

Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales Le Val

Etude réalisée avec le concours financier de l'Agence de l'Eau RMC



Département HGM

Rapport final

Réf. : 1171-A1405


Date : 21/12/2017

Client : Mairie de Le Val



Table des matières

1	AVANT-PROPOS	10
1.1	CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE	10
1.2	DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE	11
2	SYNTHESE DES DONNEES	12
2.1	EAUX USÉES	12
2.2	EAU POTABLE	13
2.3	URBANISME	13
2.4	ETUDES HYDROGÉOLOGIQUES	17
2.5	INONDATIONS PAR DÉBORD DE LA RIBEIROTTÉ : CONNAISSANCE ACTUELLE ET PERSPECTIVES D'AMÉNAGEMENT	18
2.6	ZONES D'EXPANSION DES CRUES (ZEC)	21
2.7	MÉTHODOLOGIE : DOCTRINE MISEN ET RÉFÉRENTIEL HYDROLOGIQUE PAPI ARGENS	23
2.8	LISTE DES MAÎTRES D'OUVRAGES INTERVENANT DANS LE DOMAINE DE L'EAU	25
3	CARACTERISATION DU TERRITOIRE COMMUNAL	26
3.1	CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL ET RÉGLEMENTAIRE	26
3.2	OCCUPATION DU SOL	29
3.3	CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE : COURS D'EAU ET GESTION DES EAUX PLUVIALES	30
3.4	SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION DU MILIEU	47
4	CAHIER DAES CHARGES DE MISSION TOPOGRAPHIQUE	49
5	ANALYSE QUALITATIVE	51
5.1	DÉTERMINATION DES POLLUTIONS GÉNÉRÉES PAR LES ÉCOULEMENTS SUPERFICIELS	51
5.2	EVALUATION DE LA « POLLUTION PAR TEMPS SEC »	56
5.3	ESTIMATION DE LA « POLLUTION PAR TEMPS DE PLUIE »	57
5.4	DES SOLUTIONS POUR RÉDUIRE LA POLLUTION DES EAUX SUPERFICIELLES	61
6	ANALYSE QUANTITATIVE	62
6.1	ANALYSE HYDROLOGIQUE	62
6.2	DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE DU RÉSEAU PLUVIAL	77
6.3	DÉFINITION DES ZONES INONDABLES DE LA RIBEIROTTÉ	85
7	ETUDES D'AMENAGEMENTS POTENTIELS DU RESEAU PLUVIAL	95
7.1	MÉTHODES DE RÉOLUTION DES DÉSORDRES	96
7.2	BASSINS DE RÉTENTION	97
7.3	RECALIBRAGE GÉNÉRALISÉ	115
7.4	PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES EAUX PLUVIALES	121
7.5	SCHÉMA D'AMÉNAGEMENT DU RÉSEAU PLUVIAL DE LA VILLE DE LE VAL	123
7.6	INDICATEUR DE SUIVI DU RISQUE PLUVIAL	124
8	ZONAGE PLUVIAL – REGLES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES	125
8.1	ZONAGE DE L'ALÉA INONDATIONS	125
8.2	ZONAGE PLUVIAL ET RUISSELLEMENTS	128
8.3	EXEMPLE DU CALCUL DU VOLUME DE RÉTENTION ET DU DÉBIT DE FUITE	132
8.4	DROITS ET OBLIGATION DES PROPRIÉTAIRES	132
8.5	LEXIQUE	133
9	PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS SUR LE BASSIN VERSANT DE LA RIBEIROTTÉ	135
9.1	ZONES D'EXPANSION DES CRUES (ZEC)	137

	Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales	Réf. : 1171-A1405 Date : 21/03/2016 Page : iv
---	--	---

Liste des figures

Figure 1 : Limites de la commune de Le Val - fond de carte Google Maps-----	10
Figure 2 : Réseau d'assainissement collectif (source : Begeat)-----	12
Figure 3 : Station d'épuration de la commune de Le Val (photographie 20/01/2016) -----	12
Figure 4 : Réseau d'adduction d'eau potable (source : Begeat) -----	13
Figure 5 : Localisation du secteur de développement "centre du village" sur photographie aérienne -----	14
Figure 6 : Localisation du secteur "Déviation et entrées du village" sur photographie aérienne-----	14
Figure 7 : Localisation du secteur "Les Ferrages" sur photographie aérienne -----	15
Figure 8 : Localisation des secteurs "Chateaurenard/La Pissine" (gauche) et "La Brasque" (droite) sur photographie aérienne et fond IGN -----	15
Figure 9 : Localisation des secteurs "les Gorguettes" et "les berges de la Ribeirotte" sur photographie aérienne -----	16
Figure 10 : Localisation des secteurs "cascade du Grand Baou" (gauche), "Domaine du Grand Baou, les Souavis" (droite), "Fontainebleau" (bas) sur photographie aérienne et fond IGN-----	16
Figure 11 : Esquisse hydrogéologique dans le secteur du synclinal de Val-Vins (source : BRGM) -----	17
Figure 12 : Photographies prises lors de la crue de la Ribeirotte du 28/11/2012 - à gauche dans le quartier Sainte-LesCatherine, à droite pont de la route de Brignoles-----	18
Figure 13 : Zones inondables de la Ribeirotte sur la Commune de Le Val - DREAL PACA-----	18
Figure 14 : Stratégie de réduction de l'aléa inondation sur le bassin versant de la Ribeirotte - extrait de l'action 5 du PAPI d'intention de l'Argens - Tractebel Engineering, 2014 -----	20
Figure 15 : Localisation des trois ZEC retenues sur le bassin versant de la Ribeirotte – extrait de la carte 3.4 du rapport de phase 1 de l'action 30 du PAPI d'intention de l'Argens (Tractebel Engineering), 2014 -----	21
Figure 16 : Lac du Carnier (photographie 26/01/2016)-----	22
Figure 17 : Plan de l'aménagement envisagé sur le site du Carnier - extrait de l'Avant-Projet d'aménagement de la ZEC Ribeiro_01, Tractebel Engineering, 2015-----	22
Figure 18 : Localisation des espaces protégés sur le territoire de la Commune de Le Val, source : DREAL PACA-----	26
Figure 19 : Localisation de la ZNIEFF Vallée de l'Argens au Val, source : DREAL PACA -----	27
Figure 20 : Photographie du lac du Carnier, source : Fédération départementale de pêche-----	28
Figure 21 : Plan de situation du forage de Notre Dame - source des Treize Raïs (source : Association des Maires de France)-----	29
Figure 22 : Carte de l'occupation du sol sur fond IGN (Corine Land Cover 2006, source Geoportail) -----	30
Figure 23 : Cours d'eau structurants et leurs bassins versants sur la commune de Le Val (fond de carte OpenStreetMap) -----	31
Figure 24 : Principaux affluents de la Ribeirotte autour des zones à enjeux : zones résidentielles et centre du village (fond de carte IGN)-----	31
Figure 25 : Sous-bassins versants des affluents de la Ribeirotte (fond de carte OpenStreetMap) -----	32
Figure 26 : Description de la Ribeirotte (tronçon amont)-----	33


	Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales	Réf. : 1171-A1405 Date : 21/03/2016 Page : v
---	--	--

Figure 27 : Description de la Ribeirotte (tronçon aval) -----	34
Figure 28 : Description du Verdon -----	35
Figure 29 : Description du ruisseau du chemin du Paracol -----	36
Figure 30 : Vue d'ensemble de la reconnaissance du réseau pluvial -----	37
Figure 31 : Localisation du bassin de rétention-----	37
Figure 32 : Photographies du bassin de rétention (gauche vue d'ensemble, droite ouvrage d'évacuation) -----	38
Figure 33 : Réseau d'évacuation des eaux pluviales – zoom sur le centre du village (voir Annexe C pour l'atlas cartographique complet) – légende page précédente -----	39
Figure 34 : Localisation des zones sujettes à inondation par ruissellement ou débordement de cours d'eau -----	44
Figure 35 : Carte de localisation des grilles et avaloirs nécessitant un entretien particulier-----	46
Figure 36 : Présence d'eau usée dans les collecteurs pluviaux (repérage lors de l'enquête de terrain) -----	47
Figure 37 : Registre parcellaire graphique sur la commune de Le Val -----	53
Figure 38 : Légende carte du Registre parcellaire graphique -----	53
Figure 39 : Localisation des projets d'urbanisation dans le secteur « Déviation et entrées de village » -----	56
Figure 40 : Tonage d'azote produit selon le type de cheptel en 2010 en France (source : Eaufrance) -----	59
Figure 41 : Tonage d'azote minéral reçu par an pour les principales cultures de France métropolitaine en 2010 (source : Eaufrance) -----	60
Figure 42 : Pluviométrie moyenne mensuelle à la station Météo France du Luc -----	62
Figure 43 : Pluviométrie moyenne mensuelle à la station météorologique de brignoles ouest -----	63
Figure 44 : Pluie journalière décennale en millimètre d'après le référentiel hydrologique du bassin versant de l'Argens -----	63
Figure 45 : Coefficient b de montana sur le bassin versant de l'Argens (Tractebel Engineering) -----	64
Figure 46 : Relevés Pluviométriques de M. Lange -----	65
Figure 47 : Carte des sous-bassins versants sur la commune de Le Val -----	67
Figure 48 : Surfaces imperméabilisées à l'état actuel autour du centre de Le Val -----	68
Figure 49 : Débits pseudo-spécifiques de pointe - sous bassin versant de l'Argens - temps de retour T=10 ans, T=20 ans et T=100 ans (en m ³ /s/km ²) - source : Tractebel Engineering -----	72
Figure 50 : Topologie du modèle HEC-HMS avec zoom sur le centre-ville -----	76
Figure 51 : Légende des cartes de diagnostic -----	78
Figure 52 : Diagnostic actuel - Secteur Bramafan / Route de Bras -----	79
Figure 53 : Diagnostic actuel - Secteur Route de Bras / Ouest du centre-ville -----	80
Figure 54 : Diagnostic actuel - Secteur Sainte-Catherine -----	80
Figure 55 : Diagnostic actuel - Secteur Les Machottes / Route de Vins -----	81
Figure 56 : Diagnostic actuel - Route de Vins -----	81
Figure 57 : Diagnostic actuel - Secteur Nord du village -----	82
Figure 58 : Diagnostic actuel - Secteur centre-ville -----	83

Figure 59 : Diagnostic état futur - Secteur centre-ville	84
Figure 60 : Bassins versants amont de la Ribeirotte	85
Figure 61 : Hyétogrammes des pluies insérées dans le modèle HEC-HMS	87
Figure 62 : Hydrogrammes de crue de la Ribeirotte en amont du centre -ville	88
Figure 63 : Points d'injection des apports latéraux de la Ribeirotte	89
Figure 64 : Hydrogrammes latéraux injectés pour la crue centennale	90
Figure 65 : Modèle numérique de terrain de la Ribeirotte	91
Figure 66 : Modèle numérique de terrain avec géométrie du modèle HEC-RAS	91
Figure 67 : Localisation des sites potentiels de rétention	97
Figure 68 : Emplacement du bassin de rétention secteur des grandes terres	99
Figure 69 : Evolution temporelle des débits et stockage - Q10/Φ500	100
Figure 70 : Emprise bassin de rétention des grandes terres - configuration 1	101
Figure 71 : Evolution temporelle des débits et stockage - Q10/Φ600	102
Figure 72 : Emprise bassin de rétention des grandes terres - configuration 2	103
Figure 73 : Emplacement du bassin de rétention	105
Figure 74 : Evolution temporelle des débits et stockage - Q10/Φ400	106
Figure 75 : Emprise bassin de rétention - configuration 1	107
Figure 76 : Evolution temporelle des débits et stockage – Q20/Φ400	108
Figure 77 : Emprise bassin de rétention - configuration 2	109
Figure 78 : Evolution temporelle des débits et stockage – Q10/Φ600	110
Figure 79 : Emprise bassin de rétention - configuration 3	111
Figure 80 : Evolution temporelle des débits et stockage – Q20/Φ600	112
Figure 81 : Emprise bassin de rétention - configuration 4	113
Figure 82 : Recalibrage du réseau pluvial route de Vins	119
Figure 83 : Recalibrage du réseau pluvial route de Vins	119
Figure 84 : Recalibrage du réseau pluvial route de Bras	120
Figure 85 : Recalibrage du réseau pluvial dans le virage de la route de Correns	121
Figure 86 : schéma de principe d'un regard à cloison siphonide	122
Figure 87 : Stratégie de réduction de l'aléa inondation sur le bassin versant de la Ribeirotte - extrait de l'action 5 du PAPI d'intention de l'argens - Tractebel Engineering, 2014	136
Figure 88 : Localisation des trois ZEC retenues sur le bassin versant de la Ribeirotte – extrait de la carte 3.4 du rapport de phase 1 de l'action 30 du PAPI d'intention de l'Argens (Tractebel Engineering), 2014	137
Figure 89 : Lac du Carnier (photographie 26/01/2016)	138
Figure 90 : Plan de l'aménagement envisagé sur le site du Carnier - extrait de l'Avant-Projet d'aménagement de la ZEC Ribeiro_01, Tractebel Engineering, 2015	138

