 33 : Profil en travers de grande échelle sur le Latay rive gauche à l'amont du Canal de Provence, sur la base de la donnée RGE Alti 1m**

Même si la donnée RGE Alti 1m est globalement moins précise que la donnée terrestre, celle-ci permet une analyse de plus grande échelle. Sur un profil en travers très large au niveau du Latay en amont du canal de Provence, il est très visible que le cours d'eau est « perché » par rapport au fond de vallée en rive gauche (environ 1m de différence entre le lit du Latay et le terrain naturel en rive droite du canal de Provence).

#### **VII.4.3.4 Transport solide**

La granulométrie dans le Latay au droit de la plaine de Signes est étalée (du sable à la pierre grossière), les éléments les plus grossiers sont des pierres d'environ 10 cm de diamètre. A l'observation de la nature des berges, celles-ci sont constituées de matériaux limoneux, lorsqu'elles sont naturelles. Ainsi la charge sédimentaire présente en fond de lit du Latay dans la plaine de Signes provient de l'amont du bassin versant et est charriée par le cours d'eau lui-même.



*Taille des sédiments dans la plaine de Signes*

Dans les cas généraux, un cours d'eau très contraint latéralement et qui présente une largeur à plein bord faible a une tendance à s'inciser. En effet, les vitesses étant importantes en lit mineur et le débit de plein bord souvent conséquent, les matériaux du fond du lit sont chassés pour permettre au cours d'eau de dissiper son énergie, puisqu'il ne peut pas le faire par érosion ou divagation latérale.

Le cas du Latay est particulier, aucune marque d'incision n'est observée malgré l'endiguement. Le fond du lit mineur apparaît même à plusieurs endroits à une altimétrie comparable à l'arrière de merlon. Plusieurs phénomènes peuvent expliquer cela :

- Le Latay dispose d'un stock sédimentaire important dans la zone de gorges avec une proportion notable de matériaux grossiers ;
- Malgré la présence de merlon, le lit mineur reste large : Rapport hauteur à plein bord/largeur à plein bord propice au dépôt ;
- Le profil en long sur la zone endiguée (plaine de Signes) présente une pente relativement faible au regard de la taille matériaux transportés, en lien notamment avec son caractère perché.

### **VII.4.3.5 Diagnostic des berges**

#### **VII.4.3.5.1 Boisement rivulaire**

La ripisylve du Latay dans la plaine de Signes est de façon générale déconnectée du cours d'eau par des berges souvent artificialisées et présentant des merlons sur la majeure partie du linéaire.

Depuis la fin de la zone de gorges jusqu'à l'aval du lotissement des Ferrages le boisement rivulaire apparaît très discontinu voire absent, peu voire pas stratifié, et d'une largeur très faible. Un sur-entretien par endroit empêche un développement d'un boisement plus jeune et les usages en haut de berge (agriculture, habitations, voiries) contraignent latéralement la végétation.



*Rive droite du Latay dans la partie amont de la plaine de Signes, et rive droite du Latay à l'aval direct de la confluence avec le Raby*

Lors du complément de terrain d'avril 2021, un entretien de la végétation rivulaire sur le Latay (RD et RG) a pu être observé sur environ 150 m en amont du lotissement des Ferrages (débroussaillage).



*Figure 34 : Latay en amont des Ferrages en janvier puis en avril 2021*

Environ 300 m à l'aval du lotissement des Ferrages, la ripisylve est dans un meilleur état sanitaire. Des individus plus âgés sont présents et la ripisylve est plus diversifiée et stratifiée. Le boisement reste néanmoins partiellement déconnecté (murs et merlons) et contraint latéralement (usages en haut de berge).



*Boisement rivulaire – Latay - Aval du lotissement des Ferrages (env. 500m à l'aval)*

Globalement la ripisylve conserve cet aspect jusqu'à l'arrivée d'eau importante en rive gauche juste à l'amont du relief au sud, que le ruisseau vient longer. A partir de ce tronçon, étant donné l'absence de contrainte latérale en rive droite (versant), la ripisylve revêt un aspect plus naturel (stratification, diversification, connexion, largeur).



*Boisement rivulaire "plus naturel" du Latay en amont de l'usine Beaupré*

#### **VII.4.3.5.2 Artificialisation**

Sur l'ensemble du linéaire de la zone, les berges du Latay présentent des artificialisations (Murs, enrochements...). Les murs peuvent être endiguant, ou en soutènement de berge, dans ce cas ils sont le plus souvent également endiguant.



*Enrochement du Latay en rive droite au droit d'une voirie, et mur en berge rive gauche (retrouvé sur les deux rives sur la majeure partie du linéaire de cette zone)*

Au droit du lotissement des Ferrages, marqué par des inondations passées, il existe, sur un court linéaire, une variété de protection de berges.



1 : Blocs sur le merlon rive gauche - partie amont des Ferrages; 2 : Variété des protections du merlon rive gauche (disposées en urgence entre les deux crues de 2019); 3 : Muret en tête de merlon rive gauche ; 4 : Fin du muret en tête de merlon au droit du chemin de la Limatte

#### **VII.4.3.6 Usages en lien avec le cours d'eau**

Aucun usage direct en lien avec le cours d'eau et son lit n'a été observé sur la zone 3.

#### **VII.4.3.7 Pérennité des écoulements**

Sur ce tronçon le Latay est en eau, à la date de la campagne de terrain (janvier 2021), à l'aval de la confluence avec le Raby. Malgré le fait que la source du Raby alimente le cours d'eau du Raby avec de l'eau souterraine saine, plusieurs marques d'eutrophisation de l'eau à la confluence sont notées, en lien avec la traversée de Signes et surtout en lien avec le rejet de la STEP dans le Raby.

Environ 500 m à l'aval de la confluence avec le Raby, le Latay est de nouveau à sec (percolation du faible débit dans les sédiments du lit mineur à la date de la campagne de terrain).



Il retrouve un niveau d'eau significatif à partir d'une arrivée d'eau importante sur le Latay en rive gauche, environ 700m à l'amont de l'usine Beaupré. Les témoignages des riverains décrivent cette arrivée d'eau comme artificielle et liée à l'exploitation du Canal de Provence, depuis quelques années uniquement. A noter que le Scan de 1950 indique à partir de cet endroit un écoulement pérenne (trait plein).

A noter que la qualité de cette eau semble bonne (transparence, pas de dépôts en fond de lit).



Figure 35 : Photo de l'arrivée d'eau et Scan de 1950 de la zone

#### VII.4.3.8 Conclusion Zone 3

Deux problèmes morphologiques majeurs se dégagent sur la zone 3 : l'endiguement généralisé et un lit mineur « perché ». Ces deux problématiques permettent d'appréhender facilement les dysfonctionnements pouvant apparaître en cas de crues. En cas de débordements, la plaine, en partie plus basse que le cours d'eau, est, de fait, inondée rapidement et les merlons conduisent à des écoulements indépendants en lit majeur (à préciser avec la modélisation hydraulique, cf § spécifique). Le cours d'eau est privé de sa divagation latéral. Le cloisonnement latéral actuel du cours d'eau doit être traité en tenant compte de toutes les facettes de cette configuration, en gardant à l'esprit que l'enjeu prioritaire de la zone reste de réduire l'inondabilité des secteurs à enjeux touchés lors de crues. L'enjeu agricole est ici aussi un paramètre majeur du secteur.

Le cours d'eau étant à sec une grande partie de l'année, l'enjeu écologique en lien direct avec le milieu aquatique, n'apparaît pas de premier plan, bien que le Latay et sa ripisylve joue un rôle de corridor écologique au sens de la « trame verte ».

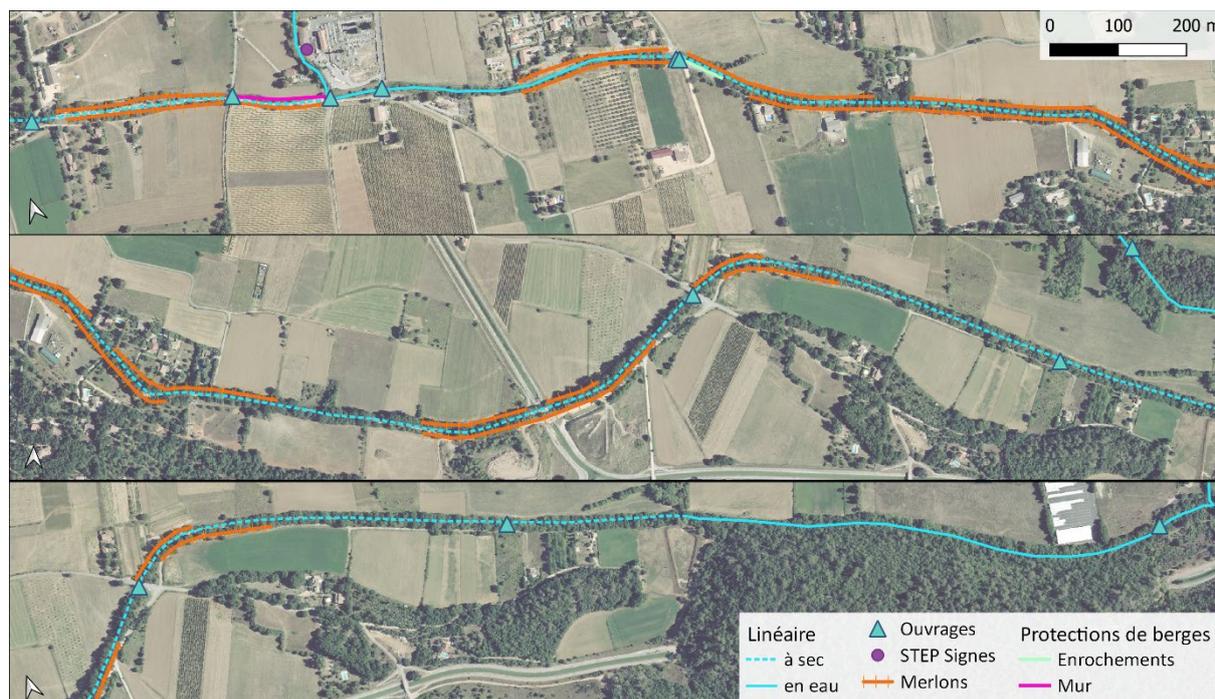


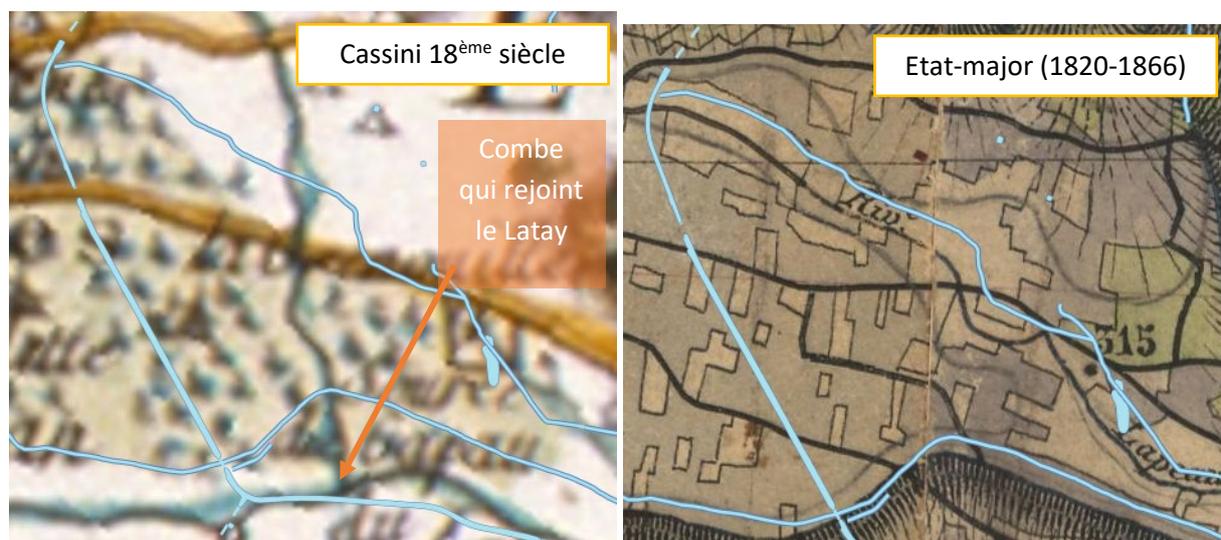
Figure 36 : Carte synthétique zone 3

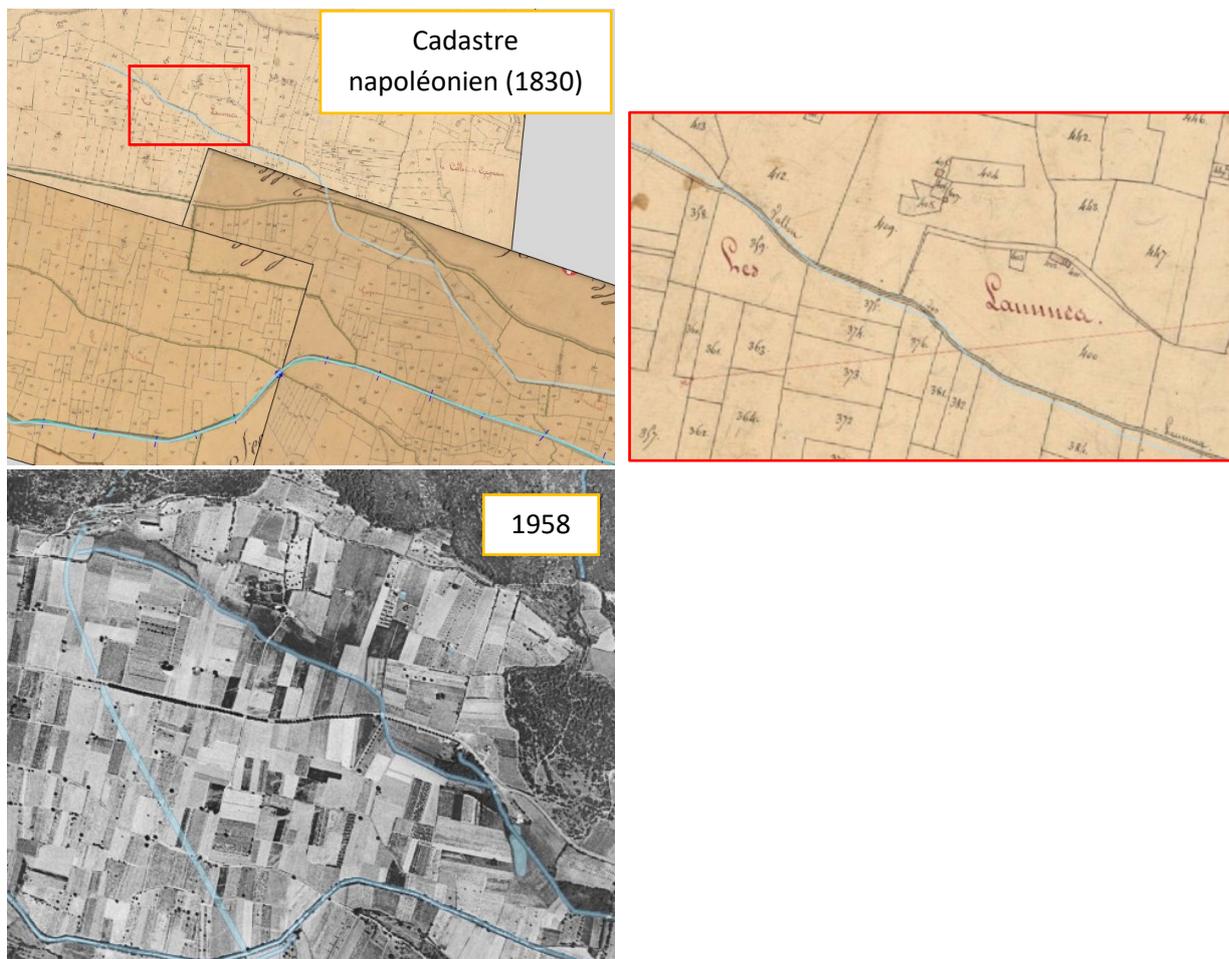
## VII.4.4 Zone 4 : Le ruisseau des Launes

### VII.4.4.1 Analyse diachronique

Le ruisseau des Launes apparaît sur les archives de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle (Etat major et cadastre napoléonien). Il apparaît comme étant considéré comme le Gapeau lui-même sur la carte d'Etat-major et en tant que « vallon des Launes » sur le cadastre napoléonien.

Sur la carte de Cassini, plus ancienne, il n'apparaît pas du tout et son tracé et même recoupé par une combe qui rejoint le Latay.





**Figure 37 : Ruisseau des Launes sur les différents documents cartographiques anciens**

Son tracé est le même qu'aujourd'hui dès son apparition sur les documents graphiques.

#### **VII.4.4.2 Profil en long**

Sur cette zone la seule donnée topographique disponible est la donnée RGE Alti 1m de l'IGN. Etant donné l'erreur sur cette donnée et la taille de l'objet étudié, il apparaît peu pertinent d'établir un profil en long pour analyse détaillée sur cette base. D'autant plus que le ruisseau est régulièrement busé. Cependant, la pente moyenne sur ce secteur peut être notée : environ 0.3%.

#### **VII.4.4.3 Profil en travers**

Le ruisseau des Launes a une morphologie de fossé pluvial. Sa section est relativement réduite (largeur moyenne de 1m et profondeur moyenne inférieure au mètre).

Il traverse un lotissement où il apparaît busé ou canalisé sur une partie importante de son linéaire.



*Ruisseau des Launes dans la traversée du lotissement*

A l'aval du lotissement, le ruisseau des Launes connaît un court tronçon boisé, puis suit ensuite un chemin jusqu'à la RD2. Le ruisseau est moins contraint latéralement sur ce secteur.



*Ruisseau des Launes à l'aval du lotissement*



*Ruisseau des Launes, le long du chemin perpendiculaire à la RD2, et à l'aval de la RD2*

Dans sa partie terminale, environ 200 mètres avant la confluence avec le Gapeau, le ruisseau des Launes présente un élargissement avec un lit mineur d'environ 4 mètres. Cette courte zone était en eau lors de la campagne de terrain, vraisemblablement en lien avec la connexion avec le Gapeau.



*Ruisseau des Launes juste avant la confluence avec le Gapeau et à la confluence*

#### **VII.4.4.4 Transport solide**

Le ruisseau des Launes fonctionnant comme un fossé pluvial alimenté seulement en période de crue et présentant une pente faible, il est peu pertinent de parler localement de transport solide. Cependant la granulométrie en fond de lit peut être observée. Elle s'étale d'une granulométrie très fine de type argile jusqu'aux limons, voire sables fins par endroit. Plusieurs secteurs situés en dehors de la zone du lotissement présentent quant à eux une végétation herbacée en fond de lit.

Après discussion avec des riverains, ce ruisseau connaît un entretien de type curage.

#### **VII.4.4.5 Diagnostic des berges**

##### **VII.4.4.5.1 Boisement rivulaire**

Il n'existe pas ou peu de végétation rivulaire dans la partie amont du ruisseau des Launes qui traverse des zones agricoles et le lotissement. Après son passage dans le lotissement le ruisseau des Launes présente de la végétation sur ses berges sous forme de boisement rivulaire et de haies, il en va de même pour la partie à l'aval de la RD2 juste en amont de la confluence avec le Gapeau.

#### **VII.4.4.5.2 Artificialisation**

L'artificialisation des berges du ruisseau est surtout visible à proximité directe et dans la zone de lotissement. La variété des protections est importante pour un linéaire court et la nature de l'artificialisation change au gré des parcelles traversées.



*Protections de berges dans le lotissement des Launes*

#### **VII.4.4.6 Usage en lien avec le cours d'eau**

Pas d'usage direct en lien avec le cours d'eau. A noter toutefois qu'il traverse directement les propriétés et les jardins, étant souvent mitoyen entre deux parcelles.

#### **VII.4.4.7 Conclusion Zone 4**

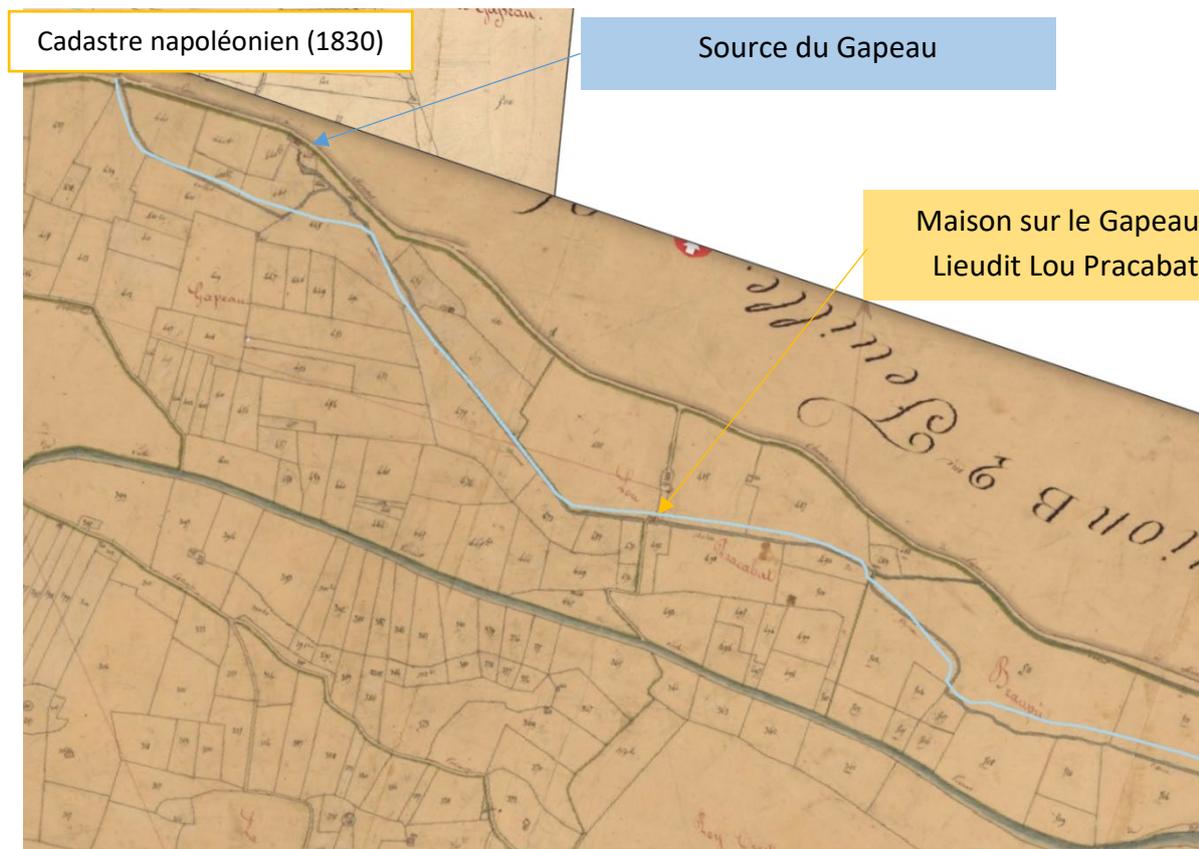
Le ruisseau des Launes se comporte comme un fossé pluvial. La thématique est principalement hydraulique sur ce cours d'eau. Le nombre et la variété des petit ouvrages présents sont notables sur la zone. Les solutions à envisager devront être proposées sur la base d'une modélisation hydraulique.

### **VII.4.5 Zone 5 : Le Gapeau Amont de la confluence avec les Launes jusqu'à Beaupré**

#### **VII.4.5.1 Analyse diachronique**

L'analyse des cartes anciennes, et notamment celle du cadastre Napoléonien, indique que le tracé en plan du Gapeau amont sur la zone n'a été que peu modifié au cours des années. Les modifications majeures du tracé sont sans doute intervenues avant la création de ces cartes (Cadastre Napoléonien,

Etat-Major). Il semblerait que sur la carte de Cassini la situation soit différente, mais la précision de cette carte ne permet pas une connaissance du tracé ancien du cours d'eau suffisamment fiable.

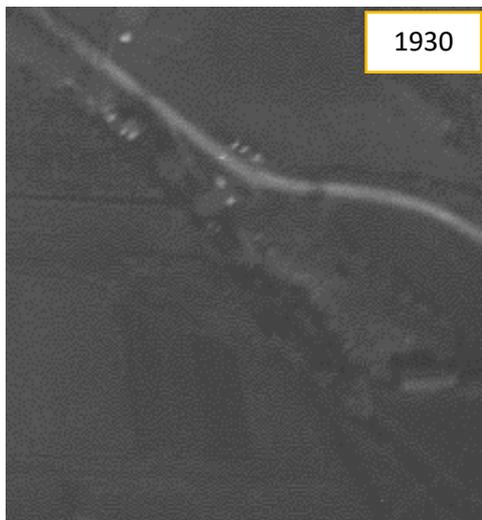


**Figure 38 : Cadastre Napoléonien - Gapeau Amont**

Sur le cadastre Napoléonien (en bleu : tracé actuel des Launes puis du Gapeau à partir de la confluence) un bâti apparaît déjà au droit de la maison présente sur le Gapeau au niveau du lieudit Lou Pracabat.

#### ***VII.4.5.1.1 Analyse diachronique au droit de la pisciculture***

Des modifications locales ont eu lieu depuis 1930 sur le Gapeau au droit de la pisciculture des sources du Gapeau (création de l'étang, installations propres à l'activité...).



L'apparition d'un bassin en rive gauche au droit de la pisciculture est visible sur la vue aérienne de 1966 (création de l'ouvrage entre 1958 et 1966).





1978



1984



1991



1993

La création de l'étang en rive droite de la pisciculture se fait entre 1991 et 1993.



1998



2011

Aucun changement majeur n'est visible sur les photos aériennes disponibles depuis la création de l'étang en rive droite.

#### VII.4.5.1.2 Analyse diachronique au droit de la Maison-Pont

Au droit du lieudit Lou Pracabat, une habitation est présente sur le Gapeau. Après une rencontre avec les propriétaires, cette construction daterait du XVII<sup>ème</sup> siècle. Servant aujourd'hui d'habitation simple, cette structure était autrefois une tannerie. Actuellement aucun usage de l'eau n'est associé au bâtiment. Le seuil présent sous cette construction est récent et ne fait pas partie des fondations ou de la structure même du bâti ancien. D'après les propriétaires, le seuil a été mis en place par la Société du Canal de Provence dans les années 1990 afin de réaliser des jaugeages juste en amont de celui-ci.

Il n'est pas fait mention d'un seuil sur la description de cette structure sur le profil en long historique de 1954. Le passage à gué, la passerelle et le petit canal en aval rive droite apparaissent sur le document.



Figure 39 : Photo de la Maison-Pont sur le Gapeau et schéma de la structure sur le profil en long GFH 1954

#### VII.4.5.1.3 Analyse diachronique au droit de Beaupré

Au droit du lieudit Beaupré la répartition des écoulements est historiquement artificielle. En effet, sur le Cadastre Napoléonien il est visible que la source Beaupré ainsi que l'eau du Gapeau ne confluent pas avec le Latay mais sont déviées vers le bief au Nord de celui-ci.



Figure 40 : Cadastre Napoléonien au droit de Beaupré

La donnée disponible sur la zone (Scan 1950 et GFH 1954) permet d'identifier que dans les années 1950 une confluence d'une partie des écoulements du Gapeau vers le Latay a bien lieu au droit du lieudit Beaupré.



Figure 41 : Scan 1950 et Plan sur le profil en long GFH 1954

La répartition actuelle des écoulements sur la zone apparaît très complexe et une visite de terrain en avril 2021 a permis de mieux comprendre le fonctionnement hydraulique sur le secteur.

Un bief historique au Nord du Latay existe depuis au moins 1830 (cadastre Napoléonien sur la zone) et celui-ci est lié aux nombreux usages de l'eau en aval (Moulin du Gapeau, le Foulon, canaux d'irrigation). Sur les cartes actuelles, ce bief perché par rapport au fond de vallée est noté comme étant le Gapeau, mais visiblement le cours d'eau naturel sur la zone est celui du Latay, qui se trouve en fond de vallée et qui présente des caractéristiques hydromorphologiques naturelles (profils en travers...).

L'usine qui exploite l'eau de la source de Beaupré est apparue dans les années 1990. Actuellement l'eau qui arrive du Gapeau au droit de l'aval de l'usine Beaupré est répartie par plusieurs ouvrages anciens (martellière, canaux). L'eau de la source Beaupré restante après prélèvement par l'usine entre également dans ce système de répartition.

En résumé, une partie des écoulements du Gapeau conflue avec le Latay et une autre partie non négligeable est redirigée vers le bief. D'autre part, l'ensemble de l'eau provenant de la source de Beaupré est dirigée vers le bief. La martellière située en aval du pont sur le Gapeau au droit de Beaupré permet la répartition des eaux. Le schéma (Figure 43) décrit la répartition des écoulements : 1 restitution d'une partie des eaux de pompage de l'usine Beaupré via le déversoir du bassin, 2 arrivée de la source Beaupré (volume non pompé), 3 début du bief contenant tous les écoulements venant de la source Beaupré et une partie des écoulements du Gapeau amont, 4 martellière répartissant les eaux du Gapeau, 5 canal qui permet la confluence vers le Latay, 6 Confluence d'une partie du Gapeau avec le Latay.

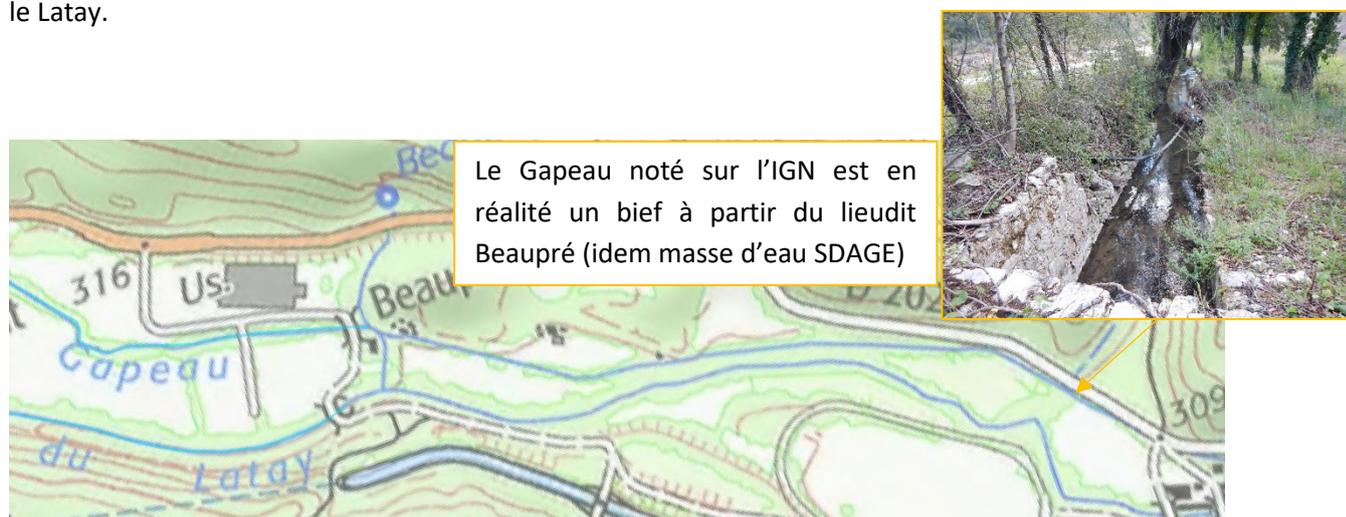


Figure 42 : Scan IGN actuel

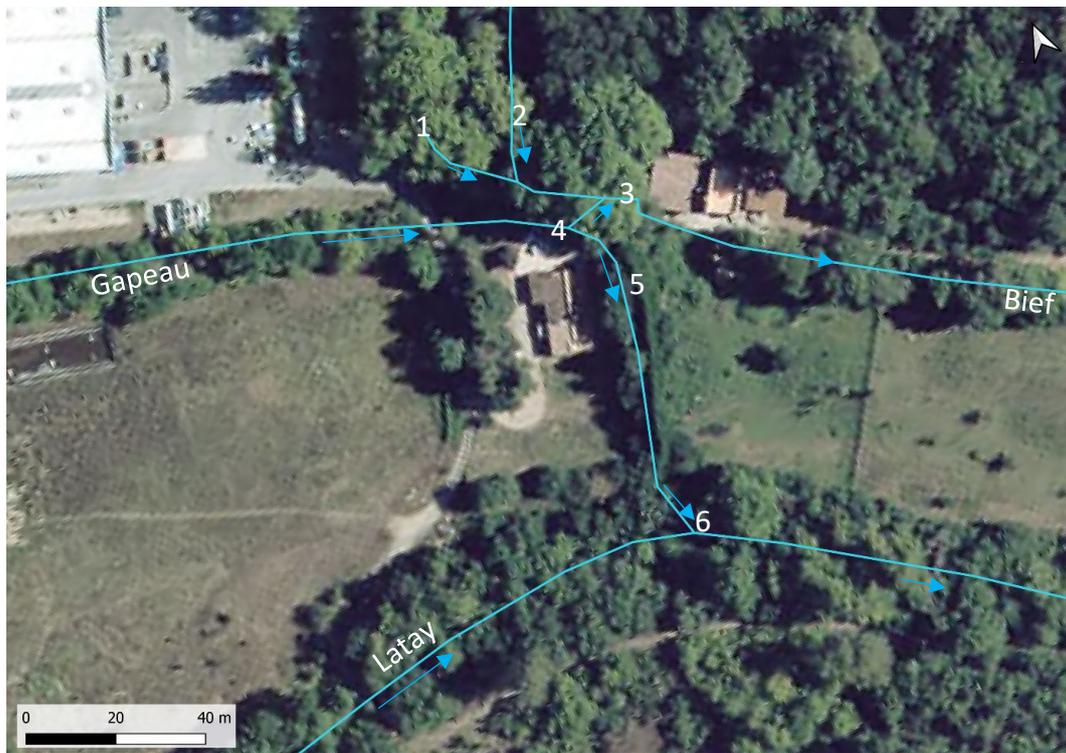


Figure 43 : Schéma de répartition des eaux au droit de Beaupré

### VII.4.5.2 Profil en long

La seule donnée topographique disponible pour le Gapeau à l'amont du Latay est la donnée RGE Alti 1m de l'IGN. Cette donnée LIDAR ne permet pas de réaliser un profil en long très fiable au vu de la présence importante de la végétation rivulaire (couvert végétal) et de l'eau en lit mineur.

Il est cependant intéressant de combiner cette donnée amont avec l'aval de la confluence avec le Latay, pour laquelle on dispose de profils en travers terrestres.

D'autre part, nous avons reporté le profil en long des Grandes Forces Hydraulique de 1954. Attention : il s'agit de la ligne d'eau et non pas du fond du lit, sachant que le levé a été réalisé les 28, 29 et 30 novembre 1954.

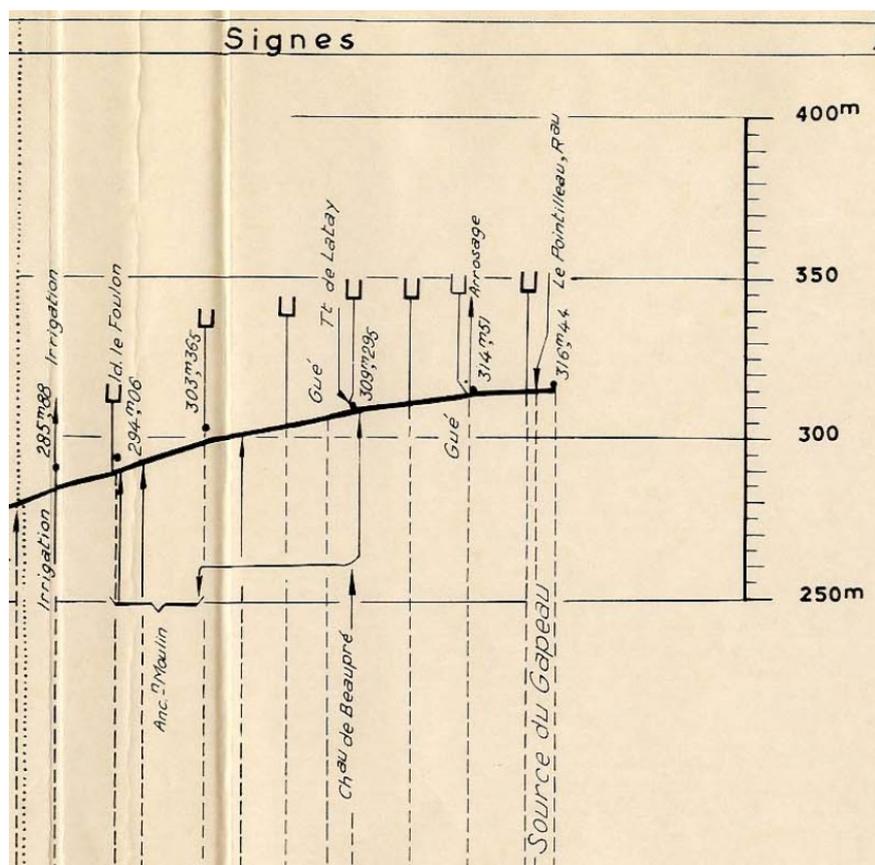
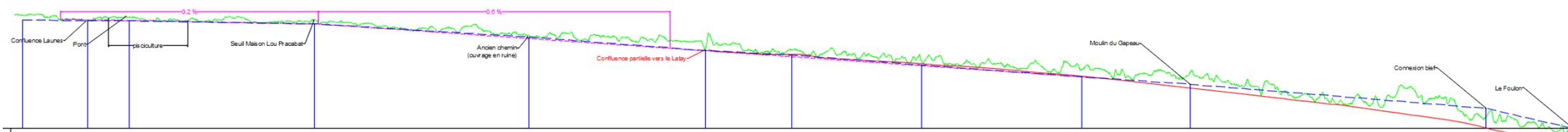
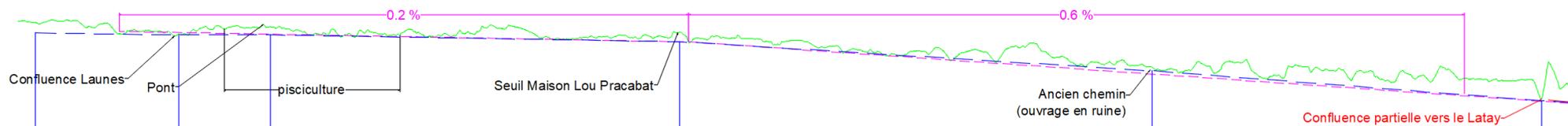


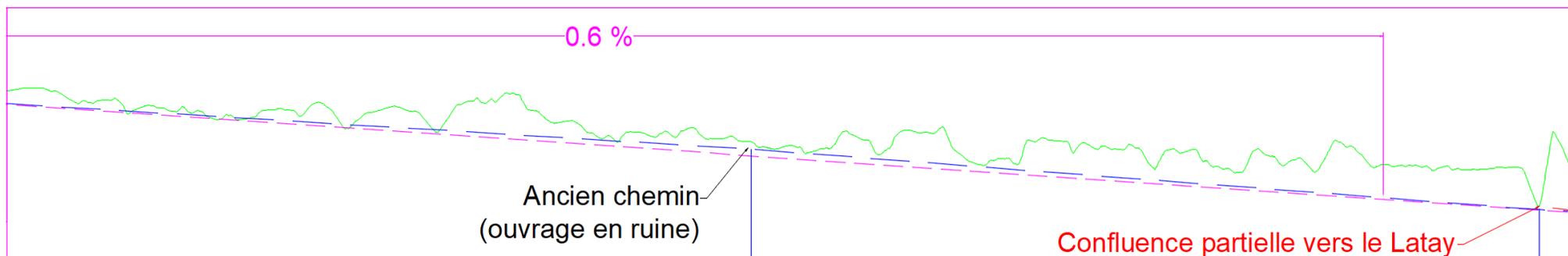
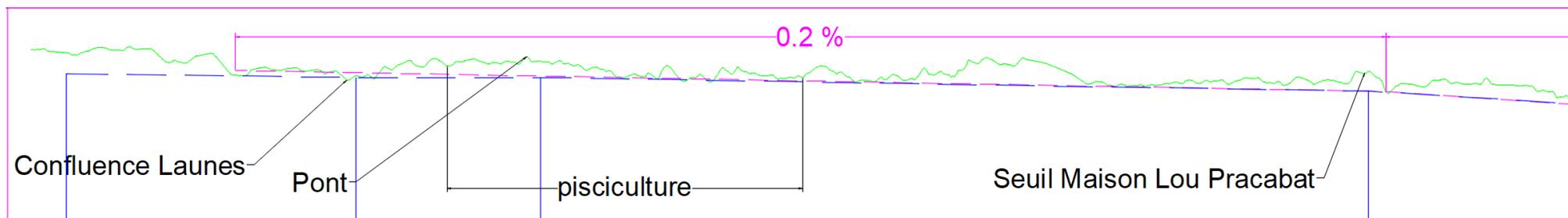
Figure 44 : Profil en long historique Gapeau Amont



Des sources à Le Foulon (3610 m)



Des sources à La confluence avec le Latay (1600 m)



En vert : RGE Altitude 1 m    En rouge : Levé terrestre 2018 (aval du Latay)    En rose : pente moyenne    En bleu : ligne d'eau GFH 1954

Figure 45 : Profil en long du Gapeau Amont

L'imprécision de la donnée RGE Alti est compensée par les données terrestres à l'aval et la donnée de 1954, qui semble à l'aval du Latay en cohérence avec le levé terrestre de 2018. La ligne d'eau de 1954 est proche du fond du lit actuel à l'aval du Latay, et proche des points bas du RGE Alti sur la partie amont.

Le seuil présent sous la maison a un effet sur le profil en long : on observe une rupture de pente au niveau ou proche de l'habitation, à l'amont de laquelle la pente est très faible : de l'ordre de 0.2 %.

A l'aval et jusqu'à la confluence, la pente est de 0.6 %, pente qui se retrouve également sur le Gapeau à l'aval de la confluence avec le Latay sur environ 850 m. Il est à noter que pour cette analyse la confluence Gapeau/Latay a été prise au droit de l'usine Beaupré, car c'est la confluence hydromorphologique la plus « naturelle ». Il faut cependant garder à l'esprit la répartition des eaux au droit de Beaupré et notamment le volume non négligeable de l'eau du Gapeau qui s'écoule dans le bief au Nord du Latay, et qui rejoint le cours d'eau principal en plusieurs endroits au droit d'ouvrages de type canaux sur le secteur se trouvant entre Beaupré et le Foulon.

*A noter, hors zone d'étude, la différence marquée de la ligne d'eau et du levé terrestre à l'aval du moulin du Gapeau : il est probable qu'un ouvrage ait été détruit au niveau ou à l'aval de la confluence du bief et du Gapeau.*

### **VII.4.5.3 Profils en travers**

De même que pour le profil en long, la donnée topographique disponible sur la zone ne permet pas de dresser des profils en travers très représentatifs. Une description de ceux-ci peut néanmoins être faite d'après les observations de terrain.

Le Gapeau est alimenté par sa source qui se trouve environ 200 mètres en amont des infrastructures de la pisciculture « Les sources du Gapeau ». La confluence avec le ruisseau des Launes est peu marquée, l'eau s'étalant à la faveur d'une topographie exhaussée.

De l'aval de la confluence jusqu'à l'aval de la pisciculture le Gapeau présente un lit mineur d'une largeur de l'ordre de 5/6 mètres.

A l'aval de la pisciculture, en lien avec le contrôle du seuil et la rehausse du profil en long, les hauteurs de berges restent très faibles, à tel point qu'à l'amont de la maison-pont, la rivière a tendance à s'étaler d'une zone à caractère plus de zone humide que de cours d'eau.



*Gapeau à l'amont et à l'aval de la pisciculture (à l'amont : Confluence des Launes)*

Au droit de la pisciculture, le profil en travers est fortement modifié par la structure elle-même : les berges sont artificialisées, plus hautes et verticalisées, pour les besoins de l'exploitation au fil de l'eau (voir § suivants).

A l'aval de la maison-pont, bien que le cours d'eau ne soit plus sous le contrôle du seuil, et en conformité avec le profil en long qui présente encore une pente très faible, le profil en travers reste similaire jusqu'à l'habitation suivante située rive gauche. La différence, notable réside dans une plus grande diversité des faciès et la qualité des sédiments (cf § suivant).

Au niveau de l'habitation rive gauche, une nouvelle prise d'eau a lieu. En raison de l'embroussaillage, nous n'avons pas pu identifier précisément la prise d'eau, mais on observe d'une part une réduction ponctuelle marquée de la largeur du lit mineur et une augmentation de la hauteur des berges, majoritairement emmurées en séparation du bief qui longe la rivière en haut de berge sur une partie de son linéaire.



*Gapeau à l'aval du moulin et au droit de l'habitation*

Le bief rejoint ensuite la Gapeau et s'éloigne de la route : son profil en travers est alors de plus en plus marqué, les berges se rehaussent. La largeur est variable, parfois très large (environ 5m) avec un étalement des écoulements, parfois plus resserré (2 à 3 m), avec un caractère plus encaissé et encombré.

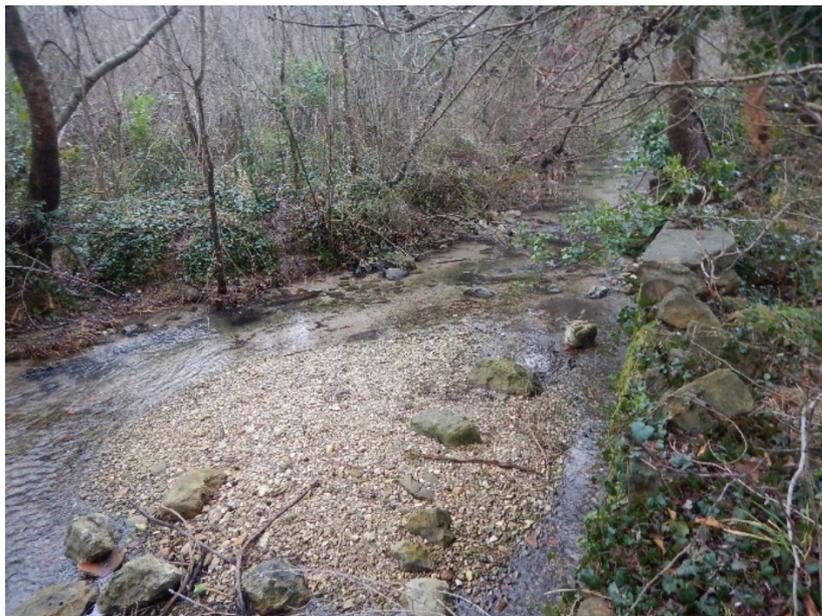
#### ***VII.4.5.4 Dynamique d'écoulement et transport solide***

La dynamique d'écoulement sur le Gapeau dans l'amont de cette zone peut être séparée en deux grands tronçons, en lien direct avec le profil en long du cours d'eau. A l'amont du seuil sous l'habitation, le Gapeau présente des faciès d'écoulement de type lentique. L'effet de ce seuil conduit à un envasement et un comblement du lit mineur par la végétation aquatique. Les sédiments sont fins, le fond du lit est colmaté.