Figure 91 : Modélisation de l'aménagement de la ZEC Ribeiro_02 -----	139
Figure 92 : Ecrêtement pour Q5 -----	140
Figure 93 : Ecrêtement pour Q10 -----	140
Figure 94 : Ecrêtement pour Q20 -----	141
Figure 95 : Modélisation de l'aménagement de la ZEC Ribeiro_03 -----	143
Figure 96 : Ecrêtement pour Q5 -----	143
Figure 97 : Ecrêtement pour Q10 -----	144
Figure 98 : Ecrêtement pour Q20 -----	144
Figure 99 : Zones d'aménagement en risberme -----	147
Figure 100 : Zoom du modèle numérique sur le quartier Sainte-Catherine -----	148
Figure 101 : hauteurs d'eau pour la crue quinquennale -----	148
Figure 102 : Hauteurs d'eau pour la crue décennale -----	149
Figure 103 : Hauteurs d'eau pour la crue centennale -----	149
Figure 104 : Comparaison lignes d'eau pour Q10 -----	152
Figure 105 : Comparaison lignes d'eau pour Q10 - Zoom sur Sainte-Catherine -----	153
Figure 106 : Comparaison lignes d'eau pour Q20 -----	154
Figure 107 : Comparaison lignes d'eau pour Q20 - Zoom sur Sainte-Catherine -----	155
Figure 108 : Comparaison lignes d'eau pour Q100 -----	156
Figure 109 : Comparaison lignes d'eau pour Q100 - Zoom sur Sainte-Catherine -----	157

Liste des tableaux

Tableau 1 : Volumes potentiels de stockage des 3 ZEC de la Ribeirotte - extrait de l'action 30 du PAPI d'intention de l'Argens (Tractebel Engineering), 2014-----	21
Tableau 2 : Référentiel hydrologique - Coefficients de Myer par sous-bassin versant principal - source : Tractebel Engineering, 2014 -----	24
Tableau 3 : Maîtres d'ouvrages intervenant dans le domaine de l'eau sur la Commune de Le Val-----	25
Tableau 4 : Liste des activités recensées par la base de données Basias -----	51
Tableau 5 : Liste des ICPE en fonctionnement -----	52
Tableau 6 : Les différents types de pollution qui peuvent être retrouvés sur la commune de Le Val (source des informations sur les polluants et leurs répercussions environnementales : site internet oieau)-----	54
Tableau 7: Liste des masses d'eau impactées par la commune -----	55
Tableau 8 : Relation entre les milieux récepteurs et les sources de pollution chronique-----	55
Tableau 9 : Charges unitaires annuelles par ha applicables pour un trafic global < 10 000 v/j-----	57
Tableau 10 : Calcul de la charge annuelle totale rejetée au milieu naturel par lessivage des voiries -----	58
Tableau 11 : Tableau des coefficients de ruissellements doctrine MISEN -----	69
Tableau 12 : Caractéristiques des sous-bassins versants -----	71
Tableau 13 : Débits à l'exutoire du sous bassin versant 2 par application du ratio des débits pseudo-spécifiques-----	72
Tableau 14 : Tableau 10 : Débits à l'exutoire du sous bassin versant 2 par application de la méthode rationnelle -----	72
Tableau 15 : Caractéristiques des pluies du bassin versant de la Ribeirotte-----	86
Tableau 16 : Débits de la Ribeirotte en amont du village -----	86
Tableau 17 : Résultats de la modélisation hydrologique du bassin versant amont de la Ribeirotte -----	87
Tableau 18 : Débits des hydrogrammes latéraux -----	90
Tableau 19 : Règles de dimensionnement du réseau de collecte des eaux pluviales - MISEN 83 -----	95
Tableau 20 : Intensité des pluies à Le Val -----	98
Tableau 21 : Caractéristiques du bassin de rétention -----	99
Tableau 22 : Efficacité du bassin de rétention -----	100
Tableau 23 : Caractéristiques du bassin de rétention -----	101
Tableau 24 : Efficacité du bassin de rétention -----	102
Tableau 25 : Sections à recalibrer pour une protection décennale -----	103
Tableau 26 : Caractéristiques du bassin de rétention -----	105
Tableau 27 : Efficacité du bassin de rétention -----	106
Tableau 28 : Caractéristiques du bassin de rétention -----	107
Tableau 29 : Efficacité du bassin de rétention pour Q10-----	108
Tableau 30 : Efficacité du bassin de rétention pour Q20-----	108

Tableau 31 : Caractéristiques du bassin de rétention -----	109
Tableau 32 : Efficacité du bassin de rétention pour Q10-----	110
Tableau 33 : Caractéristiques du bassin de rétention -----	111
Tableau 34 : Efficacité du bassin de rétention pour Q10-----	112
Tableau 35 : Efficacité du bassin de rétention pour Q20-----	112
Tableau 36 : Sections à recalibrer pour une protection décennale/vicennale selon la configuration-----	113
Tableau 37 : Estimation du coût des aménagements -----	115
Tableau 38 : Volumes potentiels de stockage des 3 ZEC de la Ribeirotte - extrait de l'action 30 du PAPI d'intention de l'Argens (Tractebel Engineering), 2014-----	137
Tableau 39 : Efficacité de l'aménagement Ribeiro_02-----	141
Tableau 40 : Efficacité de l'aménagement Ribeiro_03-----	144
Tableau 41 : Caractéristiques des risbermes-----	146
Tableau 42 : Résultats de la modélisation hydraulique-----	150

1 Avant-propos

1.1 Contexte et objectif de l'étude

La Commune de Le Val souhaite réaliser son **Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales**, document incluant un **zonage pluvial et une cartographie de l'aléa inondation par débord de la Ribeirotte**.

L'objectif de cette étude est de fournir aux élus de Le Val un **outil d'aide à la décision** pour **maîtriser les événements pluvieux courants** et **limiter les conséquences des événements exceptionnels** en proposant des orientations et des solutions qui soient techniquement et économiquement réalisables pour la Commune.

L'étude tiendra compte de l'ensemble des données en lien avec l'hydraulique pluviale sur le territoire communal et sera réalisée en cohérence avec le Plan Local d'Urbanisme en cours de réalisation.

La zone d'étude correspond au **territoire communal de Le Val**, soit **3 934 ha**, où environ 4300 habitants sont recensés.

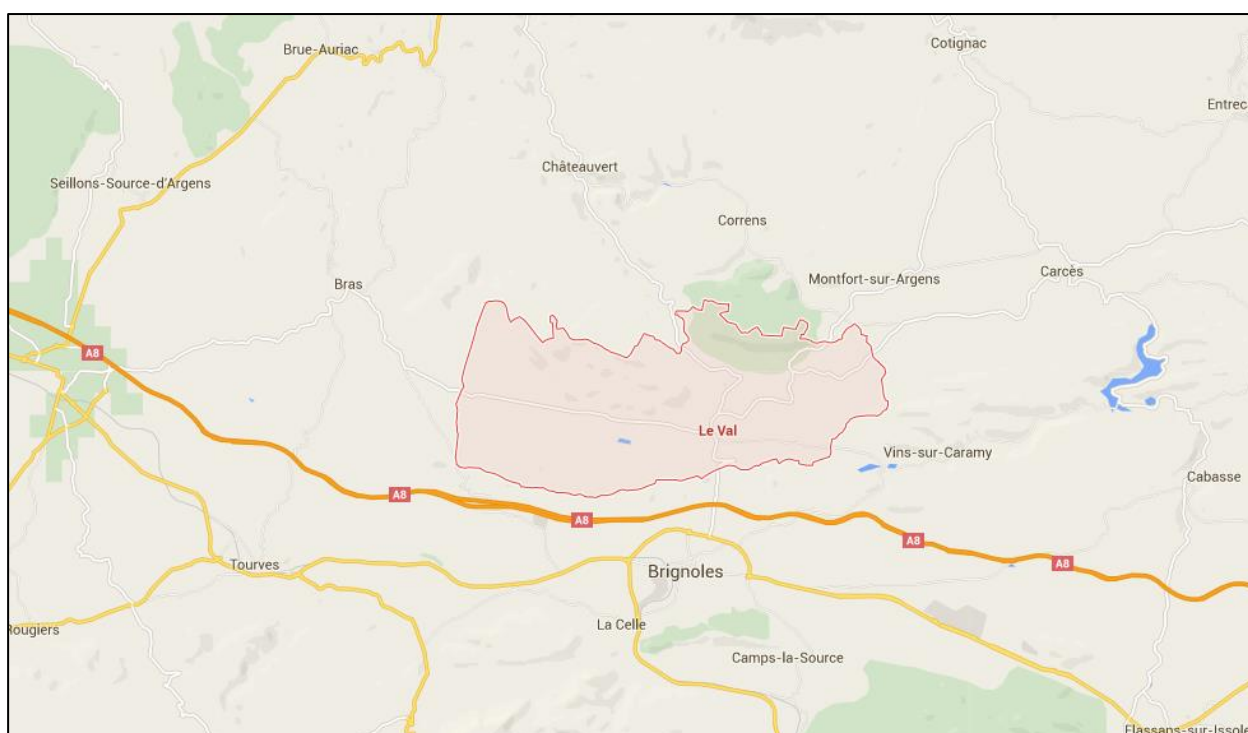


Figure 1 : Limites de la commune de Le Val - fond de carte Google Maps

1.2 Déroulement de l'étude

L'étude se déroulera en quatre phases successives :

1. Etat des lieux ;
2. Diagnostic approfondi : analyses qualitative et quantitative des écoulements ;
 - ↳ Cette phase pourra être accompagnée d'une étape consistant à réaliser un cahier des charges pour la réalisation de mesures de pollution (tranche conditionnelle dont le déclenchement sera décidé à l'issue de la phase 1).
3. Propositions ;
4. Conclusions de l'étude.

Tout au long de l'étude, différents supports de communication à destination de la population ou des élus seront créés, selon les besoins de la Commune.

2 Synthèse des données

Les données disponibles ont été consultées et une analyse est présentée dans les chapitres suivants.

Aucun plan des réseaux pluviaux n'existe et les seules données topographiques disponibles sont un LIDAR sur la Ribeirotte.

2.1 Eaux usées

Le territoire communal comprend une zone où l'assainissement est non collectif et une zone où il est collectif. Les rejets, dans cette dernière zone, sont traités par la station d'épuration.

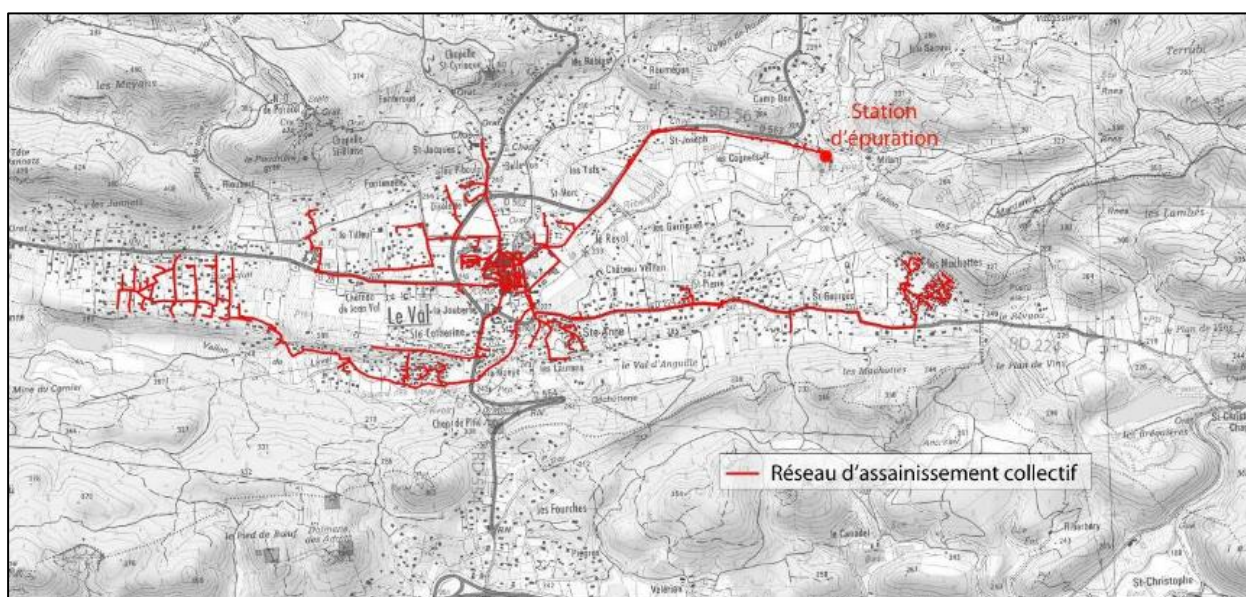


Figure 2 : Réseau d'assainissement collectif (source : Begeat)



Figure 3 : Station d'épuration de la commune de Le Val (photographie 20/01/2016)

La réalisation du Schéma Directeur d'Assainissement de la Commune va démarrer prochainement. Un diagnostic territorial est prévu, comprenant notamment une évaluation des eaux claires parasites dans les réseaux.

2.2 Eau potable

Le réseau d'adduction d'eau potable de la commune est représenté sur la figure suivante :

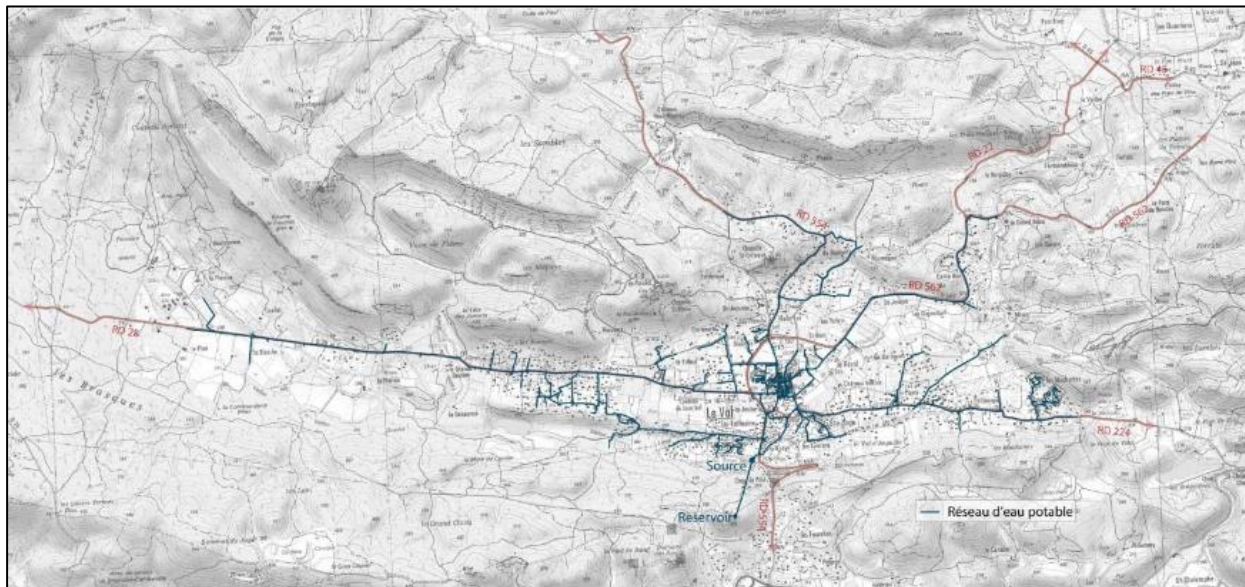


Figure 4 : Réseau d'adduction d'eau potable (source : Begeat)

2.3 Urbanisme

2.3.1 Plan Local d'Urbanisme

Le Plan Local d'Urbanisme de la Commune est actuellement en cours de réalisation. Cette mission a été confiée au cabinet d'urbanisme Begeat. Le schéma pluvial sera réalisé en cohérence avec le futur Plan Local d'Urbanisme : en particulier, l'étude s'appuiera sur le futur zonage et une étroite collaboration est prévue pour l'écriture du règlement de gestion des eaux pluviales à intégrer aux documents d'urbanisme.

2.3.2 Projets d'urbanisation

Des zones potentielles de développement ont d'ores et déjà été identifiées par la Commune.

→ Source : Annexe 2 du CCTP pour l'établissement d'un Schéma de Gestion des Eaux Pluviales, Mairie de Le Val

2.3.2.1 Secteurs faiblement urbanisés

Les secteurs faiblement urbanisés feront l'objet d'études d'aménagement.

2.3.2.2 Secteur « Cœur de village »



Figure 5 : Localisation du secteur de développement "centre du village" sur photographie aérienne

2.3.2.3 Secteur « Déviation et entrées du village »

Plusieurs scénarios seront étudiés pour l'aménagement de l'entrée de ville jusqu'au carrefour avec la route de Bras (RD 28). Le secteur « Saint Jacques » a vocation à accueillir un équipement culturel, de l'habitat et une aire de stationnement. Le secteur « Les grandes Aires » a vocation à accueillir de l'habitat dont une partie en logements sociaux et un équipement de services type pôle médical.



Figure 6 : Localisation du secteur "Déviation et entrées du village" sur photographie aérienne

2.3.2.4 Secteur « Les Ferrages »

Dans ce secteur, le développement n'est pas encore clairement défini. Toutefois, il est déjà évoqué le souhait de la Commune de créer des jardins partagés.



Figure 7 : Localisation du secteur "Les Ferrages" sur photographie aérienne

2.3.2.5 Secteur « Chateaurenard/La Pissine » et « La Brasque »

Dans le secteur « Chateaurenard/La Pissine », le bâtiment sera réhabilité, ainsi que le jardin des plantes aromatiques et des fruitiers. Dans le secteur de « la Brasque », des activités de loisirs sportifs et ludiques sont prévues.

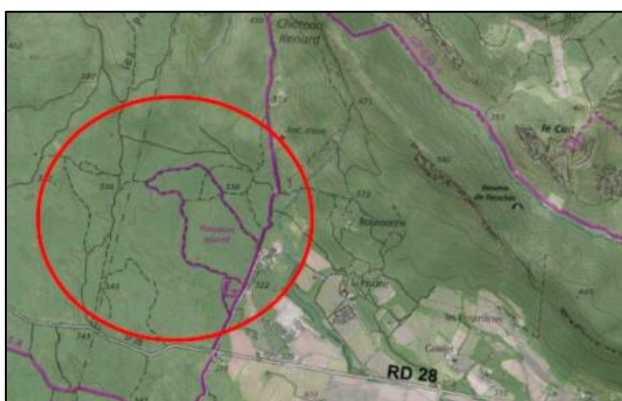


Figure 8 : Localisation des secteurs "Chateaurenard/La Pissine" (gauche) et "La Brasque" (droite) sur photographie aérienne et fond IGN

2.3.2.6 Secteur « les Gorguettes – les berges de la Ribeirotte »

Ce secteur sera développé en tenant compte du caractère inondable de la zone, un circuit des musées est pressenti.

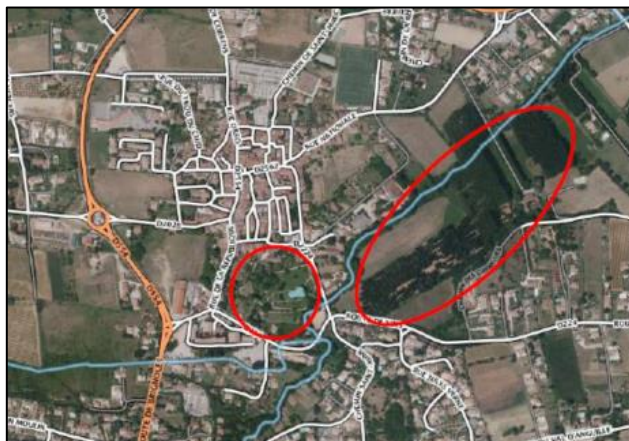


Figure 9 : Localisation des secteurs "les Gorguettes" et "les berges de la Ribeirotte" sur photographie aérienne

2.3.2.7 Secteur « la cascade du Grand Baou, domaine du Grand Baou – les Souavis, domaine de Fontainebleau »

Ces trois sites sont à vocation touristique.

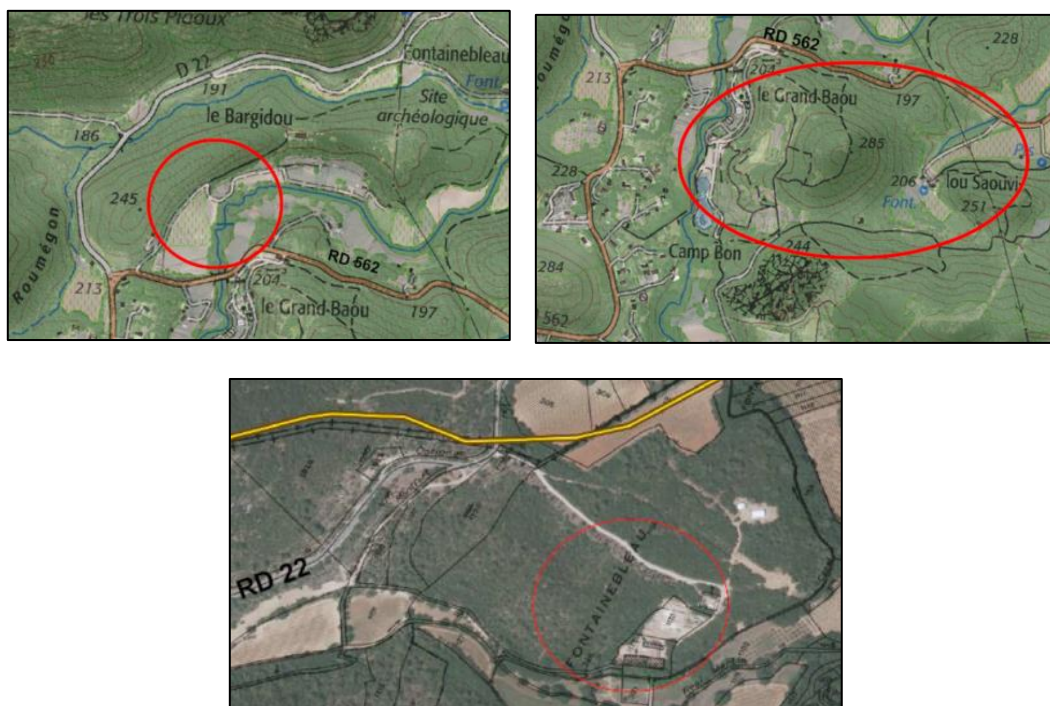


Figure 10 : Localisation des secteurs "cascade du Grand Baou" (gauche), "Domaine du Grand Baou, les Souavis" (droite), "Fontainebleau" (bas) sur photographie aérienne et fond IGN

2.4 Etudes hydrogéologiques

Les études hydrogéologiques sur lesquelles nous pouvons nous appuyer sont les suivantes :

- Etude hydrogéologique du synclinal de Val-Vins, BRGM, rapport d'étude de 1969 et campagne de jaugeage de 1971 ;
- Barrages de tufs calcaires et cascades dans le Centre-Var : rapport avec les eaux des sources karstiques, historique et déclin actuel, article de la revue Physio-Geo, 2010. Les généralités énoncées dans cet article sont applicables au Grand Baou, sur la commune de Le Val.

Des études hydrogéologiques du BRGM a découlé l'**esquisse hydrogéologique** suivante, dans le secteur du synclinal de Val-Vins. Sur le territoire de la commune de Le Val se trouvent des zones perméables en grand (nord et sud du territoire communal) et des zones imperméables (au centre).

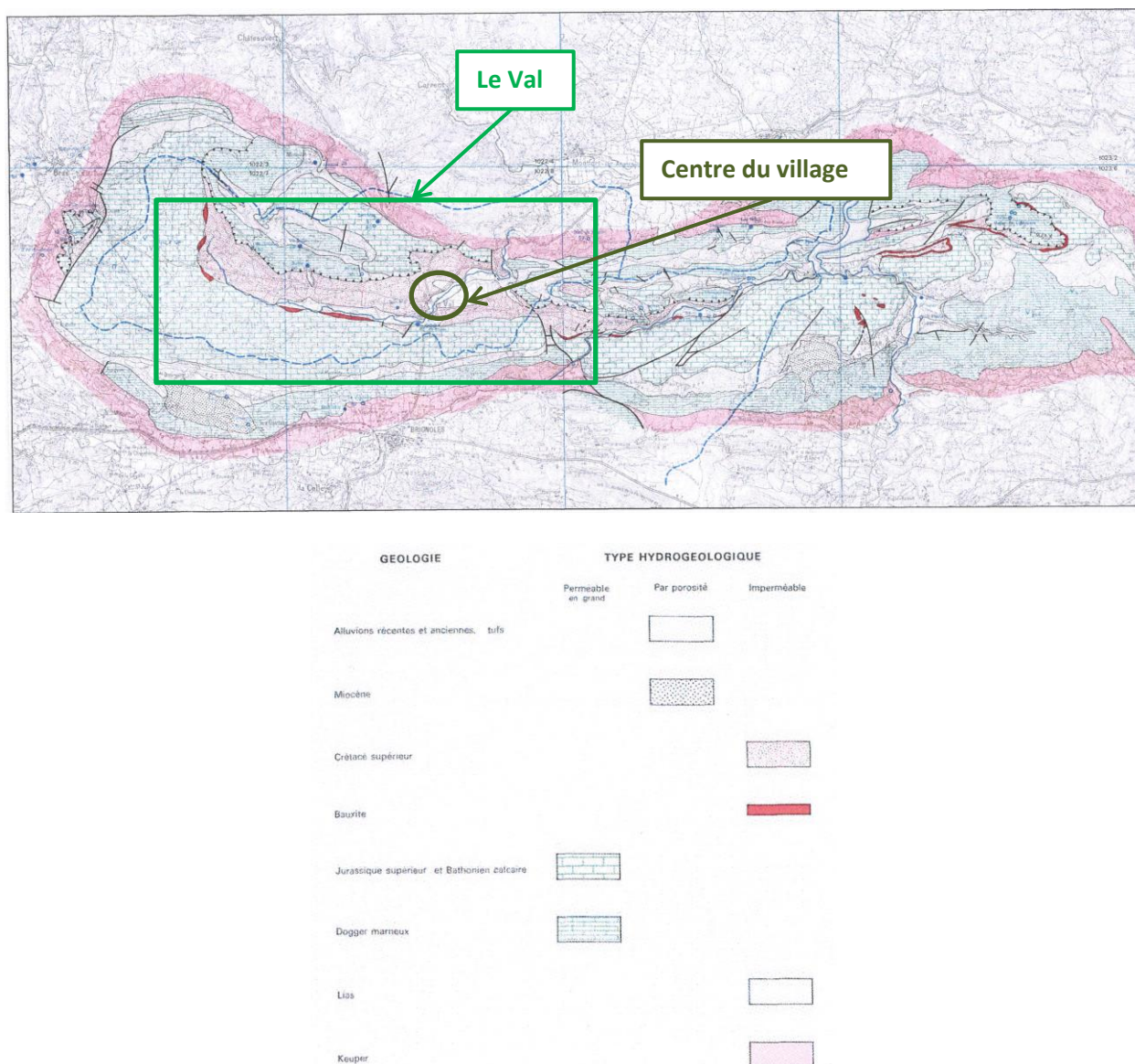


Figure 11 : Esquisse hydrogéologique dans le secteur du synclinal de Val-Vins (source : BRGM)