*Envasement et végétalisation du lit mineur du Gapeau en amont du moulin*

A l'aval du moulin les écoulements sont globalement plus dynamiques qu'en amont, avec la présence de radiers. Des atterrissements apparaissent.



*Atterrissement et radier à l'aval du moulin*

A l'amont de l'usine Beaupré (100m environ), des zones plus lenticues sont à nouveau visibles, avec la présence de végétaux en fond de lit mineur. Cela est lié aux petits seuils présents au niveau des ponts au droit de l'usine Beaupré.



*Zone lenticue à l'amont de l'usine Beaupré et petit seuil sous un ouvrage au droit de l'usine*

En aval direct de l'usine Beaupré, les faciès sont également lenticues en lien avec la martellière qui répartit les eaux du Gapeau vers le Latay ou vers le bief (« Gapeau » sur le fond IGN).



Figure 46 : Confluence d'une partie du Gapeau avec le Latay

### VII.4.5.5 Diagnostic des berges

#### VII.4.5.5.1 Boisement rivulaire

La ripisylve est globalement bien présente, fonctionnelle et continue sur cette zone. Elle apparaît néanmoins déconnectée sur les tronçons artificialisés, notamment au droit de la pisciculture. Lors de la campagne de terrain, aucun foyer de plante invasive n'a été relevé.

Le boisement rivulaire prend une largeur importante avec une bonne stratification sur les tronçons où l'arrière de berge est occupé par des zones naturelles. Cependant sur les autres zones la ripisylve apparaît soit très contrainte latéralement par l'activité agricole, soit sur-entretenu avec la seule existence d'une végétation herbacée et une seule strate arborée. C'est notamment le cas à l'aval de la pisciculture.

Un court linéaire, de quelques dizaines de mètres, rive droite sur la parcelle en amont de l'usine Beaupré est déboisé (ripisylve absente : abattages). A l'inverse, la ripisylve montre paradoxalement des signes de défaut d'entretien sur ce même tronçon : nombreux embâcles, voir entreposage des déchets de coupes dans le lit mineur.



Exemple de ripisylve du Gapeau à l'aval de la pisciculture et à l'amont du moulin



*Ripisylve inappropriée et déconnectée du Gapeau à l'aval du moulin et cordon de ripisylve dans la plaine agricole*



*Absence de ripisylve et enchevêtrement d'embâcles en amont de l'usine Beaupré*

Lors du complément de terrain d'avril 2021, un abatage de la ripisylve rive droite du Gapeau au droit de l'usine Beaupré dans le cadre de la construction d'un bassin de rétention en lien avec l'artificialisation des terrains a pu être observé sur quelques dizaines de mètres.



*Figure 47 : Berge rive droite du Gapeau au droit de l'usine Beaupré (Avril 2021)*

#### **VII.4.5.5.2 Artificialisation**

Les berges du Gapeau apparaissent artificialisées à plusieurs endroits, souvent en lien avec un usage du cours d'eau (cf. VII.4.5.6) : pisciculture, ancienne tannerie, canaux, soutènement de berge le long de l'usine Beaupré. Certains de ces ouvrages sont dans un état dégradé (ancien canaux).

A noter un enrochement dans un extrados d'une parcelle agricole.



Exemples de protection de berge : mur dégradé du bief à l'aval du moulin et enrochements en extrados dans la parcelle agricole

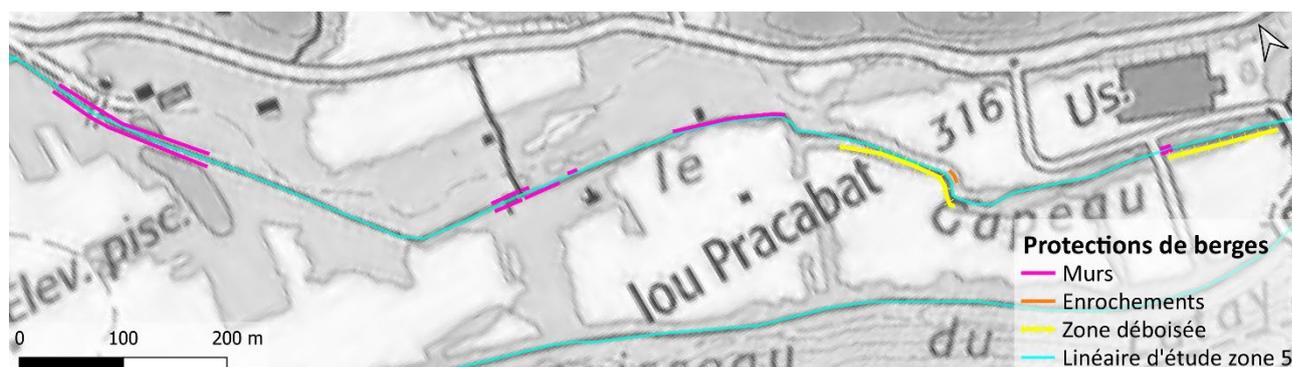


Figure 48 : Dysfonctionnements sur les berges - Zone 5

### VII.4.5.6 Eléments piscicoles du Gapeau Amont

Dans le cadre de l'amélioration du fonctionnement hydromorphologique sur le bassin versant du Gapeau, la Fédération de Pêche du département du Var a réalisé en 2020 une étude de faisabilité d'opération de restauration hydromorphologique au droit des sources du Gapeau. Le linéaire étudié comprend le Gapeau amont de sa source jusqu'à l'aval de l'usine Beaupré.

#### VII.4.5.6.1 Données piscicoles

Le diagnostic piscicole réalisé dans le cadre de l'étude de la fédération de pêche montre que le Gapeau amont (1<sup>ère</sup> catégorie piscicole) est très perturbé : un seul individu de truite fario et 3 espèces exotiques d'écrevisses ont été pêchés sur la station située à l'aval de la maison-pont en juillet 2020.

A l'inverse, les stations situées à l'aval montrent un peuplement de meilleure qualité. A la station de Cancérille (env. 2Km à l'aval de Beaupré), la Truite fario est présente en abondance moyenne par rapport au référentiel de la région et le Blageon est rencontré en forte abondance.



Figure 49 : Localisation des stations de pêches de la Fédération de pêche du Var

L'étude fait le lien entre les dysfonctionnements d'ordre hydromorphologique et l'altération du milieu aquatique piscicole. Il est fait mention des ouvrages altérant la continuité écologique, du recalibrage/chenalisation du lit mineur, de l'homogénéité des facies d'écoulement, de la dégradation de la ripisylve, mais également des prélèvements et captages.

Les désagréments en lien avec la pisciculture sont également soulignés : risque de contamination virale/bactériologique aux populations sauvages, colmatage du fond en aval (effluent chargé en MES), eutrophisation, pollution génétique...

#### VII.4.5.6.2 Continuité écologique – Milieu aquatique

Hormis le seuil de Cancérille à l'aval de la zone d'étude, qui va être désasé prochainement (2021), deux seuils infranchissables sur le secteur sont relevés : un au droit de l'usine Beaupré et l'autre au droit de l'habitation en aval de la pisciculture. Il est à noter que le système de répartition des eaux à l'aval de l'usine de Beaupré perturbe fortement la continuité écologique.

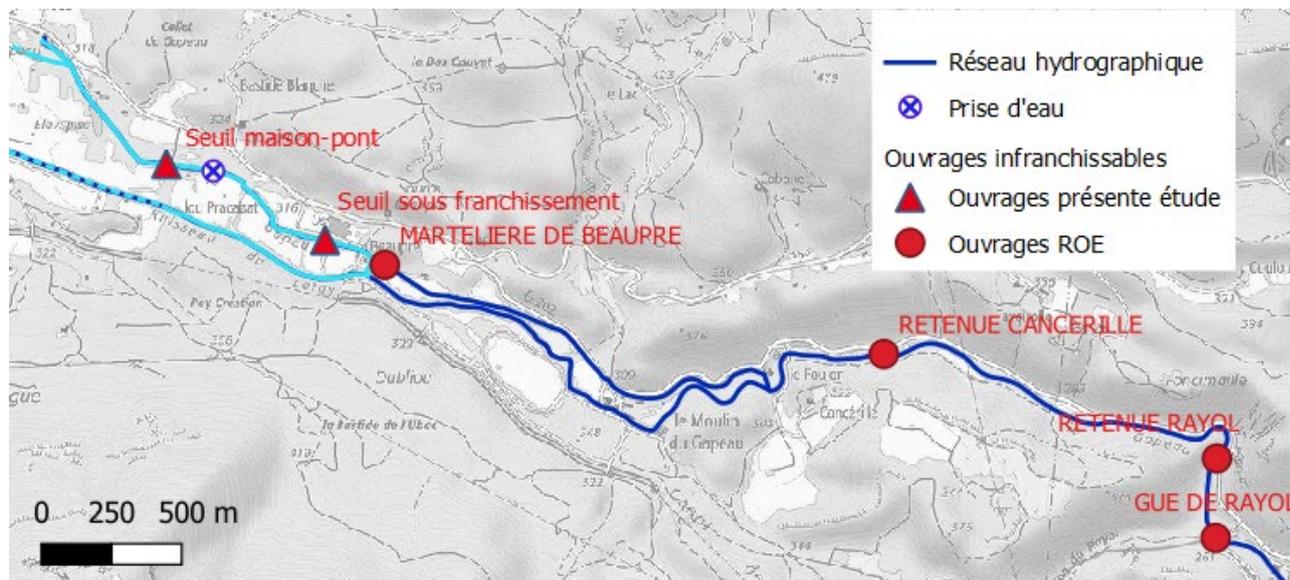


Figure 50 : Carte des obstacles à la continuité écologique sur le Gapeau amont



Seuil sous franchissement à l'usine Beaupré et Seuil de Cancérille, à environ 2 km à l'aval de l'usine Beaupré

#### VII.4.5.7 Usages en lien avec le cours d'eau

##### VII.4.5.7.1 Pisciculture des sources du Gapeau

L'activité l'élevage de truite et d'écrevisses est autorisée par arrêté préfectoral en date du 12 aout 1966. La pisciculture des sources du Gapeau est installée directement sur le lit mineur du Gapeau à environ 200 mètres à l'aval de la source. A l'amont de cette infrastructure, des casiers sont disposés sur les bords du lit mineur, puis l'installation s'élargit vers la rive droite, l'eau étant réparties dans des canaux en dérivation sur la rive droite.



*Gapeau au droit de la Pisciculture*

Il existe plusieurs autres installations annexes à cette pisciculture sur le Gapeau. Un bassin (bâti en pierre) est présent en rive gauche et un étang artificiel construit dans les années 60 est présent en rive droite.



*Bassin rive gauche en arrière-plan et étang rive droite*



**Figure 51 : Vue Google satellite – pisciculture**

#### **VII.4.5.7.2 Maison-Pont – Lou Pracabat**

La maison, historiquement présente sur le Gapeau, présente un seuil sous le bâtiment, une passerelle piétonne à l'amont et un passage à gué et une passerelle à l'aval. Le seuil, mis en place par la SCP pour effectuer des jaugeages du Gapeau en amont, n'a plus de fonction actuellement.



Amont et aval de la maison sur le Gapeau

### VII.4.5.7.3 Prises d'eau

A environ 150 mètres à l'aval de la maison-pont, il existe un bief de dérivation en rive gauche. Aucun ouvrage de prise d'eau en dur n'a été identifié, l'eau étant visiblement capté en courbe de niveau sous seuil. Cet ouvrage en pierre présente plusieurs signes de détérioration, et des venues d'eau sont visibles à travers la construction. Les écoulements regagnent ainsi progressivement le lit mineur naturel avant de confluer au bout de 100 m.

L'usage de cette prise d'eau ancienne n'est pas connu, mais sert certainement d'agrément à l'habitation. Cette dérivation perturbe le fonctionnement naturel du cours d'eau.





1 : Amont de la dérivation - 2 : Canalisation au droit des habitations rive gauche - 3 : Venue d'eau à travers l'ouvrage - 4 : Restitution du débit, vue vers l'amont

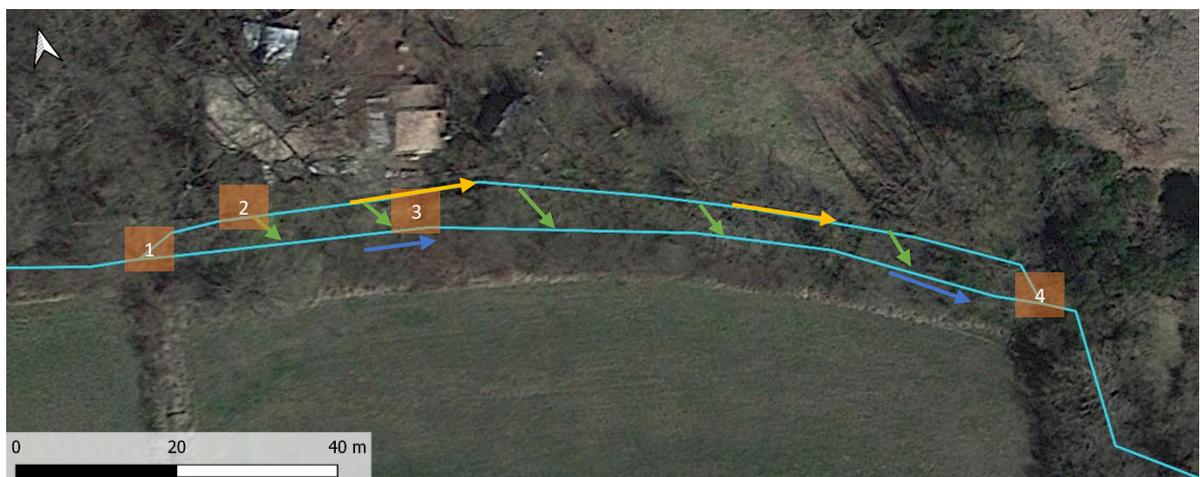


Figure 52 : Représentation schématique de la prise d'eau (Lit naturel : Flèches bleues / Canal : Flèches Jaunes / Venues d'eau : Flèches vertes)

#### VII.4.5.7.4 Rejets

Il existe deux rejets en lit mineur en rive gauche, à l'aval direct de la restitution du bief/prise d'eau décrit précédemment, certainement en lien avec la route proche.



Rejets en rive gauche du Gapeau

Les deux bassins nouvellement créés au droit de l'usine Beaupré, certainement en lien avec l'imperméabilisation de la parcelle, disposent d'un rejet par surverse vers le Gapeau.



Figure 53 : Artificialisation de la parcelle C401

#### VII.4.5.8 Conclusion zone 5

Le Gapeau présente une typologie/morphologie totalement différente du Latay : si ce dernier, dans sa partie naturelle à l'amont ; est un cours d'eau torrentiel à forte pente et fort charriage, le Gapeau à l'amont du Latay est un cours d'eau de très petite taille, peu dynamique, issu d'une source pérenne (inaccessible, propriété privée).

Ce cours d'eau, à la différence du Latay dans la plaine de Signes, présente de fortes potentialités écologiques. L'eau est présente toute l'année sur cette portion de cours d'eau, les populations de truites à l'aval sont de bonne qualité : la continuité écologique est donc enjeu avec le Gapeau aval. La ripisylve constitue elle-même un corridor écologique important pour de nombreuses espèces non aquatiques (chiroptères, oiseaux, mammifère). Le fait que le cours d'eau soit ici en eau renforce l'intérêt de ce corridor écologique pour ces espèces (source de nourriture et d'eau).

Cependant, dès l'amont, il souffre de nombreux dysfonctionnements : pisciculture au fil de l'eau, ouvrages infranchissables, prélèvements massifs, ...

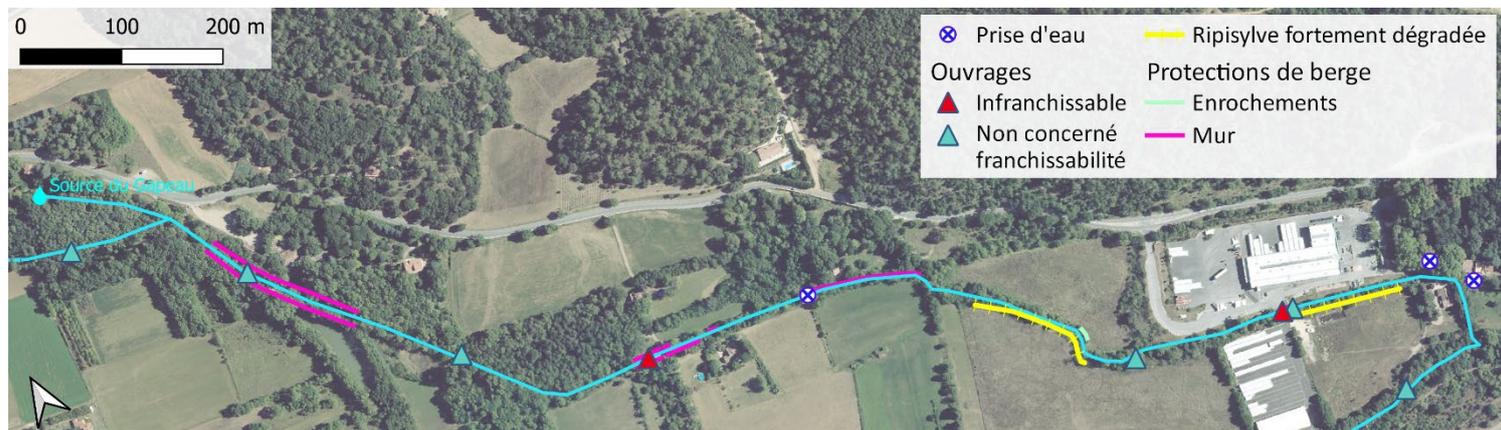
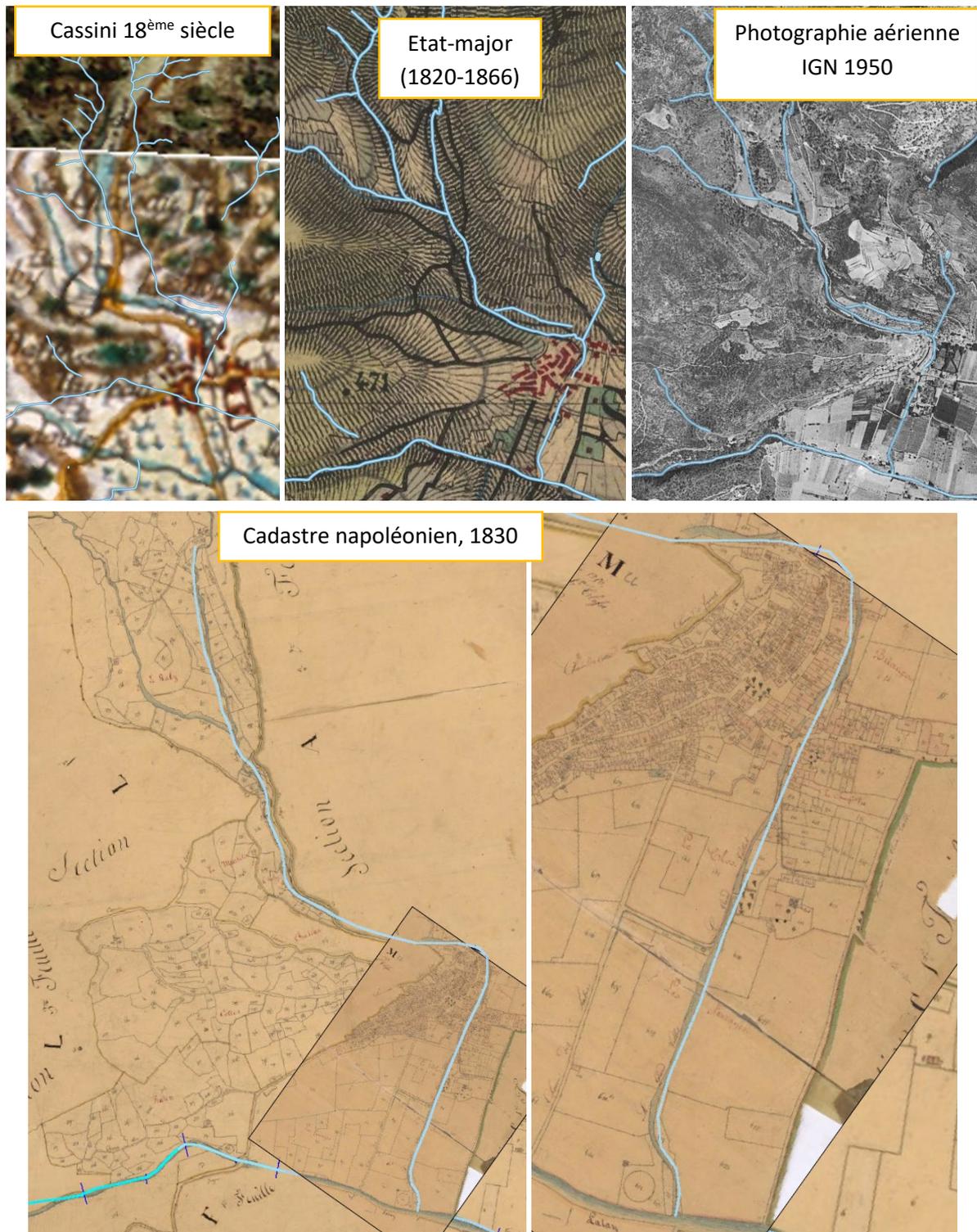


Figure 54 : Carte synthétique zone 5

## VII.4.6 Zone 6 : Raby dans la traversée du village de Signes

### VII.4.6.1 Analyse diachronique



**Figure 55 : Analyse diachronique du Raby**

Le tracé en plan du Raby avant la traversée de Signe est similaire à l'actuel sur le cadastre Napoléonien, la carte d'Etat-major et la photographie aérienne de 1950. La topographie ayant naturellement un très fort impact sur celui-ci, il reste logiquement peu mobile latéralement.

La superposition de la carte de Cassini avec le réseau hydrographique actuel, directement issue du géoportail, montre un décalage dû de manière évidente à un calage trop vers le nord de la carte sur notre zone d'étude.

La déformation de la carte de Cassini est telle qu'un calage au centre de la dalle implique un fort décalage plus on s'éloigne de ce centre. Cependant, sa représentation présente malgré son imprécision un intérêt : si la forme globale du Raby est la même que le tracé actuel, la confluence est dessinée de manière beaucoup plus naturelle que le tracé ultérieur et actuel. Il semblerait, si la forme de ce tracé est juste, que le coude du Raby, son caractère très rectiligne et sa confluence en angle quasiment fermé avec le Latay, bien que très ancien, soit un remaniement.

### VII.4.6.2 Profil en long

La seule donnée disponible pour l'établissement d'un profil en long sur la partie amont du Raby est la donnée LIDAR. Celle-ci n'est pas très précise mais permet néanmoins d'observer la diminution progressive des pentes avant la confluence avec le Latay. Lors de la campagne de terrain aucun ouvrage, sur l'amont du linéaire d'étude, pouvant entraîner une perturbation majeure du profil en long n'a été observé. A l'amont, le profil en long apparaît « figé » par les petits seuils naturels créés par la précipitation minérale (cf. 0).

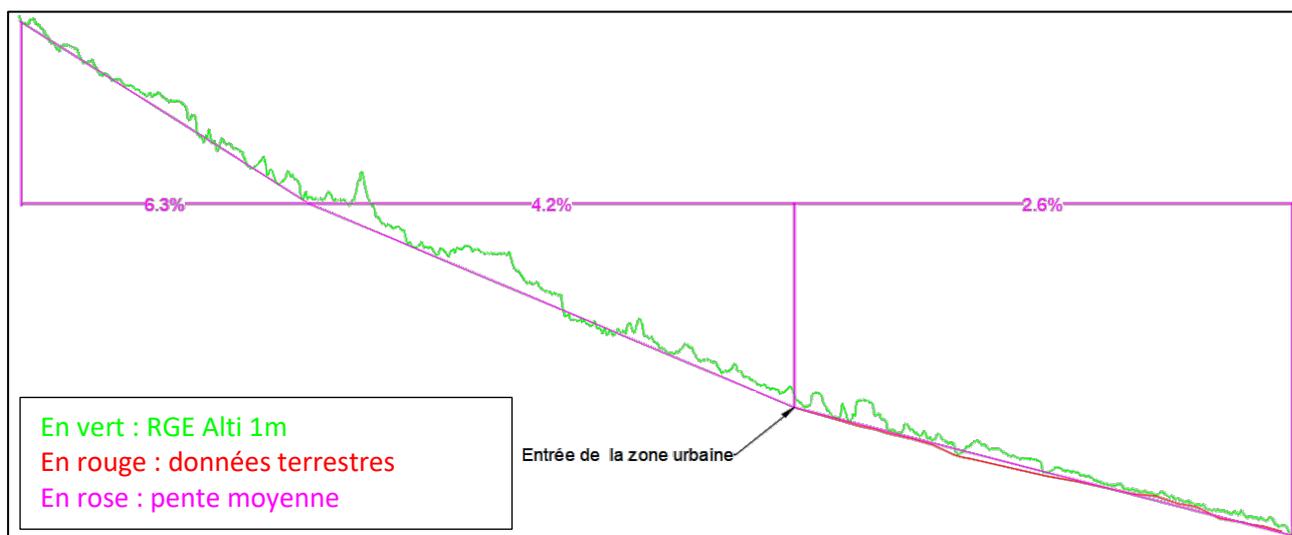


Figure 56 : Profil en long général du Raby sur la zone d'étude sur la base de la donnée LIDAR

Le Raby présente une pente variant de 6.3 % dans la partie amont à 4.2 % à l'amont de la zone urbaine. De nombreuses chutes naturelles sont présentes, en lien avec les concrétions calcaires qui peuvent être importantes (sources pétrifiantes du Raby).

Sur la partie de la traversée de Signes et après celle-ci, le profil en long peut être étudié avec plus de précision sur la base de la topographie terrestre disponible (2018 et 2021).

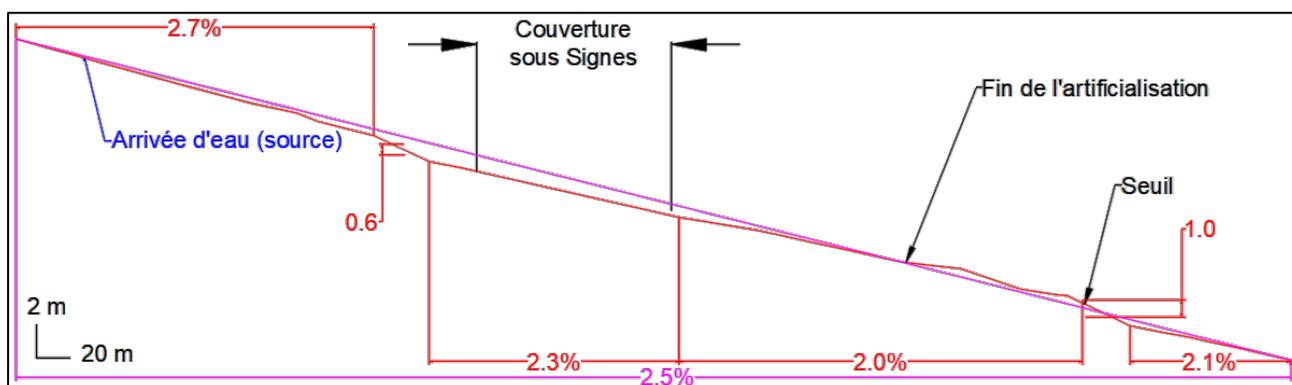


Figure 57 : Profil en long du Raby à partir de l'entrée dans Signes

Le profil est calé par l'artificialisation du fond du lit dans le village de Signes. La pente moyenne du profil en long (2.5 %), qui recroise l'amont, l'aval et la fin de l'artificialisation du lit, est marquée par des variations liées à des éléments structurant du profil :

Un seuil situé entre la Rue Briançon et la passerelle piétonne permet un enfoncement marqué du profil tout au long de la couverture d'environ 60 cm. Ce tirant d'air supplémentaire sous la couverture est certainement précieux d'un point de vue hydraulique, malgré l'adoucissement de la pente à 2,3%. A la sortie de la couverture, une inflexion du profil en long permet de rattraper la pente d'équilibre moyenne jusqu'à la partie naturelle du fond du lit selon une pente de 2 %.

Sur la partie naturelle, un seuil d'environ 1 m de hauteur entraîne la présence d'atterrissements, la pente se poursuivant selon un profil moyen proche de 2 % de part et d'autre du seuil. Le seuil semble à l'origine artificiel et est aujourd'hui recouvert d'une précipitation minérale.



*Seuils à l'amont de la couverture et seuil sur la partie terminale du Raby*

### **VII.4.6.3 Profil en travers**

Sur l'amont de la zone d'étude le Raby évolue dans une combe. Cette contrainte topographique affecte la morphologie des profils en travers. Le lit mineur dans cette partie est d'une largeur de 1 à 2 mètres. Les pentes et la largeur des berges sont variables en fonction des usages en haut de berges : voiries, protections de berges au droit de zone d'habitation, etc. Plusieurs tronçons présentent des caractéristiques très naturelles.

La traversée de Signes est bordée de bâtiments (cf VII.4.6.5.2) et d'une succession d'ouvrages hydrauliques, décrits dans la partie ouvrages (§ X.6).

Après la partie artificialisée de la traversée de Signes, les profils en travers peuvent être analysés plus finement sur la base de la donnée topographique terrestre de 2021. L'artificialisation du Raby se termine au droit du pont, relativement récent, à l'aval de l'église de Saint Pierre. Sur cette partie, le lit mineur fait en moyenne 1 mètre de largeur. Les « débordements » ont lieu tour à tour en rive gauche et en rive droite selon les profils. La largeur à plein bord est de l'ordre de 8 à 10 mètres. Il est à noter que pour le profil P13, l'arrière de berge rive gauche est plus bas altimétriquement que le fond du lit (environ 20 cm). Sur les profils 14 et 15 (non illustrés ci-dessous) le lit majeur revient légèrement au-dessus du fond du lit mineur (10 à 30 cm). Ainsi, toute la plateforme technique située rive gauche est installée sur un remblai du lit majeur.

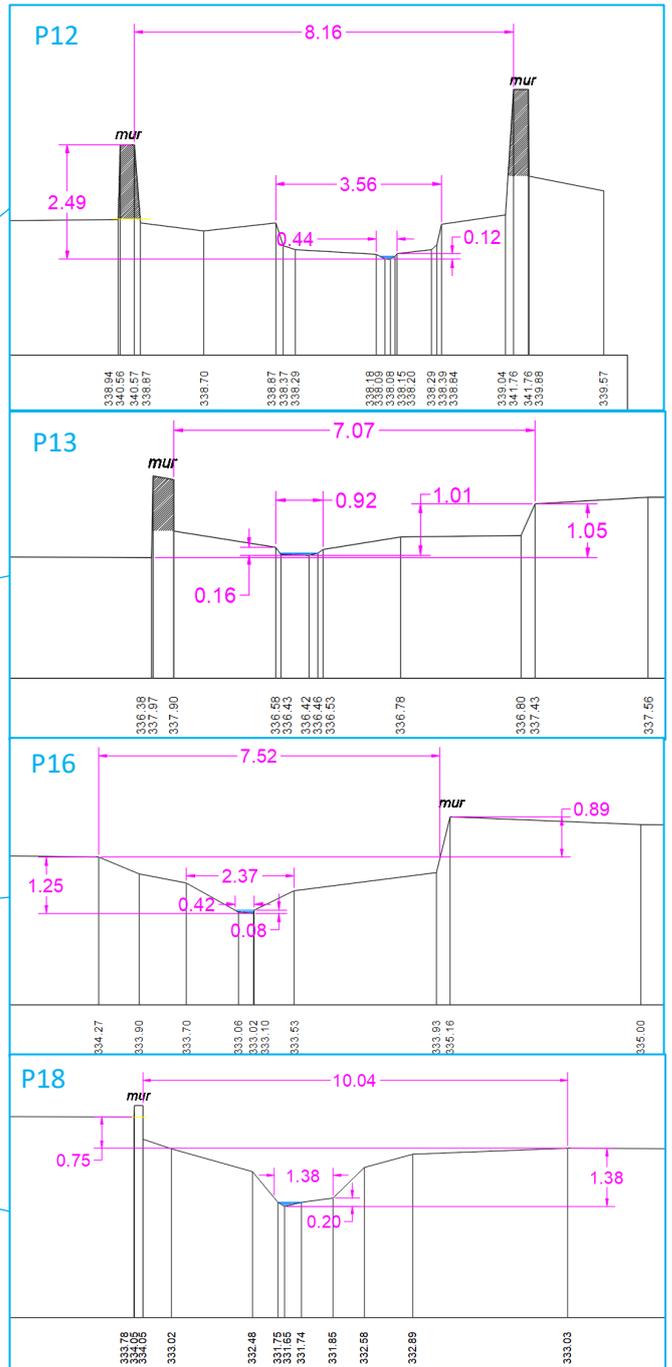
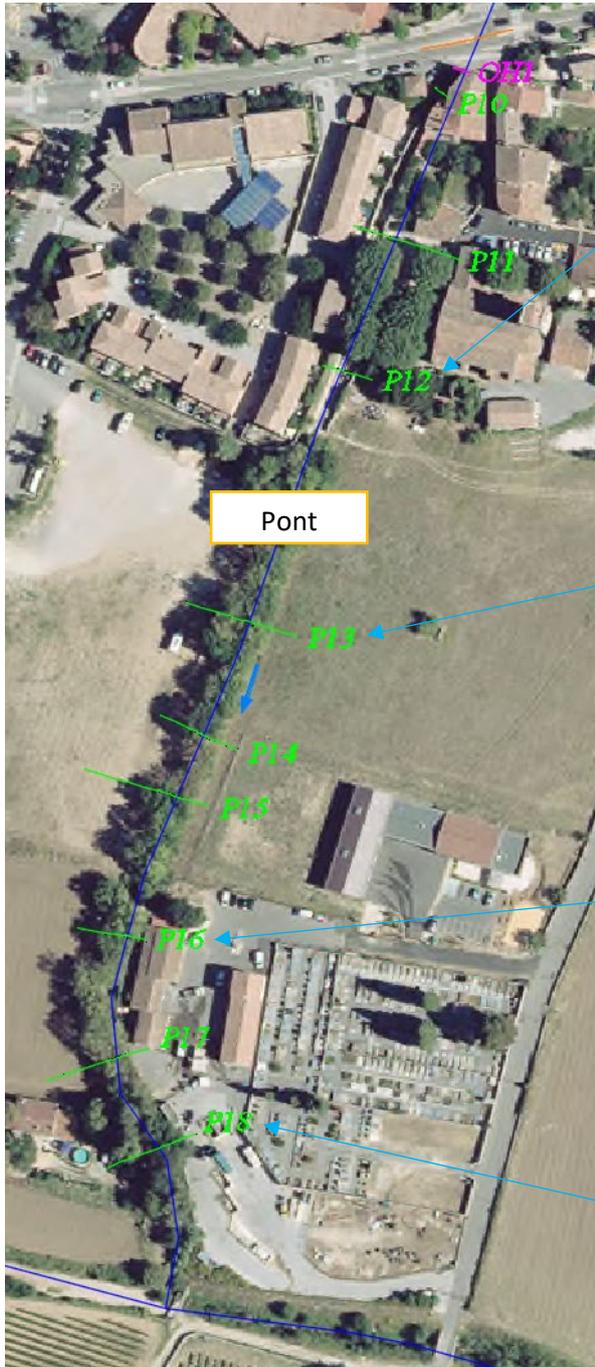


Figure 58 : Profils en travers sur le Raby dans sa partie aval

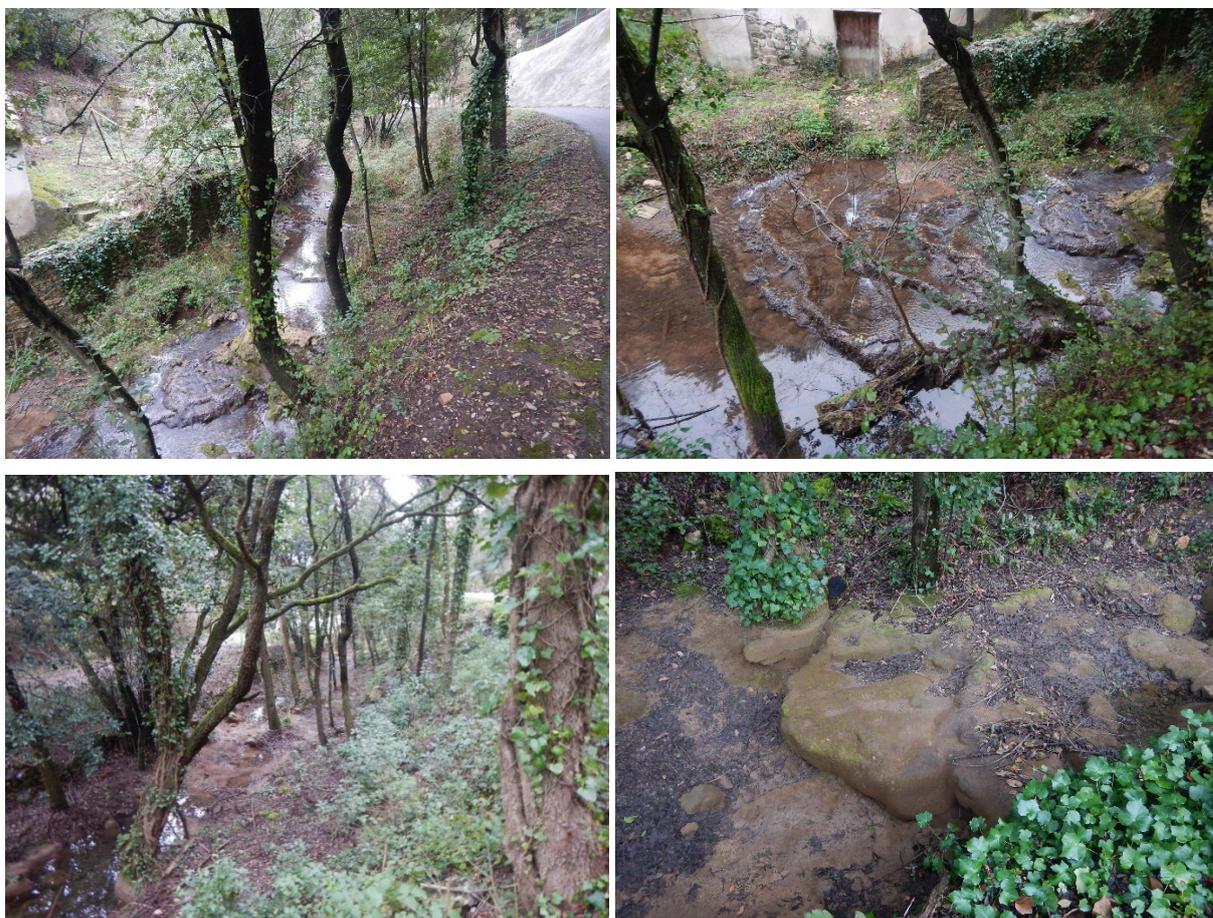


*Raby à l'amont et à l'aval de Signes*

#### **VII.4.6.4 Transport solide**

La thématique du transport solide sur le Raby est spécifique. En effet, le cours d'eau ne présente pas de dépôt sédimentaire classique en lit mineur provenant des versants amonts, et il a tendance à précipiter des minéraux le long de son cours. L'eau souterraine de la source du Raby chargée en minéraux et en déséquilibre avec l'atmosphère est à l'origine de ce phénomène. Cette précipitation entraîne la formation de petites vasques et donc de seuils naturels dans la partie amont du Raby. Les marques de cette précipitation en fond de lit sont visibles jusqu'au début de l'artificialisation du cours d'eau dans la traversée de Signes.

Le Raby n'est pas un important pourvoyeur de sédiments pour le Latay.



*Marques de précipitation minérale en fond de lit du Raby en amont de Signes*

## VII.4.6.5 Diagnostic des berges

### VII.4.6.5.1 Boisement rivulaire

En amont de Signes le boisement rivulaire est présent avec des arbres en pied de berges et en berges. Les pentes des berges sont majoritairement naturelles et la ripisylve est plutôt connectée, continue et moyennement stratifiée, la strate arbustive semblant peu présente lors de notre passage hivernal. La ripisylve ne présente en revanche qu'une faible largeur par endroit. Une déconnexion est parfois observée au droit de murs de protection de berge (voiries, habitations).

La ripisylve est, de fait, absente dans la partie artificialisée du Raby dans le village de Signes.

Dans la partie terminale du Raby, en amont direct de la confluence avec le Latay, la ripisylve ne présente pas une bonne fonctionnalité. Elle apparaît discontinue et très peu large. Les protections de berge régulières (type murs) entraînent également une déconnexion d'une partie du boisement.



*Boisement rivulaire du Raby en amont et en aval de la traversée du village de Signes*

### VII.4.6.5.2 Artificialisation

Dans la traversée de Signes, de part et d'autre de la couverture, le Raby est artificialisé. Le lit mineur est bétonné, et il est bordé sur les deux rives par des bâtiments.





Entrée couverture



Sortie couverture



Artificialisation du Raby de l'entrée dans Signes



Figure 59 : Couverture du Raby (environ 110 ml)

Sur le reste du linéaire, le Raby présente quelques protections de berges ponctuelles, notamment des murs, déjà évoqués (cf. VII.4.6.5.1).

#### **VII.4.6.6 Usages en lien avec le cours d'eau**

A l'instar de sa morphologie, la population présente un lien différent entre la partie amont, la traversée, et la partie aval de Signes.

A l'amont, le cours d'eau semble considéré comme une partie du paysage, bien qu'il soit « coincé » entre deux versants parfois abrupts et longé par la route. Un chemin de randonnée démarre à l'amont de Signes, deux parkings et des tables de pique-niques sont présents.

Dans la traversée de Signes, l'arrivée d'eau permet aux riverains de prélever pour l'arrosage. Le cours d'eau sert également pour la traversée des réseaux, dont le réseau d'eau usée dont les regards surélevés dans le lit mineur doivent faire l'objet de travaux très prochainement. Le cours d'eau semble ici considéré d'une part comme un axe d'évacuation des eaux, pluviales et usées (les réseaux étant séparés), et d'autre part comme « arrière-cours » ou balcon à l'arrière des appartements, à l'aval de la Rue Briançon.



*Prélèvement d'eau et réseau d'eau usée dans la traversée de Signes*

A l'aval de Signes, dans la partie naturelle, la rive gauche est isolée par des murs et des haies ; la rive droite est le siège d'un dépôt de volume notable de blocs, déchets et matériaux terreux environ 150 mètres à l'amont de la confluence avec le Latay (le 21/01/21). Lors du complément de terrain du 22/04/21 la zone avait été modifiée. Des déchets et blocs ont été évacués et les matériaux terreux et gravats ont été régalés sur la zone, constituant toujours une levée de terre.



*Dépôt en lit majeur du Raby en rive droite (21/01/21)*



*Figure 60 : Zone de remblai au 22/04/21, vue vers l'amont, rive droite du Raby en amont de la confluence avec le Latay*

#### **VII.4.6.7 Pérennité des écoulements**

En janvier 2021 et avril 2021, le ruisseau du Raby est en eau sur l'amont de la zone d'étude. L'eau du Raby est en partie prélevée par une prise d'eau en rive gauche, 400 m environ avant l'entrée dans le village de Signes. A l'aval de cette prise d'eau le volume restant en lit mineur n'est pas suffisant pour assurer un écoulement (en janvier et en avril 2021), ainsi le Raby est à sec juste avant l'entrée dans la partie artificialisée de la traversée de Signes.

A environ 20 mètres à l'aval de l'entrée dans le village, le Raby est alimenté de manière importante par le retour de la prise d'eau et possiblement par d'autres sources du versant au Nord. Le débit de cette arrivée d'eau représente la majeure partie des écoulements dans le Raby jusqu'à la confluence avec le Latay lors des deux prospections de terrain en 2021.



*Prise d'eau en amont de Signes et retour d'eau au Raby au début de la traversée de Signes*

La station de traitement des eaux usées de Signes rejette l'eau dans le Raby à moins de 100 mètres à l'amont de la confluence avec le Latay.



*Rejet dans le Raby des effluents de la STEU de Signes*

#### **VII.4.6.8 Conclusion Zone 6**

Le Raby est hétérogène.

La partie amont de la traversée de Signes est naturelle, et représente un enjeu écologique fort en lien notamment avec la présence d'une petite population d'écrevisses à pieds blancs et constitue un corridor humide préservé dans la cadre du SAGE. Les ripisylves du Raby sont classés en habitats humides.

La traversée de Signes est très artificialisée et la partie terminale avant la confluence avec le Latay présente des problématiques diverses (remblai en lit majeur, protections de berges, qualité de l'eau).

La prise d'eau présente en amont de Signes constitue potentiellement un enjeu vis-à-vis du débit réservé, notamment en lien avec la population d'écrevisses à pieds blancs, sous réserve que les habitats soient encore présents au niveau de la prise d'eau.

Les aménagements à réaliser sur cette zone devront être adaptés à cette diversité de zones traversées sachant que s'il est envisagé d'intervenir sur la partie très urbanisée (amont de la couverture et couverture elle-même), les aménagements à concevoir seront de grande ampleur.

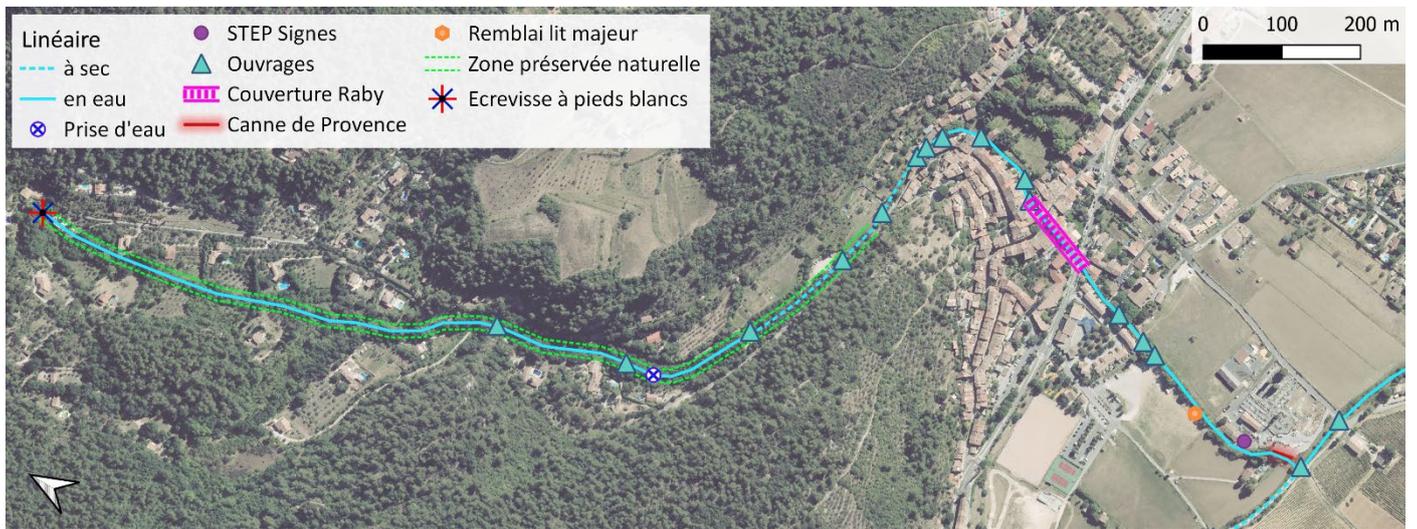


Figure 61 : Carte synthétique zone 6

## VIII HYDRAULIQUE

### VIII.1 Analyse hydrologique

#### VIII.1.1 Historique des approches hydrologiques antérieures

En 2016, SCE & AQUA Conseils ont réalisé une « Etude pour la définition d'une stratégie de réduction de l'aléa inondation et détermination des zones naturelles d'expansion des crues du BV du Gapeau ». L'hydrologie utilisée dans cette étude s'est basée sur la construction d'une modélisation pluie-débit sous le modèle HEC-HMS.

Puis en 2019, EGIS a réalisé en 2019 dans le cadre des « Etudes hydraulique et hydrogéomorphologique sur le bassin versant du fleuve Gapeau et du Roubaud en vue de la réalisation de Plans de Prévention des Risques Inondation et d'un programme d'aménagement et de restauration du bassin versant du Gapeau » pour le compte de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Var et le Syndicat Mixte du Bassin Versant du Gapeau. Cette étude, démontrant certaines lacunes de l'étude de 2016, a repris l'analyse hydrologique également sous le code de calculs HEC-HMS. Les résultats obtenus constituent aujourd'hui la référence en termes d'hydrologie du bassin versant du Gapeau et de ses affluents. Ainsi, les résultats de cette étude concernant le Latay et le Raby seront utilisés sans modification dans la suite de l'étude. Néanmoins, le ruisseau des Launes n'a pas l'objet d'une estimation hydrologique dans cette précédente étude.

Pour mieux appréhender l'origine des valeurs utilisées pour le Latay et le Raby, nous proposons dans la suite de l'étude, un résumé du travail de modélisation d'EGIS sous HEC HMS qui repose sur les paramètres suivants :

- La pluviométrie injectée dans la modélisation ;
- Les sous bassins versants et leurs paramètres :
  - La superficie géographique du sous bassin versants
  - Le Lag time correspondant à 60% du temps de concentration
  - Le Curve Number qui caractérise la nature des sols et leur capacité au ruissellement
  - Les pertes initiales qui sont la plupart du temps déduites de la valeur du Curve Number

Dans les paragraphes suivants, nous décrivons les hypothèses retenues pour les bassins versants du Latay et du Raby. De cette manière, nous pourrions les extrapoler sur le bassin versant du ruisseau de Launes.

#### VIII.1.2 Scénarios pluviométriques retenus

L'analyse menée par EGIS porte les conclusions suivantes :

- Les événements passés et observés n'ont été remarquables que pour des durées de pluies supérieures à 6 h. En conséquence, ces événements ne peuvent pas être représentatifs pour les bassins versants plus petits des affluents du Gapeau pour servir d'événement de référence au titre des PPRi, ce qui est le cas pour notre zone d'étude. Il a été par conséquent nécessaire d'établir une pluviométrie de référence ;
- Seul, le poste Météo-France de Cuers-Pouverel semble satisfaisant pour définir des pluies de projet de 5 ans à 100 ans pour les affluents du Gapeau.

- Pour la crue de référence PPRi, il est utilisé un évènement pluvieux remarquable du type de la pluie du Cap Cépet du 24/09/2006.

Les données de pluies sont les suivantes (station météo France de Cuers-Pouverel n°83049003) :

Durée de pluie (h)	Hauteur de pluie cumulée (mm)					
	5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
0.5	30.5	36.4	42.1	45.5	49.7	55.3
1	42.7	50.3	57.3	61.3	66.2	71.8
2	55.5	66.6	77.5	84	92.5	102.6
6	84	103.8	125	138.2	157	180.4
12	105.5	126.3	147.9	161.4	179.1	202.5
24	132.2	154.9	177.2	190.6	207.4	228

Pour la construction des hyétogrammes projet qui figure en page suivante, la durée intense retenue est choisie en fonction du temps de concentration :

Sous bassins versants	Durée intense de précipitation
Raby	30 min
Vallon des Lègues / Latay intermédiaire	1 h
Latay amont / Latay aval	2 h

EGIS a retenu une forme de pluie de type Keifer. L'intérêt d'une pluie de type Keifer est de présenter la même période de retour quelle que soit la durée de la précipitation.

A noter que les hyétogrammes de pluie construits par EGIS sont absents des données remises pour l'étude. Elles ne figurent pas dans le modèle hydrologique HEC-HMS.

Elles ont donc été reconstituées sur la base des paramètres pluviométriques du tableau ci-avant.

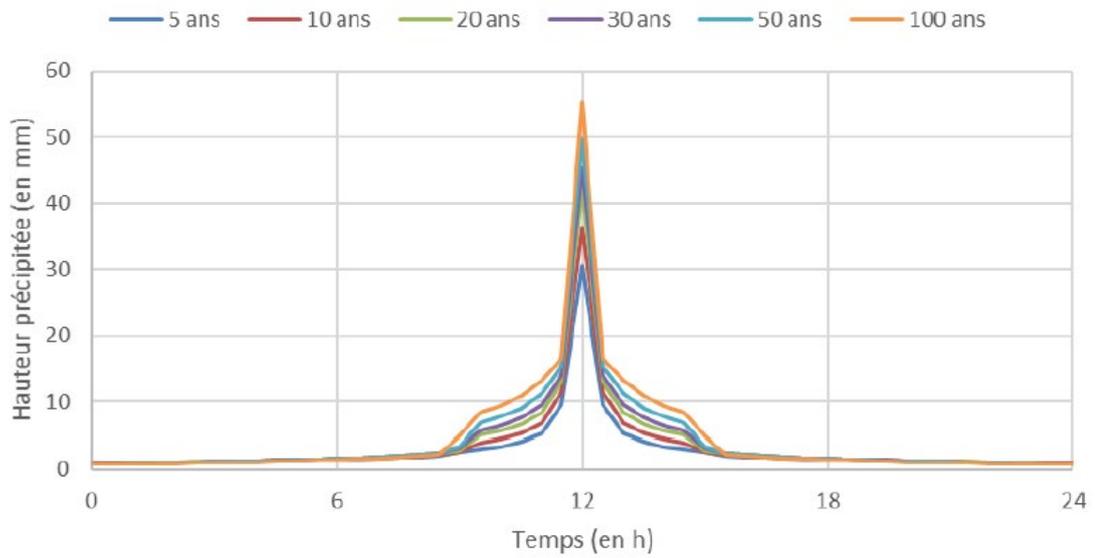


Figure 62 : Hyétogramme de pluie de durée intense de 30 minutes (source : Egis 2019)

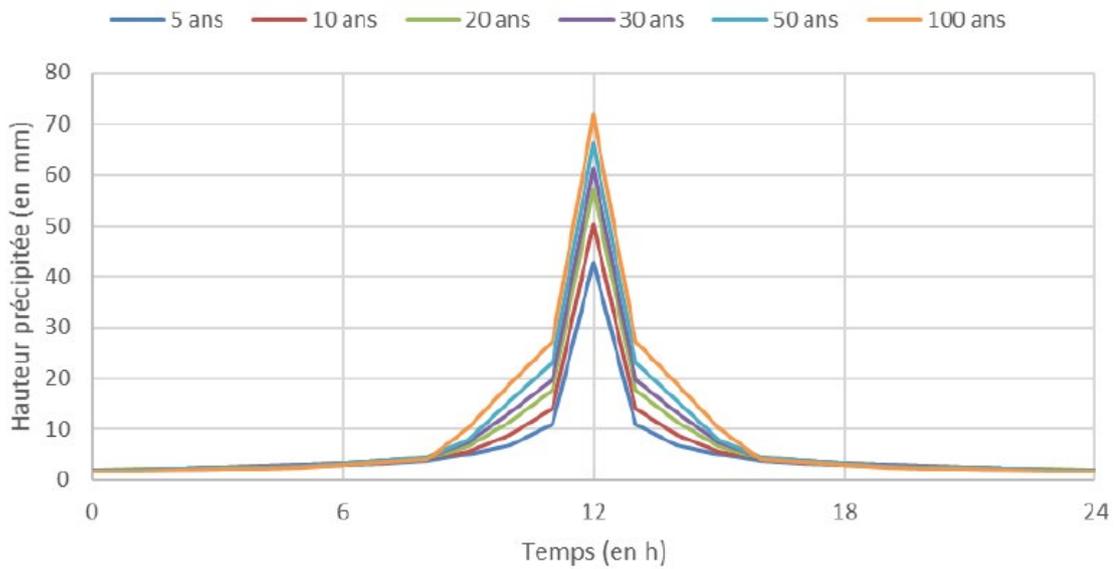


Figure 63 : Hyétogramme de pluie de durée intense de 1 heures (source : Egis 2019)

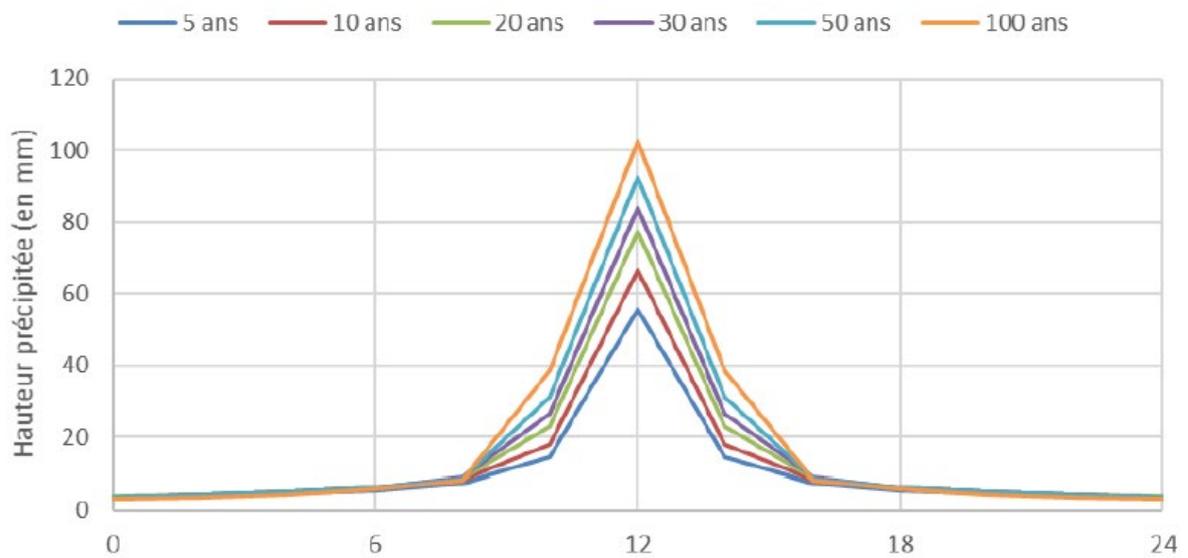


Figure 64 : Hyétogramme de pluie de durée intense de 2 heures (source : Egis 2019)

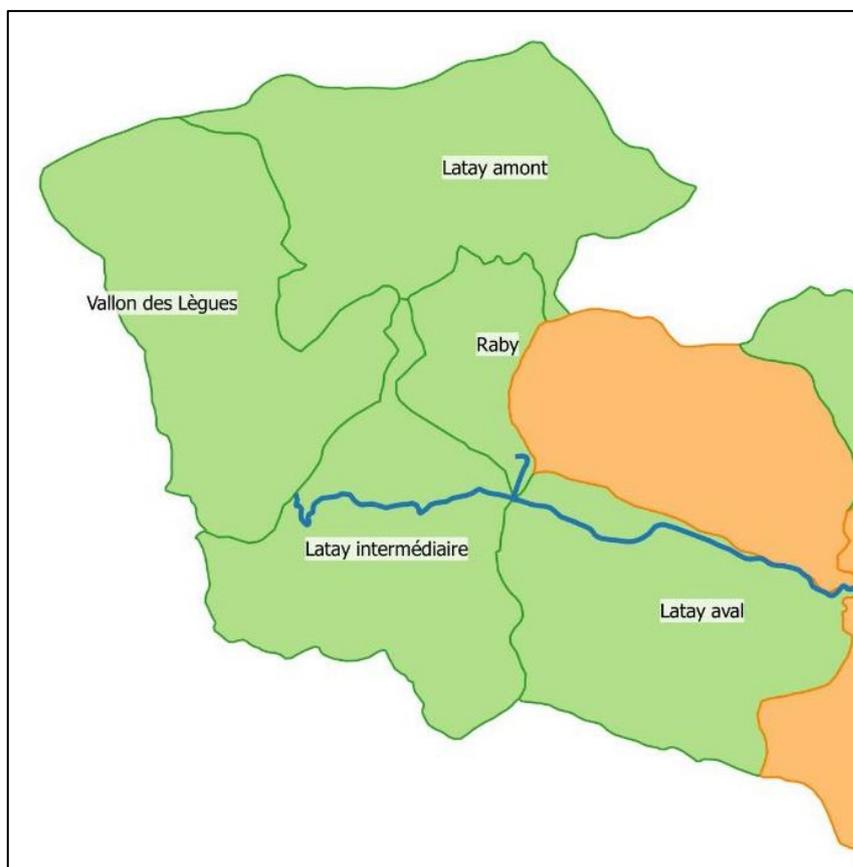
### VIII.1.3 Données spécifiques au Latay et au Raby

L'étude d'EGIS (2019) a repris l'analyse des bassins versants affluents du Gapeau dont le Latay et le Raby pour lesquels les paragraphes suivants présentent les hypothèses retenues pour la description de leur hydrologie sous HEC-HMS.

#### **Superficie**

Pour la zone d'étude, les sous bassins versants concernés dont un extrait cartographique est présenté sur la figure suivante, sont les suivants :

- Le Vallon des Lègues ;
- Le Latay amont ;
- Le Latay intermédiaire ;
- Le Raby.



**Figure 65 : Extrait de la cartographie des sous-bassins versants (source : Egis 2019)**

#### **Lag Time**

La valeur du Lag Time est déduite du temps de concentration à partir de la formule :  $\text{Lag Time} = 0.6 \times T_c$   
Le temps de concentration est quant à lui estimé à partir des formules de Ventura et de Passini.

#### **Curve Number**

Les valeurs de Curve Number sont dépendantes du type du sol et de la nature de l'occupation des sols.

Concernant les types de sols, ils sont séparés en 4 grandes classes : A, B, C et D (du plus perméable au moins perméable).

Au niveau de la zone d'étude, les bassins versants sont considérés en classe B (massifs forestiers).

L'occupation des sols des bassins versants est en grande majorité de la forêt et des milieux semi-naturels. On distingue aussi les quelques zones urbanisées et agricoles de la plaine mais elles restent minoritaires en termes de surface de bassin versant.

Finalement, les paramètres retenus dans l'étude EGIS (2019) sont reportés dans le tableau suivant :

Bassins versants	Superficie (km <sup>2</sup> )	Curve Number	Temps de concentration (min)	Vitesses d'écoulement (m/s)	Pertes initiales (mm)
Raby	4.35	62	41	1.2	31.7
Latay intermédiaire	13.63	65	84	1.4	27.8
Latay aval	13.73	73	127	1.7	18.6
Vallon des Lègues	15.74	62	82	1.3	30.9
Latay amont	15.86	63	105	1.9	29.3

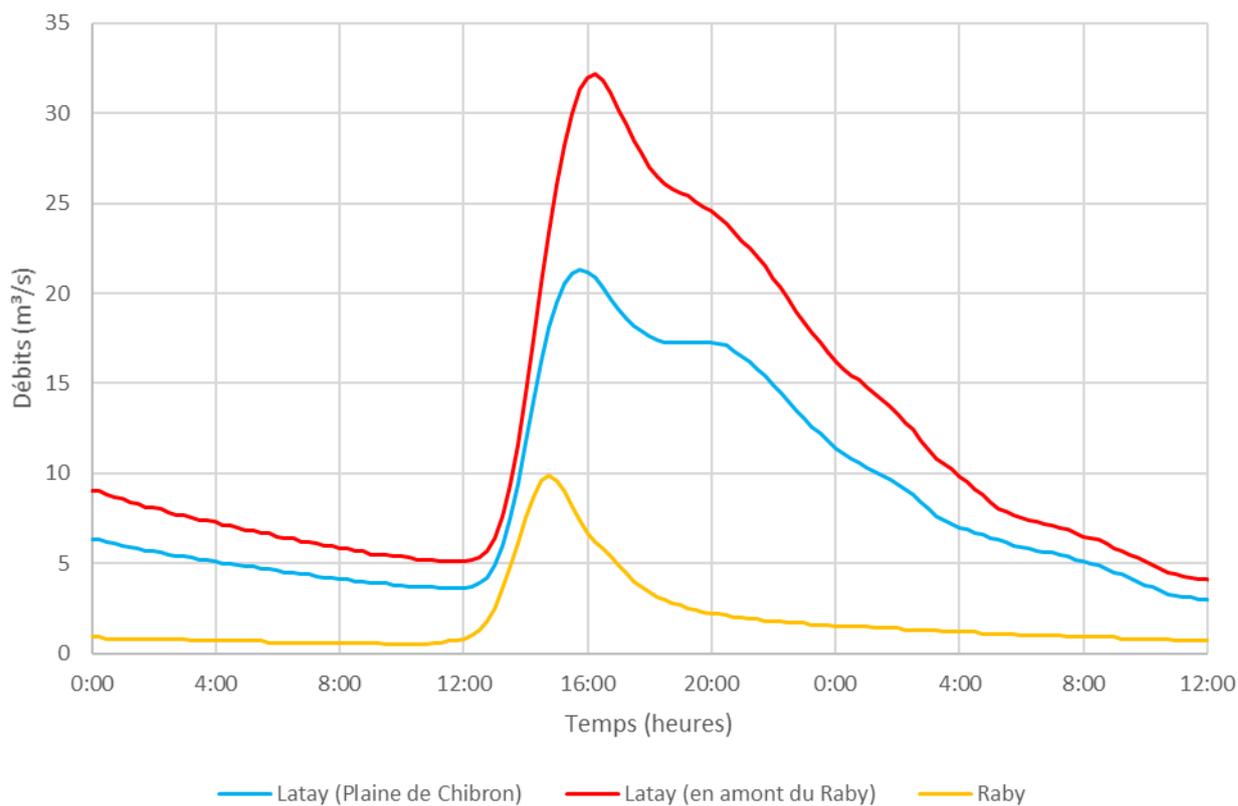
#### VIII.1.4 Hydrogramme EGIS du Latay et du Raby

Le tableau suivant rend compte des débits de pointe de crue du Latay et du Raby.

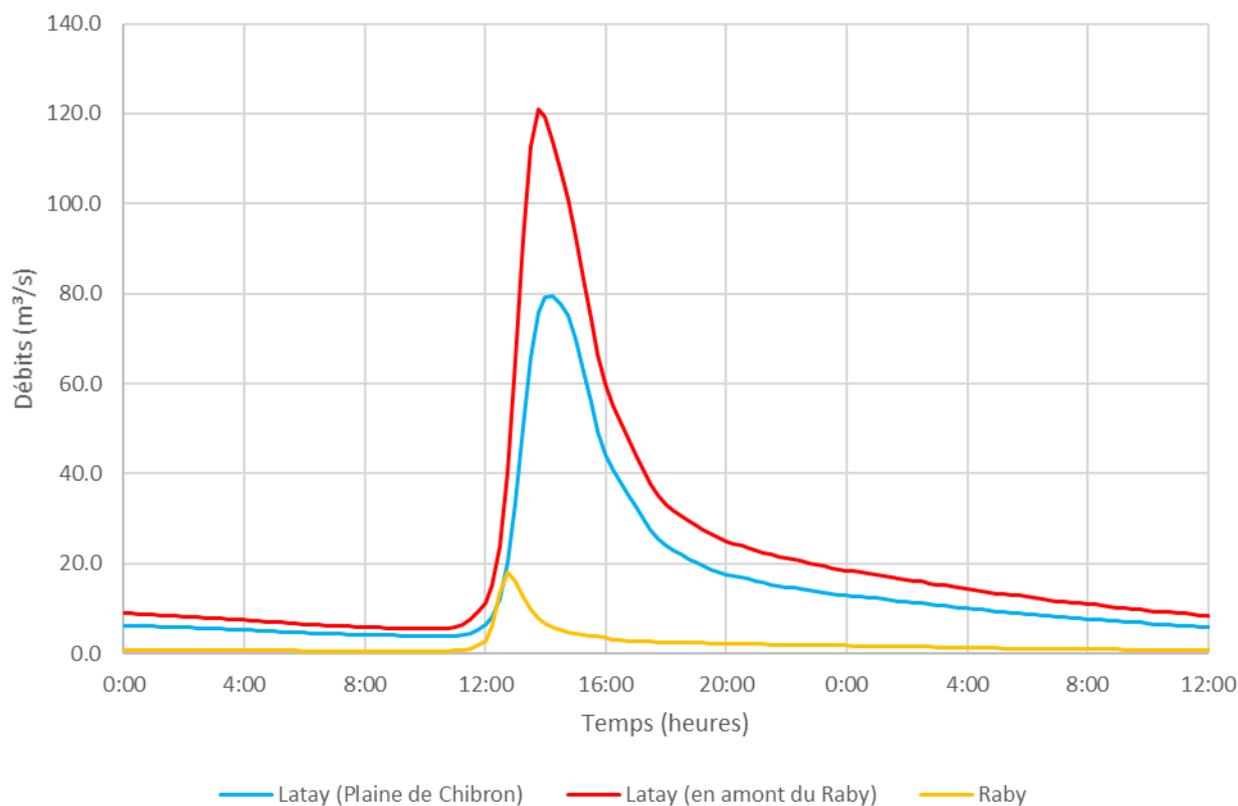
Bassins versants	Superficie (km <sup>2</sup> )	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100
Latay	75.665	177	245	317	361	421	494
Raby	4.36	18	26	35	40	47	56

Les hydrogrammes de crue sont reportés dans les pages suivantes.

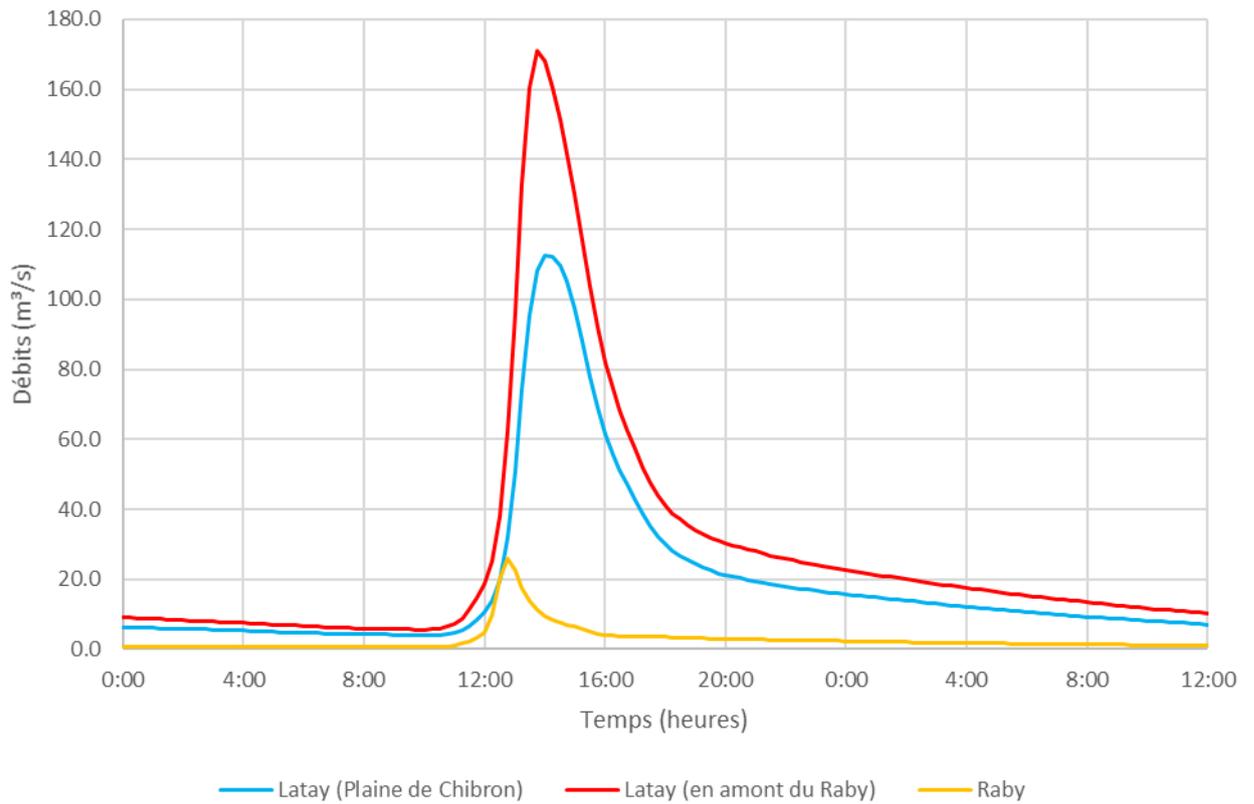
### Hydrogramme de crue - Q10 (Karst vide)



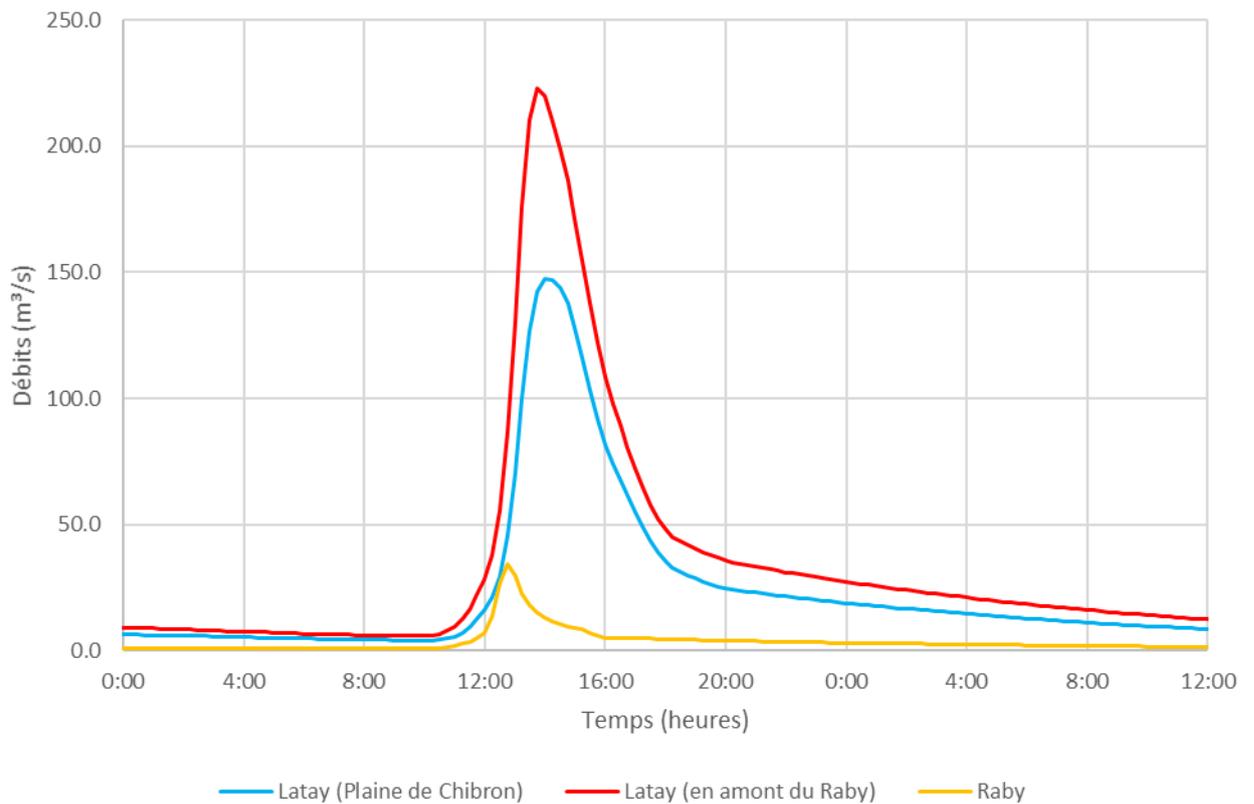
### Hydrogramme de crue - Q5



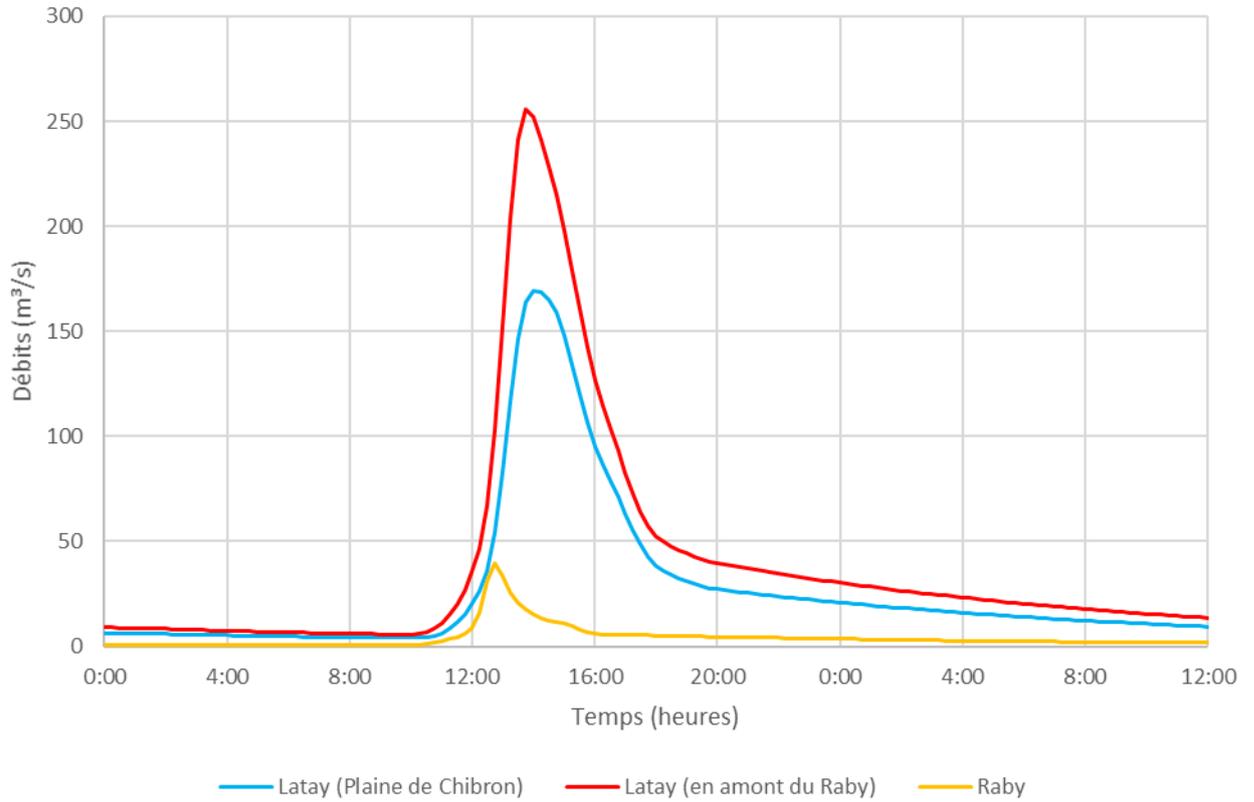
### Hydrogramme de crue - Q10



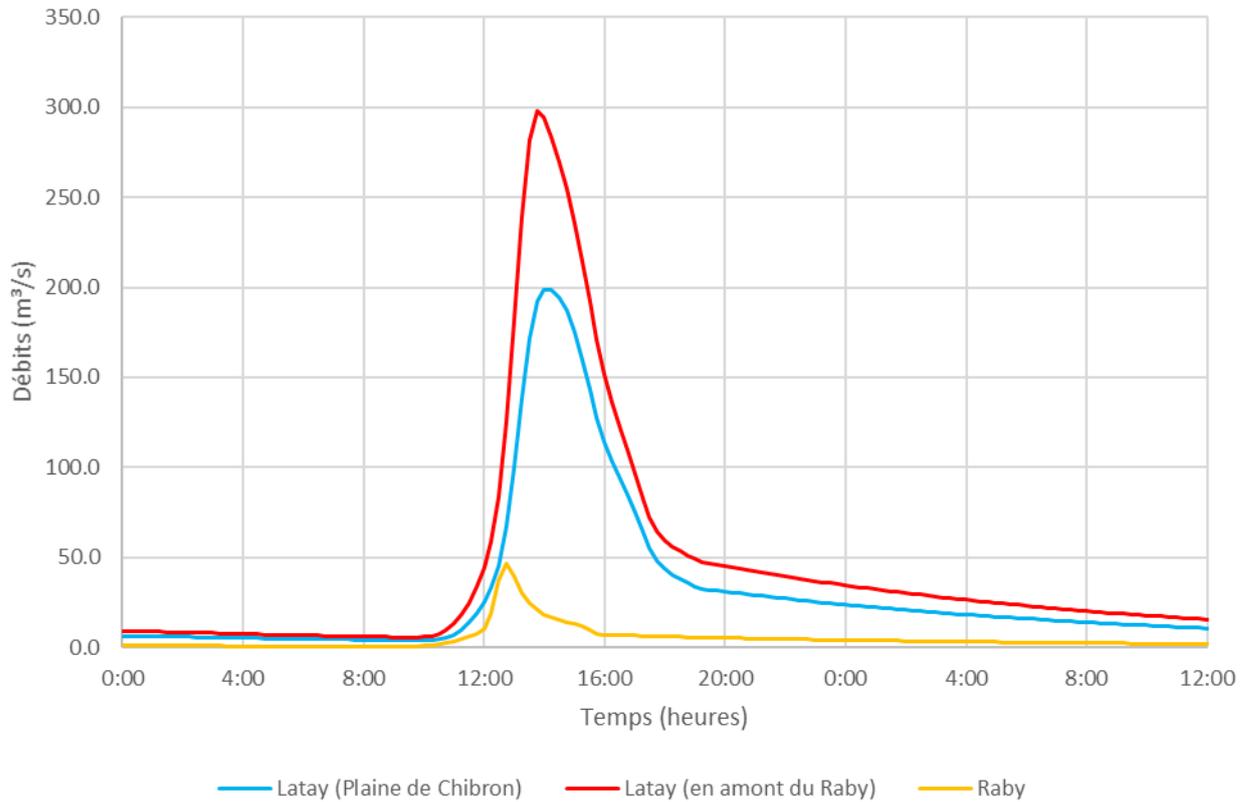
### Hydrogramme de crue - Q20

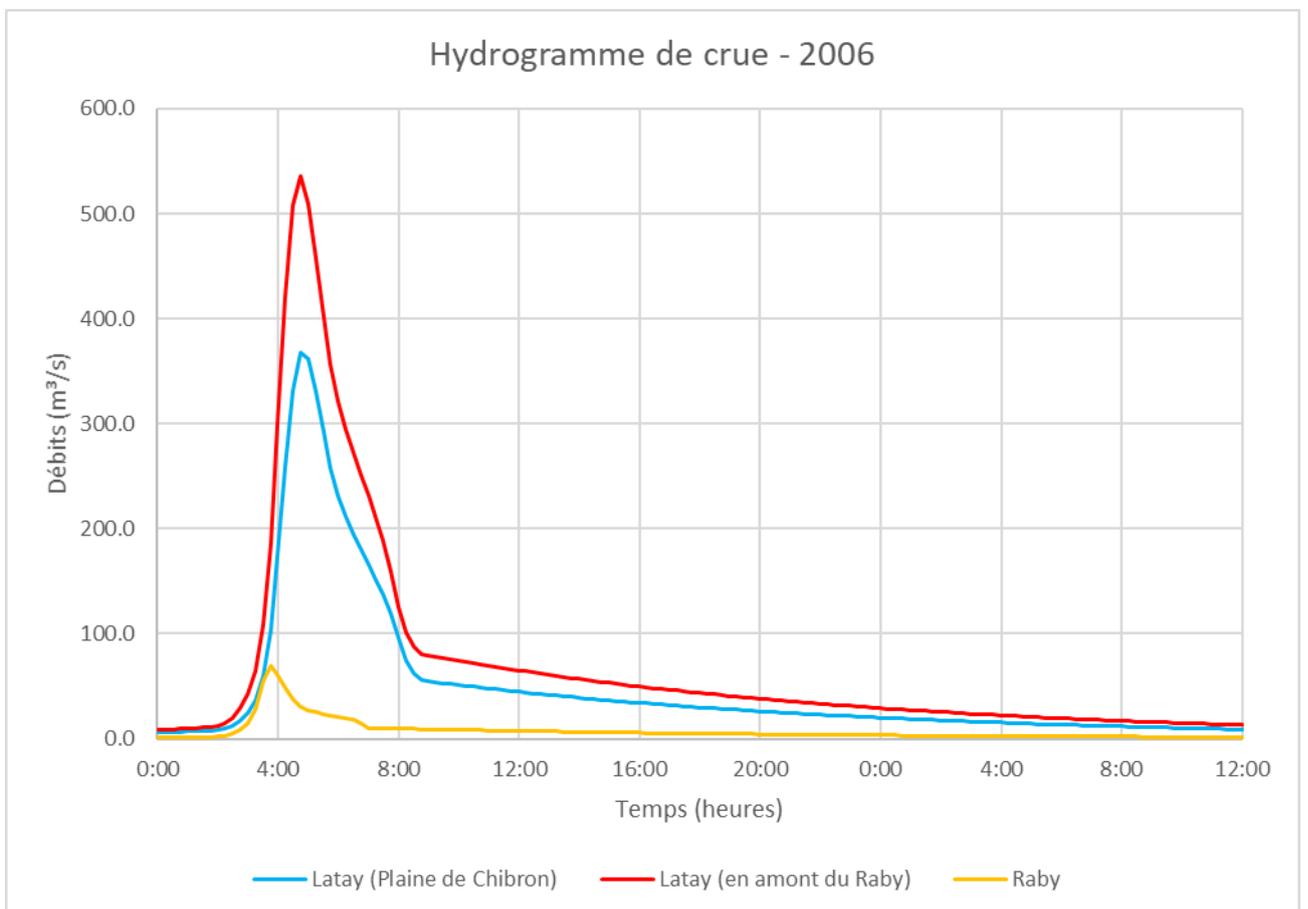
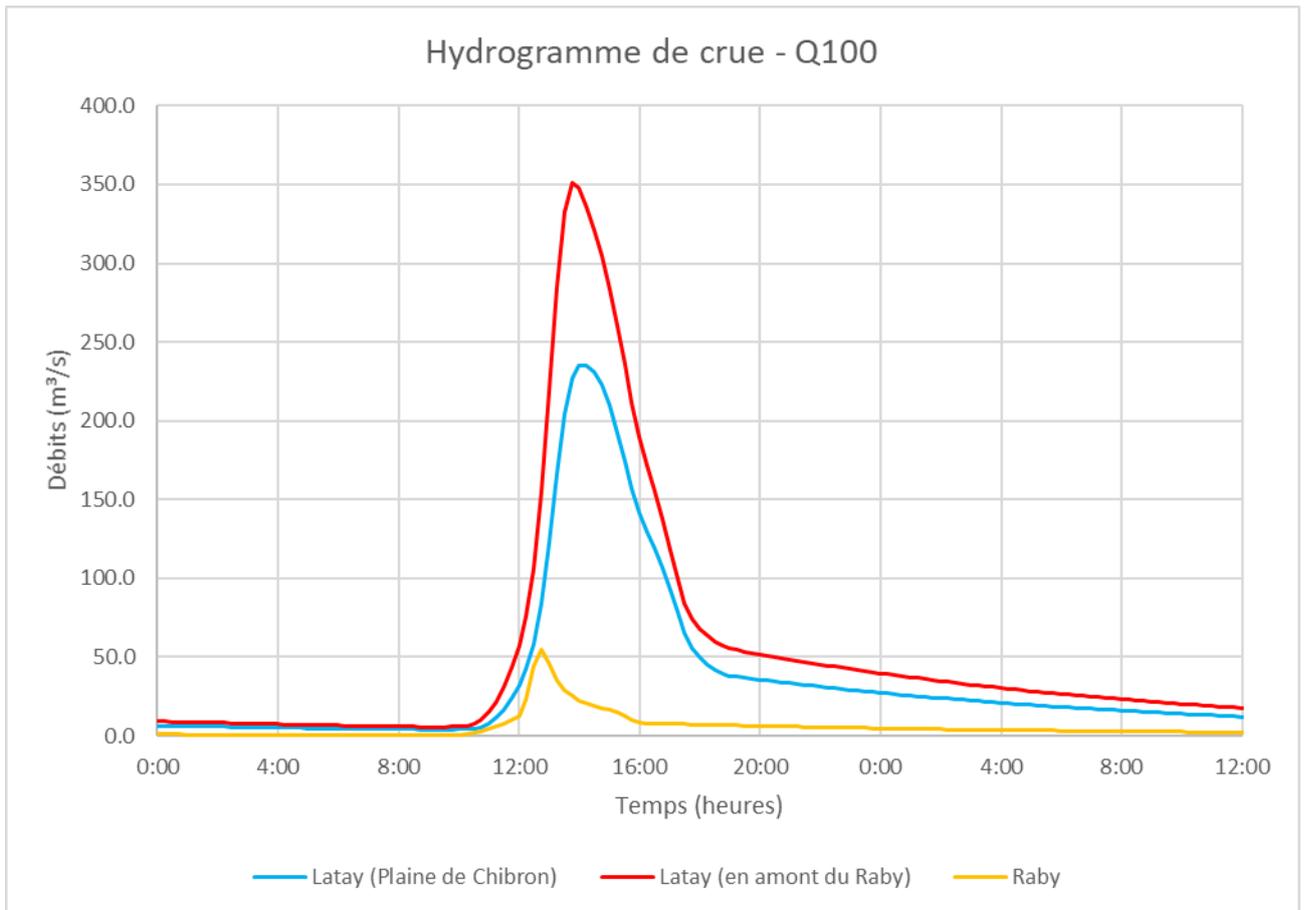


### Hydrogramme de crue - Q30



### Hydrogramme de crue - Q50





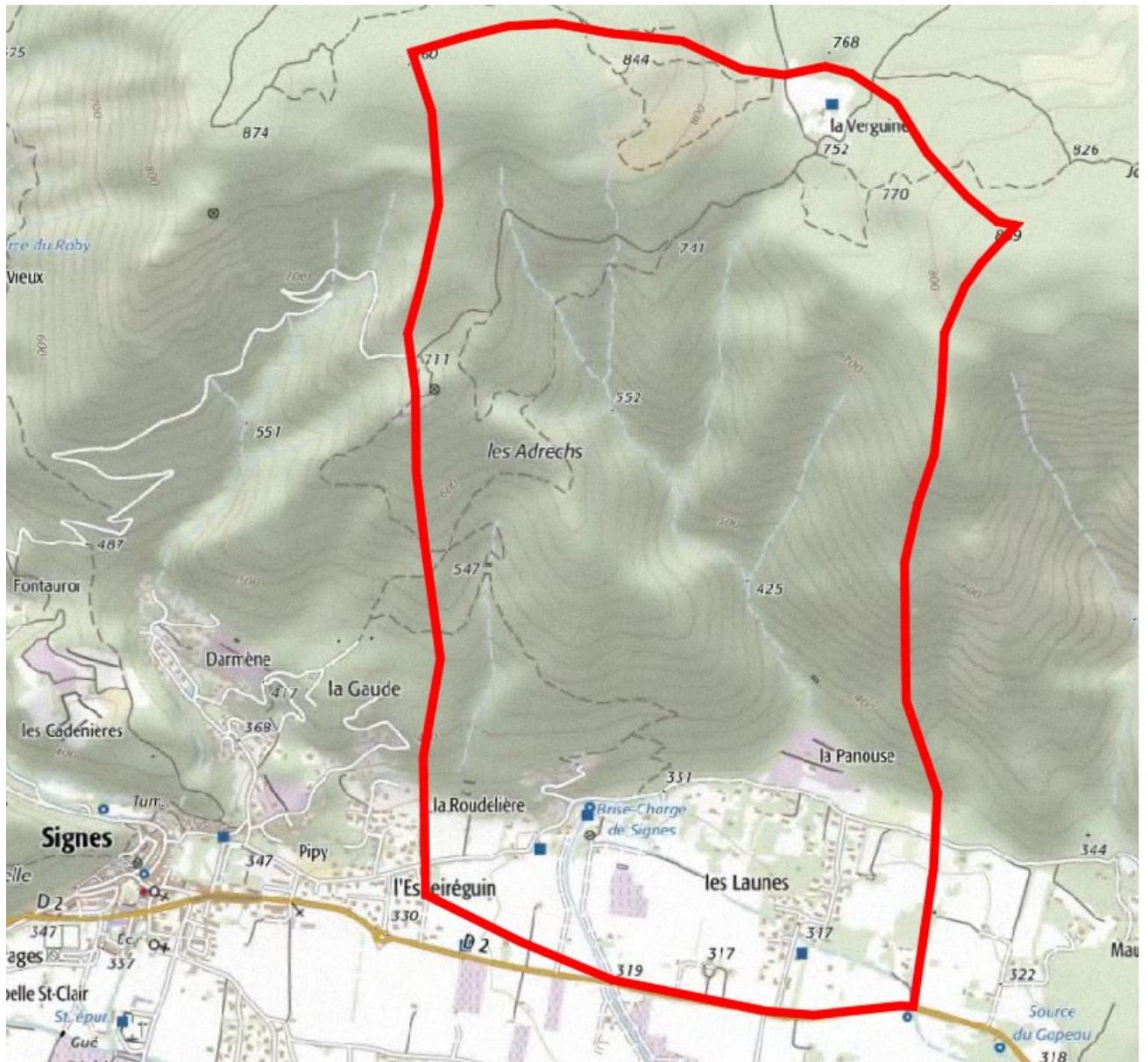
**Figure 66 : Hydrogrammes de crue du Latay et du Raby**

## VIII.1.5 Hydrologie du ruisseau des Launes par similitude avec les résultats d'EGIS

Le ruisseau des Launes n'a pas fait l'objet d'une analyse hydrologique dans l'étude d'EGIS (2019). Les paragraphes suivants présentent le travail réalisé pour les estimations hydrologiques de cours d'eau.