2.5 Inondations par débord de la Ribeirotte : connaissance actuelle et perspectives d'aménagement

2.5.1 Episodes d'inondation récents

Les inondations par débords de la Ribeirotte causent de nombreux dégâts sur le territoire de la Commune de Le Val. Par exemple, les photos suivantes ont été prises lors des inondations du 28 novembre 2012.



Figure 12 : Photographies prises lors de la crue de la Ribeirotte du 28/11/2012 - à gauche dans le quartier Sainte-LesCatherine, à droite pont de la route de Brignoles

2.5.2 Définition actuelle des zones inondables

Les **zones inondables de la Ribeirotte** sur le territoire de la Commune de Le Val sont aujourd'hui définies par l'atlas des Zones Inondables de la DREAL PACA. Leur tracé est reporté sur l'image suivante :

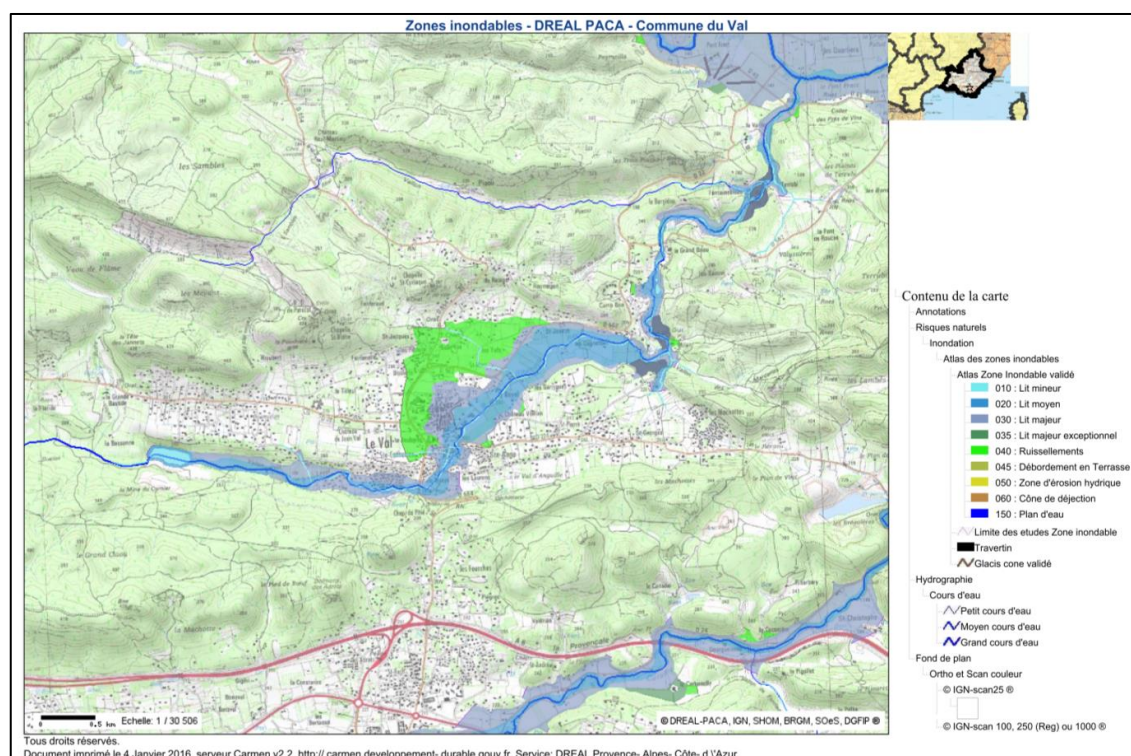
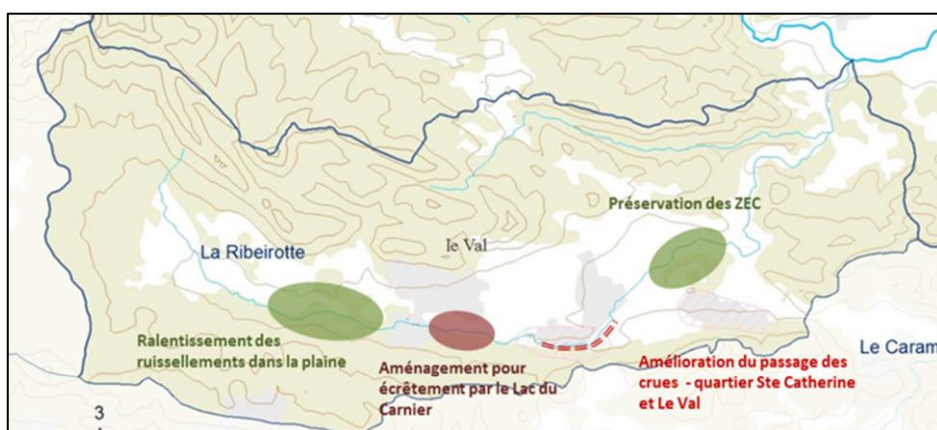


Figure 13 : Zones inondables de la Ribeirotte sur la Commune de Le Val - DREAL PACA

2.5.3 Etudes du bassin versant de la Ribeirotte et propositions d'aménagement

En **2003**, une **étude hydraulique du bassin versant de la Ribeirotte** a été réalisée par la société SIEE dans le cadre de projets d'aménagement de la Commune. Cette étude comporte une analyse hydrologique du bassin versant qui présente les débits spécifiques de différentes périodes de retour, une caractérisation de l'inondabilité des lotissements de la Ribeirotte et de Sainte-Catherine, une étude du fonctionnement du lac du Carnier en période de forte pluie, et une étude relative au projet d'aménagement de la route départementale 28. Différentes propositions d'aménagements avaient été étudiées pour la protection des lotissements et pour la régulation du débit au droit du lac du Carnier. Le réseau pluvial routier relatif au projet de la RD28 avait été dimensionné.

Dans le cadre du PAPI d'intention de l'Argens (action 5), une étude a été réalisée en **2014** par la société Tractebel Engineering pour **identifier une stratégie de réduction de l'aléa inondation sur le bassin versant de l'Argens**. Cette étude indique les interventions stratégiques à réaliser sur les différents tronçons de l'Argens et sur ses affluents, dont la Ribeirotte. La **stratégie retenue pour la Ribeirotte** est résumée sur le schéma et la fiche suivants :



Stratégie de réduction de l'aléa de : La Ribeirotte	Arg2.2 – Aménagement de la RIBEIROTTE à LE VAL
Protection des quartiers bas de Le Val	
Stratégie : valoriser les dépressions amont pour écrêter les crues et aménager localement le lit dans la traversée de la zone urbanisée	
Objectifs de réduction de l'Aléa : Protection des lotissements du quartier Sainte Catherine et en aval de la RD554	
Secteurs concernés : Lit et fond de vallée de la Ribeirotte en amont et dans la traversée de Le Val	
Recommandations et Actions : <ul style="list-style-type: none"> Aménager le Lac du Carnier pour écrêter les crues de période de retour supérieure à 10 ans, Possibilité d'accroître les effets de rétention en amont du lac par création de casiers en zones agricoles et naturelles Restaurer le lit de la Ribeirotte dans le quartier Sainte Catherine (élargissement par une risberme, contrôle de la pente, restauration environnementale associée à vocation écologique et pour l'amélioration du cadre de vie des riverains) Pour les habitations les plus basses un recours à des protections/batardeaux amovibles peut être envisagé, associé à un dispositif d'alerte préventive prenant en compte la pluie et le niveau du lac de Carnier 	
Aménagements structurants envisagés : <ul style="list-style-type: none"> Aménagement du lac du Carnier pour favoriser le sur stockage (rehausse de berge, enrochement, aménagement du déversoir) Travaux éventuels de terrassement dans l'hypothèse de constitution de casiers en amont Calibrage de cours d'eau (élargissement par création d'une risberme inondable) et interventions connexes à caractère environnemental (génie végétal, plantation en berge, cheminement) Déplacement possible de la conduite d'assainissement en fond de vallon (contrainte pour l'aménagement) Adaptation de protections rapprochées amovibles sur certains bâtiments (éventuellement) 	
Etudes : <ul style="list-style-type: none"> En attente des résultats de l'Action n°30 pour les ZEC et le lac du Carnier Etude hydraulique et d'aménagement de la traversée de Le Val à réaliser 	
Programmation : <ul style="list-style-type: none"> En priorité améliorer la rétention des crues amont (Action n°30) et réaliser l'étude hydraulique Autres actions à programmer en fonction des résultats de l'étude hydraulique 	
Coûts des actions proposées : Etude hydraulique et de programme : env 40 k€ Aménagement du lac du Carnier : ordre de grandeur 400 k€ Recalibrage et aménagement du lit : à définir après étude hydraulique	
Gains économiques de réduction de l'aléa : Protection directe de zones habitées (environ une douzaine d'habitations) susceptibles d'être hors d'eau y compris pour des crues rares	
Commentaire : Approfondissement et mise à jour des études SIEE de 2003 Contraintes aval de verrou hydraulique et de périmètre de protection de captage d'eau à considérer et site de la cascade du Grand Baou. Prise en considération nécessaire des incidences sur les crues du parc Photovoltaïques en cours de la réalisation sur le bassin amont : ruissellement produit, bassins de compensation ; cadre réglementaire.	

Figure 14 : Stratégie de réduction de l'aléa inondation sur le bassin versant de la Ribeirotte - extrait de l'action 5 du PAPI d'intention de l'argens - Tractebel Engineering, 2014

2.6 Zones d'Expansion des Crues (ZEC)

2.6.1 Identification de trois ZEC sur la Ribeirotte

A l'issue des études menées par Aqua Conseil en 2010 (« *Prévention des inondations sur le bassin versant du fleuve Argens – Fonctionnement hydrologique et inventaire des Zones d'Expansion de Crues du bassin de l'Argens* ») et Tractebel Engineering en 2014 (« *Etude en vue de préserver et optimiser le fonctionnement des Zones d'Expansion de Crues identifiées sur le bassin versant de l'Argens* », action 30 du PAPI d'intention de l'Argens) sur l'ensemble du bassin versant de l'Argens, **trois ZEC ont été retenues sur la Ribeirotte en amont de quartiers sensibles aux inondations de la Commune de Le Val** :

- La dépression fermée dite lac du Carnier : ZEC « Ribeiro_01 »
- La zone inondable en amont des quartiers urbains : ZEC « Ribeiro_02 » et ZEC « Ribeiro_03 ».



Figure 15 : Localisation des trois ZEC retenues sur le bassin versant de la Ribeirotte – extrait de la carte 3.4 du rapport de phase 1 de l'action 30 du PAPI d'intention de l'Argens (Tractebel Engineering), 2014

Ces trois ZEC sont susceptibles de répondre aux objectifs définis pour réduire l'aléa inondation sur la Commune de Le Val (cf [Figure 14](#)).

Les volumes potentiels de stockage estimés en première approche dans l'étude de 2014 sont reportés dans le tableau ci-dessous :

	Ribeiro_01 (Carnier)	Ribeiro_02	Ribeiro_03
Volume potentiel de stockage (m³)	83 800	225 000	207 000

Tableau 1 : Volumes potentiels de stockage des 3 ZEC de la Ribeirotte - extrait de l'action 30 du PAPI d'intention de l'Argens (Tractebel Engineering), 2014

Des études plus approfondies de ces ZEC et des propositions d'aménagement pourraient permettre d'augmenter la capacité de rétention de chacune de ces zones. C'est le cas par exemple pour le lac du Carnier.