### VIII.1.5.1 Bassin versant

Le bassin versant du ruisseau des Launes a été cartographié sur la base des cartes IGN topographique et des données RGE Alti.



*Bassin versant du ruisseau des Launes*

Il présente une longueur hydraulique de 3.3 km pour une pente moyenne de 16.45%.

### VIII.1.5.2 Construction d'un modèle pluie débit

Le principe d'un modèle pluie-débit est d'estimer la réponse d'un bassin versant, en termes de débit et de volume, à un événement pluvieux donné.

La spatialisation du modèle consiste à diviser le bassin versant global en sous-unités (sous-bassins) tenant compte ainsi de l'évolution des caractéristiques d'un sous-bassin versant à l'autre.

Le passage des données de pluies aux débits se fait en deux étapes principales, appelées fonctions de production et de transfert décrites ci-après.

Le modèle employé est HEC-HMS, le même que celui utilisé par EGIS en 2019.

### ❑ Fonction de production

Cette première étape du modèle a pour but d'estimer la part de la pluie qui se transformera en écoulement dans le réseau. Cette part, qui participe à la genèse des crues, est appelée "pluie nette" et constitue un certain pourcentage de la pluie totale précipitée sur le bassin versant, appelée "pluie brute".

L'autre partie de la pluie brute qui ne ruisselle pas est retenue sur le bassin versant par la végétation, la nature des sols et du sous-sol et le relief.

Le rapport entre la pluie brute et la pluie nette est appelé "coefficient de ruissellement".

Pour l'estimation de la pluie nette, il existe plusieurs méthodes couramment appliquées.

Pour l'étude, nous avons retenu la méthode du département agricole des Etats-Unis (Soil Conservation Service, SCS) développée en 1972. Elle a été utilisée pour déterminer la quantité d'eau ruisselée sur les bassins versants.

Cette méthode est relativement complète puisqu'elle tient compte, pour l'estimation de la pluie nette, des caractéristiques des sols, du couvert végétal et de l'état de l'humidité du bassin versant avant la pluie.

### ❑ Formulation analytique de base

Cette méthode prend en compte la variation spatiale des caractéristiques moyennes du bassin versant. La méthode SCS dépend d'abord d'un complexe hydrologique CN (Curve Number) appelé "potentiel de ruissellement" qui est fonction de plusieurs facteurs dont la végétation, le type et l'occupation du sol, la topographie, les techniques culturales, l'aménagement des terres, les conditions antécédentes d'humidité, etc ... La méthode SCS dépend également des précipitations et des pertes non considérées dans la hauteur totale de pluie, c'est-à-dire l'interception par la végétation, l'infiltration dans le sol et l'évapotranspiration.

Les hypothèses de la méthode SCS sont les suivantes :

L'évapotranspiration est négligeable pendant l'événement pluvieux

L'infiltration tend vers 0 quand t tend vers l'infini

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a}$$

On suppose la relation suivante :

Avec :

$F_a$  : Volume infiltré

$S$  : Infiltration potentielle maximum

$P_e$  : Pluie nette cumulée

$P$  : Pluie brute cumulée

$I_a$  : Pertes initiales (avant ruissellement)

D'après le principe de conservation :

$$P = P_e + I_a + F_a$$

### ❑ **Pluie brute**

En combinant les équations précédentes, on obtient :

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

A partir de nombreuses études expérimentales, la relation empirique suivante est adoptée :

$$I_a = 0.2S$$

On obtient finalement la formule de la pluie nette cumulée :

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

avec comme unité le mm.

L'infiltration potentielle maximale S est évaluée à partir du Curve Number (CN) via la relation :

$$S = \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right) * 25.4$$

avec S en mm.

Ces équations doivent être traitées et résolues en plusieurs étapes :

Calcul de la pluie brute cumulée P

Si P est inférieure aux pertes initiales avant ruissellement ( $I_a$ ), toute la précipitation est absorbée avant ruissellement et la pluie nette cumulée est nulle :  $P_e = 0$

Si P est supérieure aux pertes initiales avant ruissellement ( $I_a$ ), les pertes par infiltration ( $F_a$ ) sont estimées via la formule :

$$F_a = \frac{S(P - I_a)}{P - I_a + S}$$

La pluie nette cumulée est déduite alors de l'équation de continuité :

$$P_e = P - I_a - F_a$$

Finalement, les valeurs de la pluie brute à l'instant t sont déduites de la différence des différentes valeurs de  $P_e$ .

### ❑ **Fonction de transfert**

Cette deuxième et dernière étape du modèle a pour but de générer, pour chaque nœud, un hydrogramme de crue à partir de la pluie nette estimée préalablement.

Cette fonction de transfert se décompose en deux phases : une première phase au cours de laquelle les hydrogrammes sont calculés pour chacun des sous-bassins (hydrogrammes d'apport), et une deuxième phase où ces hydrogrammes d'apport sont injectés dans le réseau étudié afin de former l'hydrogramme de crue résultant.

Les hydrogrammes d'apport sont calculés par la méthode du double réservoir linéaire, basée sur le principe de la vidange de deux réservoirs. Ils sont ensuite injectés dans le réseau en différents points, correspondant aux regards de jonction, pour progressivement se sommer tout au long du parcours. Le temps de concentration du bassin versant est estimé par la formule de Passini.

### VIII.1.5.3 Calage du modèle pluie-débit

Les paramètres de calage du modèle sont issus des méthodes employées par EGIS en 2019.

Lag Time (min)	Curve Number	Pertes initiales (mm)
18.47	61	32

### VIII.1.5.4 Hydrogramme du ruisseau des Launes

Le tableau suivant présente les débits de crue simulé.

Cours d'eau	Superficie (km <sup>2</sup> )	Q5 (m <sup>3</sup> /s)	Q10 (m <sup>3</sup> /s)	Q20 (m <sup>3</sup> /s)	Q30 (m <sup>3</sup> /s)	Q50 (m <sup>3</sup> /s)	Q100 (m <sup>3</sup> /s)
Ruisseau des Launes	3.3	14.4	20.9	27.3	31.3	36.5	43.2

La figure suivante représente les hydrogrammes résultants.

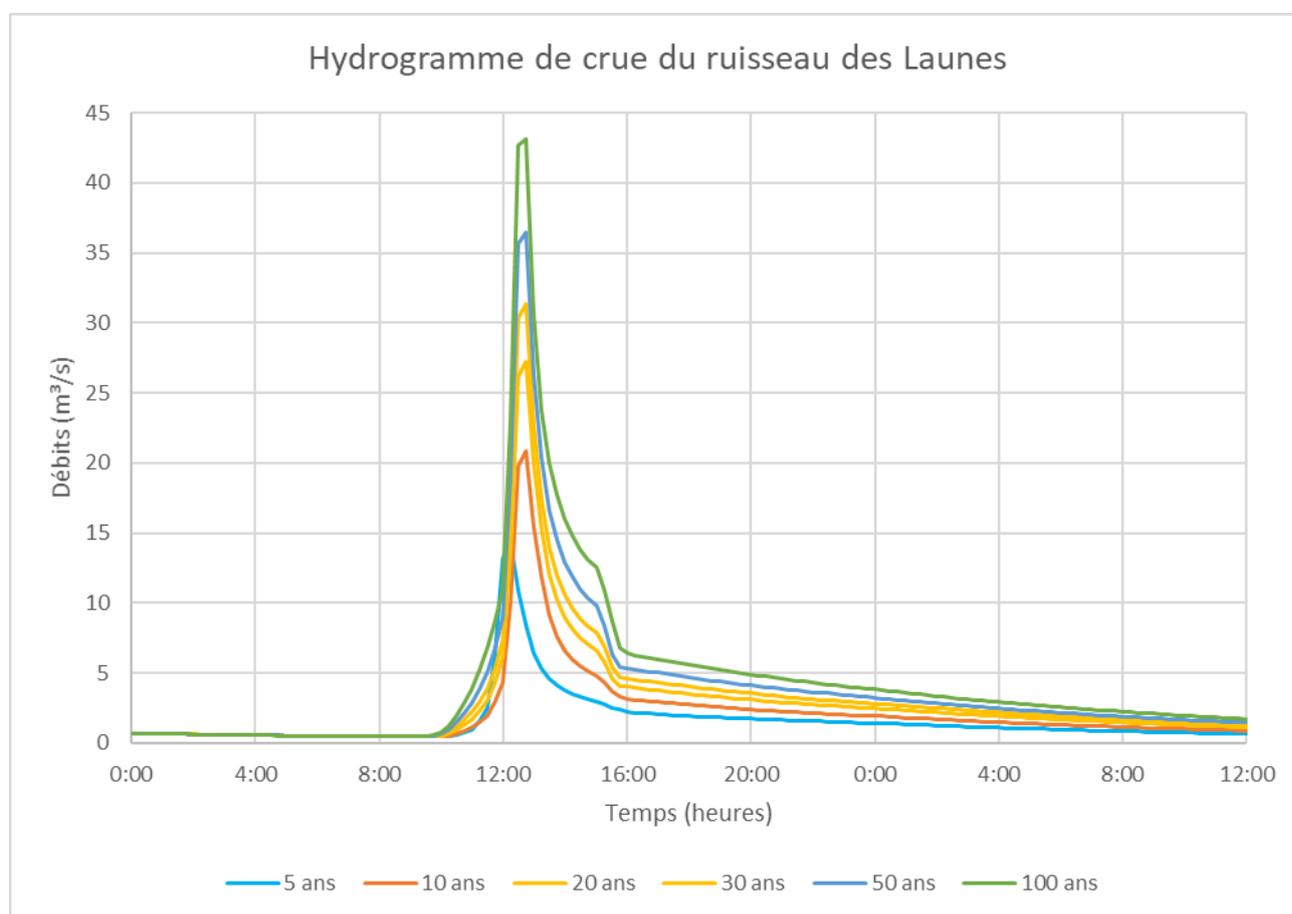


Figure 67 : Hydrogramme de crue du ruisseau des Launes

Enfin, le ruisseau des Launes présente à lui seul un débit de crue conséquent. Concernant la vulnérabilité aux inondations du lotissement Les Launes, une analyse hydraulique par modélisation est tout à fait pertinente. Il est par conséquent nécessaire d'envisager des relevés topographiques sur ce cours d'eau.

## VIII.1.6 Discussion des estimations hydrologiques au regard des données hydrométriques et des observations de la crue de 2019

### VIII.1.6.1 Données hydrométriques sur le Gapeau

L'hydrologie du Gapeau est suivie par plusieurs stations hydrométriques.

A l'aval de la plaine de Signes, la station de Cancérilles (75 km<sup>2</sup>), en service depuis 2016 permet d'avoir des informations sur les crues récentes comme celle de 2019 par exemple. La durée d'observation est encore trop courte pour permettre une approche statistique des débits de crue.

Plus loin en aval, la station de Soliès Pont (169 km<sup>2</sup>) offre une période d'observation qui commence en 1969. L'analyse statistique pour l'évaluation des débits de crue est alors possible.

Cours d'eau	Superficie (km <sup>2</sup> )	Q2 (m <sup>3</sup> /s)	Q5 (m <sup>3</sup> /s)	Q10 (m <sup>3</sup> /s)	Q20 (m <sup>3</sup> /s)	Q50 (m <sup>3</sup> /s)
Le Gapeau à Soliès Pont	169	44	73.3	92.8	111	136

Ces valeurs peuvent être transférées sur la plaine de Signes par l'application de la formule de Myer :

$$Q_{Signes} = \left( \frac{S_{Signes}}{S_{Station}} \right)^a \times Q_{Station} \quad \text{avec } a = 0.8$$

Cours d'eau	Superficie (km <sup>2</sup> )	Q2 (m <sup>3</sup> /s)	Q5 (m <sup>3</sup> /s)	Q10 (m <sup>3</sup> /s)	Q20 (m <sup>3</sup> /s)	Q50 (m <sup>3</sup> /s)
Le Latay dans la plaine de Chibron	31.6	11.5	19.2	24.3	29	36
Le Raby	4.35	2.4	3.9	5	5.9	7.3
Le Latay (confluence Raby)	49.58	16.5	27.5	35	42	51
Le Latay à la sortie du BV	75.66	23.1	38.5	49	58	72
Ruisseau des Launes	3.3	1.9	3.1	4	4.8	5.8

Les débits du tableau ci-dessus sont nettement inférieurs à ceux proposés par l'étude EGIS.

### VIII.1.6.2 Crue de 2019

La crue du 23 novembre 2019 a été enregistré à la station de Cancérilles comme le montre la figure en page suivante. Le débit de pointe de crue est de 44 m<sup>3</sup>/s.

En utilisant l'hydrologie d'EGIS, le temps de retour de cette crue serait de l'ordre de 1 an environ. Toutefois, les observations locales indiquent que cette crue est plus rare que les crues habituellement observées chaque année. Intuitivement, elle ne peut pas correspondre à un temps de retour annuel.

Et en effet, en prenant en référence les données de la station de Soliès Pont, le temps de retour de la crue de novembre 2019 (44 m<sup>3</sup>/s) serait de 7.5 ans.

A la station de Soliès Pont, la crue de novembre 2019 a atteint un débit de 107 m<sup>3</sup>/s soit un temps de retour de 17 ans.

Ces temps de retour semblent plus correspondre à l'appréciation locale de ces crues.

L'hydrogramme ci-dessous a été obtenu à partir de l'enregistrement des niveaux d'eau à la station de Cancérilles et interprété en débit à partir de la courbe de tarage à la station établie par EGIS.

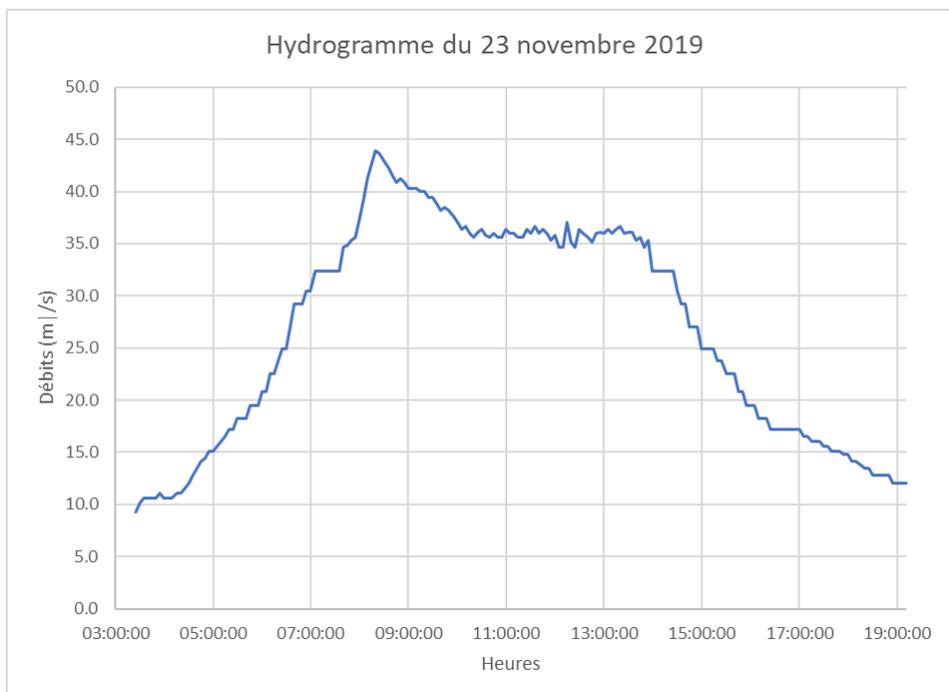


Figure 68 : Hydrogramme de crue du 23 novembre 2019 à la station de Cancénil

On ajoutera que l'utilisation des pluies du 23 novembre 2019 dans le modèle pluie débit HEC-HMS d'EGIS conduit à un débit de 121 m<sup>3</sup>/s ce qui est totalement incohérent avec les observations. L'hydrogramme obtenu est reporté ci-dessous.

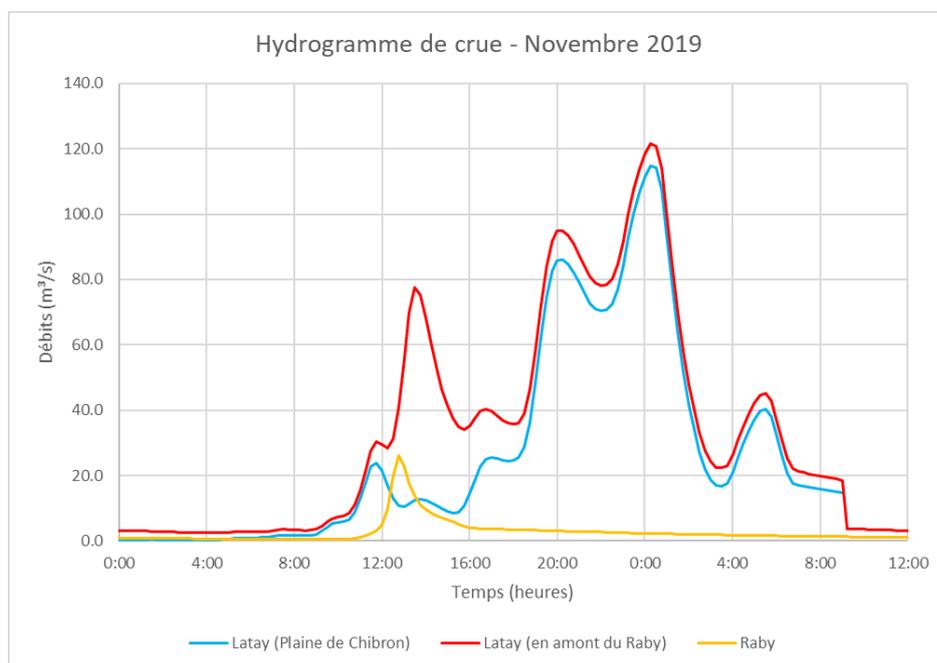


Figure 69 : Hydrogramme de crue du 23 novembre 2019 établi par EGIS

### VIII.1.6.3 Synthèse

Ces derniers paragraphes montrent la disjonction pour les crues courantes des débits proposés par l'analyse hydrologique d'EGIS et ceux issus des stations hydrométriques. A notre sens, l'analyse d'EGIS conduit à une surestimation des débits des crues courantes.

Les résultats hydrauliques viennent confronter ce point de vue tel que le présente le chapitre VIII.2.3.

## VIII.2 Etude hydraulique

### VIII.2.1 Modélisation hydraulique des cours d'eau

L'objectif de la modélisation hydraulique est d'établir les conditions d'écoulement en crue des cours d'eau sur les zones à enjeux afin de les traduire ensuite en termes de risques d'inondation.

La modélisation concerne uniquement les cours d'eau sur lesquels des données topographiques sont disponibles à savoir le Latay, le Raby et le ruisseau des Launes.

L'hydrologie utilisée pour la modélisation est celle déduite de l'étude d'EGIS.

#### VIII.2.1.1 Choix des modèles numériques de simulation

Pour déterminer les zones inondables, nous avons construit un modèle numérique de simulation des écoulements. Il s'agit en quelque sorte d'une maquette virtuelle (puisque réalisée sous forme informatique) de la vallée et du lit des cours d'eau dans laquelle nous injectons les débits de crues et qui nous permet de simuler les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement.

Dans cette étude, le code de calcul retenu est HEC-RAS 5.0.7. Ce code de calcul mis au point par l'Hydrologic Engineering Center de l'U.S. Army Corps of Engineers permet de simuler tous types de configurations habituellement rencontrées en rivière : confluence, défluence, seuil, pont, buse, rétention, stockage, déversoir... Les lignes d'eau sont calculées en régime fluvial, critique, torrentiel ou mixte dans les lits mineur et majeur et en régime dynamique (c'est-à-dire en tenant compte des phénomènes transitoires) si nécessaire. Le calcul de base est établi à partir de l'équation de l'énergie. Les pertes d'énergie sont évaluées par frottement (Equation de Manning) et par convergence et divergence des écoulements. L'équation des moments est utilisée dans les situations où le profil de la ligne d'eau varie brusquement.

Ces situations incluent les régimes d'écoulement mixte (ressaut hydraulique), les écoulements sous les ponts et les confluences entre plusieurs biefs. Les effets des différentes obstructions comme les ponts, les buses, les seuils ainsi que tous les obstacles présents dans le lit sont considérés dans le calcul.

Enfin, nous ajouterons que ce code de calcul est libre de droit, c'est-à-dire qu'il n'est pas payant. Ainsi, au sein des données informatiques livrées avec cette étude, nous fournissons également le code de calcul HEC-RAS ainsi que toute la modélisation hydraulique créée pour les besoins de l'étude. Il sera possible de réutiliser ultérieurement directement ce modèle sans travail supplémentaire.

Deux types de modèles ont été créés :

- ✓ Un modèle 1D pour modéliser les débits non débordants
- ✓ Un modèle 2D pour modéliser les crues débordantes.

#### VIII.2.1.2 Calage des modèles numériques

Le calage du modèle numérique est réalisé à partir d'une enquête de terrain.

En lit mineur le coefficient de rugosité, nommé coefficient de Strickler varie entre 20 et 33 : cette rugosité est estimée en fonction de la rugosité du lit et des berges :

- Berges : enrochement, végétation arbustive, ...
- Lit : sédiments fins ou grossiers.

Plus le coefficient est fort et plus la rugosité est faible.

En lit majeur les coefficients de Strickler sont déterminés en fonction de l'occupation du sol. Quelques exemples de coefficients :

- Coefficient de Strickler en zone urbaine / Zone boisée :  $K = 10$
  - Coefficient de Strickler en zone agricole :  $K = 20$
- ☐ Au niveau des seuils et des ouvrages le coefficient de Strickler est généralement plus fort. Ces coefficients sont estimés en fonction de la nature de l'ouvrage et de son état.
- ☐ Quelques exemples de coefficients :
- Ouvrage béton :  $K = 70$
  - Ouvrage pierres maçonnées :  $K = 40$  à  $50$

### **VIII.2.1.3 Conditions aux limites du modèle numérique**

#### **Condition amont**

En amont du modèle, nous avons injecté les données hydrologiques de crue.

#### **Condition aval**

En aval du modèle, nous avons considéré un écoulement en régime normal selon la pente extrapolé de la vallée.

### **VIII.2.1.4 Fonctionnement hydraulique au niveau de la plaine de Chibron**

Le pont en amont de la carrière de Chibron (ouvrage 2) présente une capacité hydraulique d'environ  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ , soit un débit légèrement inférieur à la crue décennale.

A partir du débit de crue décennale ( $116 \text{ m}^3/\text{s}$ ), des débordements se produisent vers la carrière de Chibron. On précisera que la zone de surverse du Latay vers la carrière a fait l'objet d'un relevé topographique complémentaire pour confirmer le niveau de cette surverse et ôter toute imprécision due à l'utilisation des données du RGE Alti 1m de l'IGN.

D'après les informations recueillies, la crue de novembre 2019 n'a pas donné lieu à un débordement du Latay dans la carrière.

De ce fait, l'onde de crue est alors fortement amortie puisqu'une partie des volumes de crue remplit la carrière, située en contrebas du lit du Latay.

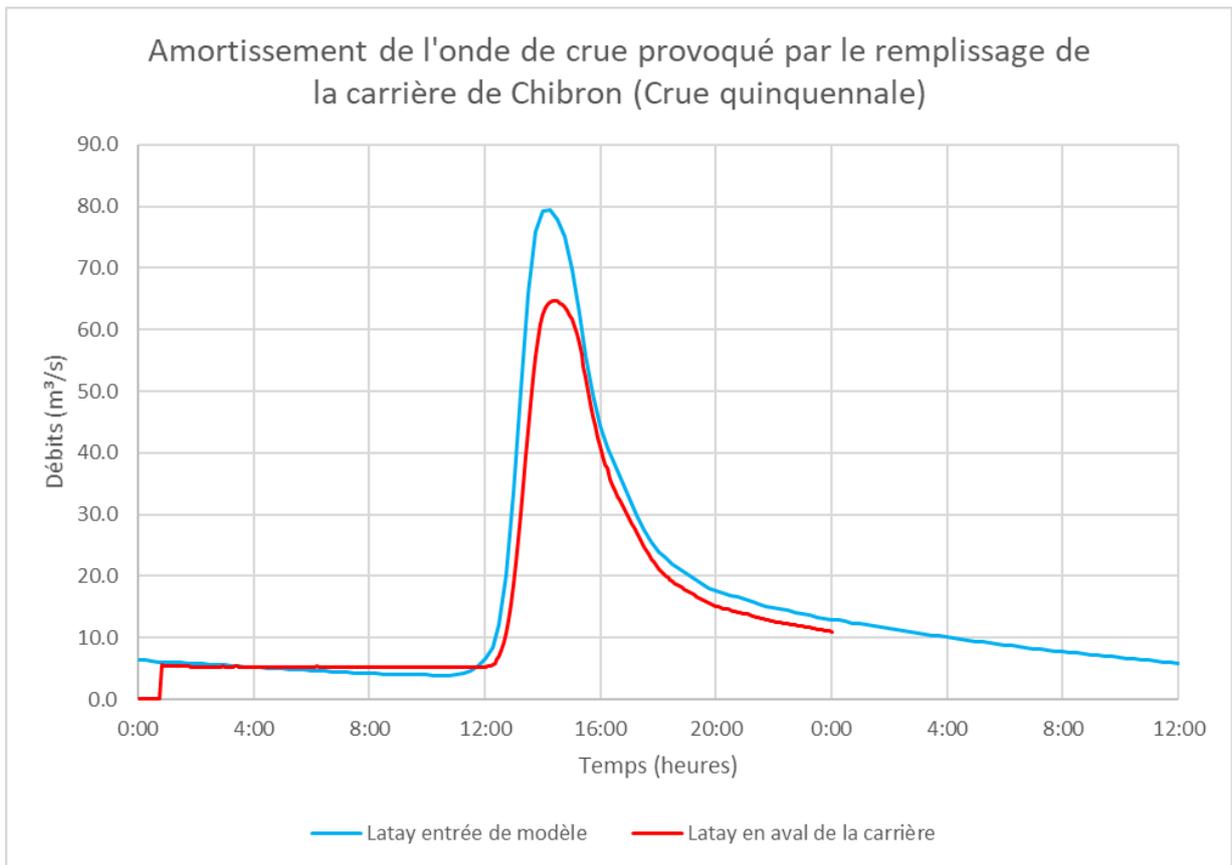
Les hydrogrammes présentés en page suivante illustrent l'impact dynamique provoqué par la surverse dans la carrière.

L'amortissement du débit de pointe de crue est présenté dans le tableau ci-dessous.

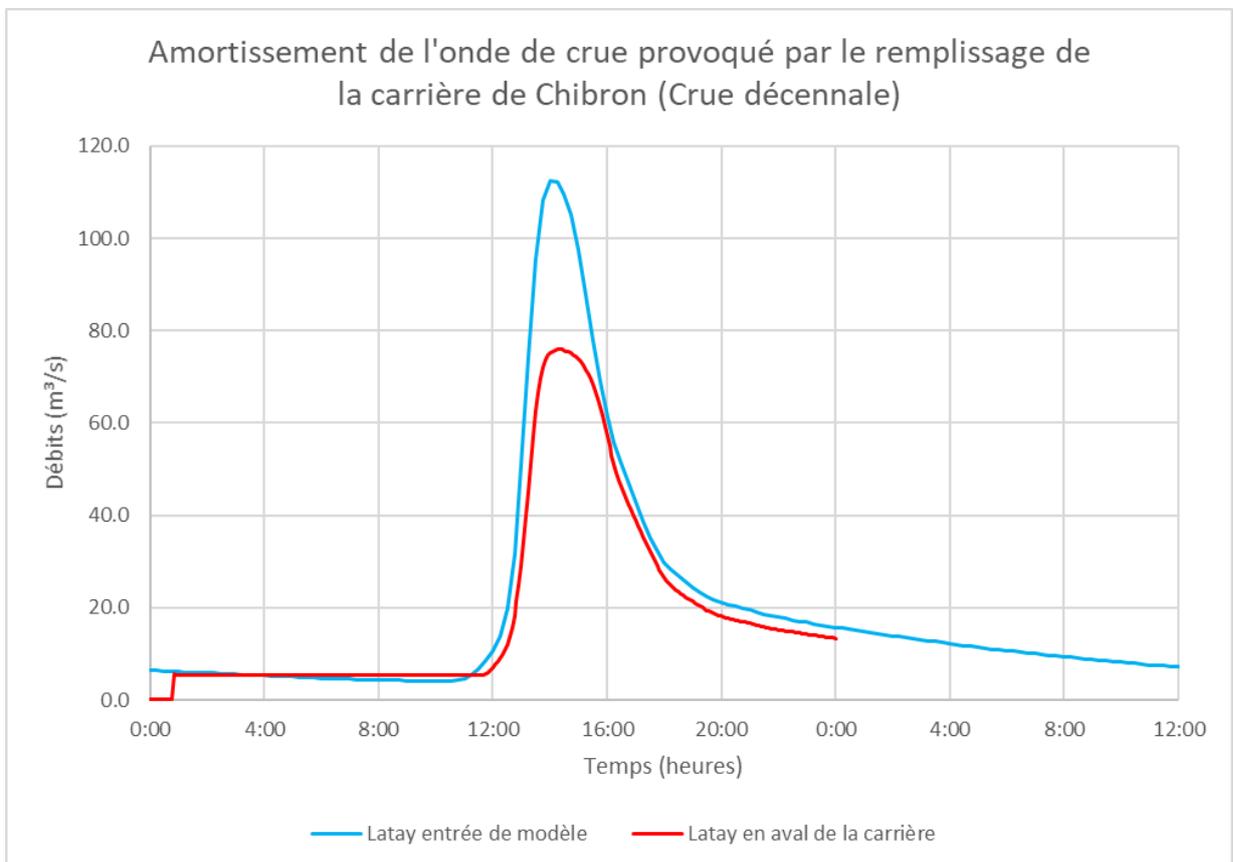
Temps de retour	5 ans	10 ans	100 ans
Amortissement du débit de pointe de crue	19 %	32 %	61 %

En conséquence, le remplissage de la carrière en période de crue à un rôle majeur sur la diminution des débits en amont de la plaine de Chibron et de la plaine de Signes.

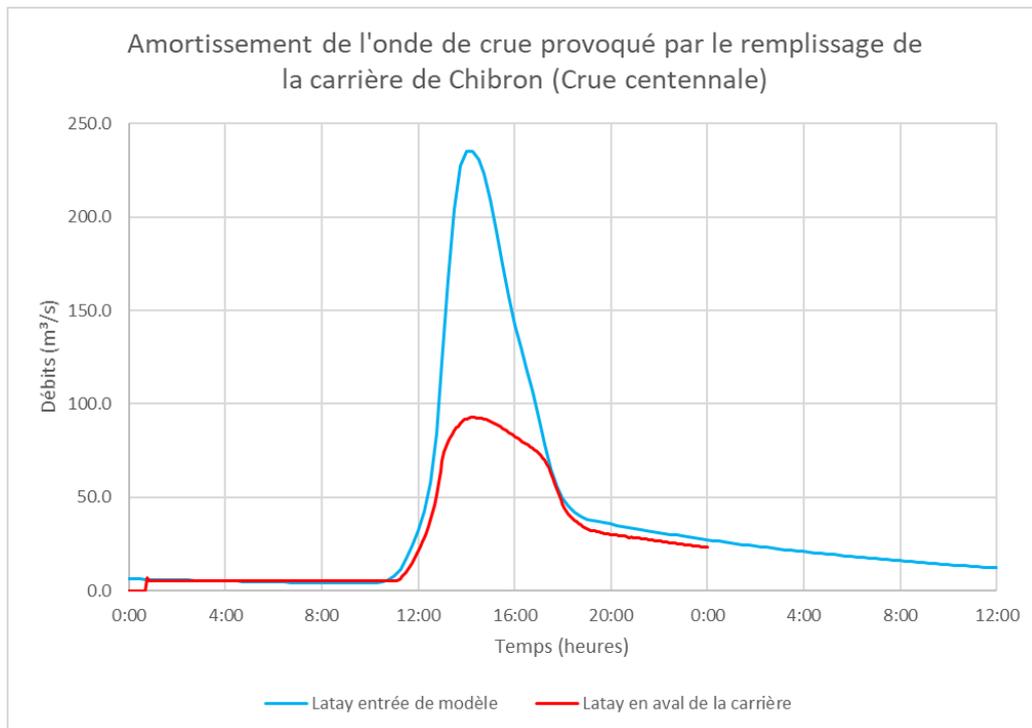
**C'est un point majeur à considérer dans le réaménagement de la carrière post-exploitation.**



**Figure 70 : Comparaison des hydrogrammes de crue en amont et en aval de la carrière de Chibron (T = 5 ans)**



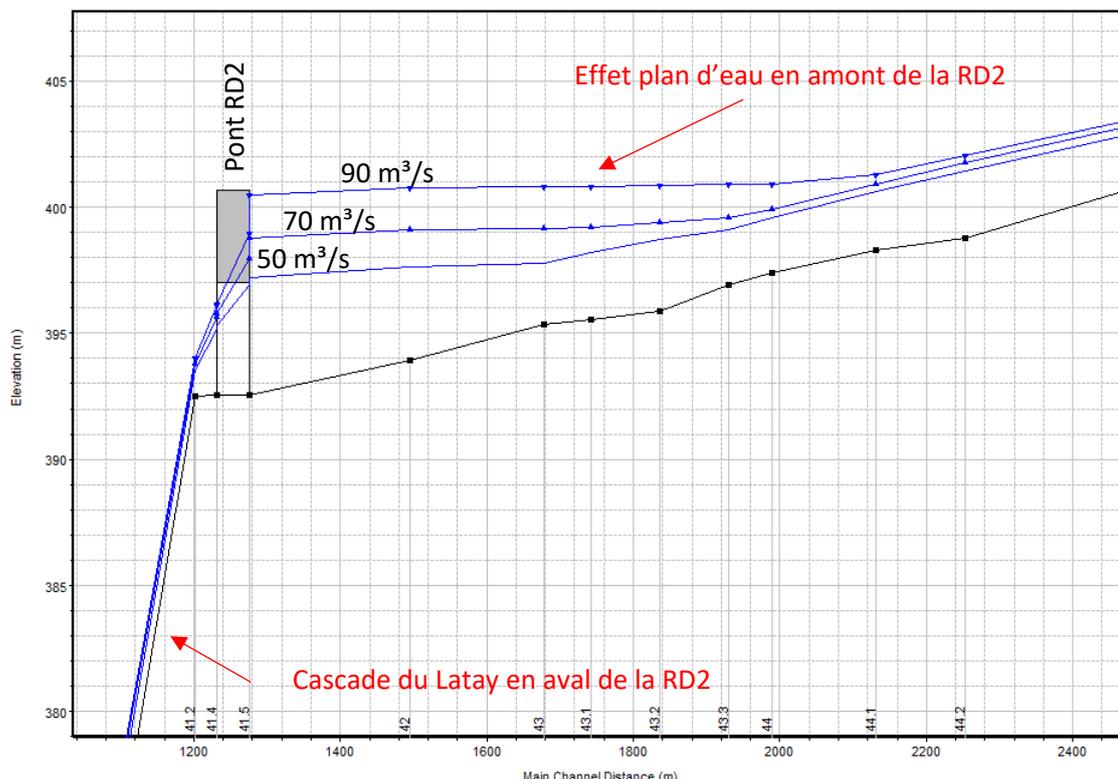
**Figure 71 : Comparaison des hydrogrammes de crue en amont et en aval de la carrière de Chibron (T = 10 ans)**



**Figure 72 : Comparaison des hydrogrammes de crue en amont et en aval de la carrière de Chibron (T = 100 ans)**

En aval, au niveau de la plaine de Chibron, la capacité hydraulique du lit mineur est comprise entre 60 et 90 m<sup>3</sup>/s, c'est-à-dire pour des temps de retour inférieur à 5 ans jusqu'à un peu moins de 10 ans. En conséquence, les débordements peuvent être très fréquents sur ce secteur. 4 habitations se situent dans l'emprise de la crue centennale en amont du pont de la RD2.

L'examen du profil en long des lignes d'eau montre que l'ouvrage sous la RD2 constitue un obstacle hydraulique important pour le passage des débits de crue. En effet, l'ouvrage se met en charge pour un débit de 50 m<sup>3</sup>/s (temps de retour annuel). Et il provoque rapidement en amont un effet plan d'eau.



**Figure 73 : Profil en long du Latay au niveau du franchissement de la RD2**

L'effet plan d'eau induit par l'insuffisance hydraulique du pont impacte ces 4 habitations mais seulement pour les crues de temps de retour supérieur à 50 ans comme le montre la figure ci-dessous.

Il faut également ajouter que le blocage hydraulique du pont de la RD2 permet un léger stockage de la crue en amont de la plaine de Signes.



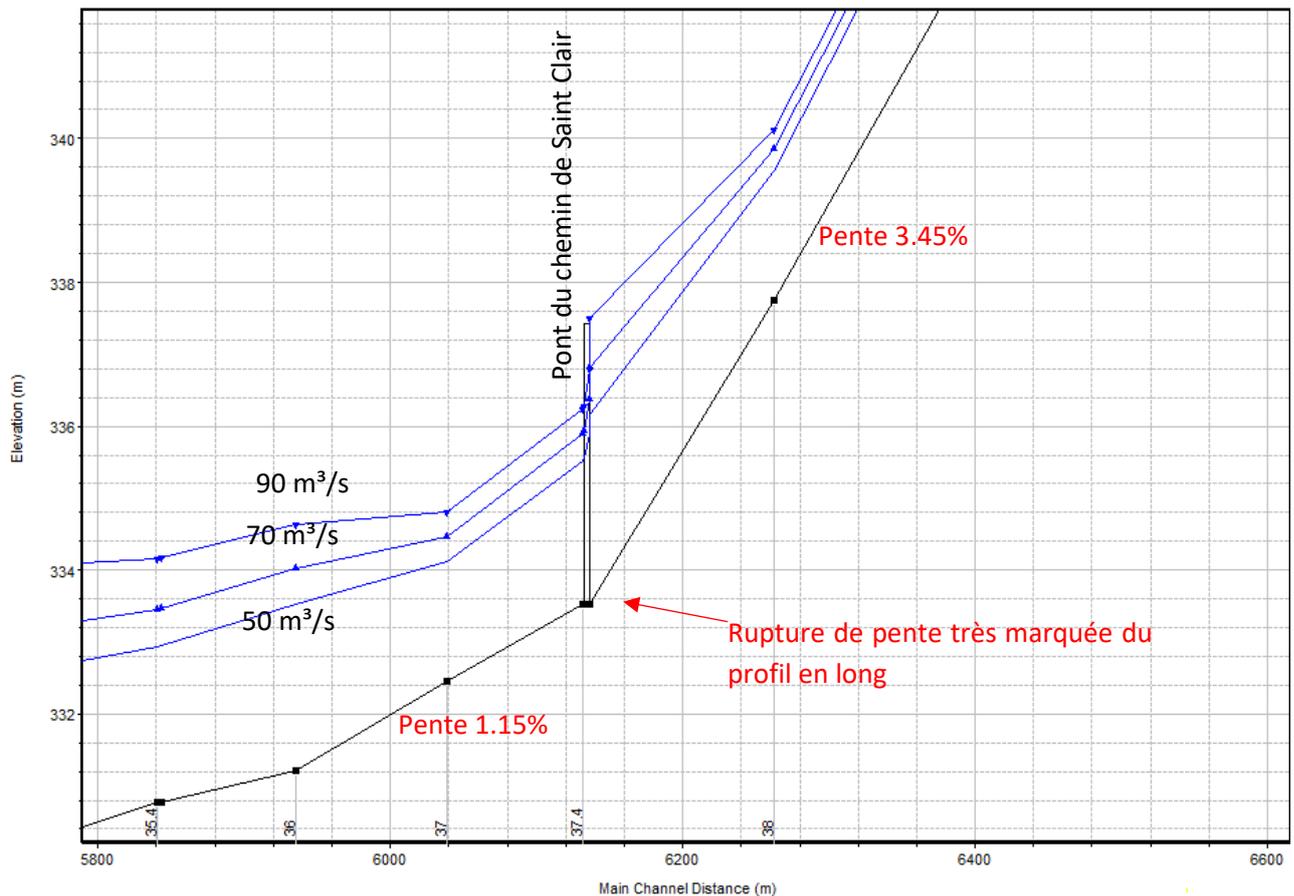
Figure 74 : Effet plan d'eau en amont du pont de la RD2 pour Q50

#### ***VIII.2.1.5 Fonctionnement hydraulique en amont de la confluence avec le Raby***

En aval de la RD2, le Latay s'écoule dans des gorges. **Il n'y a pas d'enjeu bâti.** Le profil en long du lit présente une forte pente.

L'ouvrage sous le chemin de Saint-Clair marque nettement un point d'inflexion du profil en long du Latay. En amont du pont, la pente longitudinale est de l'ordre de 3.45 %. En aval du pont, la pente longitudinale est de seulement 1.15 %.

Il y a donc au niveau de ce pont, un changement de régime d'écoulement manifeste. Cela est notamment propice aux dépôts de matériaux. Il présente une capacité hydraulique légèrement supérieur à la crue décennale (environ 120 m<sup>3</sup>/s).



**Figure 75 : Profil en long du Latay au niveau du pont du chemin de Saint Clair**

En aval de ce pont, le lit du Latay est alors endigué en rive gauche (hauteur de digue d'un mètre environ). En rive droite, on distingue un merlon qui reste non significatif vis-à-vis des débordements. Le lit majeur gauche est altimétriquement plus bas que le lit majeur droit, ce qui explique la mise en place par le passé d'une digue en rive gauche. Sur la base de la topographie disponible, on constate que la capacité à plein bord est légèrement inférieure à la crue quinquennale ( $T = 5$  ans).

Les endiguements présents sur ce tronçon ont par conséquent un rôle très limité sur la protection contre les crues. Les débordements se produisent en rive gauche à la faveur d'une altimétrie plus basse de ce côté et du fait d'un contournement possible de la digue soit par l'amont (aval immédiat du pont Saint Clair) soit par l'aval en amont du passage à gué.

Au niveau des débordements en rive droite, ils s'étendent rapidement assez loin au sud à la faveur de la topographie du lit majeur droit assez plat.

En rive droite, **5 habitations sont présentes en rive droite juste en aval du pont Saint Clair. Ces habitations ne sont pas concernées par les crues courantes.** Les résultats montrent que leur inondabilité intervient uniquement pour une crue de type 2006 (selon la définition de l'étude d'EGIS DDTM). Leur vulnérabilité est donc très rare. Cela explique aussi l'absence de digue en rive droite.

En rive gauche, **plusieurs bâtis (4) sont présents et ils sont concernés par les débordements du Latay mais aussi du Raby. L'inondabilité de ces enjeux intervient à parti d'un temps de retour de crue de 10 ans.** A noter que ce secteur n'a pas été inondé lors de la crue de novembre 2019.