2.6.2 L'aménagement du lac du Carnier

La ZEC Ribeiro_01 correspondant à la dépression fermée du lac du Carnier a fait l'objet d'une étude plus approfondie. Un Avant-Projet d'aménagement a été réalisé par Tractebel Engineering pour le Département du Var en décembre 2015.



Figure 16 : Lac du Carnier (photographie 26/01/2016)

Il est proposé l'implantation, en partie basse du lac (là où le déversement a lieu à l'état actuel), d'une **digue en terre** de hauteur maximale 6 m (par rapport au fil d'eau de l'écoulement actuel), longueur en crête 105 m et largeur en crête 3,44 m. **Cette digue permet de porter la capacité de rétention du site à 640 000 m³.** Un tel aménagement permettrait d'écarter efficacement les crues de périodes de retour jusqu'à 20 ans (efficacité 61% pour Q5, 62% pour Q10, 22% pour Q20).



Figure 17 : Plan de l'aménagement envisagé sur le site du Carnier - extrait de l'Avant-Projet d'aménagement de la ZEC Ribeiro_01, Tractebel Engineering, 2015

2.7 Méthodologie : Doctrine MISEN et référentiel hydrologique PAPI Argens

2.7.1 Les méthodes de calcul préconisées par la MISEN du Var

Dans sa doctrine de janvier 2014 intitulée « Règles générales à prendre en compte dans la conception et la mise en œuvre des réseaux et ouvrages pour le département du Var », la MISEN précise les méthodes à utiliser pour les projets soumis à la loi sur l'eau relevant de la rubrique 2.1.5.0 (compensation de l'imperméabilisation).

Pour le calcul des débits de pointe de ruissellement, deux méthodes sont préconisées :

- Méthode rationnelle pour les débits de période de retour 2 à 100 ans (Q2 à Q100 ou Qrare) lorsque la superficie du bassin versant intercepté est inférieure à 1 km² ;
- Méthode de Bressand-Golossof pour les débits de période de retour 100 ans (Q100 ou Qrare) lorsque la superficie du bassin versant intercepté est supérieure à 1 km² et pour les débits exceptionnels supérieurs à une occurrence de 100 ans (Qexcep).

Pour le calcul des volumes de rétention, la MISEN recommande d'utiliser la méthode du bilan de volume faite à partir d'hydrogrammes d'entrée et de sortie de bassin construits par la méthode des réservoirs linéaires.

Remarque : *Il n'est pas obligatoire d'utiliser ces méthodes pour la réalisation d'un schéma directeur pluvial.*

2.7.2 Le référentiel hydrologique et hydraulique sur le bassin versant de l'Argens :

Dans le cadre de l'action 5 du PAPI d'intention de l'Argens, la société Tractebel Engineering a réalisé une étude définissant une ligne méthodologique d'analyse pour les études d'aménagement hydraulique sur le bassin versant de l'Argens et proposant des ordres de grandeur de quantiles de crues sur toutes les échelles du territoire.

Cette étude, « *Etude en vue de définir une stratégie globale de réduction de l'aléa et de fixer des paramètres hydrauliques communs sur le bassin versant de l'Argens* », Tractebel Engineering, 2014, sert de référence pour toutes les études hydrauliques sur le bassin versant de l'Argens.

Le référentiel hydrologique établi propose des règles de calcul des précipitations et des débits de crue. Les règles de calcul et les ordres de grandeur indiqués ci-dessous seront utilisés pour les calculs hydrologiques réalisés en phase 2.

Référentiel de pluie

Quantiles de pluie

Des **cartes donnant la pluie journalière** décennale, la pluie journalière centennale et la pluie journalière millénaire en tout point du bassin versant ont été établies.

Pour les autres fréquences de pluie, des rapports ont été établis spécifiquement sur le bassin de l'Argens entre la pluie journalière de période T et la pluie journalière décennale :

$$P_{j,5ans} = 0,83.P_{j,10ans}$$

$$P_{j,20ans} = 1,17.P_{j,10ans}$$

$$P_{j,50ans} = 1,40.P_{j,10ans}$$

Référentiel de débit

Petits sous-bassins versants ($S < 5 \text{ km}^2$)

La méthode proposée pour le calcul des débits de pointe est la **méthode rationnelle**. L'application de cette méthode nécessite de choisir soigneusement le coefficient de ruissellement. Pour la crue décennale, ce coefficient dépassera rarement 0,40 sur la partie amont du bassin versant de l'Argens. Il peut être plus important pour des petits sous bassins versants du massif des Maures ou de l'Estérel. Pour la crue centennale, le coefficient de ruissellement est de l'ordre de 0,50 pour les bassins versants de fortes capacités de rétention et peut atteindre 0,80 pour les bassins versants présentant de fortes aptitudes au ruissellement.

Le **modèle SCS** peut aussi être utilisé.

Bassins versants de surface comprise entre 5 et 50 km²

Le référentiel hydrologique établi par Tractebel Engineering fournit un tableau des débits spécifiques par sous bassin versant pour différentes occurrence. Il est recommandé de confronter cet ordre de grandeur à d'autres informations pour en évaluer la pertinence.

Bassins versant de surface S supérieure à 50 km² - affluents de l'Argens

Une relation de Meyer $Q(S) = QS^\beta$ a été établie pour différentes fréquences sur chaque bassin versant principal de l'Argens. L'ordre de grandeur du débit décennal et des débits instantanés estimés pour les autres fréquences doit, là aussi, être soumis à un regard critique pour en estimer la validité.

Bassin versant	β	α			
		T=10 ans	T=20 ans	T=50 ans	T=100 ans
Issole	0,85	0,9	1,4	1,9	2,1
Caramy	0,85	1,35	1,8	2,4	3,0
Cauron	0,5	3,2	4,3	6,0	7,1
Meyronne Vallat d'Ollières Vallon des Rigouards	0,87	0,54	0,72	1,1	1,3
Eau Salée	0,85	0,50	0,71	0,98	1,15
Bresque (amont Salernes)	0,95	0,28	0,37	0,48	0,81
Nartuby	0,91	1,3	1,7	2,3	2,7
Endre	0,75	3,2	4,3	5,9	8,5
Grande Garonne Reyran	0,8	4,6	6,7	8,7	11
Aille	0,6	11	17	22	27

Tableau 2 : Référentiel hydrologique - Coefficients de Myer par sous-bassin versant principal - source : Tractebel Engineering, 2014

2.8 Liste des maîtres d'ouvrages intervenant dans le domaine de l'eau

Domaine d'action		Qui est concerné ?
Eaux Usées	Assainissement Non Collectif	Propriétaires SPANC de la Communauté de Communes du Comté de Provence assure le contrôle des installations
	Assainissement Collectif : raccordement, transport, épuration et élimination des boues produites	Commune de Le Val
Eaux pluviales	Entretien des fossés et canalisations	Propriétaires en limite de parcelle Commune de Le Val Département du Var (routes départementales notamment)
	Travaux de création ou restructuration du réseau pluvial, création ou entretien d'ouvrages	Propriétaires dans le cas de réseaux privés (lotissement par exemple) Commune de Le Val
Cours d'eau	Aménagement	Commune de Le Val
	Entretien, curage	Commune de Le Val Propriétaires en limite de parcelle doivent assurer l'entretien des berges

Tableau 3 : Maîtres d'ouvrages intervenant dans le domaine de l'eau sur la Commune de Le Val

3 Caractérisation du territoire communal

3.1 Contexte environnemental et réglementaire

3.1.1 Des espaces naturels connus et protégés

La Commune de Le Val est concernée par quatre types de protection :

- Un périmètre Natura 2000 ZSC
- Une zone humide
- Une ZNIEFF
- Le plan national d'action en faveur des espèces menacées pour l'Aigle de Bonelli DV

Aucun site classé n'est recensé sur le territoire communal.

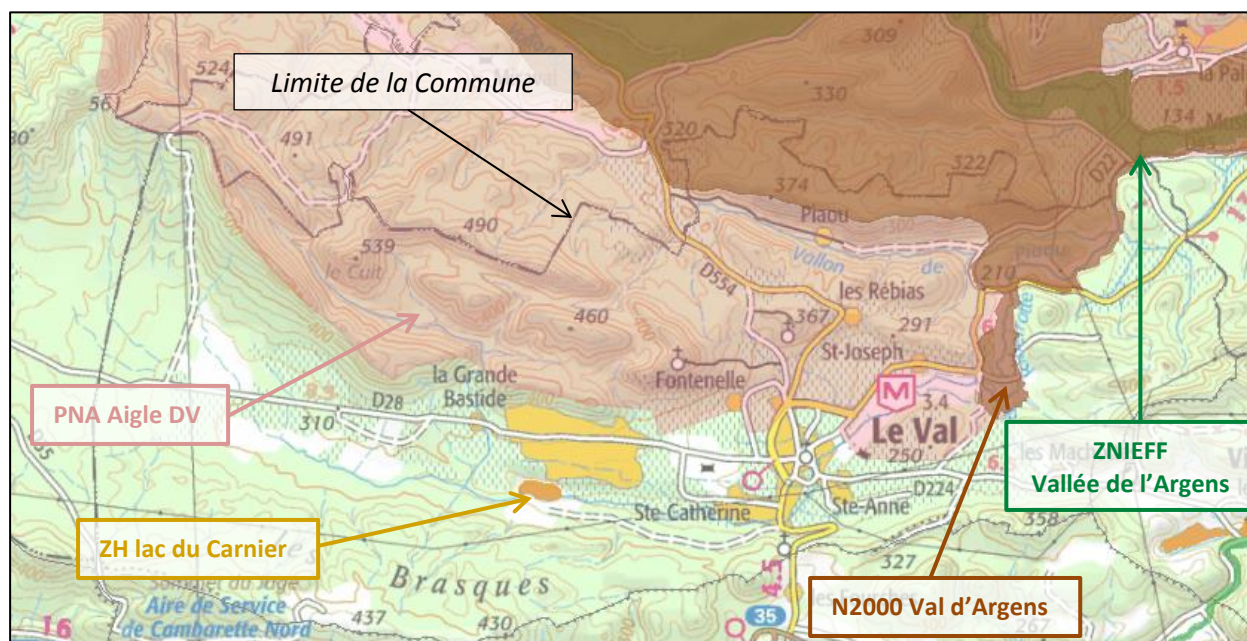


Figure 18 : Localisation des espaces protégés sur le territoire de la Commune de Le Val, source : DREAL PACA

3.1.1.1 La ZSC Natura 2000 Val d'Argens

La Commune de Le Val est concernée par la Zone Spéciale de Conservation **Natura 2000 « FR9301626 – Val d'Argens »**.

La ZSC Natura 2000 « Val d'Argens » concerne également les communes suivantes : les Arcs, Cabasse, le Cannet-des-Maures, Carcès, Châteauvert, Correns, Cotignac, Entrecasteaux, Fréjus, Lorgues, Montfort-sur-Argens, la Motte, le Muy, Puget-sur-Argens, Roquebrune-sur-Argens, Saint-Antonin-du-Var, Salernes, Taradeau, le Thoronet, Vidauban.

Cette zone est couverte en majorité par des terres arables (30%) et des landes, broussailles, recrus, maquis et garrigues, phrygana (19%).

L'intérêt de cette zone est présenté dans l'extrait suivant :

→ *Extrait de la description de cette ZSC sur le site de l'INPN :*

La rivière draine un système karstique et présente un régime permanent, lent, avec des eaux froides. Ce fonctionnement contraste fortement avec les régimes torrentiels, qui caractérisent la plupart des rivières de la région méditerranéenne. Notamment, l'action des crues y est limitée et les systèmes pionniers peu représentés. A l'inverse, les ripisylves forment de belles forêts galeries diversifiées. Le bon état de conservation général de son bassin versant permet le développement d'une grande diversité d'habitats et de peuplements, caractérisés par la présence de nombreuses espèces floristiques et faunistiques remarquables. Le site comprend notamment de belles formations de tufs, habitat d'intérêt communautaire prioritaire (secteur du Vallon Sourn).

Le Val d'Argens présente un fort intérêt pour la préservation des chauves-souris. Diverses espèces sont présentes, dont certaines en effectifs importants. Le site accueille ainsi la colonie de reproduction la plus importante de France pour le Vespertilion de Capaccini, ainsi que des colonies d'importance régionale pour le Minioptère de Schreibers et le Vespertilion à oreilles échancrées.

La rivière abrite diverses espèces aquatiques, dont certains poissons d'intérêt communautaire.

3.1.1.2 La ZNIEFF Vallée de l'Argens

Une zone d'environ 7 000 m² au nord-est du territoire communal de Le Val est incluse dans la **ZNIEFF de type II « 930012479 Vallée de l'Argens »**.