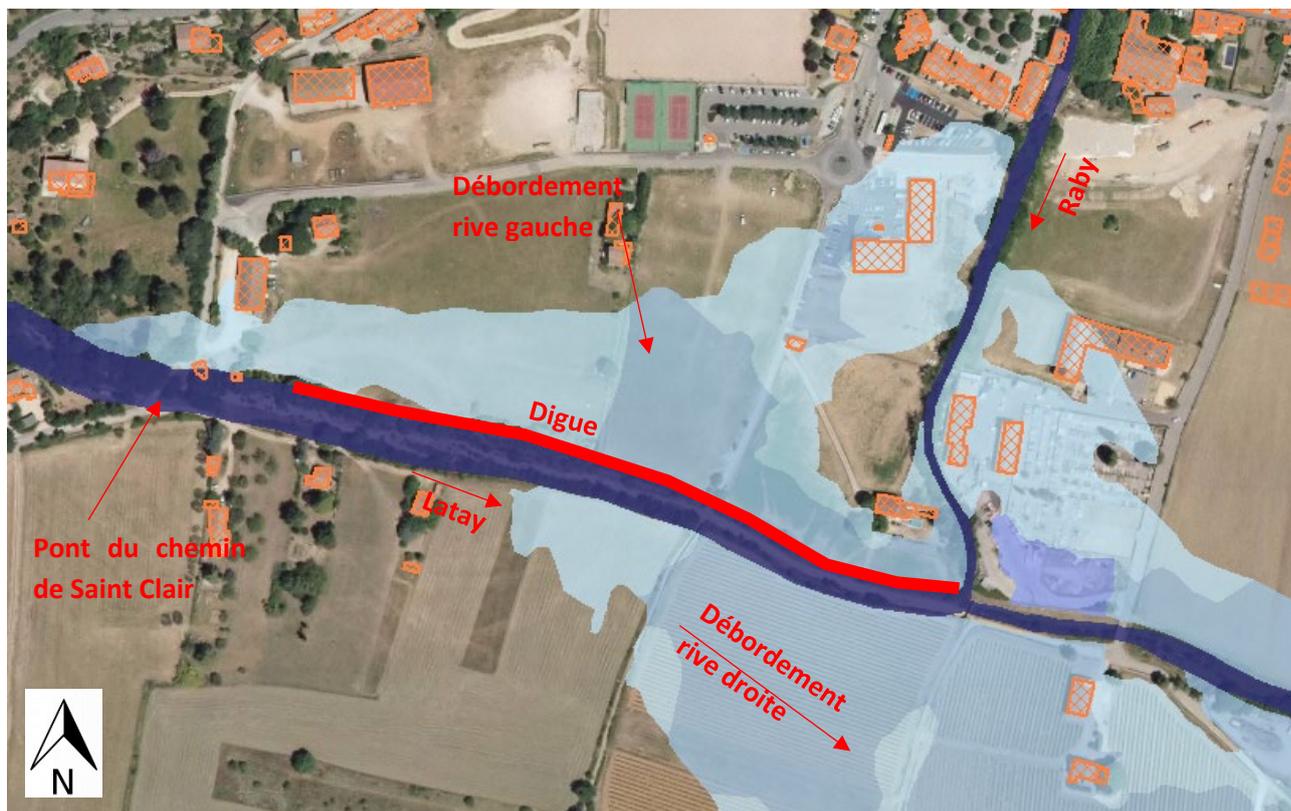


Figure 76 : Zone inondable entre le chemin de Saint Clair et la confluence avec le Raby– Crue quinquennale

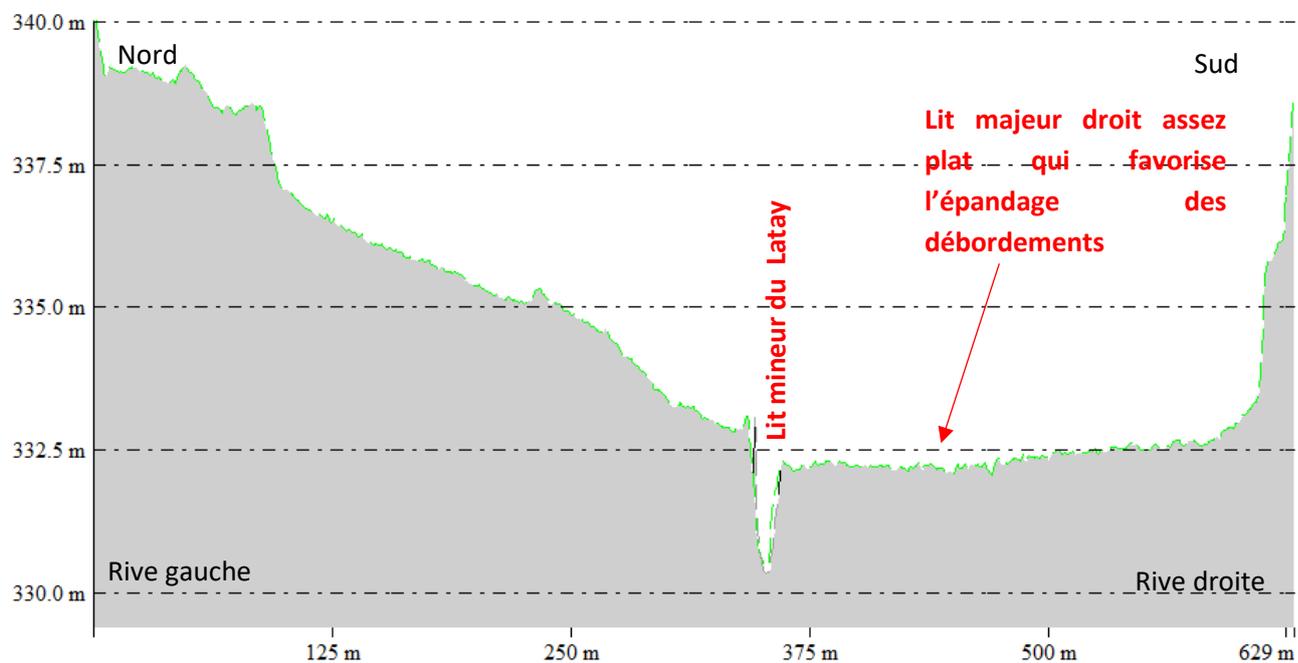


Figure 77 : Profil en travers de la vallée juste en amont de la confluence avec le Raby

La digue rive gauche protège le lit majeur gauche des débordements trop fréquents (3 habitations) MAIS le retour des écoulements est bloqué par la digue elle-même (apports des débordements du Raby bloqués).

A prendre en compte également que la digue chenalise les écoulements, y compris le transport solide. La suppression de la digue entrainera une baisse de la capacité de charriage et par conséquent un risque d'exhaussement du lit sur les tronçons concernés par un arasement de digue.

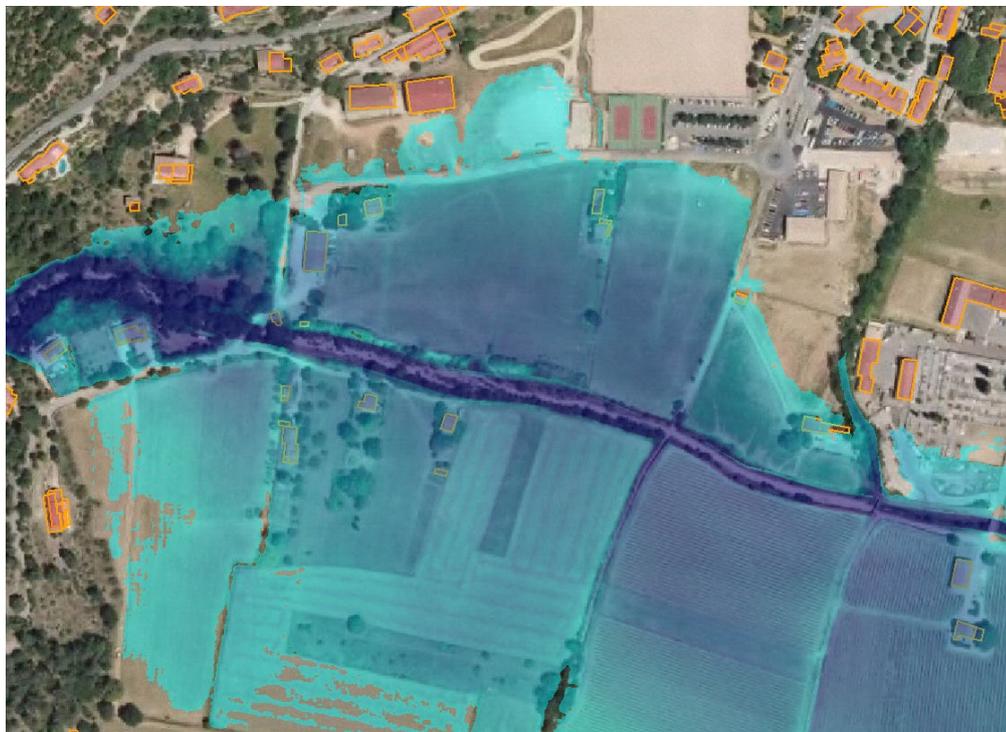


Figure 78 : Expansion des débordements du Latay de la crue de type 2006 (sans le Raby)

### ***VIII.2.1.6 Fonctionnement hydraulique entre la confluence avec le Raby et le pont du chemin de Limatte***

L'examen du profil en long montre que les ouvrages hydrauliques présents sur ce tronçon constituent des obstacles à l'écoulement des crues et provoquent une perte de charge importante. Le profil en long en page suivante permet d'illustrer l'impact des ponts présents : à savoir la passerelle en aval de la confluence avec le Raby, le pont du chemin du cimetière, le pont du chemin de Limatte.

Chacun de ces ponts provoque une surélévation notable des niveaux d'eau en amont.

Et c'est sur ce secteur qu'on rencontre en rive gauche le lotissement des Ferrages qui subit très régulièrement les débordements du Latay. La rive gauche est surmontée d'une digue dont l'altimétrie est variable et qui présente des points bas propices aux débordements. Conjugué à l'effet de surélévation de la ligne d'eau provoqué pour le pont du chemin de Limatte, le lotissement est par conséquent rapidement concerné par des débordements du Latay.

En termes de débordement, on constate qu'en amont du pont du chemin de Limatte, les débordements en rive droite et en rive gauche s'écartent du lit mineur pour former des écoulements indépendants au sein des lits majeurs droit et gauche.

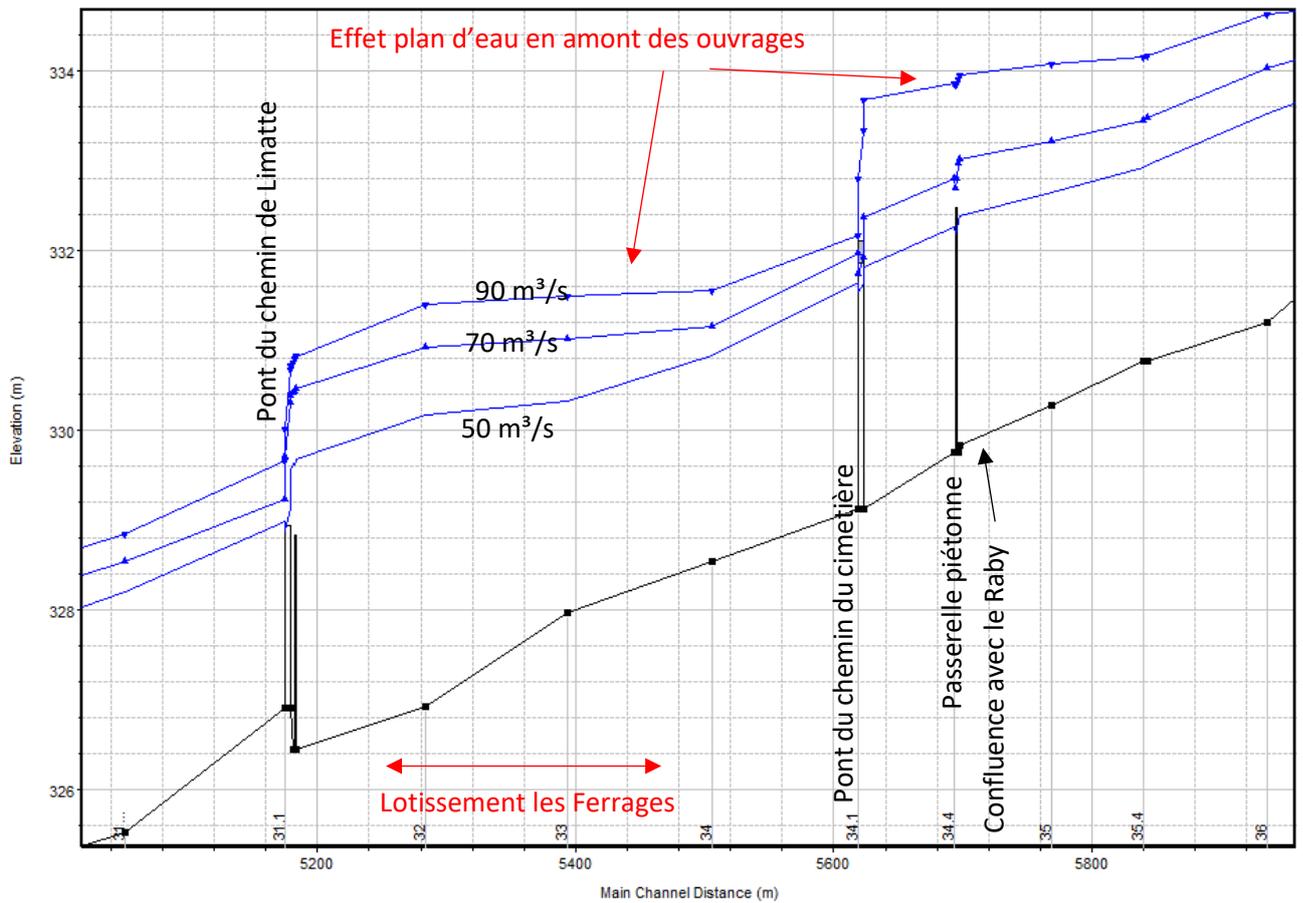


Figure 79 : Profil en long du Latay entre la confluence avec le Raby et le chemin de Limatte

Le sous-dimensionnement des ouvrages au niveau du chemin de Limatte est en cause dans l'inondabilité fréquente du lotissement des Ferrages.

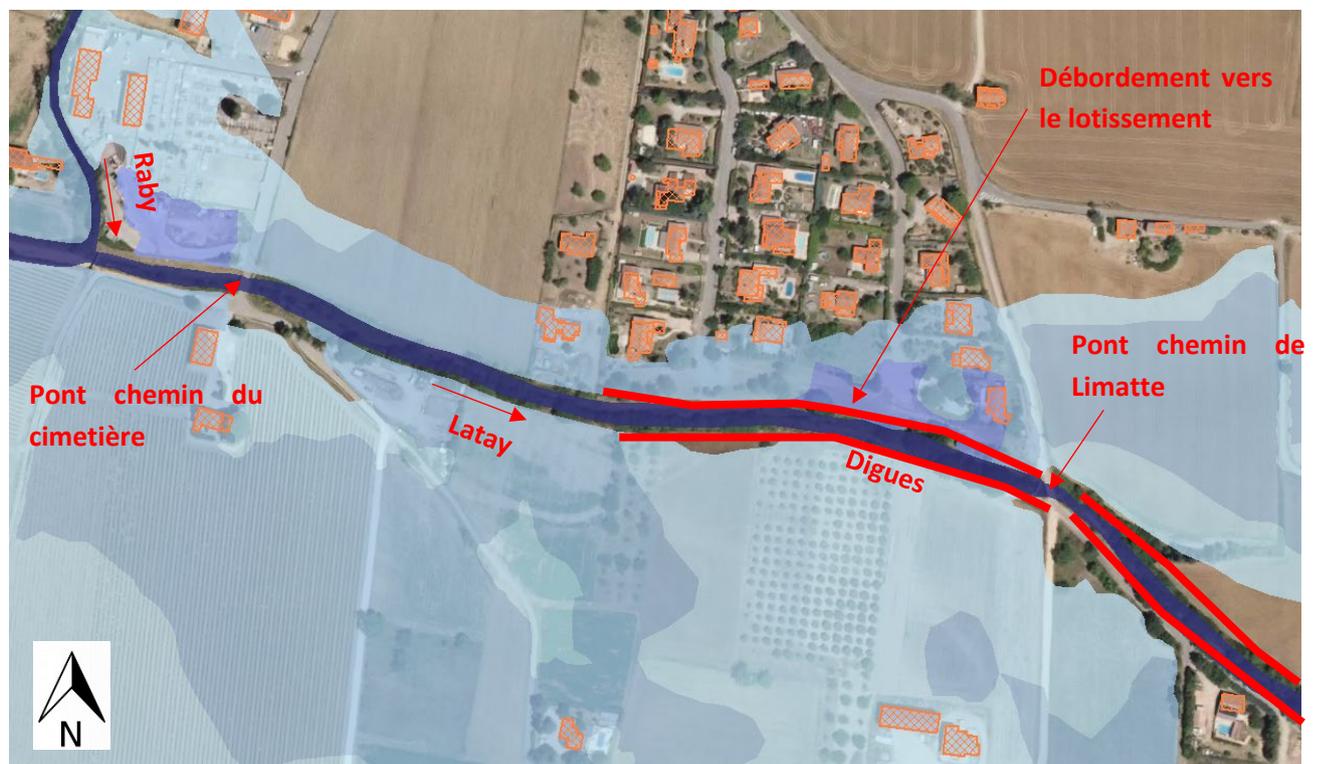
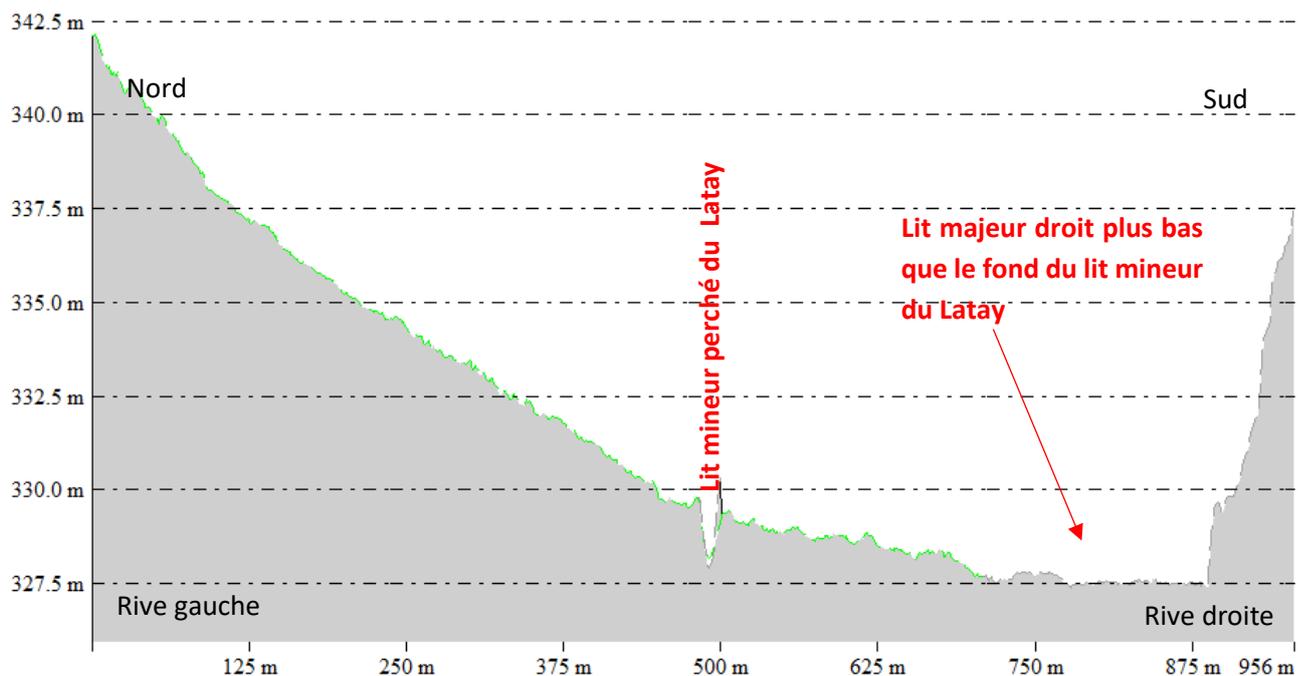


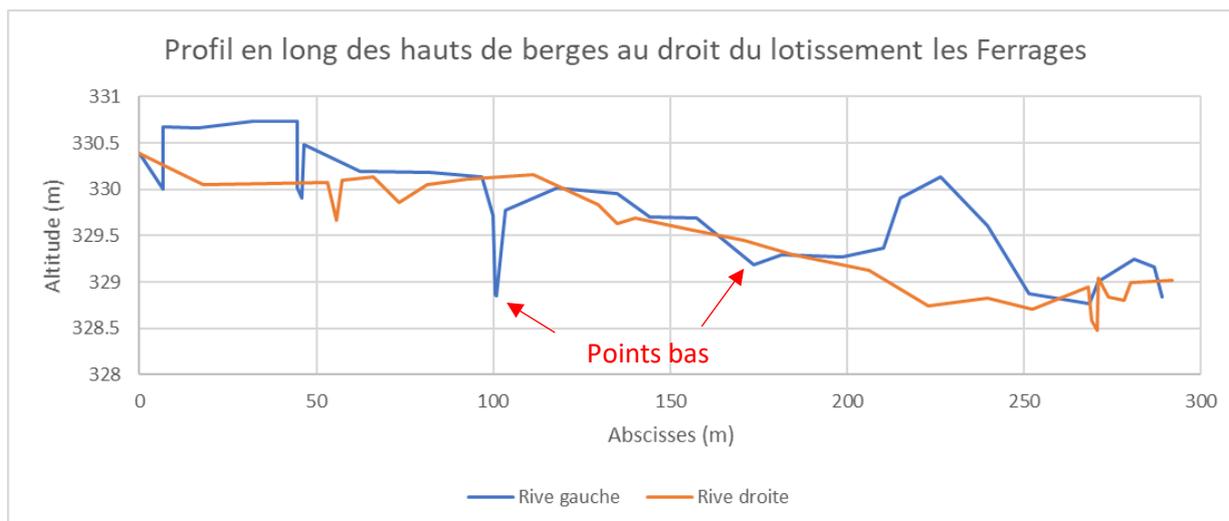
Figure 80 : Zone inondable entre la confluence avec le Raby et le chemin de Limatte– Crue quinquennale



**Figure 81 : Profil en travers de la vallée juste en amont du lotissement les Ferrages**

Le profil en travers de la vallée en amont du lotissement les Ferrages reporté ci-dessus montre que le lit mineur du Latay est perché par rapport l'extrémité sud du lit majeur droit. De ce fait, les débordements en rive droite se déconnectent totalement de ceux du lit mineur pour ruisseler rapidement vers le point bas du lit majeur droit (au sud).

La figure ci-dessous compare les profils en long des crêtes de digues rive droite et gauche au niveau du lotissement des Ferrages. Actuellement, deux points bas sont distinctement présents en rive gauche ce qui explique la facilité de débordement du Latay vers le lotissement. Cela explique pourquoi la crue de 2019 a facilement inondé le lotissement des Ferrages puisque le modèle hydraulique montre un début de débordement au niveau des points bas pour un débit de  $40 \text{ m}^3/\text{s}$  (Cf. figures en page suivante).



**Figure 82 : Profil en long des digues rives droites et gauche au droit du lotissement les Ferrages**

Il faut également prendre en compte le fait que des débordements du Latay et /ou du Raby en rive gauche plus en amont du lotissement sont susceptibles de contourner la digue du lotissement et de ce fait inonder le lotissement.

Les figures ci-dessous montrent l'effet de seuil pour les débits du Latay compris entre 35 et 40 m<sup>3</sup>/s.

A partir de 40 m<sup>3</sup>/s, le niveau d'eau dans le Latay dépasse l'altitude du point bas de la digue rive gauche, le lotissement des Ferrages est alors inondé.

Concomitamment, la perte de charge du pont des Limattes augmente sensiblement.

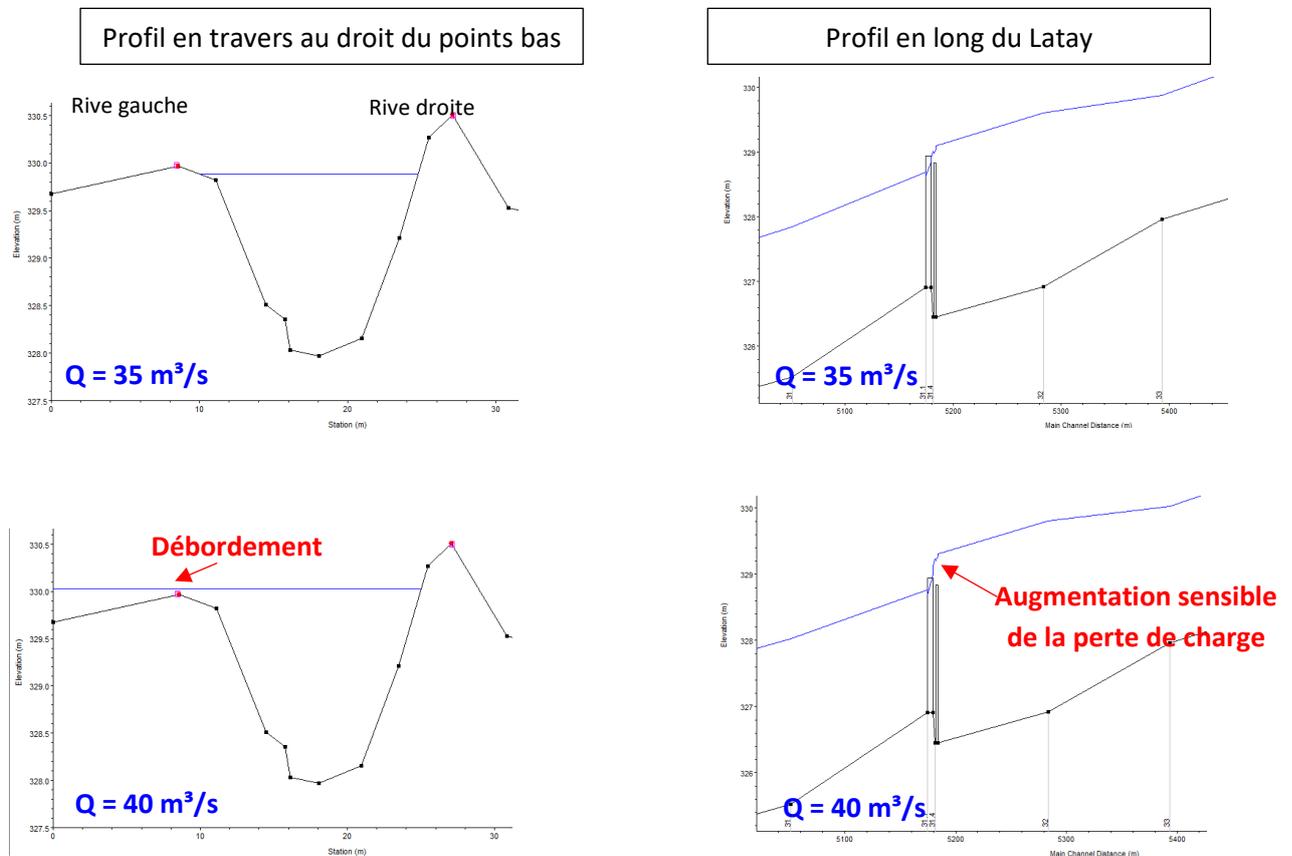


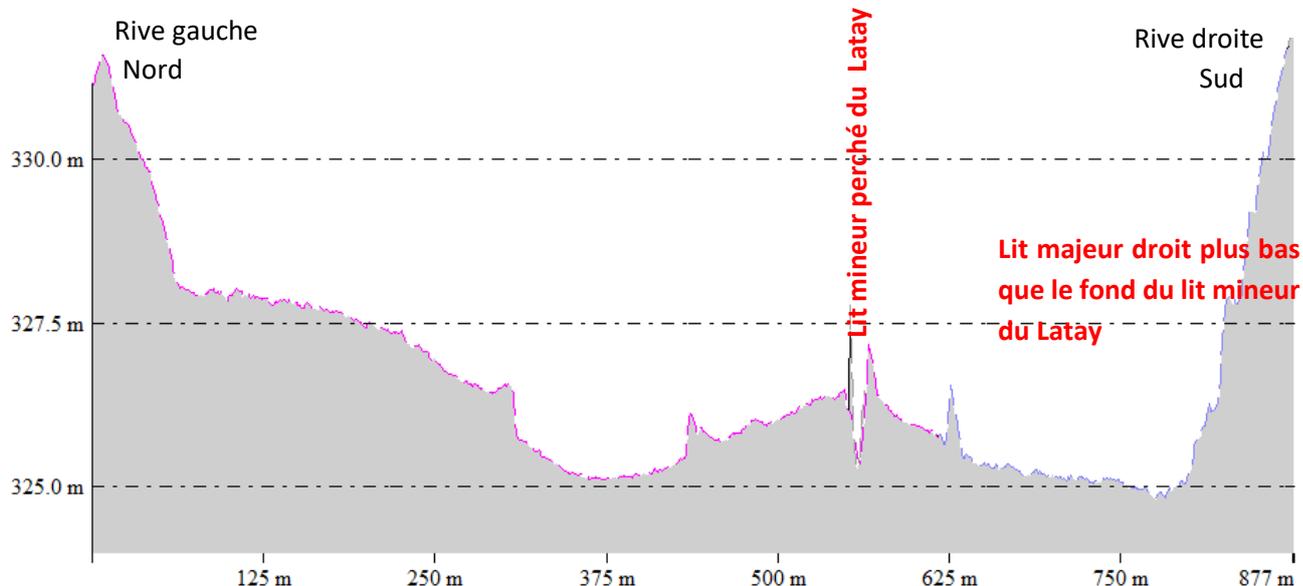
Figure 83 : Illustration du début de débordement sur le lotissement des Ferrages

La suppression des digues ailleurs qu'au niveau du lotissement des Ferrages entrainera inévitablement une sur-inondation du lit majeur, y compris quelques enjeux bâtis épars.

### VIII.2.1.7 Fonctionnement hydraulique entre le pont du chemin de Limatte et le passage du canal de Provence

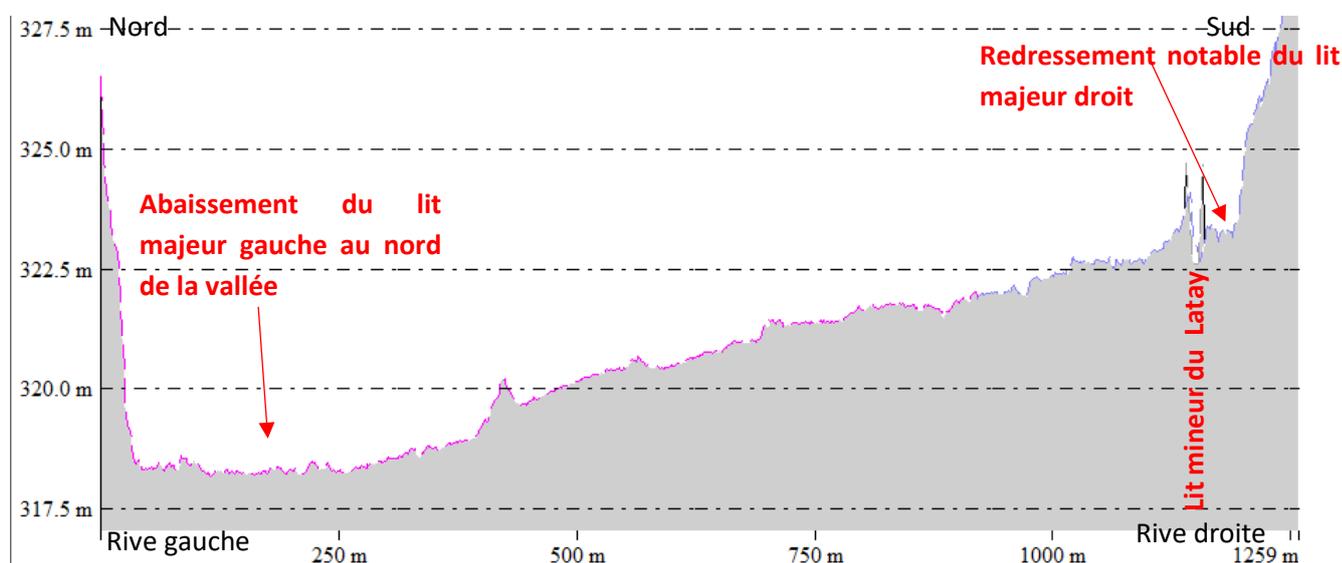
Comme indiqué à propos du tronçon précédent, le Latay déborde fortement en amont du pont du chemin de Limatte ce qui a pour effet de créer deux bras de débordement déconnectés du lit mineur : l'un sur la rive gauche, l'autre sur la rive droite.

Lorsqu'on examine le profil en travers de la vallée en aval du chemin de Limatte, on constate que le lit mineur du Latay est perché par rapport aux lits majeurs droit et gauche. Cela explique la déconnexion totale des écoulements entre ceux du lit mineur et ceux des lits majeurs.



**Figure 84 : Profil en travers de la vallée en aval du chemin de Limatte**

Au fur et à mesure que l'on descend vers le canal de Provence, le lit majeur droit se redresse et à l'inverse le lit majeur gauche plonge littéralement vers le nord.



**Figure 85 : Profil en travers de la vallée en amont du canal de Provence**

En conséquence, dans le lit majeur droit, les débordements rejoignent le lit mineur en amont du canal de Provence (reconnexion des écoulements lit mineur – lit majeur).

Par contre, en rive gauche, les débordements s'étendent encore plus franchement au nord de la vallée pour alimenter le ruisseau des Launes.

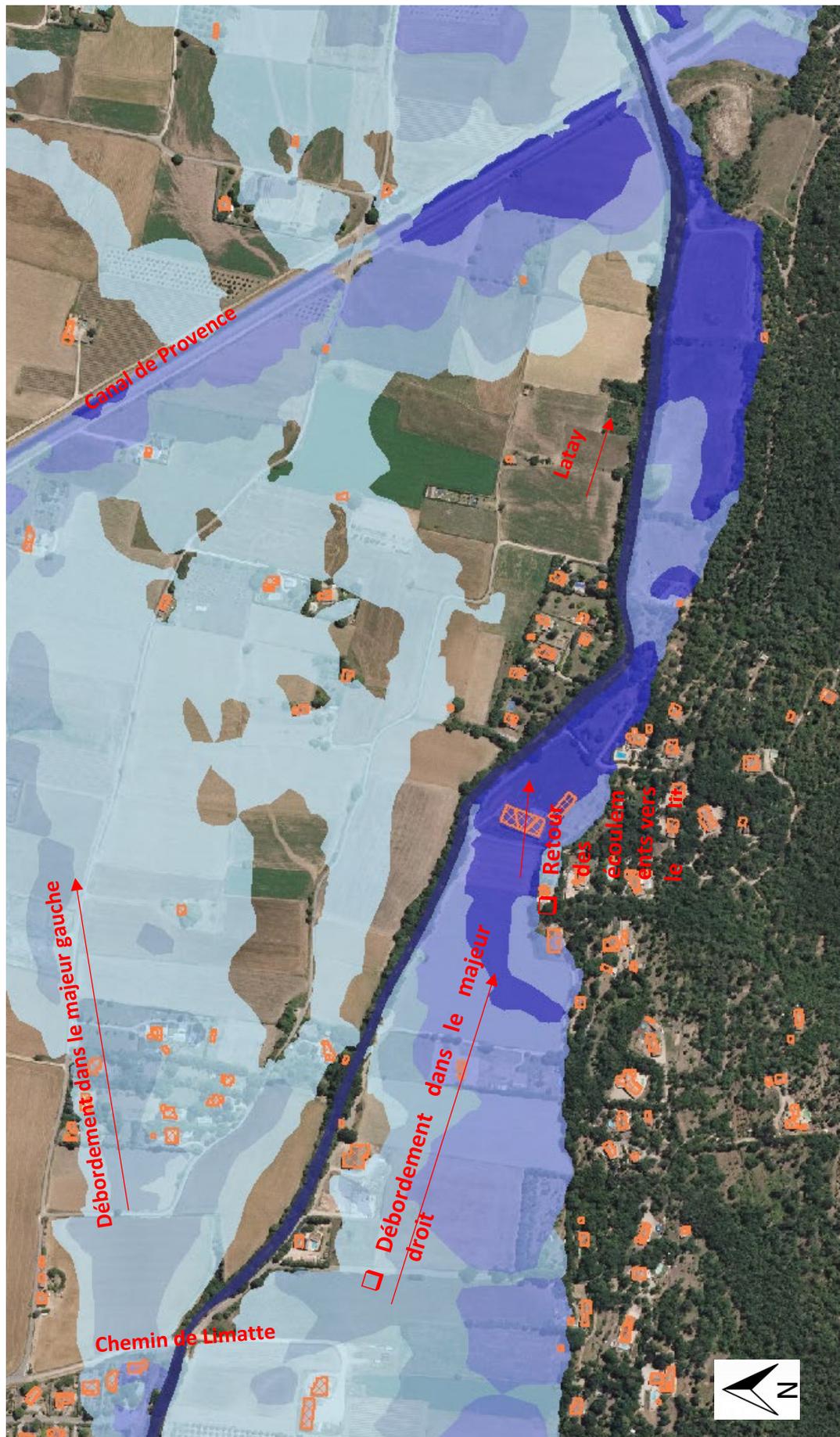


Figure 86 : Zone inondable entre le chemin de Limatte et le canal de Provence– Crue quinquennale

En terme de profil en long (reporté ci-dessous), aucune particularité notable n'est à noter du point de vue du fonctionnement hydraulique.

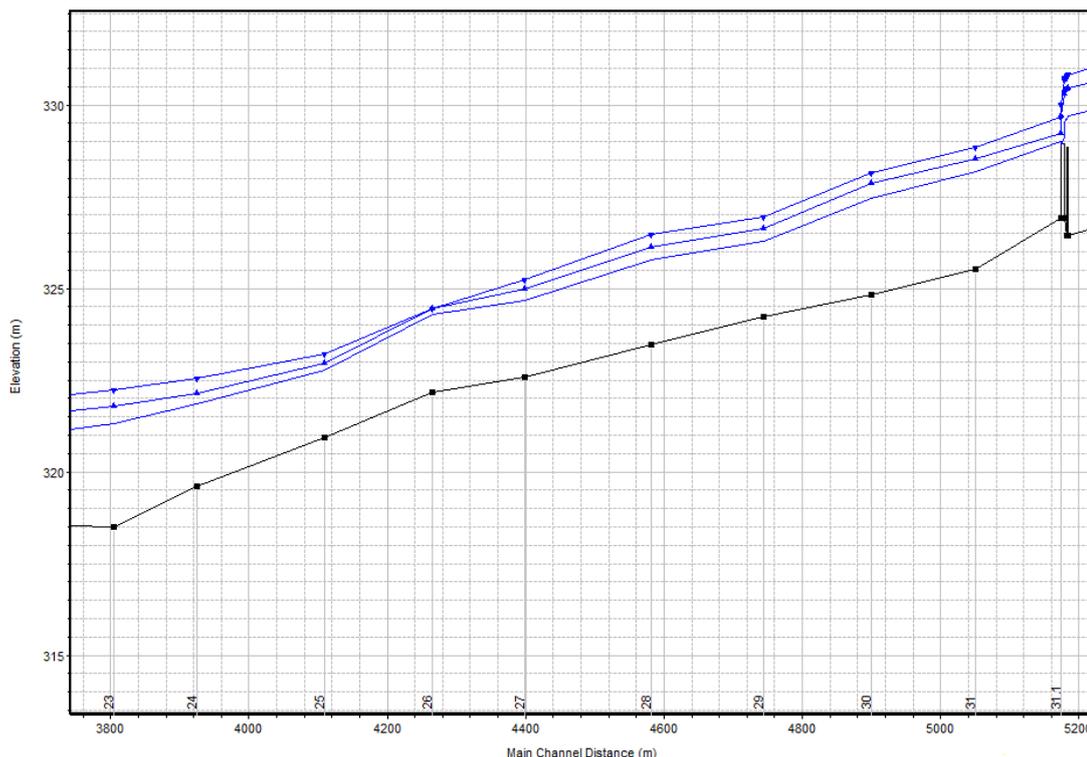


Figure 87 : Profil en long du Latay entre le chemin de Limatte et le passage du canal de Provence

### VIII.2.1.8 Fonctionnement hydraulique en aval du canal de Provence

En aval du canal de Provence, on conserve encore sur 600 à 700 m en aval du canal de Provence, la configuration topographique évoquée à propos du tronçon précédent. C'est-à-dire, avec un lit majeur gauche en contrebas du lit mineur.

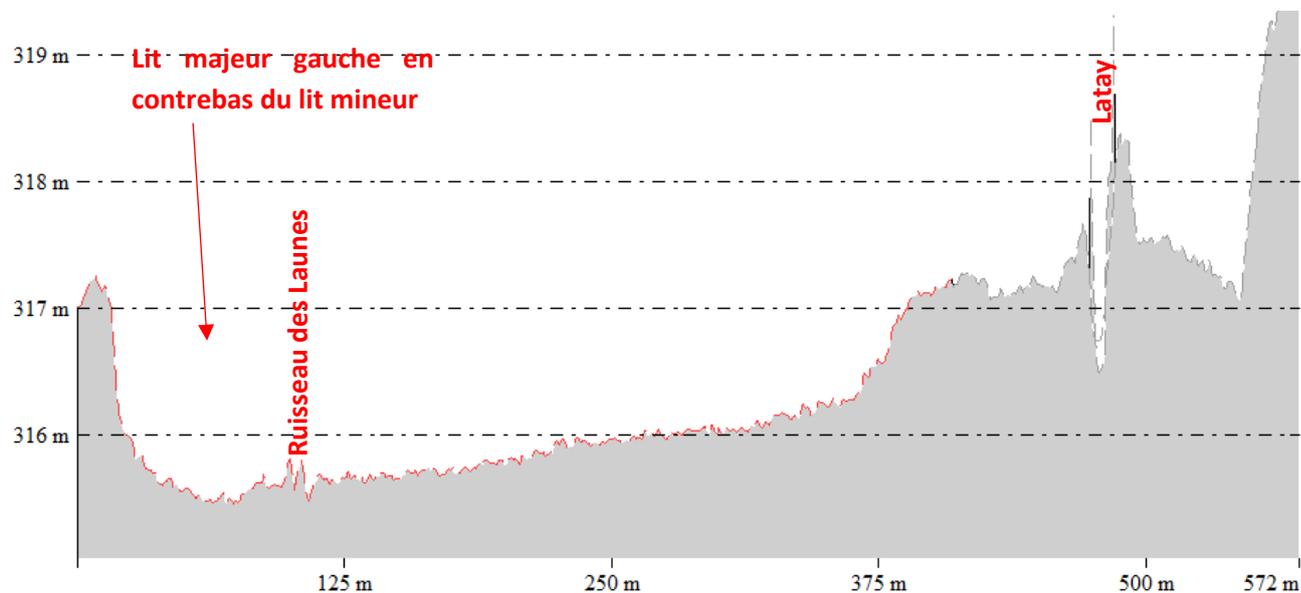


Figure 88 : Profil en travers de la vallée en aval du canal de Provence

De ce fait, les écoulements ayant débordé en rive gauche sont toujours déconnectés de ceux du lit mineur. Ces écoulements alimentent le ruisseau de Launes puis le Gapeau en aval.

Puis progressivement, en descendant vers l'aval (700 m en aval du pont du chemin du petit plan), la vallée se referme (fermeture géologique de la plaine de Signes). Et on retrouve une configuration « normale », avec le lit mineur du Latay en encaissement par rapport au lit majeur.