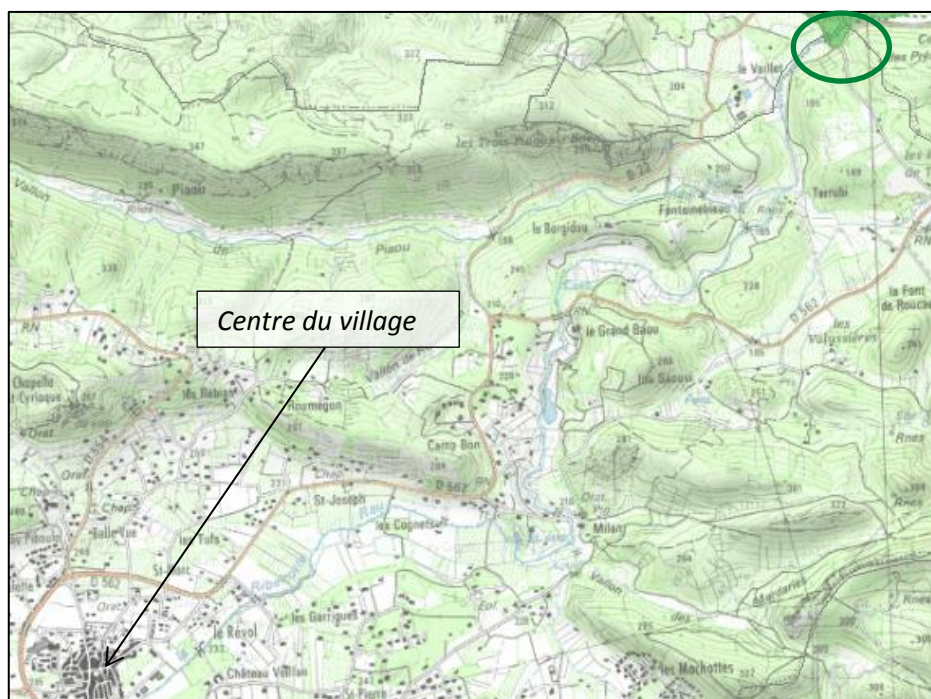


Figure 19 : Localisation de la ZNIEFF Vallée de l'Argens au Val, source : DREAL PACA

La ZNIEFF vallée de l'Argens couvre une superficie de 2 833 ha et ses limites sont fondées sur le lit du cours d'eau en englobant les habitats dépendants (ripisylves, prairies, bras morts). Ses critères d'intérêts patrimoniaux sont les suivants :

- Faunistique

- Insectes
- Poissons
- Reptiles
- Oiseaux
- Mammifères
- Floristiques
- Phanérogames

3.1.1.3 La zone humide du lac du Carnier

Le **lac du Carnier** s'est formé sur le site d'anciennes mines d'exploitation de bauxite. D'une superficie de plus de 3 ha, le lac présente un volume de stockage d'environ 250 000 m³.



Figure 20 : Photographie du lac du Carnier, source : Fédération départementale de pêche

3.1.1.4 Le Plan National d'Actions en faveur de l'aigle de Bonelli DV

L'**aigle de Bonelli** est un rapace de taille moyenne des climats semi-arides dont la présence en France, comme en Europe, se limite au pourtour méditerranéen. La population française reste fragile et nécessite de poursuivre les efforts menés pour sa conservation.

Ce Plan National d'Actions vise entre autres à préserver certaines zones d'habitat, de reproduction et de chasse. Cependant, il ne devrait pas, à priori, impacter l'étude sur le réseau pluvial et les inondations de la Ribeirotte.

3.1.2 Eaux souterraines et périmètre de protection de captage

3.1.2.1 Masses d'eau souterraines

Le territoire communal de Le Val est concerné par les masses d'eau souterraines suivantes :

- Calcaires et dolomies du Muschelkalk et de l'avant-Pays provençal (FRDG169)
- Massifs calcaires jurassiques du centre Var (FRDG170)

- Formations gréseuses et marno-calcaires de l'avant-Pays provençal (FRDG520)

L'état de ces trois masses d'eau des points de vue quantitatif d'une part et chimique d'autre part est bon.

3.1.2.2 Périmètre de protection des eaux

La commune est actuellement alimentée par la source des Treize Raïs pour laquelle un périmètre de protection existe. Cette source est située à la sortie du village, sur la route de Brignoles. D'un point de vue géologique, elle est issue des Massifs calcaires jurassiques du centre Var.

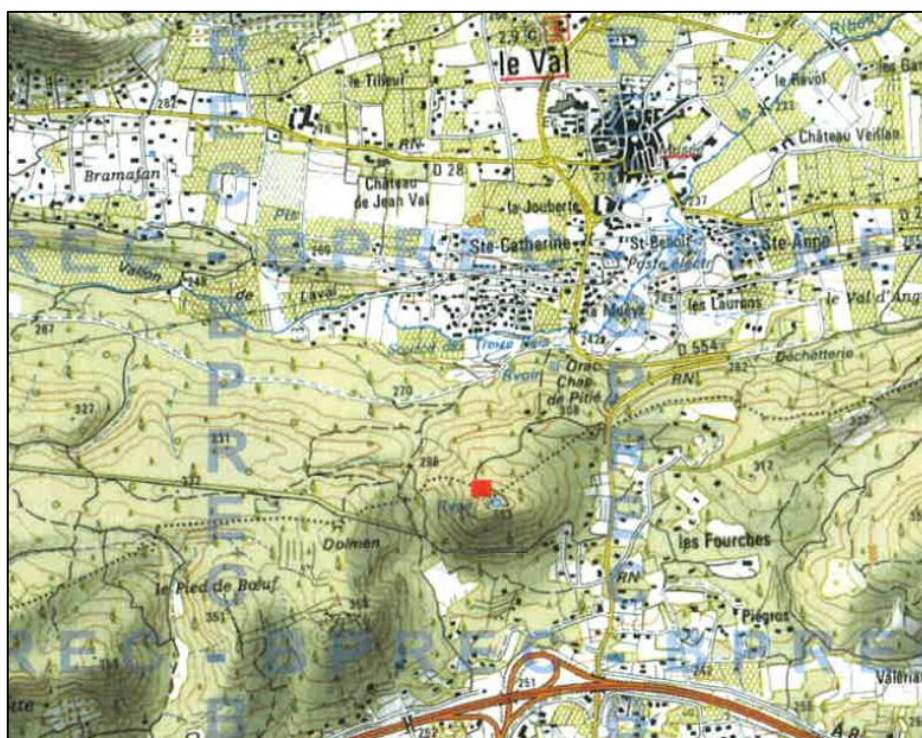


Figure 21 : Plan de situation du forage de Notre Dame - source des Treize Raïs (source : Association des Maires de France)

Deux forages supplémentaires sont disponibles (l'un est exploité, l'autre non encore équipé). Une consultation est actuellement en cours pour définir les périmètres de protection à instaurer et constituer le dossier de Déclaration d'Utilité Publique.

3.2 Occupation du sol

Le territoire de la commune de Le Val est occupé en grande partie par des **espaces naturels** (forêts et végétation arbustive) ou **agricoles** (vignobles, vergers, systèmes culturaux). Le centre du village et différentes zones résidentielles constituent un **tissu urbain discontinu**. Deux zones sont référencées en tant que « mines décharges et chantier / extraction de matériaux » : cela correspond au site du Carnier et à une carrière située au sud-ouest de la commune.

Remarque : la zone représentée en noir au nord-ouest est une zone classée comme « incendiée » dans la base de données Corine Land Cover de 2006. Cette zone a été classée dans les versions suivantes de la base de données en tant que « Forêt et végétation arbustive en mutation ».

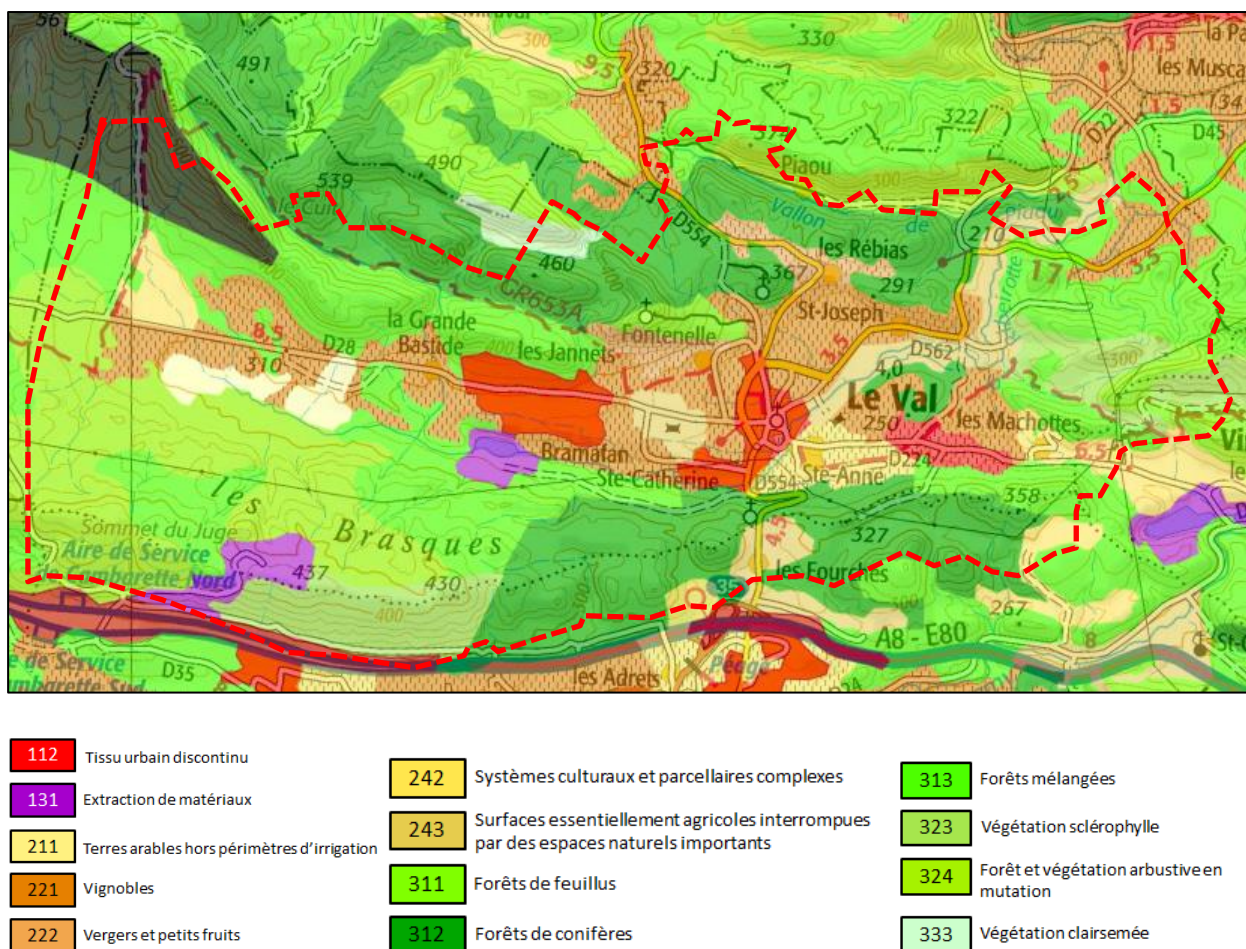


Figure 22 : Carte de l'occupation du sol sur fond IGN (Corine Land Cover 2006, source Geoportail)

3.3 Contexte hydrographique : cours d'eau et gestion des eaux pluviales

3.3.1 Enquête de terrain

L'enquête de terrain s'est déroulée sur plusieurs jours en décembre 2015 et en janvier 2016.

Elle a consisté à parcourir à pied le territoire communal pour localiser le réseau pluvial et mesurer des sections, repérer les cours d'eau et les axes naturels de ruissellement, localiser les dysfonctionnements du réseau pluvial (débordements fréquents, absence d'exutoire, ...), caractériser l'occupation des sols, définir les limites des sous-bassins versants hydrographiques, repérer les points d'infiltration et les éléments du paysage jouant un rôle dans le ruissellement, recenser les sources potentielles de pollution,...

3.3.2 Eléments de géographie (réseau hydrographique, bassins versants)

Sur le territoire communal de Le Val, le cours d'eau structurant est la **Ribeirotte**. La Ribeirotte prend sa source sur la commune de Le Val et conflue avec l'Argens à Montfort sur Argens (quelques centaines de mètres au nord-est de la limite du territoire de Le Val), après un parcours de 14,8 km. De nombreux ruisseaux temporaires ou permanents sont présents sur la commune de Le Val et se jettent dans la Ribeirotte. Le principal affluent de la Ribeirotte est le **vallon de Piaou**, situé au Nord de la commune. Ce vallon ne traverse pas de zone résidentielle ou de zone d'activités.

Ces deux cours d'eau et leurs bassins versants respectifs sont reportés sur la carte ci-dessous. Les bassins versants ont été tracés à partir des cartes IGN 1/25 000.