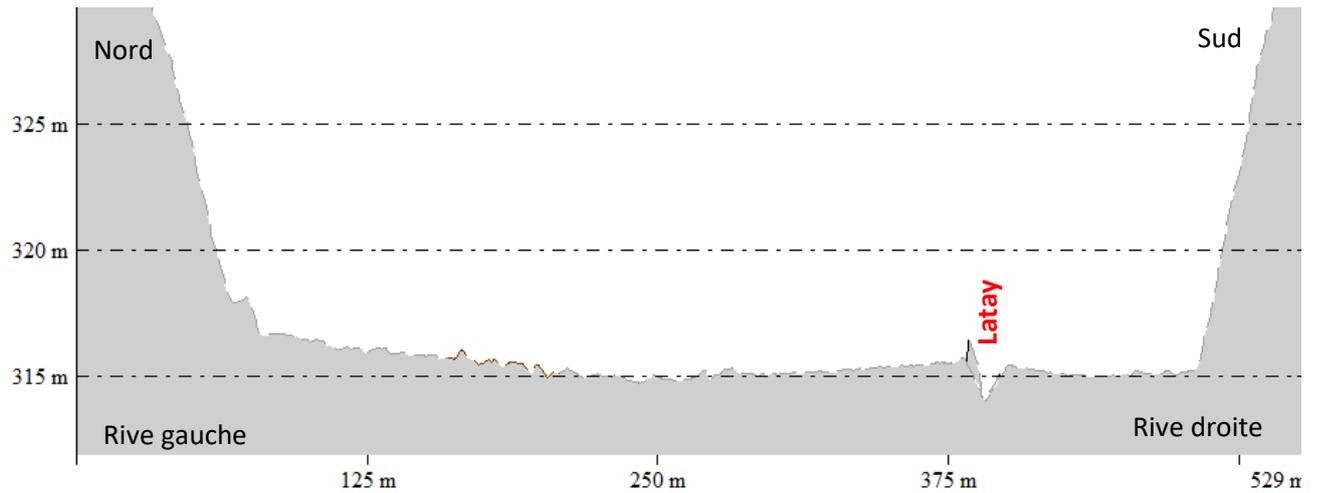


Figure 89 : Profil en travers de la vallée à l'aplomb de la source du Gapeau

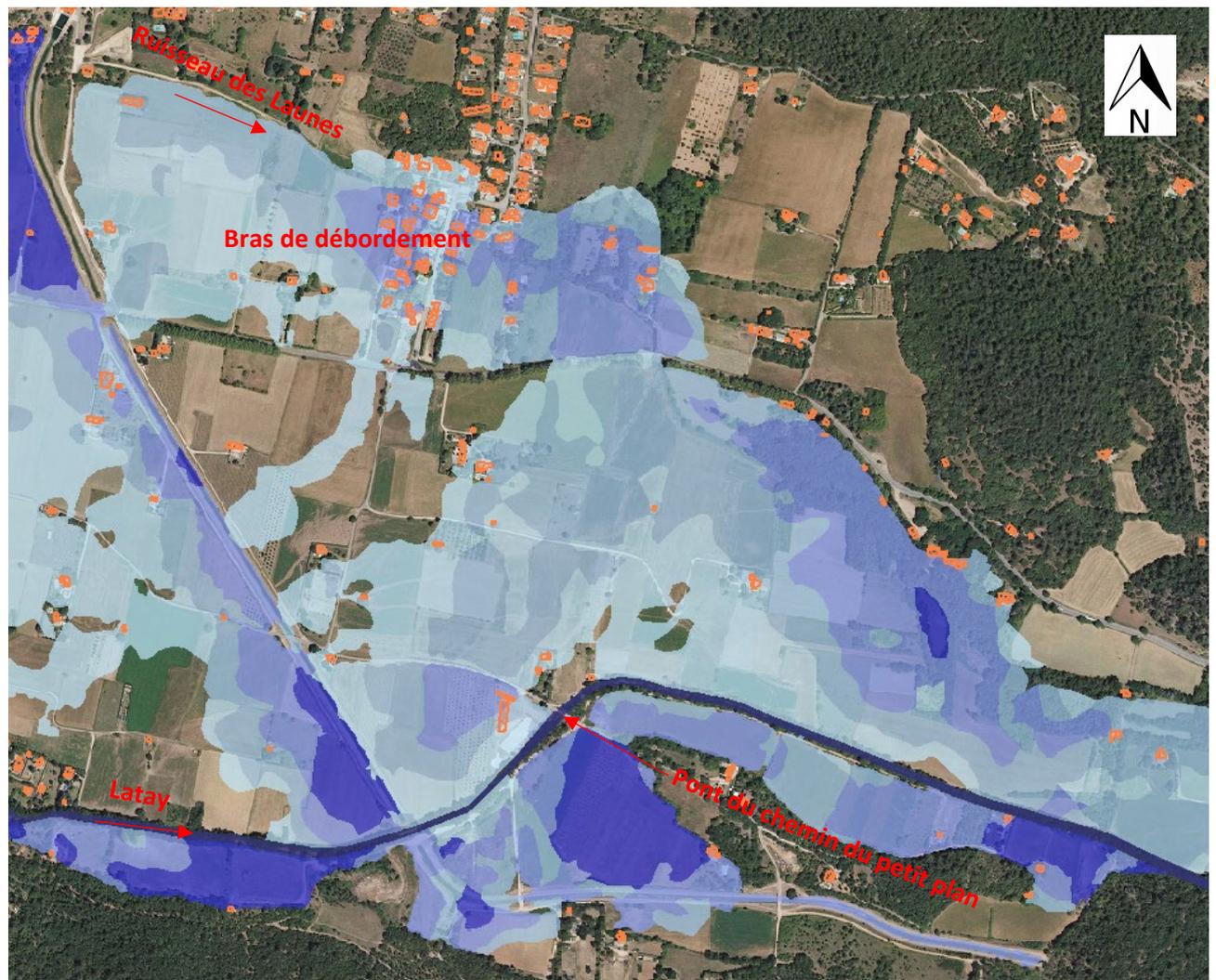
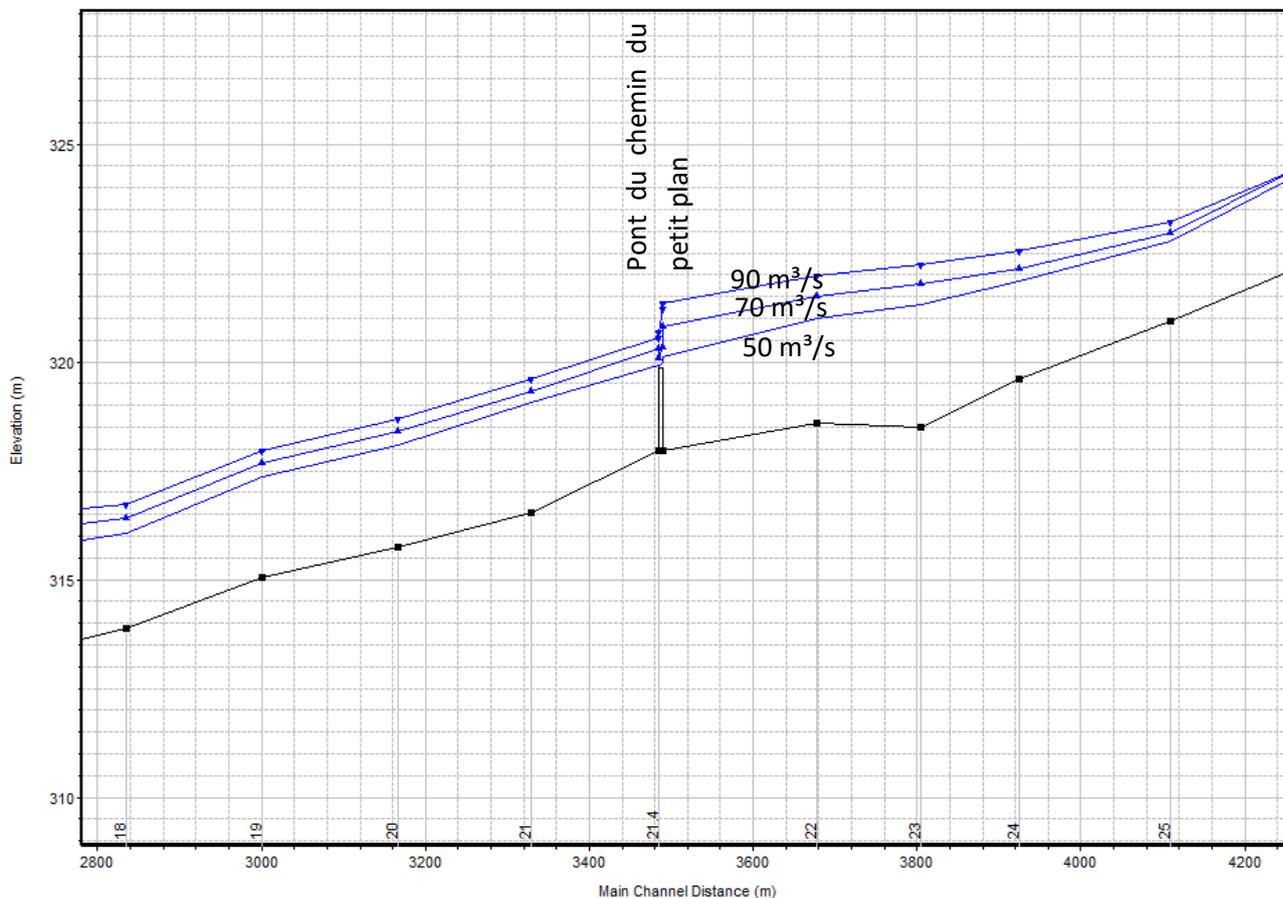


Figure 90 : Zone inondable en aval du canal de Provence- Crue quinquennale

En terme de profil en long, on peut observer que le pont du chemin du petit plan (au niveau du centre équestre) est rapidement mis en charge pour un débit du Latay légèrement inférieur à  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Cela implique une remontée importante des niveaux d'eau en amont du pont impliquant la submersion rapide des digues latérales inondant le centre équestre en rive gauche.



**Figure 91 : Profil en long du Latay au niveau du pont du chemin du petit plan (centre équestre)**

En aval du pont du chemin du petit plan, la vallée se referme fortement. Après avoir présenté jusqu'à 1 km de largeur (au niveau du canal de Provence), le lit majeur se réduit à une largeur de seulement 250 m environ.

Au niveau de l'usine « Source Beaupré », un pont sur le Latay présente une capacité hydraulique limitée inférieure à la crue quinquennale.

Et plus en aval, au niveau du moulin du Gapeau, deux ponts présentent également une capacité hydraulique limitée (inférieure à la crue quinquennale).

**Ces ouvrages présentent des pertes de charge importante d'où une surélévation des niveaux en amont de ceux-ci. Ces surélévations peuvent atteindre quasiment 1 m entre l'amont et l'aval des ponts. Ils ont par conséquent un rôle non négligeable sur l'inondabilité pour les crues faibles à moyennes.**

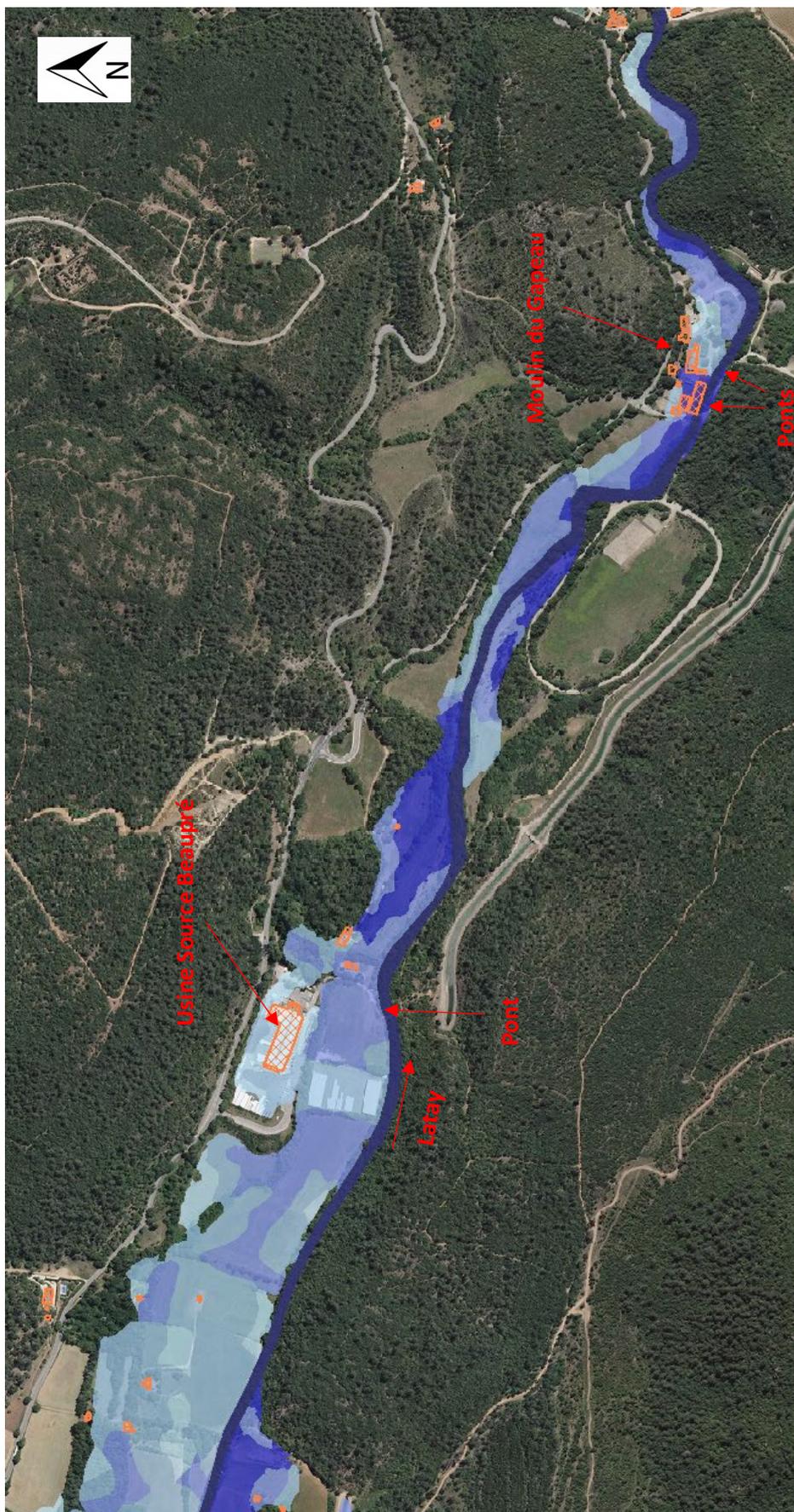


Figure 92 : Zone inondable aval- Crué quinquennale

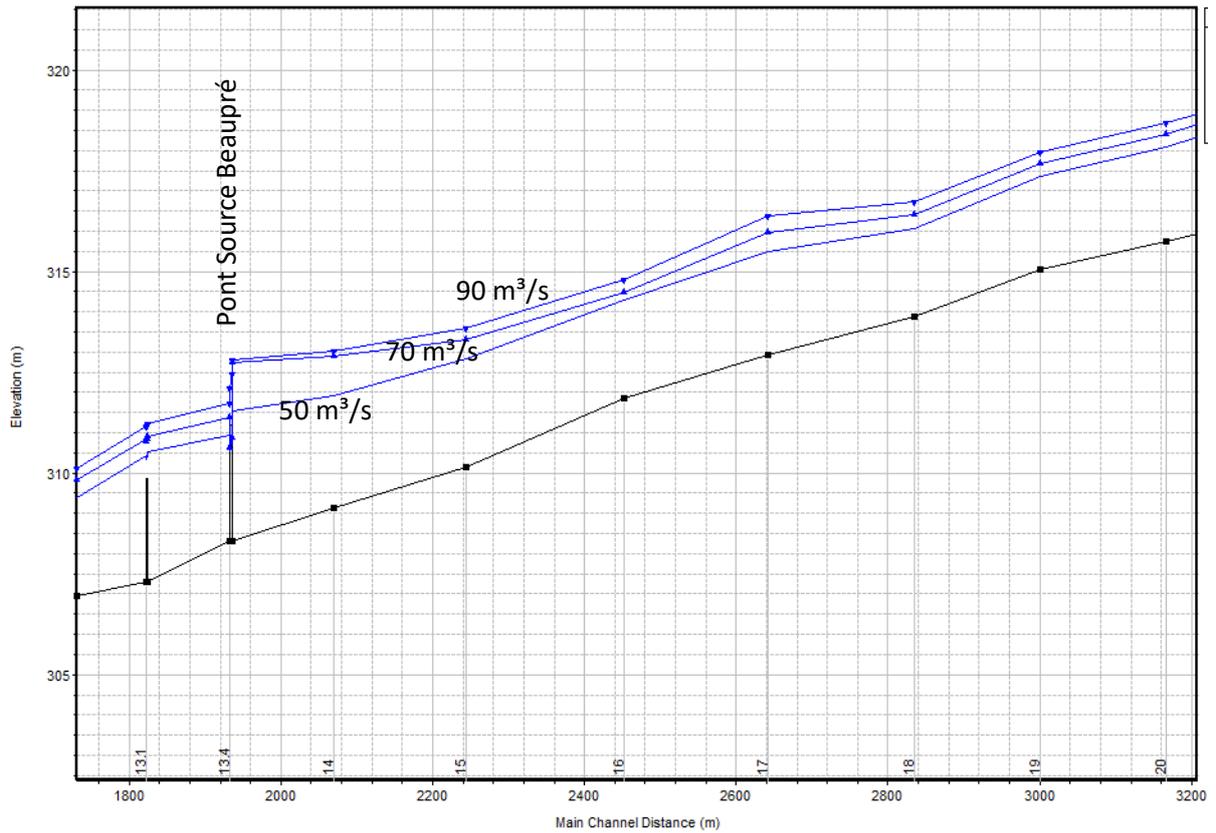


Figure 93 : Profil en long du Latay au niveau du pont au droit de l'usine Source Beaupré

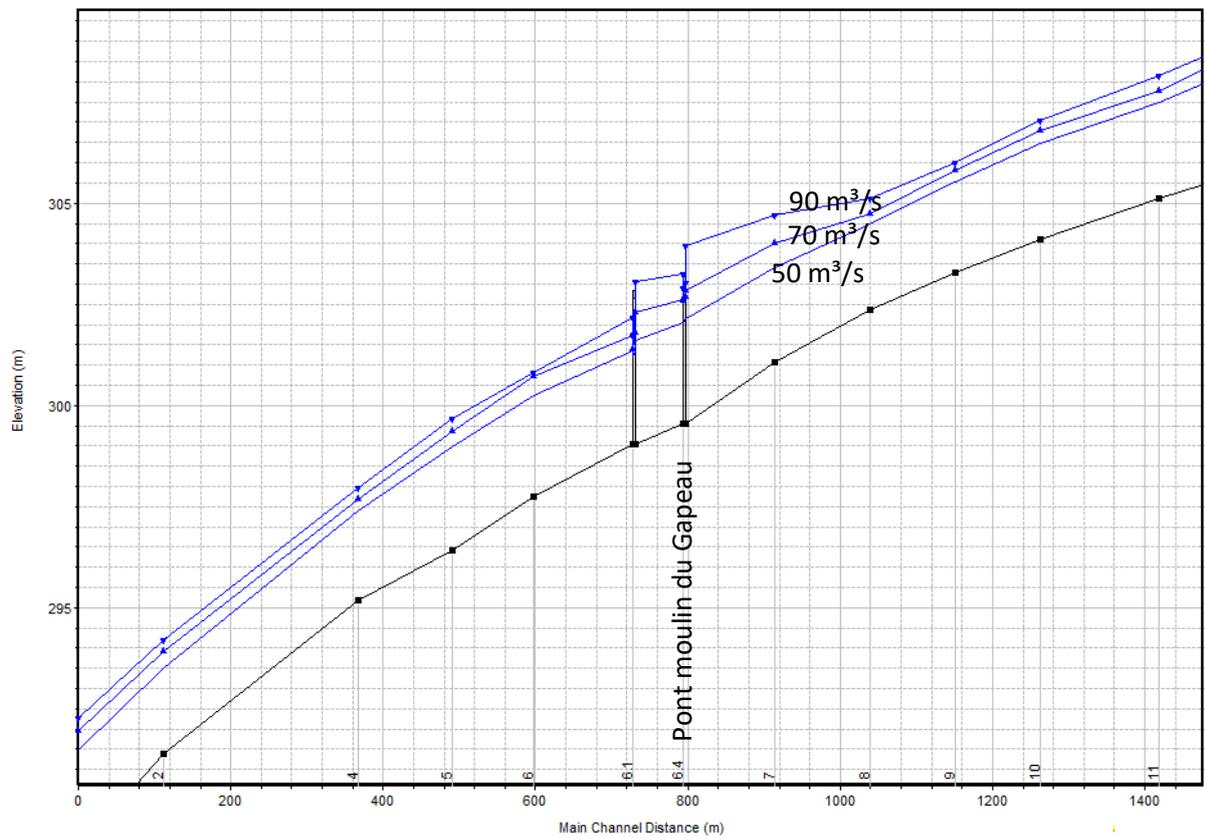


Figure 94 : Profil en long du Latay au niveau du pont du moulin du Gapeau

## VIII.2.1.9 Fonctionnement hydraulique du Raby

Des compléments topographiques ont été réalisés pour améliorer la représentation des écoulements du Raby et préciser les niveaux de début de débordement. Le linéaire modélisé couvre le secteur depuis l'amont du bourg (zone artificialisée du lit) jusqu'à la confluence avec le Latay.

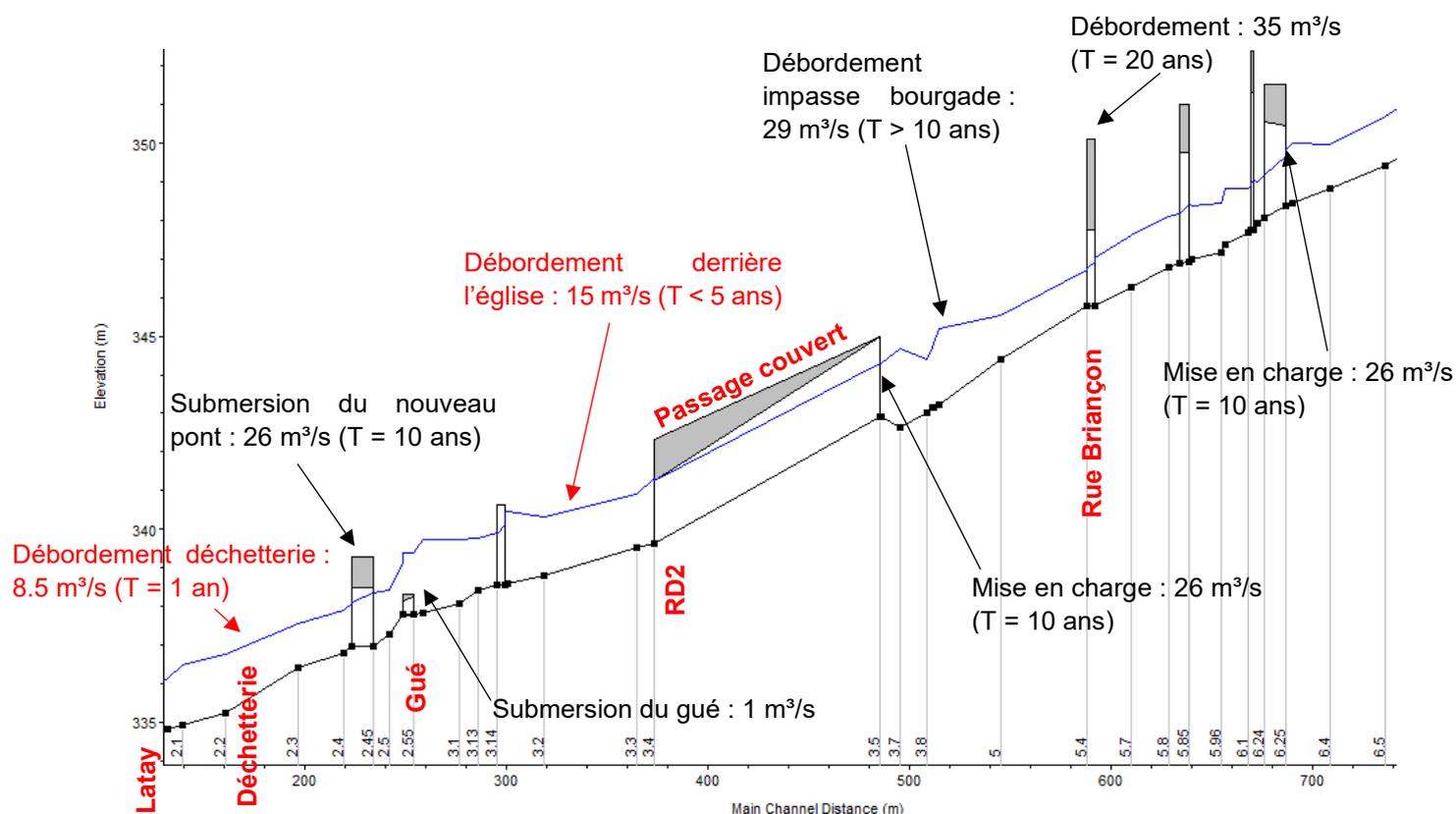


Figure 95 : Profil en long du Raby – Fonctionnement hydraulique

### Tronçon en amont de la RD2

A l'entrée du Raby dans le bourg de Signes, le lit, fortement artificialisé (chenal béton), est franchi par plusieurs ouvrages (passage ou maison au-dessus du lit) qui se mettent en charge dès la crue décennale. Ces ouvrages se mettent en charge sans toutefois occasionner des débordements car le lit est chenalisé entre les murs des bâtiments interdisant toute surverse.

Un point de débordement se situe au niveau de la rue Briançon (pont) pour un temps de retour de crue de 20 ans. Le Raby peut déborder par-dessus le mur en rive gauche qui borde un petit parking. Ces débordements s'écoulent hors du lit du Raby dans la rue Briançon et la rue Louis Lumière jusqu'à la RD2.

En amont de la couverture du lit du Raby sous le bourg, un point de débordement est possible en rive gauche via l'impasse bourgade pour un temps de retour supérieur à 10 ans.

La couverture se met quant à elle en charge dès la crue décennale.

En terme de marge de manœuvre, il n'est pas possible d'augmenter la section du lit et de trouver un nouveau cheminement aux écoulements. Sur ce tronçon, il n'est pas possible que de mettre en œuvre des solutions de réduction de la vulnérabilité et d'amélioration de la résilience.

### Tronçon en aval de la RD2

Les simulations hydrauliques du Raby montrent que le premier point vulnérable au débordement se situe au droit de la déchetterie (débordement sur la rive gauche) avec un temps de retour annuel. Ce constat est confirmé par les observations de la commune lors des crues courantes.

Ensuite, le Raby déborde aisément à l'arrière de l'église (sur la rive gauche) avec un temps de retour quinquennal (constat confirmé par la commune lors de la crue de 2019). Le nouveau pont récemment construit sur le Raby présente une capacité hydraulique limitée à la crue décennale.

A noter que compte tenu de la pente longitudinale marquée, **le niveau d'eau du Latay influence très peu le Raby**. En d'autres termes, le contrôle aval imposé par le Latay sur le Raby est très peu marqué hormis au niveau de la déchetterie qui est à proximité de la confluence.

Même si les marges de manœuvre sont réduites, le tronçon aval pourrait faire l'objet d'esquisse de solution de réduction du risque d'inondation (augmentation de la section hydraulique, nouveau lit ...).

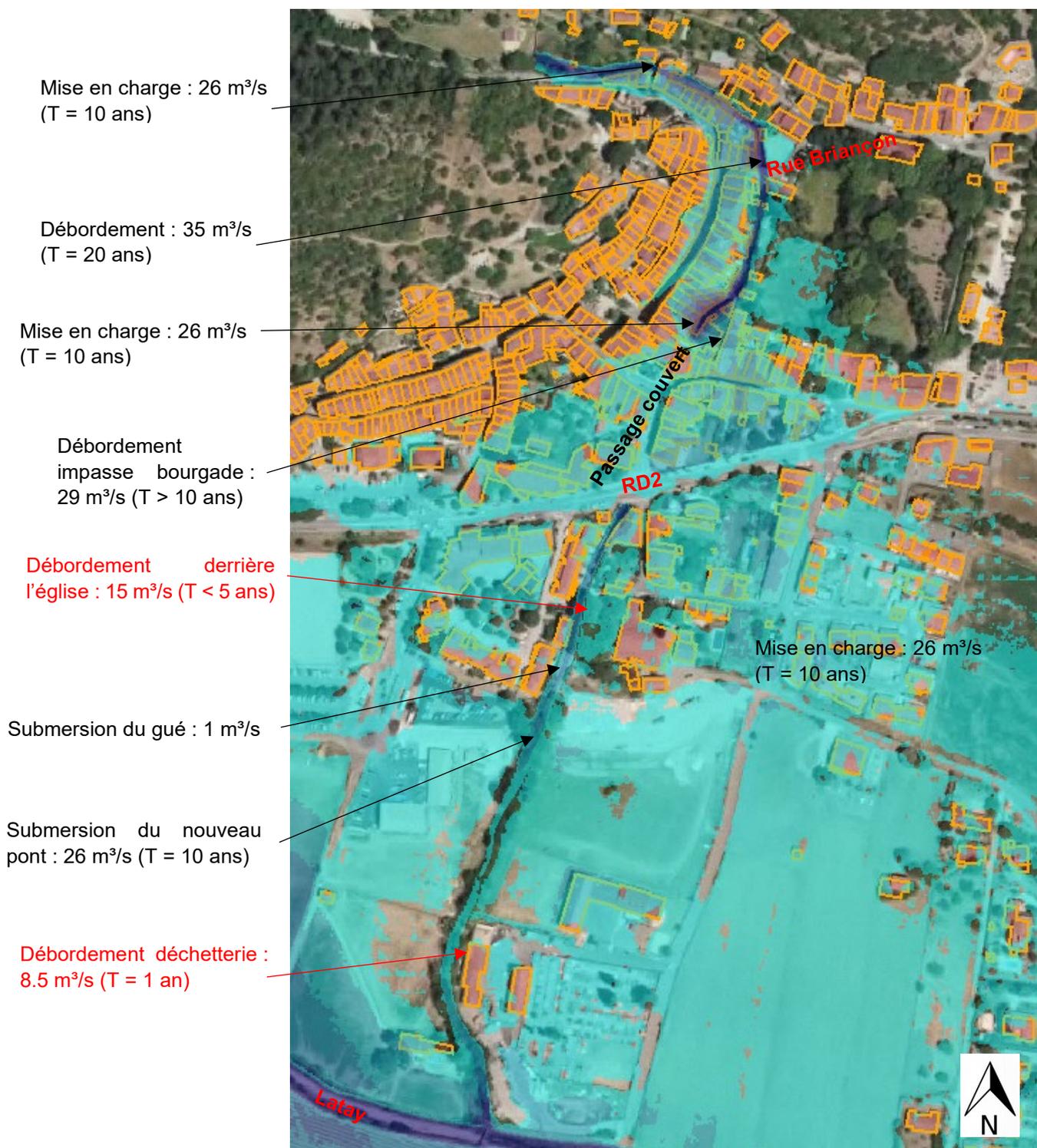


Figure 96 : Fonctionnement hydraulique du Raby

En synthèse, c'est donc le tronçon en aval de la RD2 qui présente le risque d'inondation le plus fréquent (< 5 ans) sachant que ce secteur comporte de nombreux bâtis et infrastructures.

En amont de la RD2, les deux points de vulnérabilité sont :

- Le débordement via l'impasse bourgade pour un temps de retour légèrement supérieur à la crue décennale ;
- Le débordement rive gauche en amont du pont rue Briançon pour un temps de retour vicennale.

### VIII.2.1.10 Fonctionnement hydraulique du ruisseau des Launes

Nous avons procédé à une modélisation du ruisseau des Launes en considérant uniquement un épisode de crue sur son bassin versant propre, sans apport par débordement du Latay. Il s'agit de rendre compte du fonctionnement hydraulique du ruisseau des Launes pour les temps de retour fréquents. Le schéma de modélisation figure en page suivante (position des points de calculs – profils en travers).

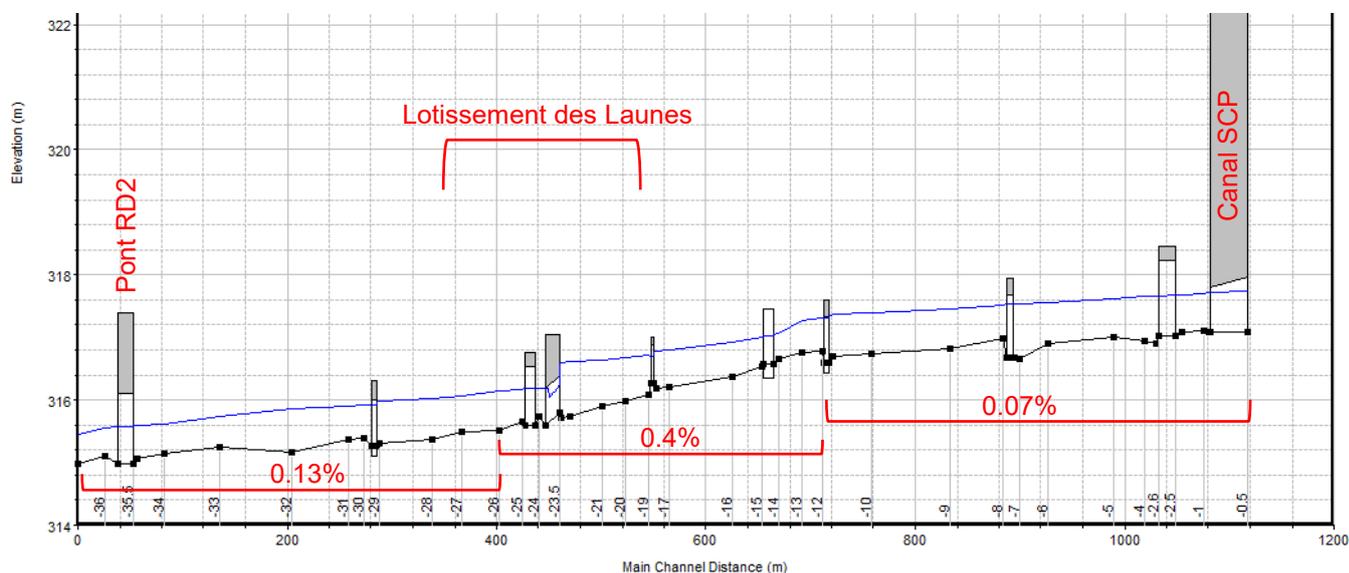


Figure 97 : Profil en long du ruisseau des Launes – Fonctionnement hydraulique

Les calculs aboutissent à une capacité hydraulique maximale d'environ  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  alors que le débit décennal est estimé à  $20.9 \text{ m}^3/\text{s}$  !

En conséquence, le ruisseau des Launes déborde très rapidement, dès la moindre pluie un peu importante.

Cette très faible capacité hydraulique s'explique par :

- La très faible pente longitudinale (valeurs reportées sur le profil en long ci-dessus) ;
- La faible section du lit ;
- La faible section des ouvrages hydrauliques.



Figure 98 : Schéma de modélisation du ruisseau de Launes

Compte tenu du contexte topographique, le ruisseau des Launes déborde sur sa rive droite et se répand sur les terrains jusqu'à la RD2.

**En termes de vulnérabilité, la problématique du ruisseau se pose au niveau de la traversée du lotissement des Launes. A ce niveau, le lit a été encore plus contraint (réduction de la section du lit) ce qui amplifie les débordements sur un secteur fortement bâti. D'autant que le lotissement s'est installé dans le point bas topographique ce qui rend très difficile une opération de dérivation du ruisseau.**

Ainsi, même sans les apports par débordement du Latay, le ruisseau des Launes est capable à lui seul d'induire des débordements sur la zone habitée du lotissement des Launes.

## VIII.2.2 Confrontation des résultats obtenus aux observations locales

### VIII.2.2.1 Débordement du Latay dans la plaine de Chibron

Au niveau de la carrière de Chibron, il n'y a eu aucune observation de débordement du Latay vers l'intérieur du site et ce même en 2019.

La modélisation hydraulique conduit à un débordement pour un débit de l'ordre de 116 m<sup>3</sup>/s soit une crue décennale selon l'hydrologie d'EGIS.

Mais en prenant en compte l'hydrologie estimée à partir des données de la station hydrométrique de Soliès-Pont, le débit de 116 m<sup>3</sup>/s aurait un temps de retour bien supérieur à 50 ans.

### VIII.2.2.2 Débordement du Raby

Les observations locales indiquent des débordements fréquents au niveau de la déchetterie mais pas de débordement derrière l'église comme en témoigne le modèle hydraulique pour un temps de retour de 5 ans selon l'hydrologie d'EGIS.

La traversée du Raby sous le bourg n'a pas fait l'objet d'observation de dysfonctionnements hydrauliques qui devraient apparaître selon les résultats hydrauliques pour des temps de retour entre 10 et 20 ans.

Mais en prenant en compte l'hydrologie estimée à partir des données de la station hydrométrique de Soliès-Pont, on constate que la traversée du Raby sous le bourg ne pose pas de problème au moins jusqu'en crue cinquantennale.

### VIII.2.2.3 Débordement du Latay sur le lotissement des Ferrages

Les résultats de simulation hydraulique montrent que le Latay devrait statistiquement déborder chaque année sur le lotissement des Ferrages.

Sur les crues récentes, seule la crue de 2019 conduit à cette situation.

### VIII.2.2.4 Débordement du Latay sur la plaine de Signes

Les résultats de simulation hydraulique montrent que le Latay devrait statistiquement déborder en crue quinquennale sur la plaine de Signes et que les débordements viennent alimenter le ruisseau des Launes.

Les observations locales ne confirment pas ce constat et la crue de 2019 n'a pas atteint la RD2.

En 2019, le Latay a débordé sur la rive gauche au niveau du centre équestre ainsi qu'en aval du franchissement de la RD2.

### VIII.2.2.5 Débordement du ruisseau des Launes

Au niveau du lotissement des Launes, les riverains constatent principalement des ruissellements sur la chaussée provenant du versant situé en nord. Le ruisseau des Launes déborde fréquemment en amont du lotissement des Launes d'après les riverains.

### VIII.2.2.6 Synthèse

Les observations hydrauliques confirment le postula du chapitre VIII.1.6.3 relatives à la surestimation de l'hydrologie des crues courantes du Latay et de Raby par déduction des estimations d'EGIS.

Il faut donc manipuler avec prudence les notions de temps de retour issues de l'analyse hydraulique puisqu'elle repose sur l'hydrologie déduite d'EGIS qui paraît surestimé pour les crues courantes.

### VIII.2.3 Rôle des digues

Les figures suivantes reportent :

- les linéaires de digues (trait rouge) ;
- Les zones inondées en crue centennale (bleu transparent) ;
- Les bâtis (orangés).

Le tableau suivant rend compte des débits de début de surverse de ces digues. La plupart de ces digues offre une protection inférieure à la crue décennale (Hydrologie EGIS).

Lorsqu'on utilise les temps de retour issu de l'hydrologie de la station de Soliès-Pont, la situation du rôle de protection des digues est un peu plus contrastée.

En l'état, seules les digues RD\_7 et RD\_8 protègent des enjeux uniquement agricoles pour des temps de retour faibles. Ces digues pourraient être arrasées.

Les autres digues ont un véritable rôle de protection pour les enjeux éparpillés dans le lit majeur.

Digues Rive gauche	Digues Rive droite	Débit de début de débordement	Temps de retour (Hydrologie EGIS)	Temps de retour (Hydrologie Soliès Pont)
RG_1		120 m <sup>3</sup> /s	12 ans	> 50 ans
	RD_1	150 m <sup>3</sup> /s	22 ans	> 50 ans
RG_2		90 m <sup>3</sup> /s	6 ans	> 50 ans
	RD_2	150 m <sup>3</sup> /s	22 ans	> 50 ans
	RD_3	70 m <sup>3</sup> /s	4 ans	> 50 ans
RG_3		40 m <sup>3</sup> /s	1 an	6 ans
	RD_4	60 m <sup>3</sup> /s	1.8 ans	23 ans
RG_4		50 m <sup>3</sup> /s	1.7 ans	11 ans
	RD_5	40 m <sup>3</sup> /s	1.6 ans	6 ans
RG_5		71 m <sup>3</sup> /s	2 ans	49 ans
	RD_6	45 m <sup>3</sup> /s	1.65 ans	8 ans
RG_6		60 m <sup>3</sup> /s	1.8 ans	23 ans
RG_7		55 m <sup>3</sup> /s	1.75 ans	16 ans
	RD_7	35 m <sup>3</sup> /s	1.5 ans	4 ans
RG_8		35 m <sup>3</sup> /s	1.5 ans	4 ans
RG_9		35 m <sup>3</sup> /s	1.5 ans	4 ans
	RD_8	80 m <sup>3</sup> /s	5 ans	62 ans

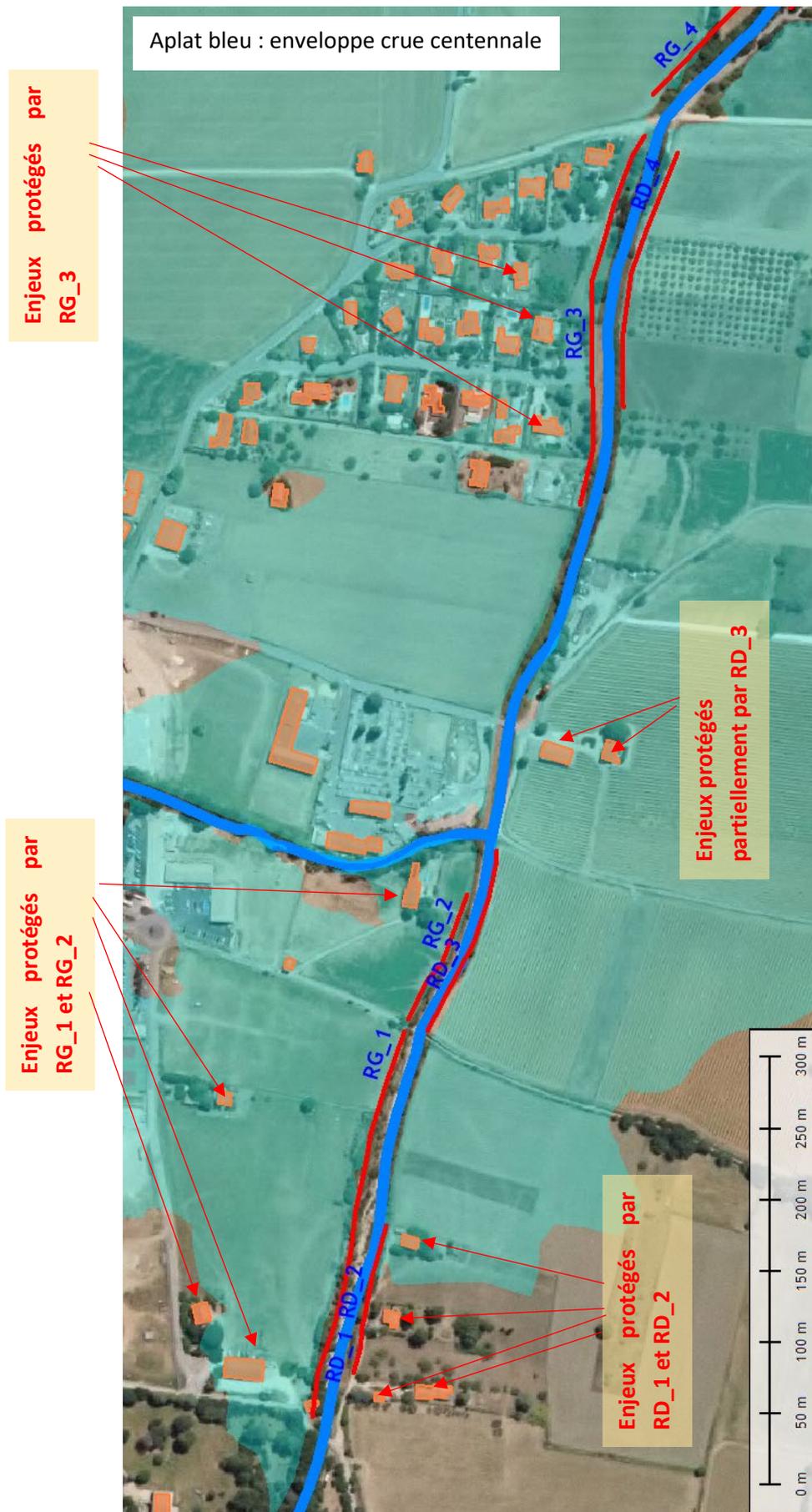


Figure 99 : Rôle des digues dans la protection contre les inondations 1

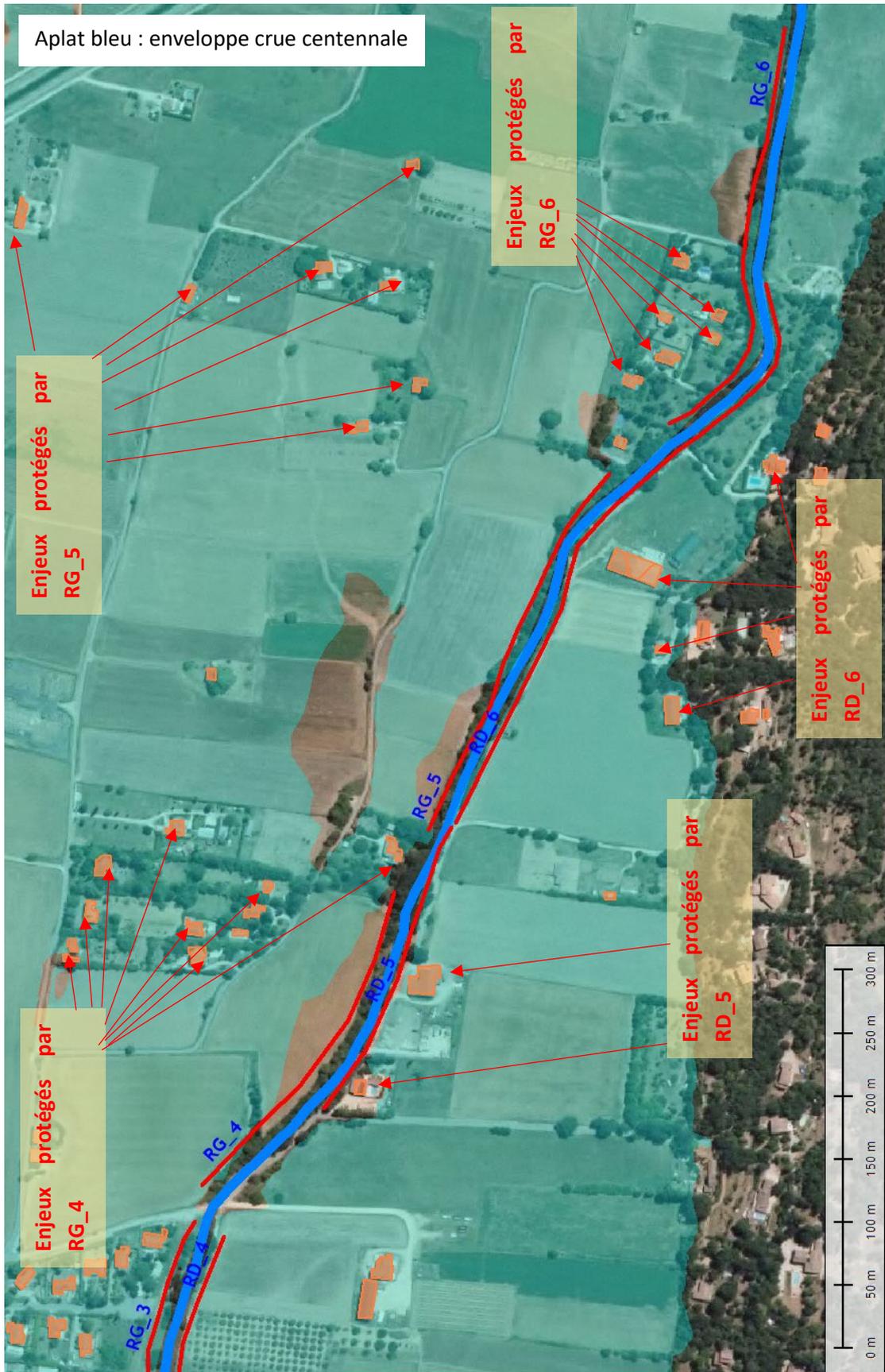


Figure 100 : Rôle des digues dans la protection contre les inondations 2

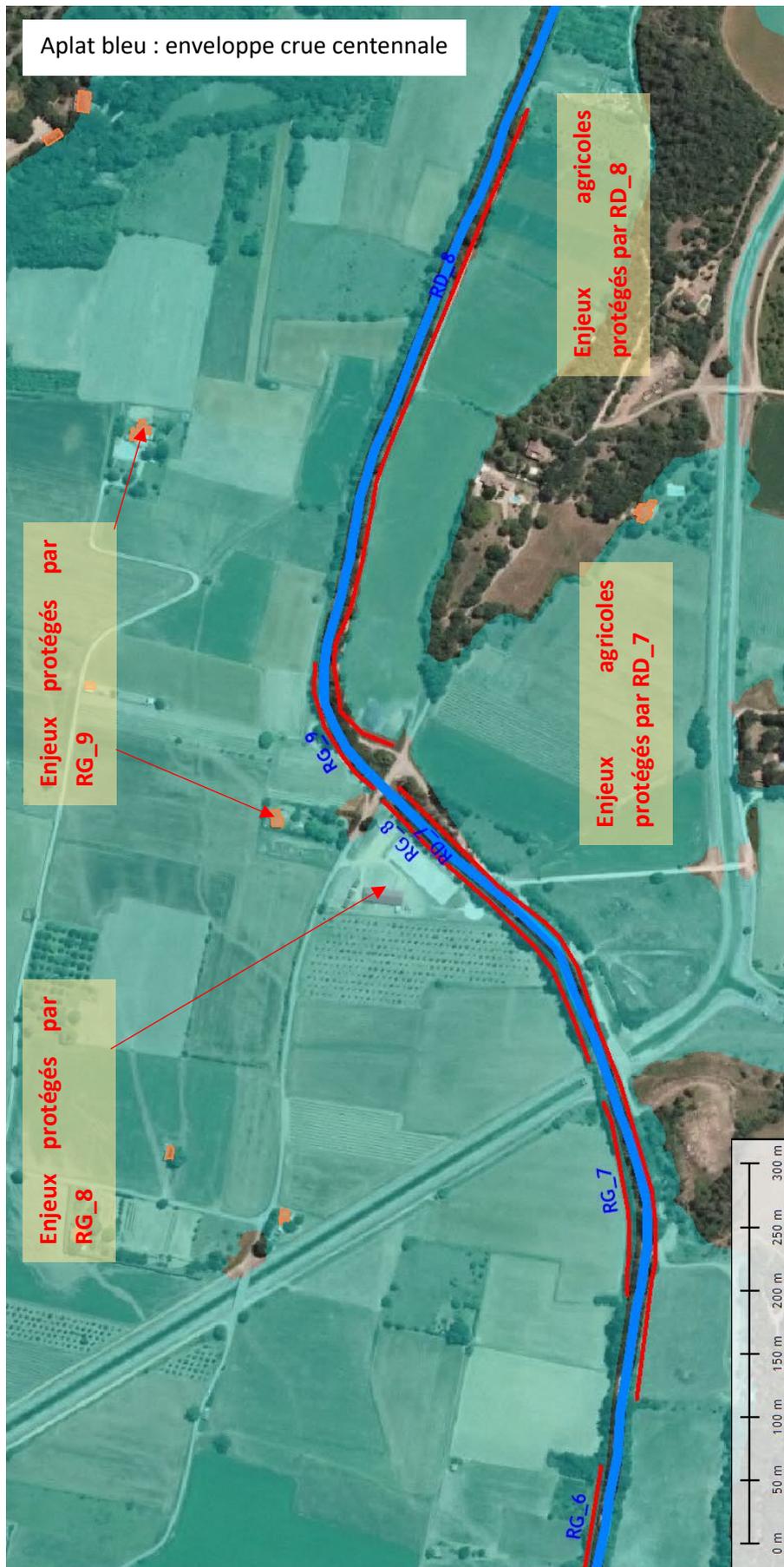


Figure 101 : Rôle des digues dans la protection contre les inondations 3

## VIII.2.4 Bilan du fonctionnement hydraulique

Ensuite, l'analyse hydraulique conduit aux observations suivantes :

- Sur le Raby :
  - Le tronçon en amont de la RD2 peut occasionner des débordements pour des crues supérieures à la crue décennale. Toutefois, les marges de manœuvre d'aménagement sont inexistantes compte tenu que le lit est pincé entre les murs des bâtiments d'habitations.
  - Sur le tronçon en aval de la RD2, les débordements peuvent être très fréquents (annuels). Même si l'espace est tout de même limité, il existe peut-être des solutions pour ramener au moins la fréquence de débordement à 10 ans.
  