Remarque : les limites du bassin versant de la Ribeirotte correspondent plus ou moins aux limites de la Commune de Le Val. En effet, la limite communale administrative correspond en grande partie à une ligne de crête.

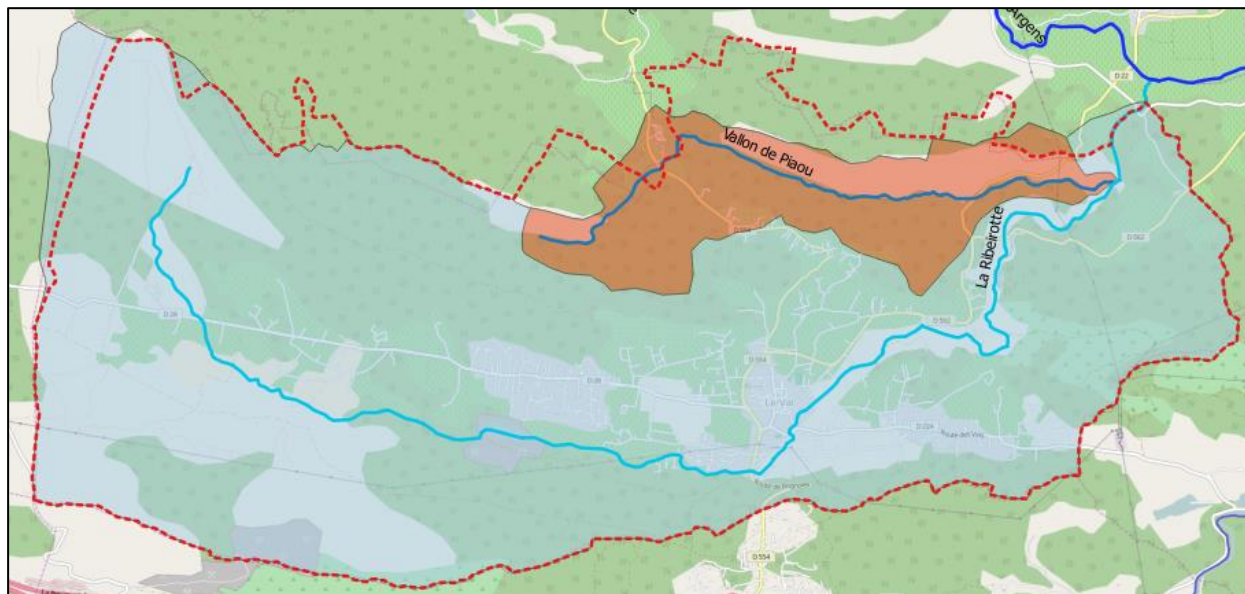


Figure 23 : Cours d'eau structurants et leurs bassins versants sur la commune de Le Val (fond de carte OpenStreetMap)

Les principaux affluents de la Ribeirotte, **ruisseaux et vallons temporaires ou permanents**, situés **autour des zones habitées et du centre du village** et repérés lors de l'enquête de terrain ont été reportés sur la figure ci-dessous. Ces ruisseaux et vallons servent d'exutoire aux eaux de pluie. Leur tracé est parfois partiel (limité aux zones repérées lors des reconnaissances de terrain ou complété par les informations issues des cartes IGN).



Figure 24 : Principaux affluents de la Ribeirotte autour des zones à enjeux : zones résidentielles et centre du village (fond de carte IGN)

Afin d'affiner l'étude hydrologique dans la zone habitée autour du centre-bourg, les **sous-bassins versants de certains affluents de la Ribeirotte** ont été délimités. Ils sont tracés sur la carte ci-dessous.

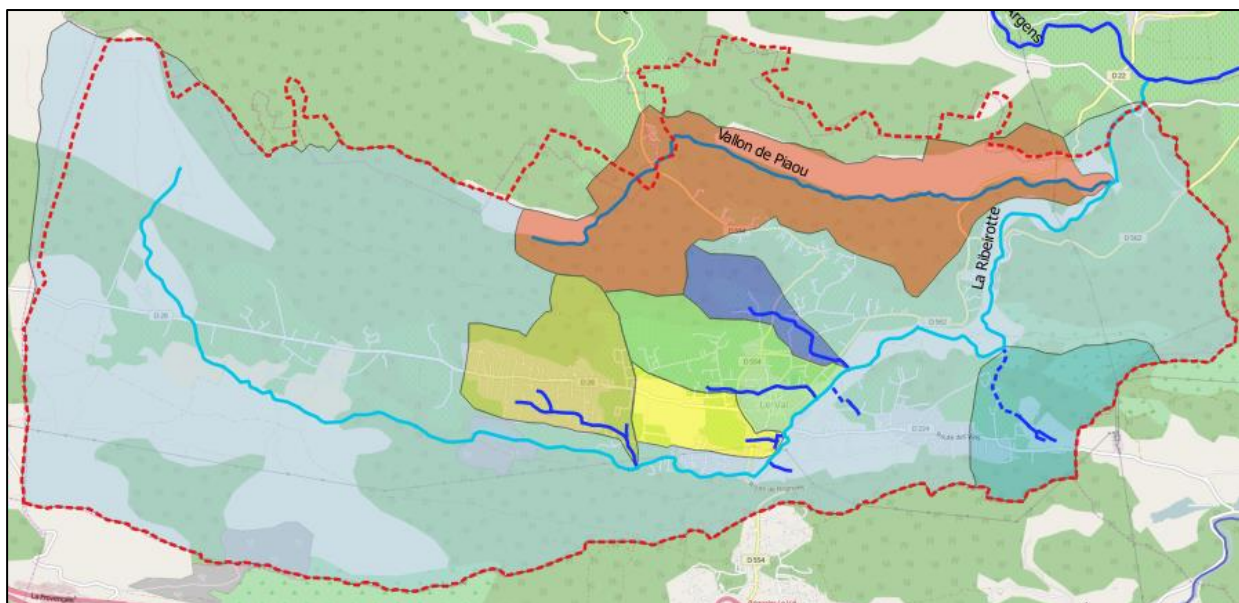


Figure 25 : Sous-bassins versants des affluents de la Ribeirotte (fond de carte OpenStreetMap)

Différents **ouvrages d'art** ont été recensés sur ces cours d'eau. Certains feront l'objet de mesures précises lors de la mission topographique. Seize de ces ouvrages, situés sur la Ribeirotte, le Verdon et le vallon de Piaou sont répertoriés dans les **fiches ouvrages** en Annexe B -

3.3.3 Etat des lieux des cours d'eau

La Ribeirotte, le Verdon, et le ruisseau en provenance du chemin du Paracol (affluent de la Ribeirotte au niveau du pont rouge) sont décrits de manière plus détaillée sur les figures qui suivent.

La Ribeirotte est la rivière principale qui traverse la commune de Le Val. Elle est alimentée en permanence par des résurgences souterraines et provoque des inondations lors de forts épisodes de pluie. Des Zones d'Expansion des Crues (ZEC) existent par endroits, tandis qu'ailleurs, des lotissements ont été construits dans le lit majeur.

Le Verdon et le ruisseau du chemin de Paracol sont des cours d'eau temporaires. Ils étaient à sec lors des visites de terrain de janvier 2016.

Le Verdon passe à proximité des maisons des lotissements du chemin des Vergers et s'écoule ensuite à travers le centre du village. Ce cours d'eau est donc en grande partie artificialisé. Il provoque également des inondations par débordement lors de forts épisodes pluvieux.

Le ruisseau du chemin de Paracol prend sa source dans la forêt au-dessus de la maison de retraite et s'écoule ensuite à travers champs. Il longe quelques habitations et traverse plusieurs routes avant de rejoindre la Ribeirotte au niveau du pont rouge. Les sections d'écoulement sont de taille très variable. Mis à part le tronçon canalisé dans un caniveau en béton le long de la route départemental et quelques portions de section trapézoïdale en terre « calibrées », ce ruisseau est naturel.

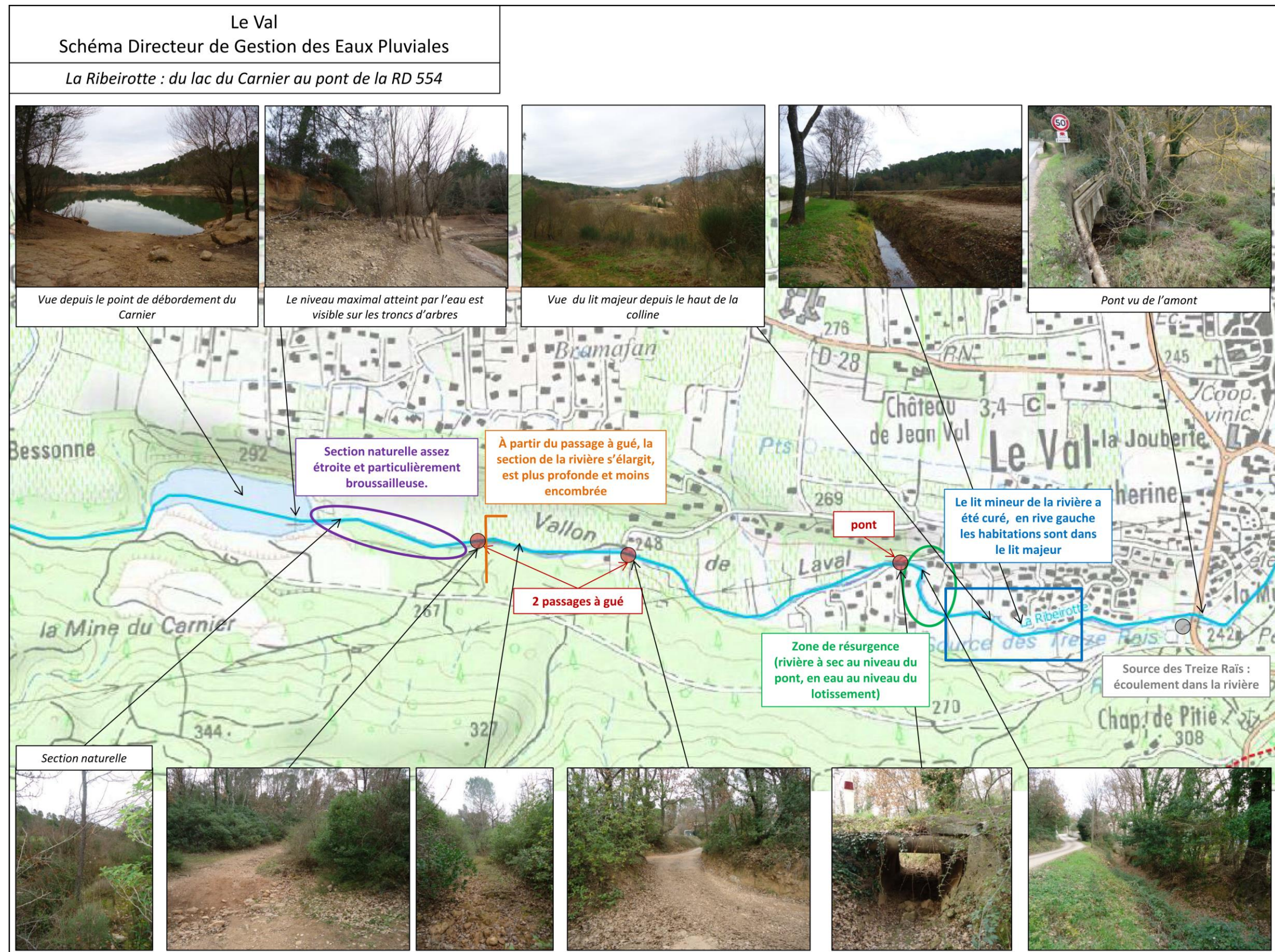


Figure 26 : Description de la Ribeirotte (tronçon amont)