- Sur le Ruisseau des Launes :
  - Les débordements sont très fréquents du fait d'une capacité hydraulique extrêmement faible.
  - Les possibilités d'aménagement sont rendues compliquées par la position du lotissement des Launes dans le point bas topographique ainsi que la section du lit contraint par l'urbanisation.
  
- Sur le Latay dans la plaine de Chibron :
  - Les débordements dans la carrière de Chibron provoquent un amortissement dynamique très important ;
  - Le pont de la RD2 induit une surélévation importante des niveaux d'eau ;
  
- Sur le Latay dans la plaine de Signes :
  - Les digues sont rapidement submergées dès la crue quinquennale ;
  - Les ponts présents sur le cours du Latay constituent des obstacles hydrauliques aux crues et provoquent des surélévations des niveaux d'eau en amont. Il s'agit d'une véritable piste d'aménagement pour la réduction de la fréquence de l'inondabilité sur les zones les plus vulnérables comme le lotissement les Ferrages ;
  - Le Latay est perché par rapport au lit majeur entre le pont de Limatte et l'aval du canal de Provence, en conséquence, sur ce tronçon, les digues sont strictement nécessaires.

## IX TRANSPORT SOLIDE

### IX.1 Capacité de charriage

La capacité de charriage a été examinée sur le Latay depuis Chibron jusqu'au moulin du Gapeau et sur le Raby en aval de la couverture sous le Bourg (RD2).

Pour cette analyse, nous avons retenu la formule de Lefort-Sogreah 1991 dont le domaine d'application est le suivant et qui correspond bien aux cours d'eau d'étude :

- Pente du lit comprise entre 0.2 et 20 % ;
- Lits naturels avec bancs de graviers ou peu rétrécis ;
- Diamètre des sédiments supérieur à 1 mm.

Une 1ère formule exprime le débit liquide de début d'entraînement  $Q_0$  ( $m^3/s$ ) en fonction :

- de la pente ;
- du débit liquide ;
- du diamètre caractéristique du substrat et de sa densité.

$$Q_0 = 0.0776 (s-1)^{8/3} g^{1/2} d_m^{5/2} I^{-13/6} (1-1.2I)^{8/3}$$

Avec :

- $s$  = densité des matériaux ;
- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  ;
- $d_m$  = diamètre moyen des matériaux (m) ;
- $I$  = Pente du lit (m/m).

En prenant une densité des matériaux égale à 2.65, le débit solide s'exprime avec la formule suivante :

$$Q_s = 4.45 Q (d_{90}/d_{30})^{0.2} I^{1.5}/(s-1) * (1 - (Q_0/Q)^{0.375})$$

Avec :

- $d_{90}$  : diamètre pour lequel 90 % des grains sont plus petits ;
- $d_{30}$  : diamètre pour lequel 30 % des grains sont plus petits.
- $Q$  = débit liquide en  $m^3/s$ .

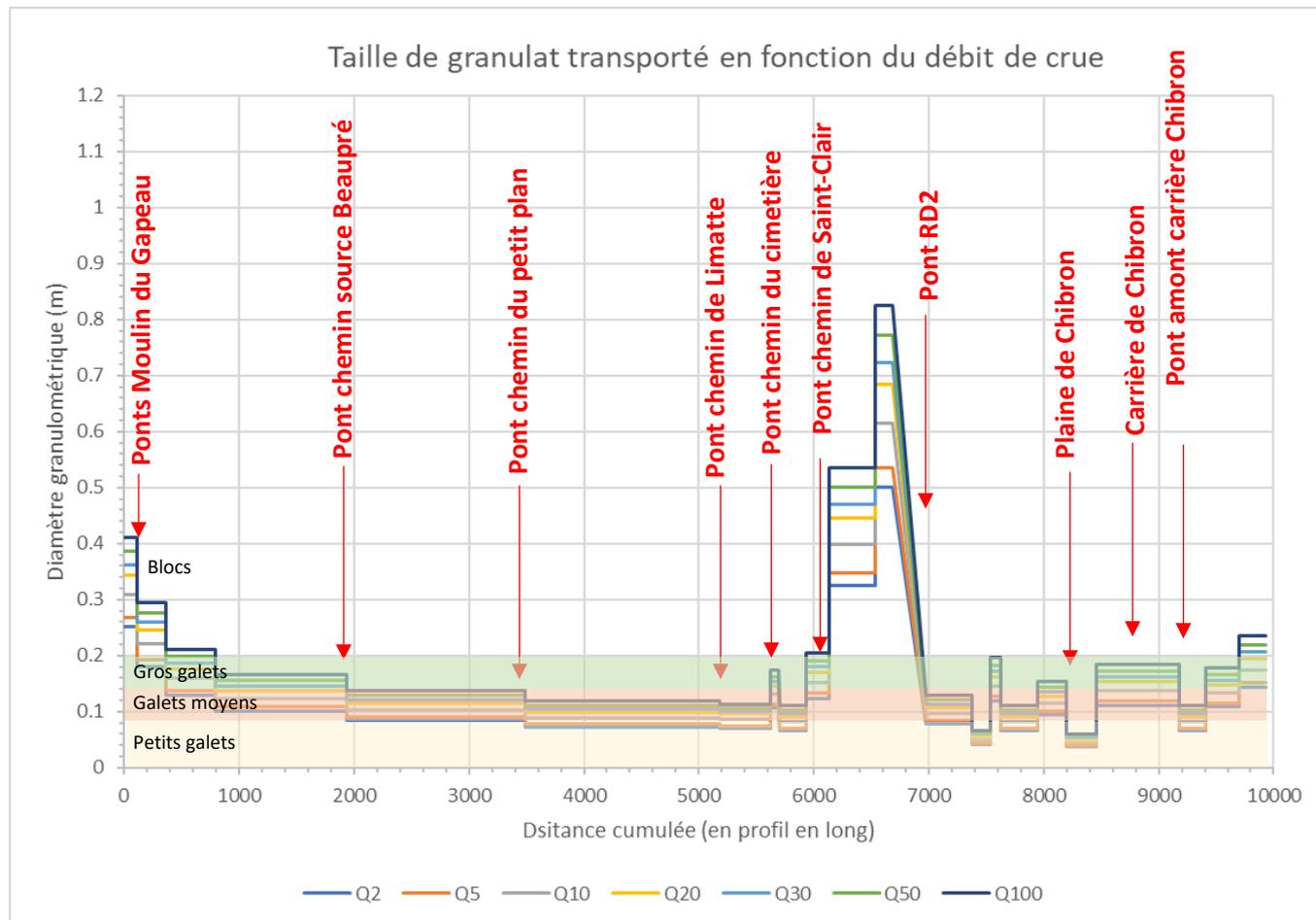
La figure suivante présente l'évolution tout au long du Latay de la capacité d'entraînement selon les crues. Dans l'analyse de cette figure, au-delà de la valeur intrinsèque du diamètre des granulats qui peuvent être transportés, il est important d'examiner l'évolution des valeurs.

Ainsi, en amont de la carrière de Chibron, le Latay présente une capacité de charriage importante qui diminue juste en amont du pont en amont de la carrière. Cela laisse supposer que des dépôts vont se faire en amont de ce pont. Et en effet, les observations terrains montrent bien actuellement un épandage de galet-gravier en amont de ce pont.

Au passage de la carrière, la capacité de charriage reste forte. Les sols en place sont donc facilement transportés vers l'aval. Et on constate qu'à l'aval de la carrière, la capacité de charriage chute brutalement d'où des dépôts massifs dans la plaine de Chibron (Cf. III.3.1.4).

Bien entendu en aval du pont de la RD2, dans les gorges, la capacité de charriage est très importante (Cf. III.3.2.3). Elle est encore importante au passage du pont du chemin de Saint-Clair puis la capacité chute brutalement. Les observations de terrains montrent bien en amont du pont un lit pavé de gros blocs et en aval des épandages de graviers-galets.

Dans la traversée de la plaine de Signes (Cf. III.3.3.4), la capacité de charriage est plutôt stable. En sortie de plaine, à la faveur du changement de morphologie de la vallée, la capacité de charriage augmente de nouveau.



*Evolution de la capacité de charriage du Latay*

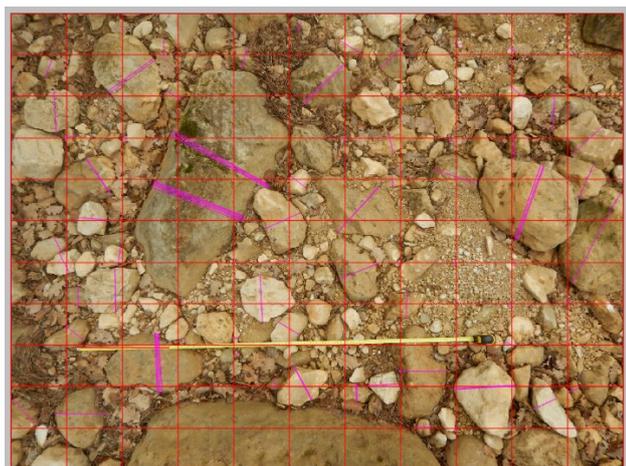
Les calculs estimatifs du volume de transport solide selon les crues sont présentés au chapitre IX-3 après la description des relevés granulométriques au chapitre IX-2.

## IX.2 Granulométrie

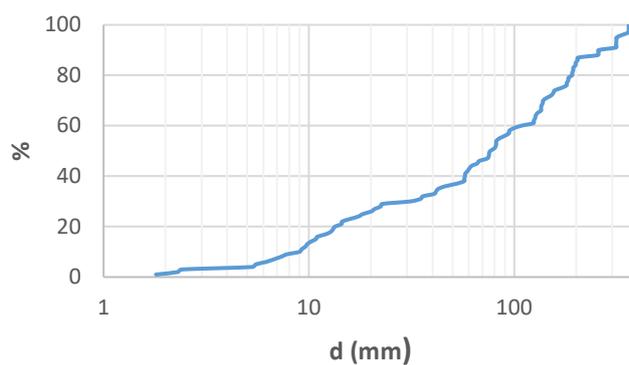
Nous avons relevé 5 granulométries sur le terrain :



Granulométrie G1 (2881) :



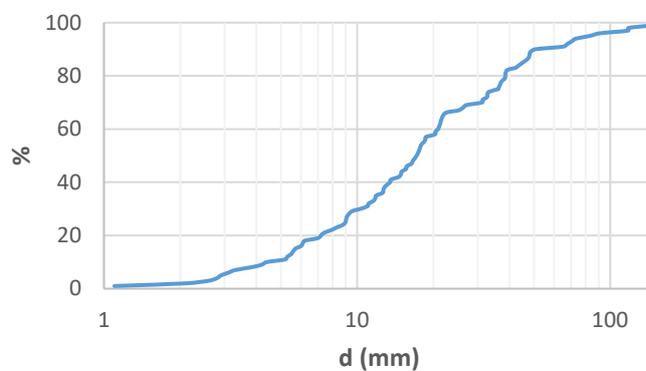
Courbe granulométrique 2881



Granulométrie G2 (2893) :



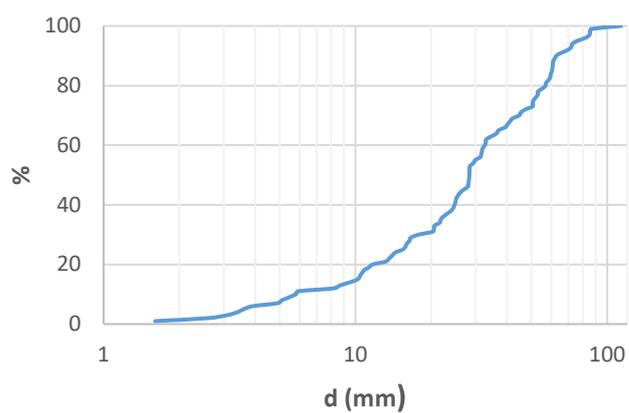
Courbe granulométrique 2893



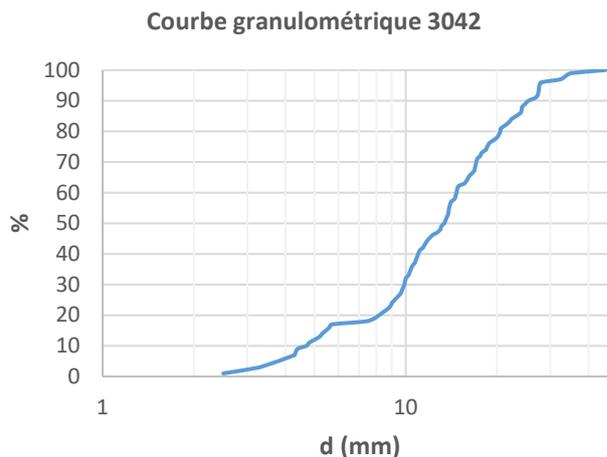
Granulométrie G3 (3033) :



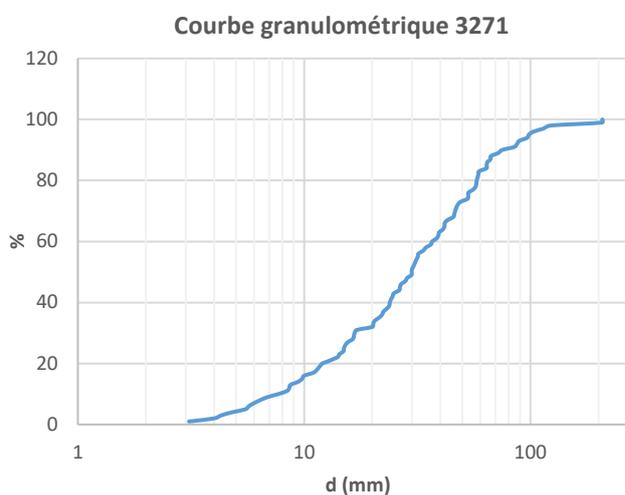
Courbe granulométrique 3033



Granulométrie G4 (3042) :



Granulométrie G5 (3271) :



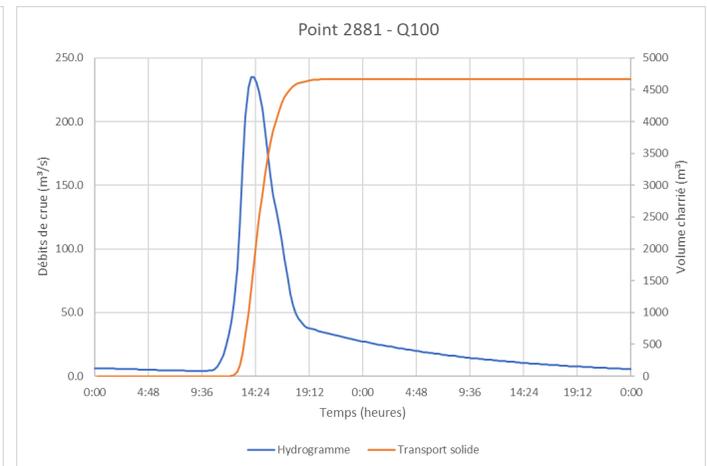
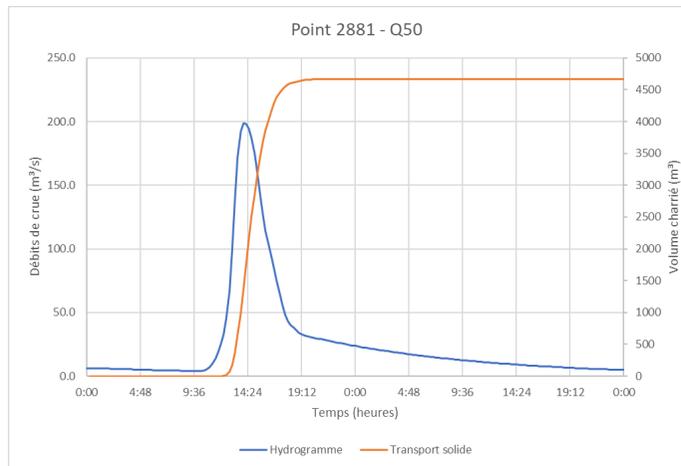
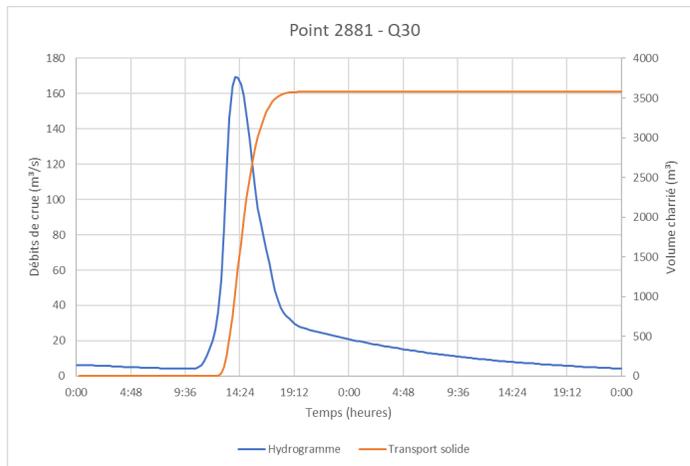
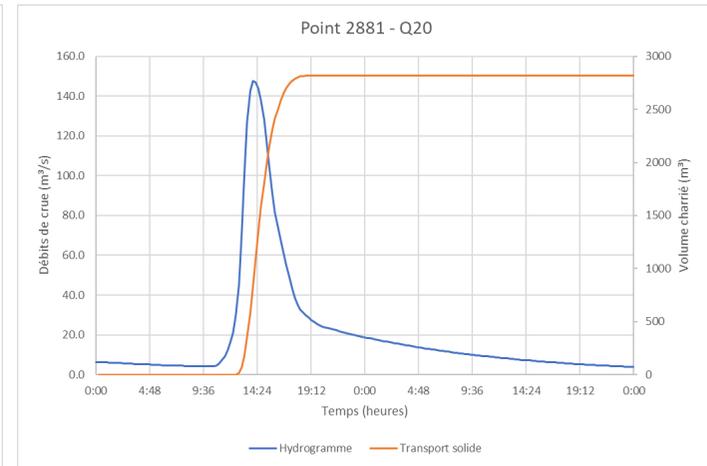
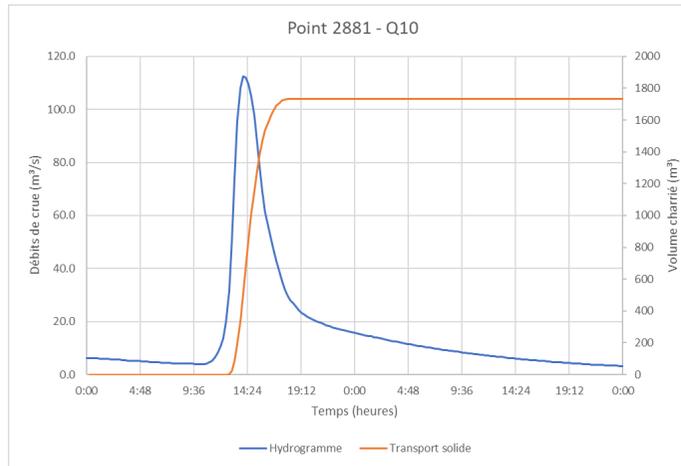
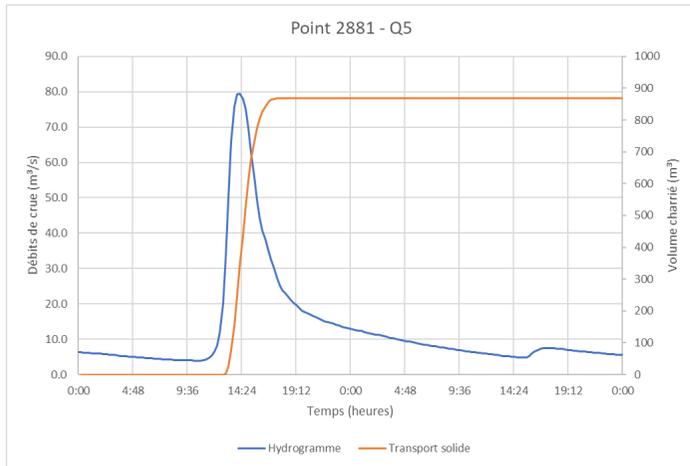
Granulo	G1 (2881)	G2 (2893)	G3 (3033)	G4 (3042)	G5 (3271)
Max d (mm)	360,9	144,4	113,3	45,5	207,9
Min d (mm)	1,8	1,1	1,6	2,5	3,1
D50 (mm)	7,64	17,2	28,3	13,4	29,9

### IX.3 Estimation du transport solide

Les calculs estimatifs des volumes de transport solide ont été établis à partir des formules indiquées au chapitre IX-1.

Les figures suivantes présentent les volumes charriés en réponse aux différents hydrogrammes de crue.

Il est important de remarquer que le fond du lit du Latay ne présente pas d'armure de surface. Le transport solide y est fréquent et le substrat est rapidement remanié et transporté lors des crues.



**Figure 102 : Estimation du volume de charriage – Point 2881**

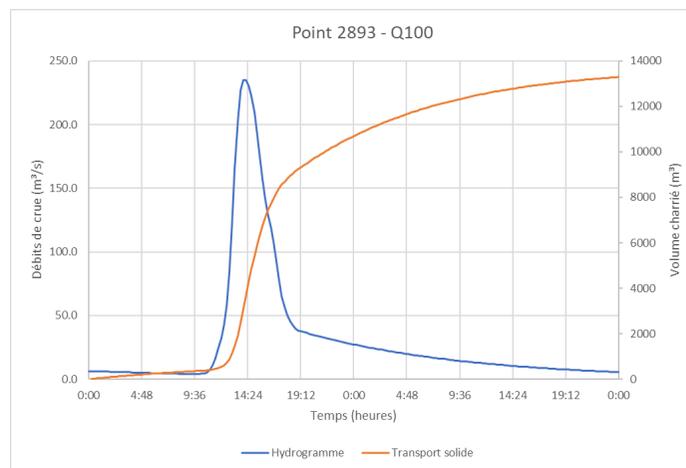
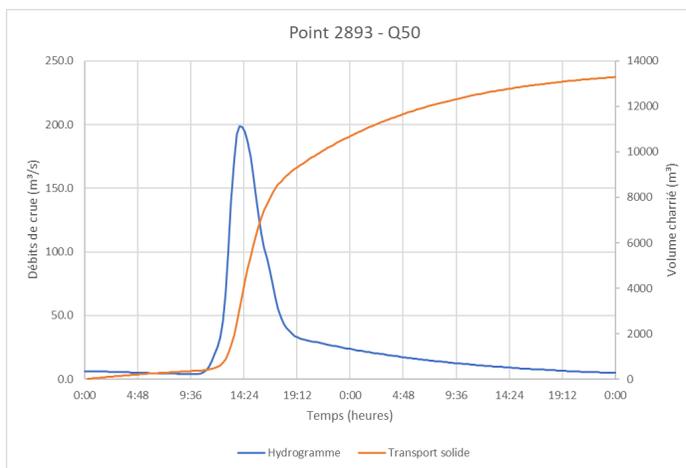
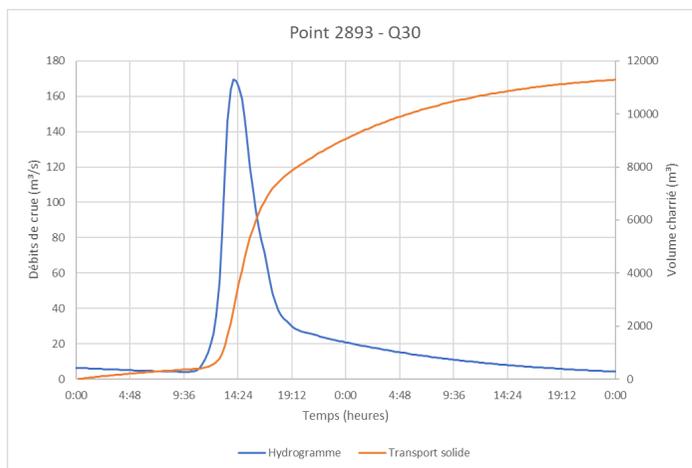
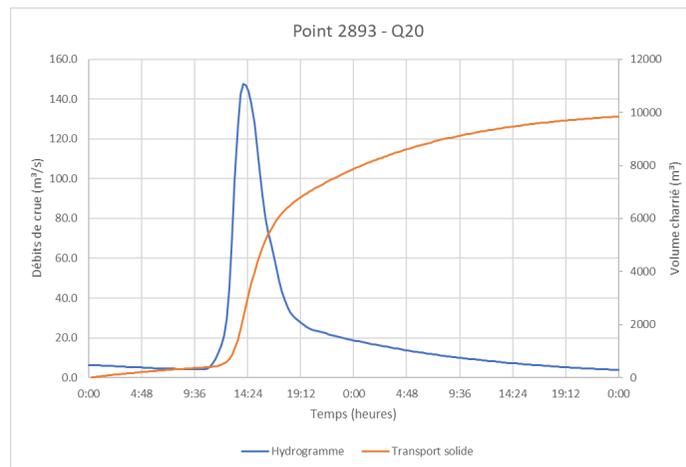
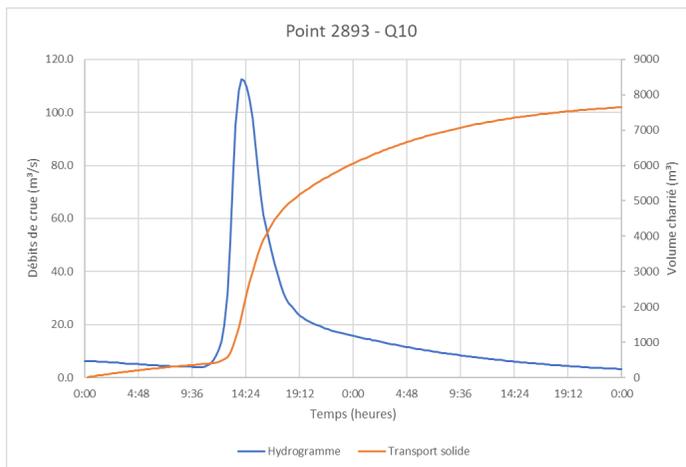
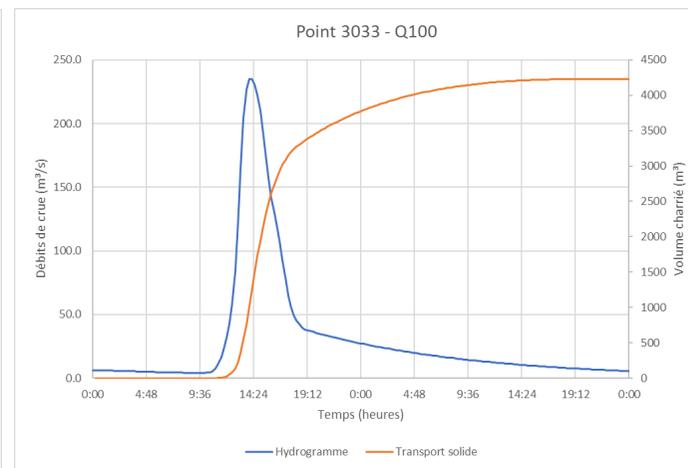
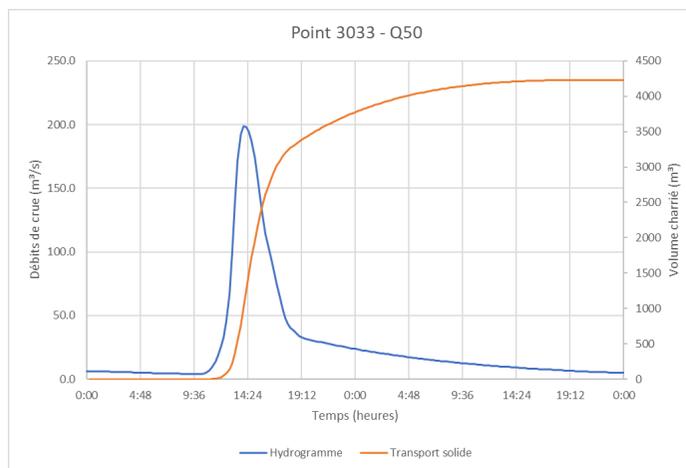
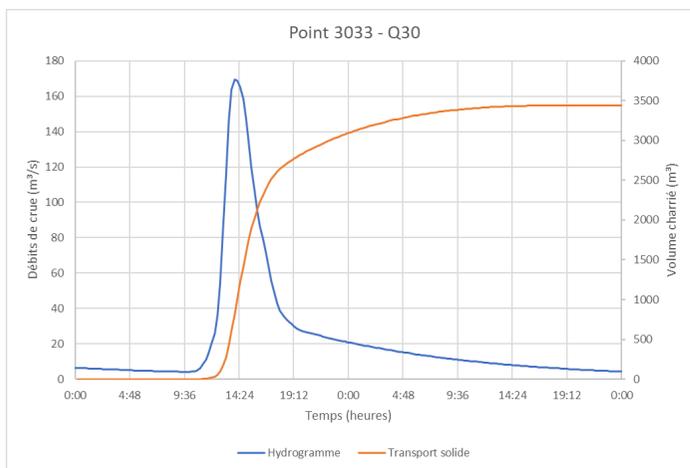
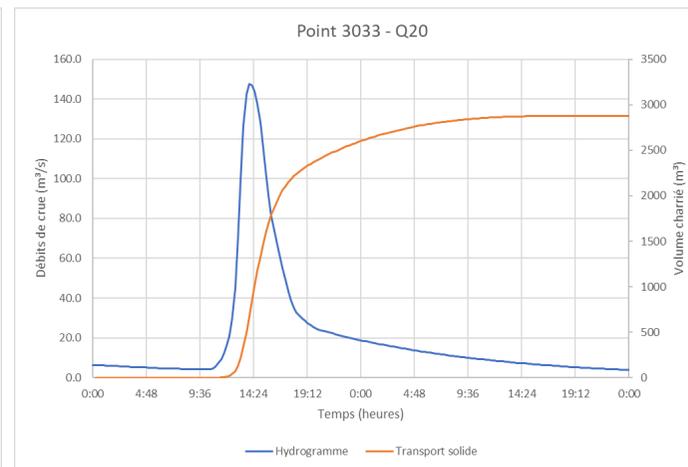
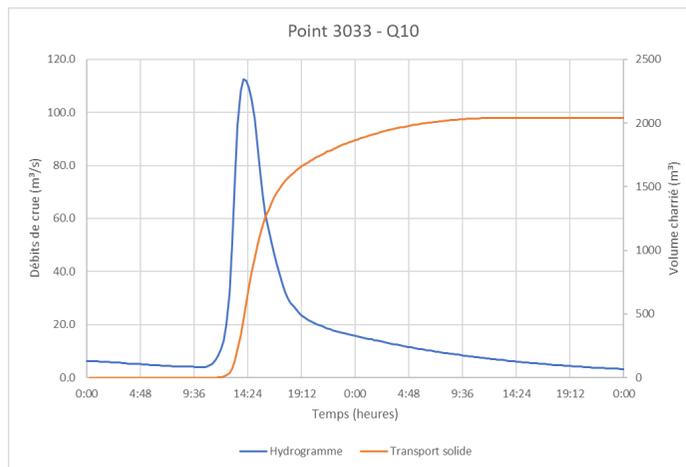
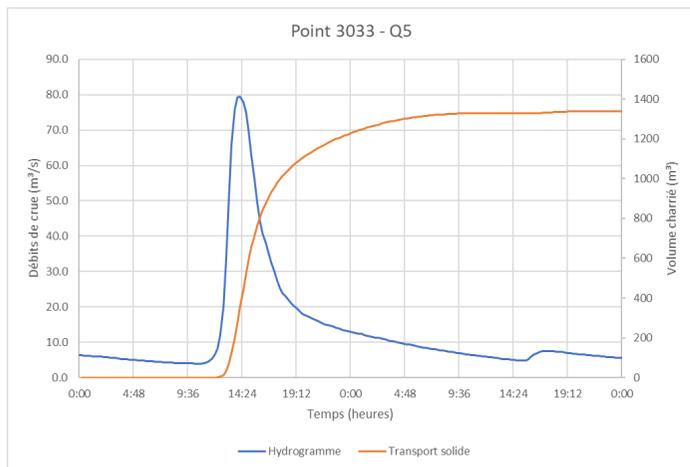
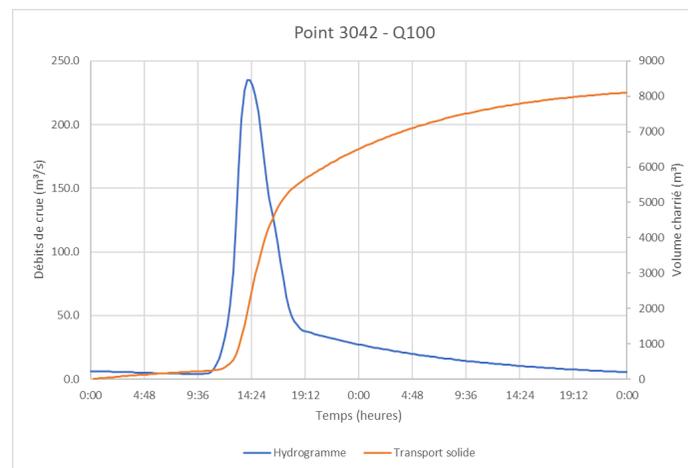
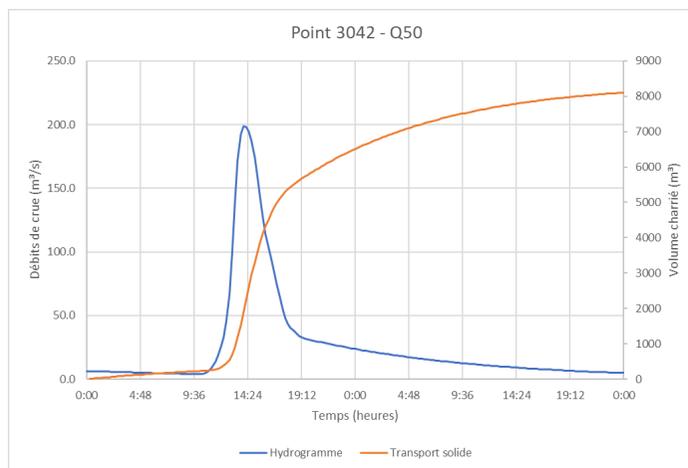
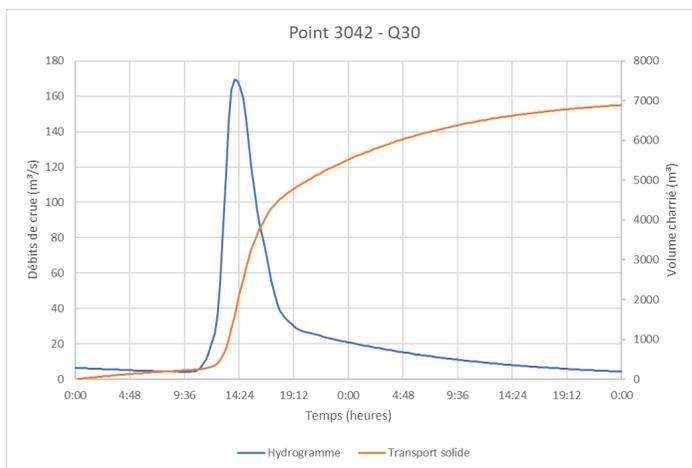
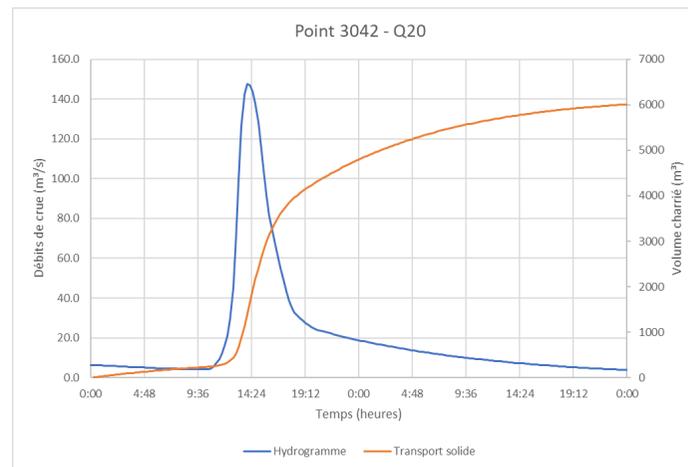
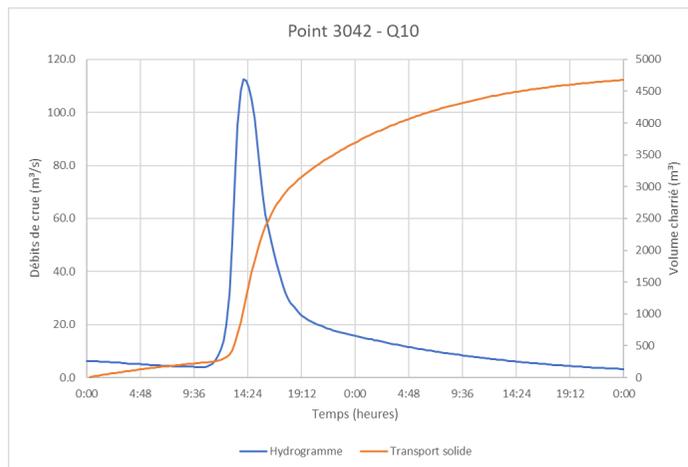
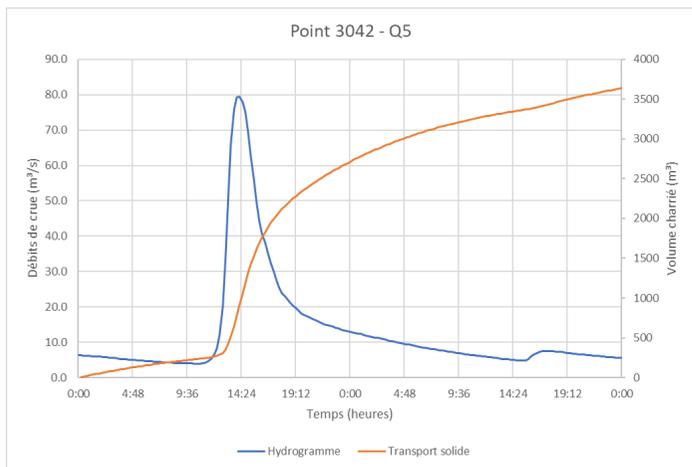


Figure 103 : Estimation du volume de charriage – Point 2881



**Figure 104 : Estimation du volume de charriage – Point 3033**



**Figure 105 : Estimation du volume de charriage – Point 3042**

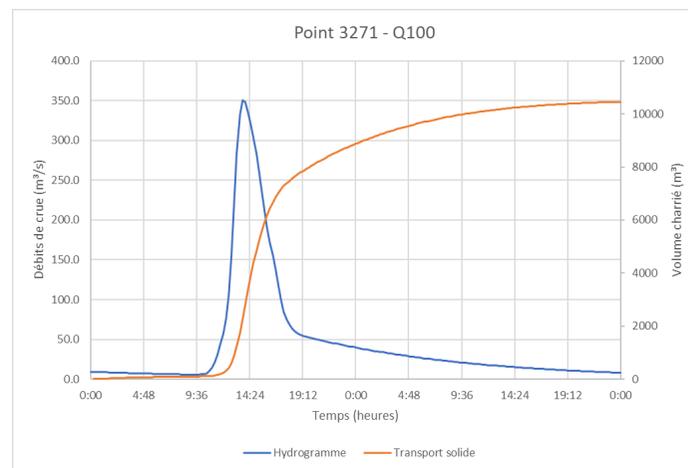
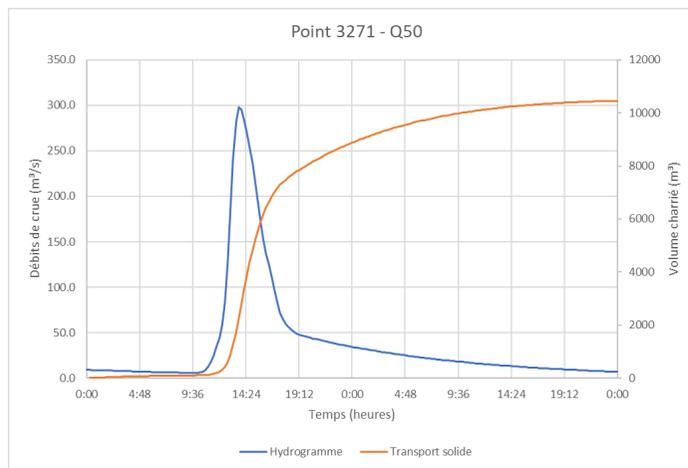
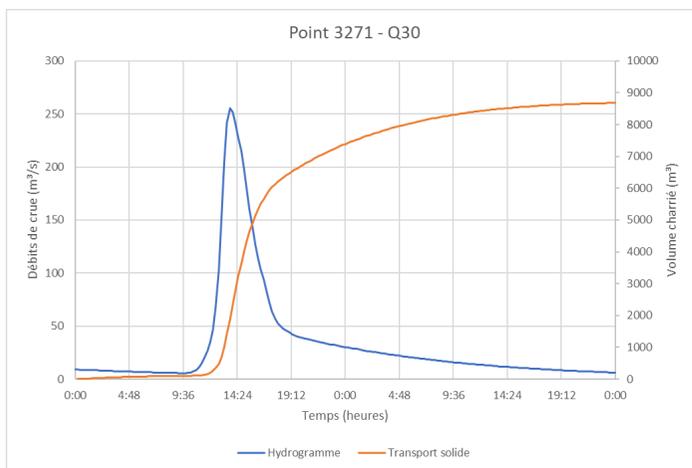
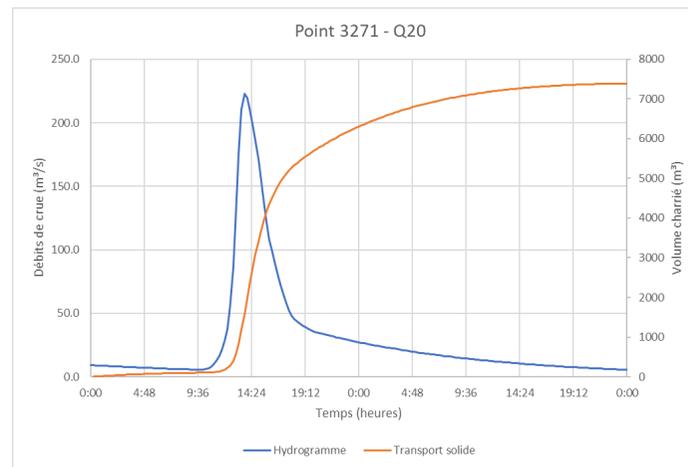
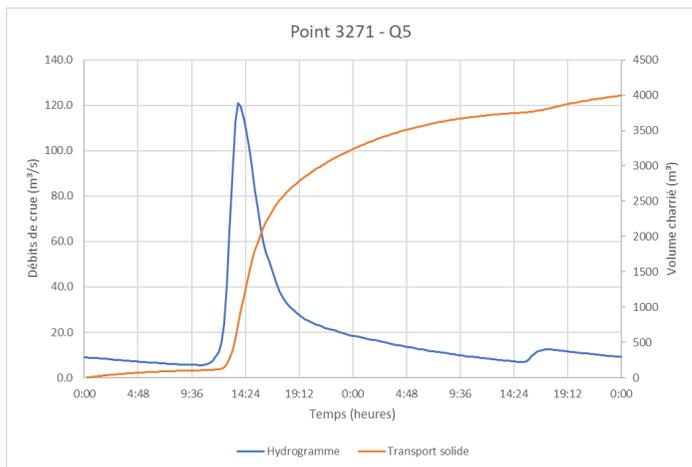


Figure 106 : Estimation du volume de charriage – Point 3271

Le tableau suivant rend compte de l'estimation des volumes charriés.

Points	Q <sub>0</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>10</sub>	V <sub>20</sub>	V <sub>30</sub>	V <sub>50</sub>	V <sub>100</sub>
G1 - 2881	29	868	1734	2820	3576	4668	6248
G2 - 2893	1	5938	7647	9844	11293	13288	15948
G3 - 3033	6	1340	2042	2876	3440	4230	5305
G4 - 3042	1	3637	4676	6011	6892	8104	9719
G5 - 3271	5	3997	5460	7391	8677	10455	12843

*Q<sub>0</sub> : débit de début d'entraînement des matériaux (m<sup>3</sup>/s), V<sub>5</sub> volume charrié cumulé lors d'une crue quinquennale (m<sup>3</sup>), V<sub>10</sub> volume charrié cumulé lors d'une crue décennale (m<sup>3</sup>), V<sub>20</sub> volume charrié cumulé lors d'une crue vicennale (m<sup>3</sup>), V<sub>30</sub> volume charrié cumulé lors d'une crue trentennale (m<sup>3</sup>), V<sub>50</sub> volume charrié cumulé lors d'une crue cinquennale (m<sup>3</sup>), V<sub>100</sub> volume charrié cumulé lors d'une crue centennale (m<sup>3</sup>).*

Les volumes varient principalement selon les caractéristiques des courbes granulométriques relevées. Entre les points G1 à G4, on constate que selon le fond est plutôt sableux ou graveleux, les volumes charriés varient d'un facteur de 1 à 6. Cela laisse à penser que le transport solide du Latay sur la plaine de Chibron et en amont puisse fonctionner selon des bouffées sédimentaires. L'absence d'armure de surface facilite le début d'entraînement des matériaux d'autant qu'ils sont sableux.

Il est intéressant de comparer les valeurs des points G4 (plaine de Chibron) et G5 (plaine de Signes). Les valeurs obtenues sont similaires, ce qui tend à confirmer les observations de terrains à savoir une continuité homogène du charriage tout au long du Latay tout au long de la plaine de Signes.

Même si de manière ponctuelle, à la faveur de la diminution locale de la pente longitudinale et de l'obstacle créé par un pont, on peut observer des courtes zones d'atterrissements, celles-ci ne sont que temporaires car reprennent par la continuité du flux sédimentaire.

**En conclusion, sur le secteur amont (plaine de Chibron et amont), le contexte hydro-sédimentaire induit des mouvements importants de charriage sous forme de bouffées sédimentaires. Néanmoins, au gré des crues, ces volumes sont repris et transportés à l'aval.**

**En aval des gorges, le transport solide est plus continu, hormis ici ou là quelques effets locaux. Mais globalement, les matériaux transitent tout au long de la plaine de Signes. En d'autres termes, les approches calculatoires sédimentaires ne montrent pas de dysfonctionnement manifeste dans la plaine de Signes.**

**Dans une éventuelle réflexion de suppression de tout ou partie des digues, il faut absolument prendre en compte le fait que les digues maintiennent la continuité du transport solide. La suppression d'une ou des digues entraînera une baisse de la capacité de charriage et par conséquent un risque d'exhaussement du lit sur les tronçons concernés par un arasement de digue. Et de ce fait, la capacité hydraulique diminuera peu à peu en augmentant la vulnérabilité des enjeux présents en lit majeur.**

# X OUVRAGES

▲ Ouvrages

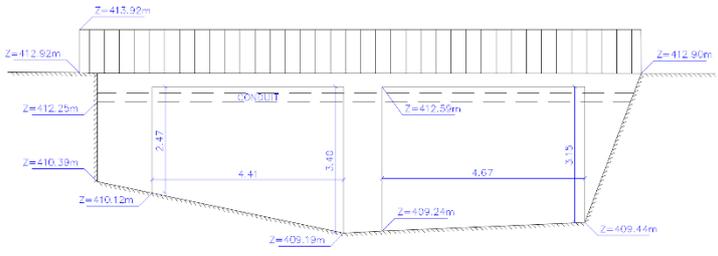


## X.1 Zone 1

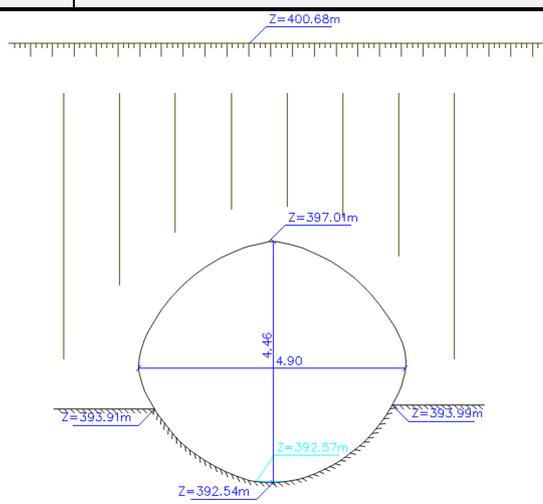
### ❖ Ouvrage 1

Cours d'eau :	Latay	Type :	Passage à gué		
Commune :	Signes				
	Hauteur = Ø		Largeur = <b>4 m</b>		
	Position :		<input checked="" type="checkbox"/> Perpendiculaire <input type="checkbox"/> Oblique		
	Matériaux :		Béton/Pierre		
	Etat :		<input type="checkbox"/> Bon	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais
	Usages :		Voirie		
Impact hydromorphologique : Cet ouvrage crée un replat très ponctuel dans le profil en long qui impact localement le transport sédimentaire. L'ouvrage ne présente pas de chute.					
Impact hydraulique : Non étudié car absent des données topographiques					

### ❖ Ouvrage 2

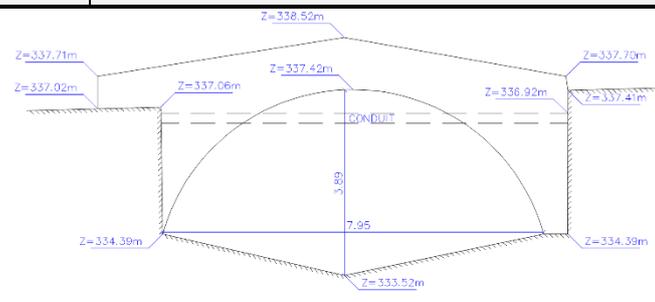
Cours d'eau :	Latay	Type :	Pont (accès au centre de vacances)		
Commune :	Signes				
					
	Etat :		<input type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Mauvais
	Position :		<input type="checkbox"/> Perpendiculaire <input checked="" type="checkbox"/> Oblique		
	Usages :		Voirie		
Impact hydromorphologique : Peu d'effets sur le transport solide.					
Impact hydraulique : Capacité hydraulique limitée à un débit légèrement inférieur à la crue décennale					

### ❖ Ouvrage 3

Cours d'eau :	Latay	Type :	Buse + Pont arche (RD 2)		
Commune :	Signes				
					
		Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais
		Usages :	Voirie		
Impact hydromorphologique : Replat local dans le profil en long, fixation de la pente amont					
Impact hydraulique : Capacité hydraulique limitée à 50 m <sup>3</sup> /s. Surélévation des niveaux d'eau en amont					

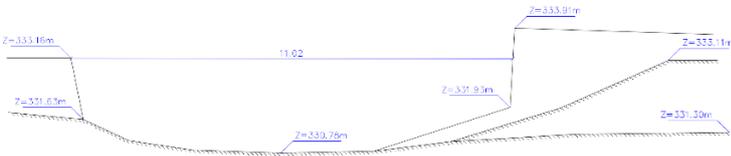
## X.2 Zone 2

### ❖ Ouvrage 4

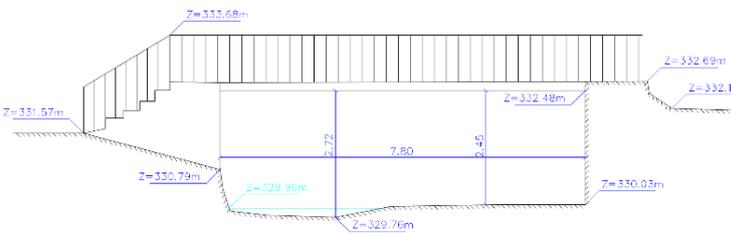
Cours d'eau :	Latay	Type :	Pont (Chemin de Saint-Clair)		
Commune :	Signes				
					
		Etat :	<input type="checkbox"/> Bon	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais
		Usages :	Voirie		
Impact hydromorphologique : Peu d'effets sur le transport solide.					
Impact hydraulique : Capacité hydraulique limitée à un débit légèrement supérieur à la crue décennale					

### X.3 Zone 3

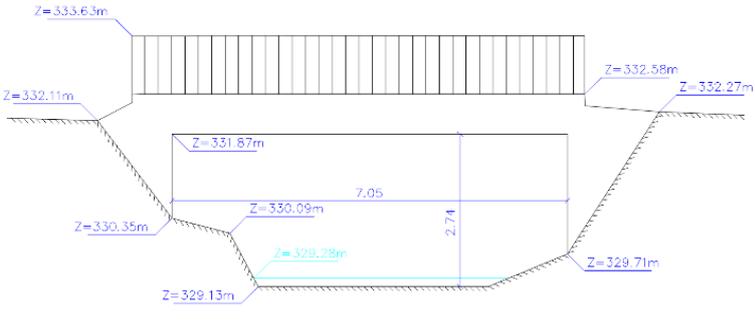
#### ❖ Ouvrage 5

Cours d'eau :	Latay	Type :	Passage à gué		
Commune :	Signes				
					
		Stabilité :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais
		Usages :	Voirie		
Impact hydromorphologique : Léger replat, impact très faible sur le transport solide					
Impact hydraulique : pas d'impact					

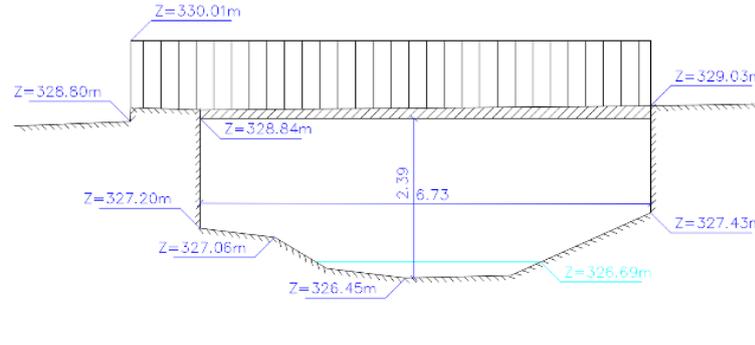
#### ❖ Ouvrage 6

Cours d'eau :	Latay	Type :	Passerelle (confluence Raby)		
Commune :	Signes				
					
		Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais
		Usages :	Passerelle piétonne		
Impact hydromorphologique : Peu voire pas d'effets sur le transport solide. A noter une érosion liée à l'empiétement du chemin sur le lit mineur en pied de la pile rive droite.					
Impact hydraulique : Capacité hydraulique limitée à 60 m <sup>3</sup> /s. Surélévation des niveaux d'eau en amont					

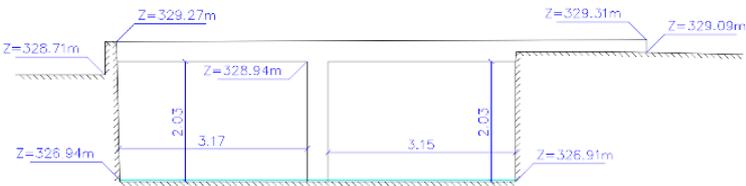
### ❖ Ouvrage 7

Cours d'eau :	Latay	Type :	Pont (Les Beaussières)		
Commune :	Signes				
					
		Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais
		Usages :	Voirie		
Impact hydromorphologique : Peu d'effets sur le transport solide. Léger resserrement du lit (risbermes béton) : incision localisée et affouillement des piles à surveiller.					
Impact hydraulique : Capacité hydraulique limitée à 60 m <sup>3</sup> /s. Surélévation des niveaux d'eau en amont					

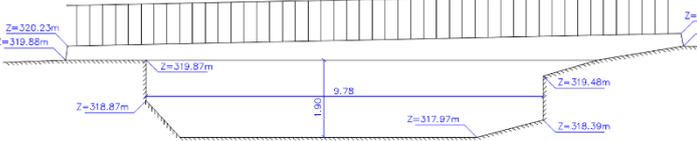
### ❖ Ouvrage 8

Cours d'eau :	Latay	Type :	Passerelle (aval Ferrages)		
Commune :	Signes				
					
		Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais
		Usages :	Passerelle piétonne		
Impact hydromorphologique : Pas d'effets sur le transport solide.					
Impact hydraulique : Capacité hydraulique limitée à 30 m <sup>3</sup> /s. Surélévation des niveaux d'eau en amont					

### ❖ Ouvrage 9

Cours d'eau :	Latay	Type :	Pont (Chemin de la Limatte)		
Commune :	Signes				
					
Etat :		<input type="checkbox"/> Bon	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais	
Usages :		Voirie			
Impact hydromorphologique : Léger effet de la base béton de l'ouvrage et de la pile sur le transport solide. Pas ou peu de dépôt sous l'ouvrage. Point dur du profil en long avec un effet seuil (env. 20cm) à l'aval de l'ouvrage. Léger affouillement aval rive gauche.					
Impact hydraulique : Capacité hydraulique limitée à 35 m <sup>3</sup> /s. Surélévation des niveaux d'eau en amont					

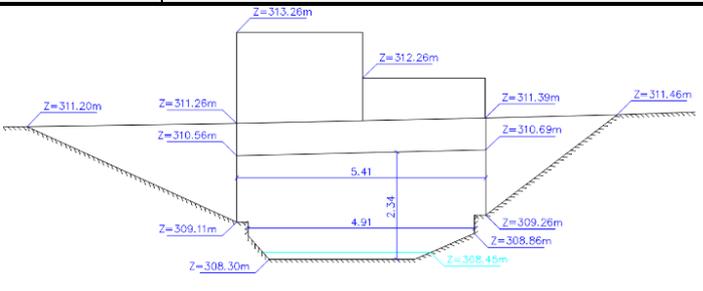
### ❖ Ouvrage 10

Cours d'eau :	Latay	Type :	Pont (Chemin du Petit plan)		
Commune :	Signes				
					
Etat :		<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais	
Usages :		Voirie			
Impact hydromorphologique : Peu d'effets sur le transport solide.					
Impact hydraulique : Capacité hydraulique limitée à 40 m <sup>3</sup> /s. Surélévation des niveaux d'eau en amont					

### ❖ Ouvrage 11

Cours d'eau :	Latay	Type :	Seuil		
Commune :	Signes				
	Etat :	<input type="checkbox"/> Bon	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais	
	Hauteur= 30 cm	Largeur = 6 m			
	Position :	<input checked="" type="checkbox"/> Perpendiculaire <input type="checkbox"/> Oblique			
	Usages :	Dalle béton liée à une prise d'eau rive droite			
Impact hydromorphologique : Point dur du profil en long. Rupture de la continuité de la pente locale du fond du lit mineur.					
Impact hydraulique : RAS, non étudié					

#### ❖ Ouvrage 12

Cours d'eau :	Latay	Type :	Pont (chemin forestier, non accessible)		
Commune :	Signes				
					
	Etat :	<input type="checkbox"/> Bon	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais	
	Usages :	Voirie - Chemin			
Impact hydromorphologique : Peu d'effets sur le transport solide. <i>Remarque : non visité en 2021</i>					
Impact hydraulique : Capacité hydraulique limitée à 50 m <sup>3</sup> /s. Surélévation des niveaux d'eau en amont.					

### X.4 Zone 4

#### ❖ Ouvrage 13

Cours d'eau :	Les Launes	Type :	Pont (RD2)		
Commune :	Signes				
	Hauteur = 1.2m		Largeur = 5 m		
	Etat :		<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais
	Usages :		Voirie - RD2		
Impact hydromorphologique : Peu voire pas d'effets, notamment en regard du transport solide à l'amont de cet ouvrage. Aval embroussaillé, non visible					
Impact hydraulique : Capacité hydraulique limitée à 2.2 m <sup>3</sup> /s. Surélévation des niveaux d'eau en amont.					

#### ❖ Ouvrage 14

Cours d'eau :	Les Launes	Type :	Pont		
Commune :	Signes				
	Hauteur = 1.5m		Largeur = 3 m		
	Etat :		<input type="checkbox"/> Bon	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais
	Usages :		Chemin privé		
Impact hydromorphologique : Peu d'effets sur le transport solide.					
Impact hydraulique : Non étudié					

## X.5 Zone 5

#### ❖ Ouvrage 15

Cours d'eau :	Le Gapeau	Type :	Pont (pisciculture)		
---------------	-----------	--------	---------------------	--	--

Commune :	Signes		
	Hauteur = 3m	Largeur = 4m	
	Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Mauvais
	Usages :	Chemin privé	
Impact hydromorphologique : Impact négligeable en comparaison du reste des installations au droit de la pisciculture			
Impact hydraulique : Non étudié			

❖ **Ouvrage 16**

Cours d'eau :	Le Gapeau	Type :	Passerelle aval pisciculture	
Commune :	Signes			
	Hauteur = 1.2m	Largeur = 3m		
	Etat :	<input type="checkbox"/> Bon	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais
	Usages :	Passerelle piétonne		
Remarque : passerelle similaire à l'amont non visualisée				
Impact hydromorphologique : Peu d'effets sur le transport solide. Léger rétrécissement de la largeur du lit mineur au droit des fondations de l'ouvrage.				
Impact hydraulique : Non étudié				

❖ **Ouvrage 17**

Cours d'eau :	Le Gapeau	Type :	Moulin – Seuil (Lou Pracabat)	
Commune :	Signes			
		Hauteur = nr	Largeur = 4m	

	Franchissabilité :	<input type="checkbox"/> Oui	<input checked="" type="checkbox"/> Partielle	<input type="checkbox"/> Non
	Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais
	Usages :	Usage ? Prise d'eau ?		
Impact hydromorphologique : Le seuil sous le moulin crée une réhausse de la ligne d'eau et des faciès d'écoulement lentique en amont. Envasement du lit.				
Impact hydraulique : Non étudié				

❖ **Ouvrage 18**

Cours d'eau :	Le Gapeau	Type :	Ouvrage ruiné ancien chemin		
Commune :	Signes				
	Hauteur = 1.2m	Largeur = 2m			
	Etat :	<input type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input checked="" type="checkbox"/> Mauvais	
	Usages :	Sans usage			
Impact hydromorphologique : Peu d'effets sur le transport solide. La détérioration de l'ouvrage conduit néanmoins à un dépôt de blocs béton/briques en lit mineur qui affecte localement l'écoulement					
Impact hydraulique : Non étudié					

❖ **Ouvrage 19**

Cours d'eau :	Le Gapeau	Type :	Pont – Seuil (accès parking usine)		
Commune :	Signes				
	Hauteur = 1.5m		Largeur = 2m		
	Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais	
	Franchissabilité :	<input type="checkbox"/> Oui	<input checked="" type="checkbox"/> Partielle	<input type="checkbox"/> Non	
	Usages :	Voirie - Usine Beaupré			
Impact hydromorphologique : Le seuil présent à la sortie de cet ouvrage réhausse la ligne d'eau et conduit à un envasement en amont.					
Impact hydraulique : Non étudié					

❖ **Ouvrage 20**

Cours d'eau :	Le Gapeau	Type :	Passerelle		
Commune :	Signes				
	Hauteur = 2m		Largeur = 3m		
	Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais	
	Usages :	Passerelle piétonne			
	Impact hydromorphologique : Pas d'effet sur le transport solide. Associée à des murs de soutènement des berges du Gapeau.				
Impact hydraulique : Non étudié					

## X.6 Zone 6

### ❖ Ouvrage 21

Cours d'eau :	Le Raby	Type :	Pont (accès habitations)		
Commune :	Signes				
	Hauteur = 30cm	Largeur = 4m			
	Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais	
	Usages :	Voirie			
Impact hydromorphologique : Peu d'effet sur le transport solide au vu de la particularité du Raby (lit mineur « pétrifié »). L'ouvrage contraint néanmoins l'écoulement en hauteur et en largeur.					
Impact hydraulique : Non étudié					

### ❖ Ouvrage 22

Cours d'eau :	Le Raby	Type :	Pont (accès habitations)		
Commune :	Signes				
	Hauteur = 2m	Largeur = 6m			
	Etat :	<input type="checkbox"/> Bon	<input checked="" type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais	
	Usages :	Chemin privé			
Impact hydromorphologique : Pas d'effet.					
Impact hydraulique : Non étudié					

❖ **Ouvrage 23**

Cours d'eau :	Le Raby	Type :	Pont (chemin du Raby)		
Commune :	Signes				
	Hauteur = 4m	Largeur = 6m			
	Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais	
	Usages :	Voirie – Chemin du Raby			
Impact hydromorphologique : Pas d'effet.					
Impact hydraulique : Non étudié					

❖ **Ouvrage 24**

Cours d'eau :	Le Raby	Type :	Pont		
Commune :	Signes				
	Hauteur = 1.5m	Largeur = 4m			
	Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais	
	Usages :	Voirie (accès parking)			
Impact hydromorphologique : Peu d'effets.					
Impact hydraulique : Non étudié					

❖ **Ouvrage 25**

Cours d'eau :	Le Raby	Type :	Pont		
Commune :	Signes				
	Hauteur = 2m	Largeur = 10m			
	Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais	
	Usages :	Chemin privé			
Impact hydromorphologique : Peu d'effets.					
Impact hydraulique : Non étudié					

❖ **Ouvrage 26**

Cours d'eau :	Le Raby	Type :	Pont (passerelle)		
Commune :	Signes				
	Hauteur = 2m	Largeur = 5m			
	Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais	
	Usages :	Voirie et bâtiment			
Impact hydromorphologique : Traversée artificielle de Signes					
Impact hydraulique : Début de mise en charge pour un débit de 26 m <sup>3</sup> /s (Q10). Surélévation des niveaux d'eau en amont					

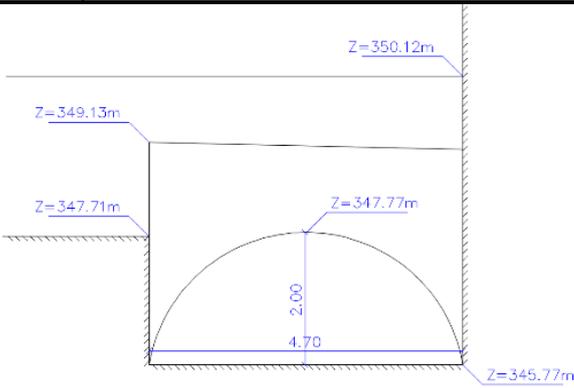
❖ **Ouvrage 27**

Cours d'eau :	Le Raby	Type :	Pont		
Commune :	Signes				
	Hauteur = 4m	Largeur = 5m			
	Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais	
	Usages :	Pont piéton			
Impact hydromorphologique : Traversée artificielle de Signes					
Impact hydraulique : Mise en charge de l'ouvrage pour un débit de 47 m <sup>3</sup> /s (Q50). Surélévation de la ligne d'eau en amont uniquement pour les débits supérieurs à 40 m <sup>3</sup> /s					

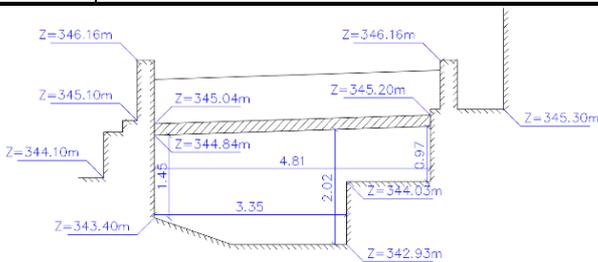
❖ **Ouvrage 28**

Cours d'eau :	Le Raby	Type :	Pont		
Commune :	Signes				
	Hauteur = 3m	Largeur = 5m			
	Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais	
	Usages :	Pont piéton			
Impact hydromorphologique : Traversée artificielle de Signes					
Impact hydraulique : Mise en charge de l'ouvrage pour un débit de 40 m <sup>3</sup> /s (Q30). Surélévation de la ligne d'eau en amont uniquement pour les débits supérieurs à 20 m <sup>3</sup> /s					

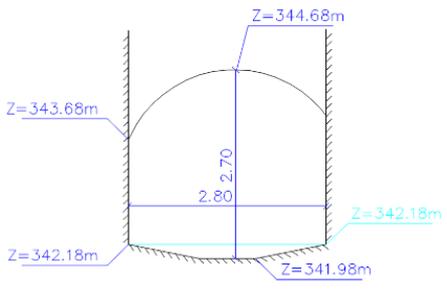
❖ **Ouvrage 29**

Cours d'eau :	Le Raby	Type :	Pont	
Commune :	Signes			
				
Etat :		<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais
Usages :		Voirie		
Impact hydromorphologique : Traversée artificielle de Signes				
Impact hydraulique : Capacité hydraulique limitée à la crue décennale. Surélévation des niveaux d'eau en amont				

❖ **Ouvrage 30**

Cours d'eau :	Le Raby	Type :	Passerelle	
Commune :	Signes			
				
Etat :		<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais
Usages :		Passerelle piétonne		
Impact hydromorphologique : Traversée artificielle de Signes				
Impact hydraulique : Mise en charge de l'ouvrage pour un débit de 20 m <sup>3</sup> /s (<Q10). Surélévation de la ligne d'eau en amont uniquement pour les débits supérieurs à 15 m <sup>3</sup> /s				

❖ **Ouvrage 31**

Cours d'eau :	Le Raby	Type :	Couverture		
Commune :	Signes				
					
		Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais
		Usages :	Couverture sous le village de Signes		
Impact hydromorphologique : Traversée artificielle de Signes					
Impact hydraulique : Capacité hydraulique limitée à la crue décennale. Surélévation des niveaux d'eau en amont					

❖ **Ouvrage 32**

Cours d'eau :	Le Raby	Type :	Pont		
Commune :	Signes				
		Hauteur = 2 m		Largeur = 5 m	
		Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais
		Usages :	Passerelle piétonne		
Impact hydromorphologique : Traversée artificielle de Signes					
Impact hydraulique : Mise en charge pour 26 m <sup>3</sup> /s (Q10). Surélévation des niveaux d'eau en amont					

❖ **Ouvrage 33**

Cours d'eau :	Le Raby	Type :	Buses - Dalot		
Commune :	Signes				
	Diamètre = 30cm	Nombre de buses bétons = 5			
	Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais	
	Usages :	Voirie			
Impact hydromorphologique : Traversée artificielle de Signes					
Impact hydraulique : Submersion pour un débit de 1 m <sup>3</sup> /s					

❖ **Ouvrage 34**

Cours d'eau :	Le Raby	Type :	Pont		
Commune :	Signes				
	Hauteur = 1.5m	Largeur = 5 m			
	Etat :	<input checked="" type="checkbox"/> Bon	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Mauvais	
	Usages :	Voirie nouvelle			
Impact hydromorphologique : L'ouvrage se situe à l'aval direct de l'artificialisation continue du lit dans le village. Les berges en enrochements peuvent même être considérées comme étant dans la continuité de cette zone artificialisée. Le fond du lit retrouve un écoulement sur une surface naturelle. Ouvrage correctement implanté, pas d'effet présagé sur le profil en long.					
Impact hydraulique : Mise en charge pour 26 m <sup>3</sup> /s (Q10). Surélévation des niveaux d'eau en amont					

## XI CAS PARTICULIER DE LA CARRIERE DE CHIBRON

### XI.1.1 Historique du site et cadre réglementaire

#### ***XI.1.1.1 2009 : Extension de la carrière et deuxième dévoiement du Latay***

Exploitée depuis 1960, le Latay a fait l'objet d'une première modification de son tracé mis en évidence par l'analyse diachronique (§ VII.4.1.1), en dehors d'un cadre réglementaire (antérieur à la loi sur l'eau et la loi sur les espèces protégées).

L'arrêté préfectoral du 15 juin 2009 autorisant l'exploitation d'une carrière et des installations de traitement des matériaux au lieudit « Chibron » sur le territoire de la commune de Signes, indique, en ce qui concerne le cours d'eau du Latay :

#### ***8.3 - Déplacement du Latay***

*Une étude géotechnique préalable aux travaux de déplacement du "Latay" sera réalisée afin notamment de déterminer la largeur minimum à respecter afin d'assurer le maintien et la stabilité de la berge sud du "Latay".*

*Dans le cadre de l'utilisation de la carrière comme éventuelle zone d'expansion des crues, un déversoir de crues sera aménagé à l'aval immédiat du pont d'accès au centre de vacances.*

*L'emplacement et le dimensionnement du déversoir seront justifiés.*

*Cette étude sera communiquée aux services intéressés par la police de l'eau avant le démarrage des travaux.*

*Les aménagements de protection au niveau des coudes du nouveau tracé et des berges seront réalisés conformément aux modalités définies dans le dossier de demande d'autorisation et aux préconisations contenues dans l'étude hydraulique jointe au même dossier.*

#### ***8.14 - Remblayage de la carrière***

*Le remblayage des carrières ne doit pas nuire à la qualité et au bon écoulement des eaux.*

#### ***XI.1.1.2 2019 : Renouvellement d'exploitation***

La demande déposée par SOMECA en décembre 2018 a pour objet le renouvellement pour 30 ans de l'autorisation d'exploiter la carrière, avec acceptation de matériaux inertes d'origine extérieure, dans les mêmes conditions que celles autorisées dans l'arrêté préfectoral actuel avec :

- Aucune extension de carrière sollicitée,
- Acceptation de matériaux inertes dits "3+" au niveau de l'actuel bassin de décantation,
- Promotion d'une remise en état plus ambitieuse, intégrant pleinement les enjeux écologiques et paysagers du secteur.

Cette demande présente en annexe les documents suivants :

- Une étude écologique,
- Une étude paysagère,
- Un dossier de présentation de modalités d'exploitation et de remise en état, y compris phasage d'exploitation.

Les points importants concernant le Latay dans le dossier de présentation sont donnés ci-dessous :

*Il n'existe pas de Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRI) pour Le Latay, mais l'atlas des zones inondables (12/2008) classait les terrains de la carrière en zone inondable par ce ruisseau, avant les travaux de déplacement de son cours plus au nord de l'extraction (suivant l'étude hydraulique présentée en 2005).*

*L'arrêté préfectoral de la carrière du 15/06/2009 précise au § 8.3 que la carrière aurait pu être utilisée comme « éventuelle zone d'expansion des crues, un déversoir de crues sera aménagé à l'aval immédiat du pont d'accès au centre de vacances. L'emplacement et le dimensionnement du déversoir seront justifiés ».*

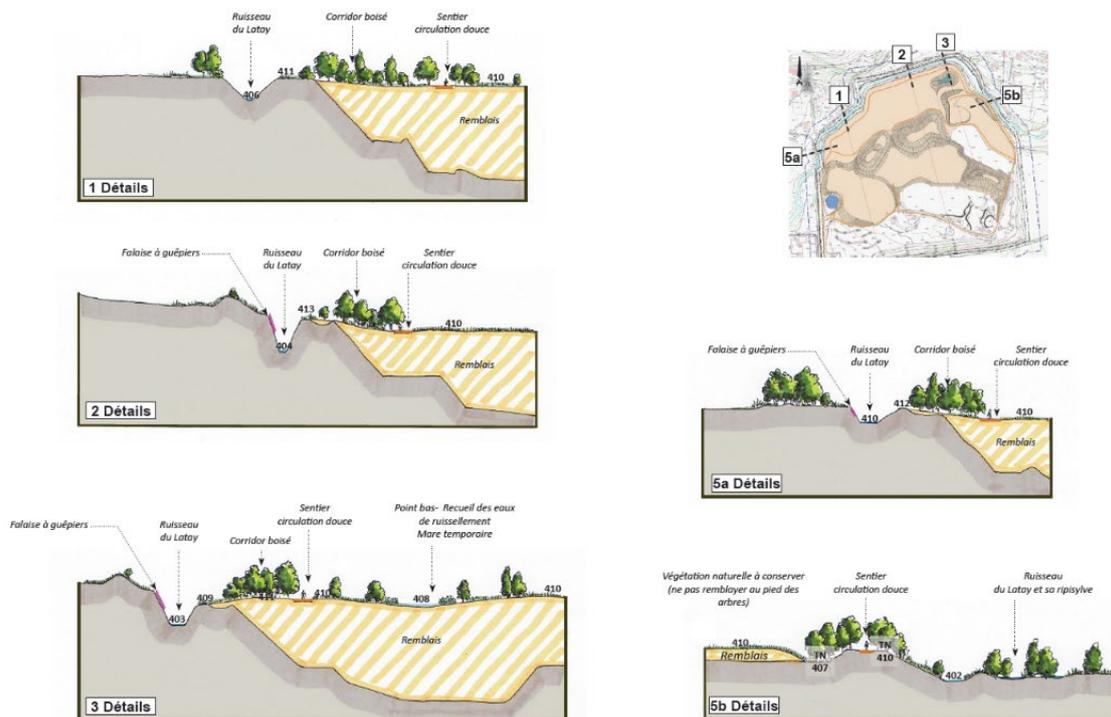
*Cet ouvrage n'a pas été réalisé, et la modification envisagée du plan d'état final (remblayage total) implique que ce point soit prochainement caduc.*

Le projet de remise en état du site prévoit un comblement de la carrière à terme. « *Le phasage d'exploitation et de remblayage est développé sur une période de 23 ans.* ».

### XI.1.2 Remise en état prévu du site

Dans le cadre de la demande d'autorisation de renouvellement d'exploitation de la carrière, une étude paysagère pour le réaménagement de la zone a été réalisée (Durand Paysage – Mai 2018). L'étude prend en compte les différents aspects économiques, écologiques et paysagers. Elle propose un comblement cohérent de la carrière avec une diversification des milieux restaurés.

En ce qui concerne le cours du Latay, l'étude envisage plusieurs variantes tout en conservant le lit dévié du cours d'eau en plan. Malgré l'existence d'une variante proposant un retalutage en pente douce de la rive droite du Latay, **il est finalement retenu dans l'étude une variante conservant la géométrie à l'identique de celle connue pendant l'exploitation de la carrière, et ce pour augmenter la future surface disponible pour l'agriculture en haut de berge.**



JP DURAND - PAYSAGE - Mai 2018

Figure 107 : Coupes de principe du Latay au droit de la carrière (Durand Paysage 2018)

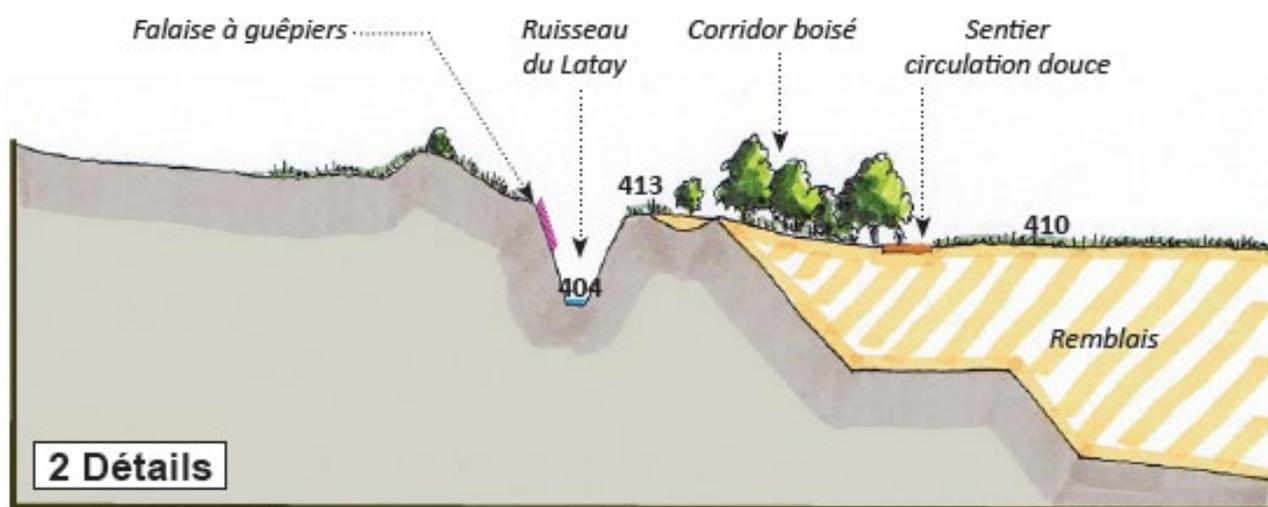


Figure 108 : Zoom coupe de principe du Latay au droit de la carrière (Durand Paysage 2018)

### XI.1.3 Analyse critique des mesures vis-à-vis du Latay

Si l'étude paysage semble avoir intégré avec complétude les différents enjeux biologiques du site, le Latay semble le grand oublié de la remise en état du site.

Le volet Naturel d'Etude d'Impacts (Agirécologique – Mai 2018) de la demande de renouvellement (2019 : Renouvellement d'exploitation page 168) donne certains éléments à propos du Latay :

*« La précédente extension de la carrière a impliqué un déplacement d'une partie du cours d'eau Latay vers le nord. La continuité hydraulique a ainsi été maintenue. Même si les berges sont en partie végétalisées, elles ne présentent pas de ripisylves, ce qui peut altérer la fonctionnalité locale du cours d'eau.*

*Dans ce contexte, il a été convenu avec la société SOMECA et le paysagiste d'améliorer cette fonctionnalité écologique en recréant un boisement linéaire afin de reconnecter les ripisylves amont et aval du Latay.*

*L'opération consisterait en une replantation de diverses espèces arborescentes et arbustives, sur environ 500 mètres linéaires. L'opération devrait être réalisée, de préférence, en période automnale et nécessiterait la plantation de 500 individus, plus ou moins alignés.*

*Une liste des espèces pressenties est proposée. Cette liste tient compte du fait qu'il ne s'agit pas d'un cours d'eau permanent, et que le cours d'eau présente de longue phase d'assec, ce qui peut rendre le cortège différent des ripisylves traditionnelles. (...) Les objectifs de ce corridor sont de :*

- *Refournir un axe de déplacement pour la faune terrestre et volante (chiroptères) ;*
- *Restaurer la trame verte et bleue à l'échelle de l'ouest de la commune de Signes ;*
- *Intégration paysagère du linéaire et des talus créés par l'exploitation. »*

Si la continuité hydraulique est assurée, et ce tant que les berges sont maintenues artificiellement, c'est loin d'être le cas vis-à-vis de la continuité écologique et sédimentaire. Nous avons montré dans le cadre de l'analyse morphologique :

- Une discontinuité dans le transit sédimentaire,
- Une discontinuité dans le corridor écologique,
- Une instabilité des berges, s'apparentant plus à des falaises très raides et constituées de matériaux non cohésifs.

Les thématiques essentielles telles que la stabilité des berges, le transport sédimentaire du cours d'eau et le fonctionnement hydraulique (inondabilité du lit majeur, débit de plein bord du lit mineur, géométrie de la section...) n'ont pas été prises en compte.

De plus, la géométrie actuelle du cours d'eau, et son implantation non pas à flanc de falaise mais insérée artificiellement au sein même du versant **n'est pas compatible avec les mesures de revégétalisation préconisées.**

D'un point de vue hydraulique, si un glissement du versant intervient et comble le lit mineur du Latay sur la zone lors d'un épisode pluvieux, on peut s'interroger sur le comportement des écoulements en crue, et les conséquences à l'aval, sachant qu'une majeure partie de la carrière aura été remblayée à terme.

La modélisation hydraulique de la zone indique des débordements dans la carrière à l'aval immédiat du pont d'accès au centre de vacances inférieur à la crue décennale. La question du remblaiement total de la carrière à terme pose la question du fonctionnement hydraulique futur en l'absence de cette zone de rétention.

## XII SYNTHÈSE DU DIAGNOSTIC ET PERSPECTIVES

La phase de diagnostic a mis en évidence l'ensemble des fonctionnements vertueux et des dysfonctionnements du territoire d'étude.

Les cartes ci-dessous synthétisent d'une part les dysfonctionnements physiques et morphologiques relevés en lien avec les usages en présence, et d'autre part la synthèse des zones inondables.

La zone de la plaine de Chibron est principalement impactée par l'exploitation de la carrière. La suite de l'étude devra faire la lumière sur les actions à envisager afin de restaurer au mieux le fonctionnement du cours d'eau du Latay, notamment concernant l'amortissement des crues actuellement mise en évidence et la continuité écologique du Latay, thématiques qui semblent oubliées du projet de réhabilitation.

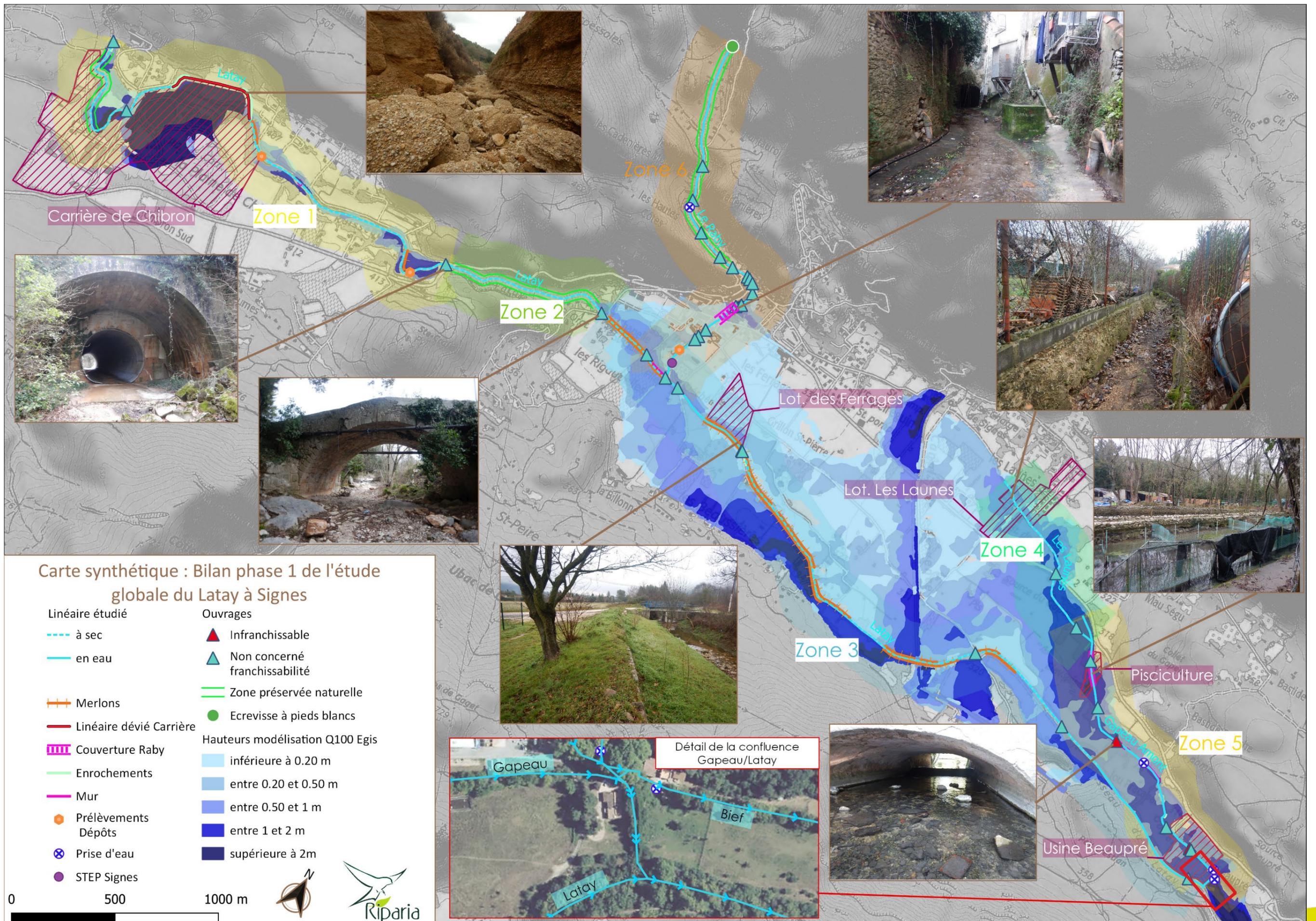
Le Latay et les Launes dans la plaine de Signes présentent un enjeu hydraulique fort et les actions à envisager devront prendre en compte en priorité la protection des enjeux humains. Le caractère perché du Latay et la position en fond de talweg de nombreuses habitations, comme les habitations de Grillon Saint Pierre et le hameau des Launes, rendent les solutions type « GEMAPI » quasiment impossibles sans remise en cause des enjeux eux-mêmes. Des solutions ponctuelles et à visée purement hydrauliques seront étudiées : suppression localisée de digues, ou au contraire reprise de digues, redimensionnement d'ouvrage, ...

Une solution globale de remise du lit en fond de talweg sera regardée en première approche, afin de juger si une étude de faisabilité est pertinente. Il est possible qu'elle ne débouche sur aucune fiche action en fonction des contraintes en présence.

Le Raby présente une problématique hydraulique liée au risque d'inondation complexe à traiter au regard du contexte urbain dans lequel il s'inscrit (couverture, bâtiments du vieux bourg). Les pistes de réflexions se concentreront sur la partie aval de la RD2, dans la mesure où les débordements y sont plus fréquents. La partie amont de la RD2 sera étudiée en fonction des ambitions et des capacités financières envisagées compte tenu des contraintes fortes et de la fréquence plus faible de débordements et/ou de mise en charge des ouvrages.

Le Gapeau amont très dégradé du point de vue écologique pourrait bénéficier d'un projet de restauration ambitieux.

A noter que l'Espace de Bon Fonctionnement défini dans la carte de l'étude globale n'est pas pertinente prise à l'échelle et sur le territoire de la présente étude. Sa reprise sera intégrée dans une fiche action spécifique. L'EBF, défini dans une démarche de concertation quant au choix du périmètre retenu, permet de légitimer les actions allant dans le sens du bon fonctionnement du cours d'eau et du service rendu à l'homme par la rivière, voire de réglementer les interventions ayant un effet sur le fonctionnement des cours d'eau, dans le cadre de règlements d'urbanisme ou du SAGE. Dans le cas du Latay, des Launes et du Raby, cette concertation semble essentielle, dans la mesure où les enjeux aujourd'hui vulnérables sont présents dans l'espace de bon fonctionnement.



Carte synthétique : Bilan phase 1 de l'étude globale du Latay à Signes

- |                           |                                       |
|---------------------------|---------------------------------------|
| <b>Linéaire étudié</b>    | <b>Ouvrages</b>                       |
| --- à sec                 | ▲ Infranchissable                     |
| — en eau                  | ▲ Non concerné franchissabilité       |
| — Merlons                 | — Zone préservée naturelle            |
| — Linéaire dévié Carrière | ● Ecrevisse à pieds blancs            |
| — Couverture Raby         | <b>Hauturs modélisation Q100 Egis</b> |
| — Enrochements            | ■ inférieure à 0.20 m                 |
| — Mur                     | ■ entre 0.20 et 0.50 m                |
| ● Prélèvements            | ■ entre 0.50 et 1 m                   |
| ● Dépôts                  | ■ entre 1 et 2 m                      |
| ⊗ Prise d'eau             | ■ supérieure à 2m                     |
| ● STEP Signes             |                                       |