Le Val
Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales

Le Verdon : du chemin des Vergers à sa confluence avec la Ribeirotte



Photographie Google

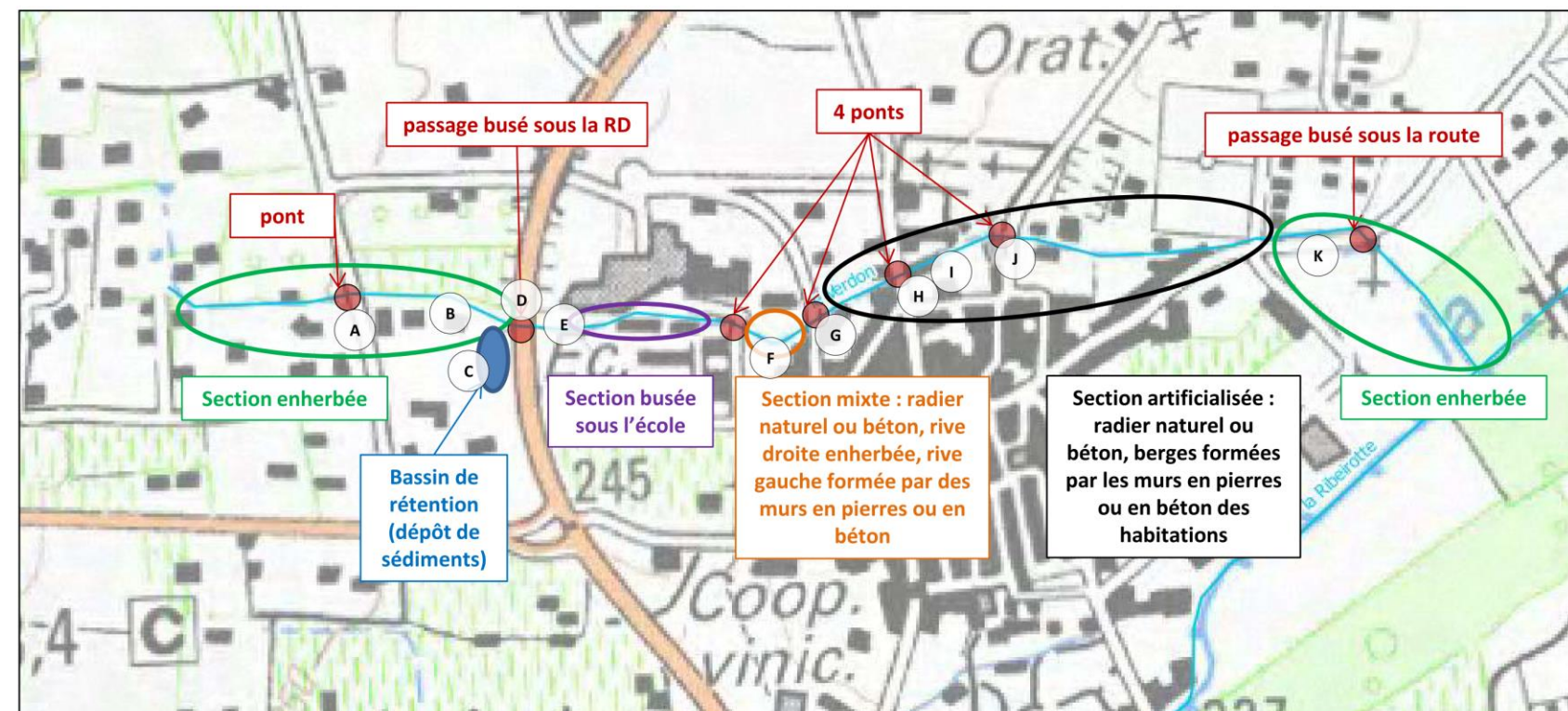


Figure 28 : Description du Verdon

Le Val
Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales

Le ruisseau du chemin de Paracol, affluent de la Ribeirotte au pont rouge

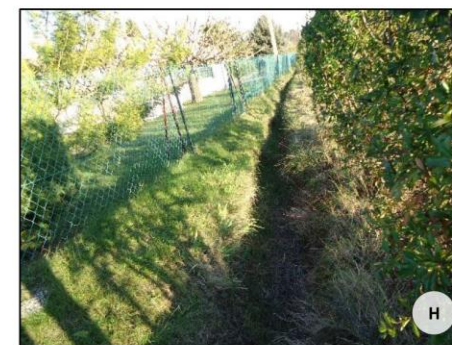
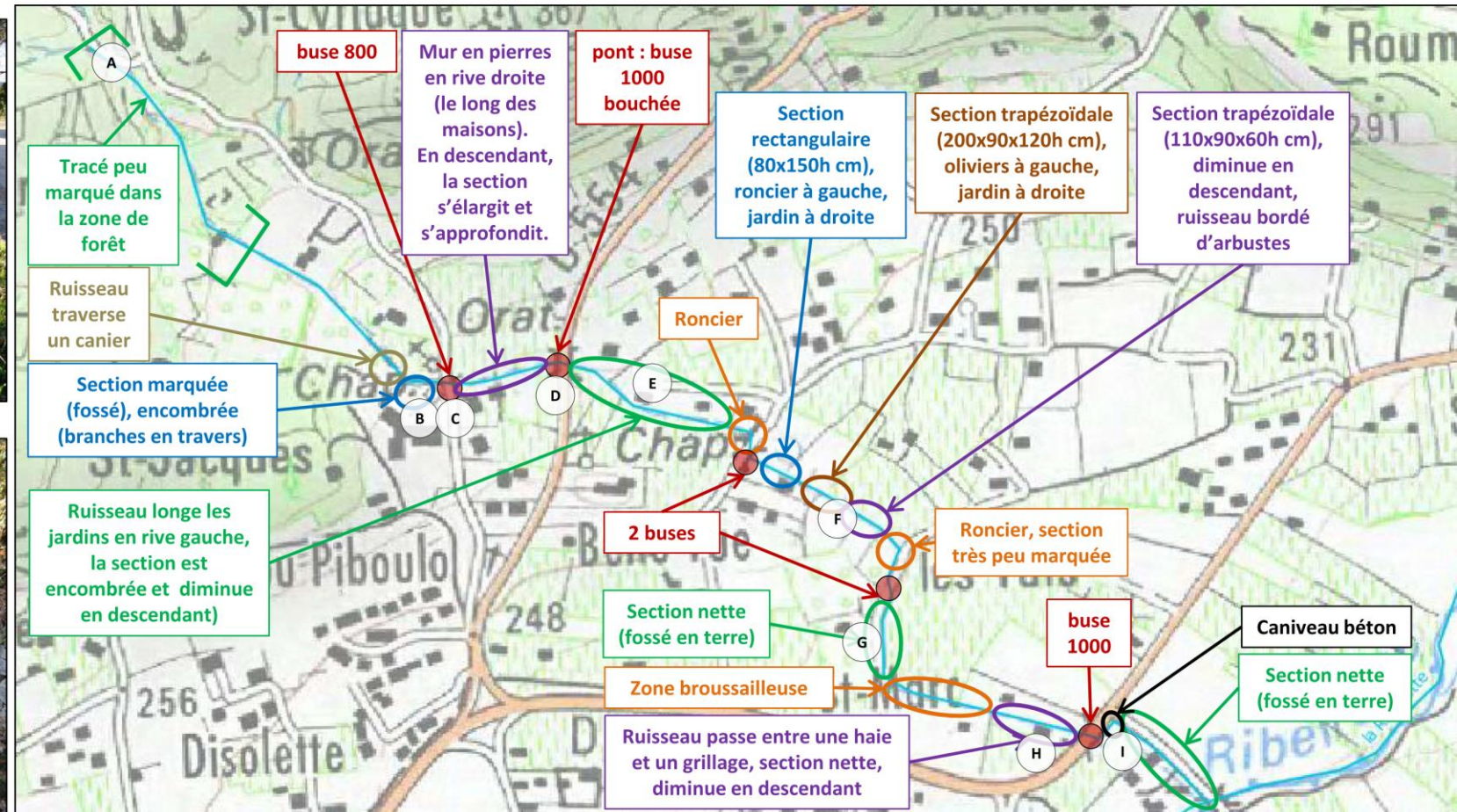
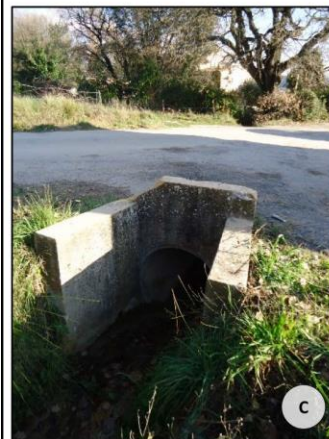


Figure 29 : Description du ruisseau du chemin du Paracol

3.3.4 Gestion des eaux pluviales

L'enquête de terrain a permis de localiser les différents éléments du **réseau d'évacuation des eaux pluviales**.

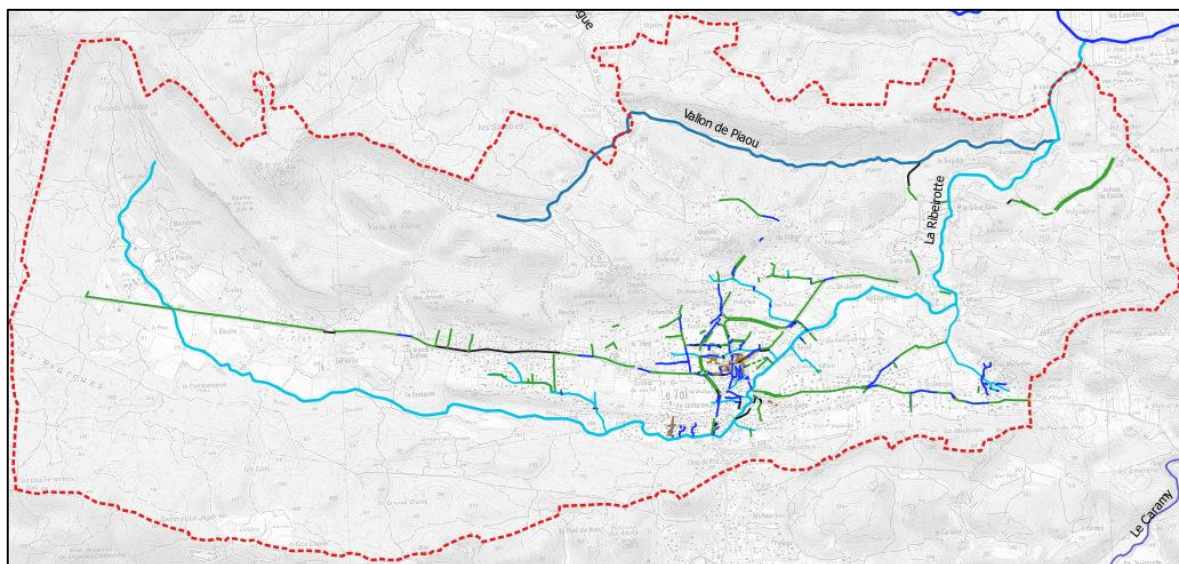


Figure 30 : Vue d'ensemble de la reconnaissance du réseau pluvial

La carte de la **Figure 33** ci-après présente les résultats des investigations de terrain sur le centre du village : tracés, natures et gabarits des différents tronçons identifiés. Un atlas cartographique complet est proposé en Annexe C -

Un bassin de rétention des eaux pluviales est présent le long du Verdon, avant sa traversée de la route départementale, en amont de l'école. Ce bassin fonctionne actuellement en série et est donc rempli très rapidement dès le début des épisodes pluvieux. On observe par ailleurs que le bassin est partiellement comblé par des dépôts de sédiments.¹

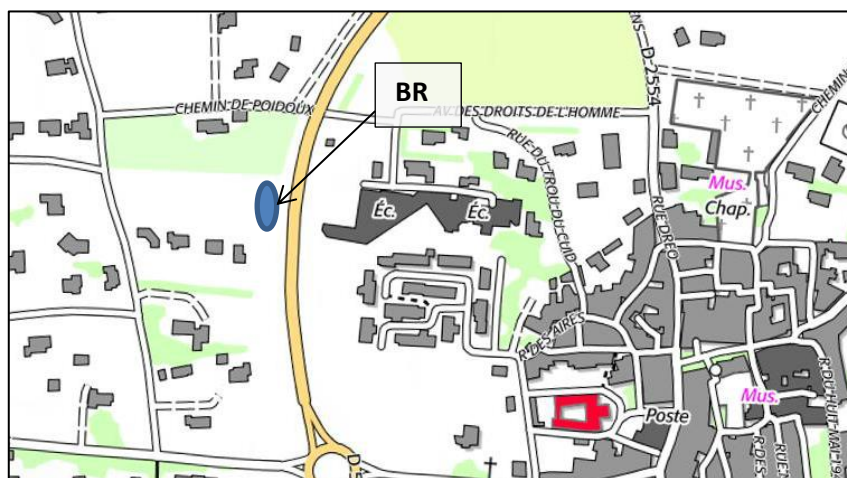


Figure 31 : Localisation du bassin de rétention

¹ Dans les phases ultérieures du schéma de gestion des eaux pluviales, la possibilité de placer ce bassin de rétention en parallèle du cours d'eau sera étudiée.



Figure 32 : Photographies du bassin de rétention (gauche vue d'ensemble, droite ouvrage d'évacuation)

Légende de la carte ci-après :

	limites de la commune		cours d'eau temporaires ou permanents
réseau reconnu		ouvrages reconnus	
	buse ou cadre		avaloir
	buse supposée		grille
	voute		buse ou cadre
	caniveau		ponceau
	fossé		pont
	fossé supposé		voute
	cunette		descente d'eau
	grille avaloir		

Les dimensions mesurées lors de l'enquête de terrain sont indiquées sur la carte. Elles sont reportées en noir pour les collecteurs et en marron pour les ouvrages.

Les sections de buse sont indiquées en mm.

Les sections de caniveau ou de cadre sont indiquées en cm.

Les sections de fossés se lisent comme suit : largeur en gueule x largeur en pied x hauteur. Elles sont indiquées en cm.

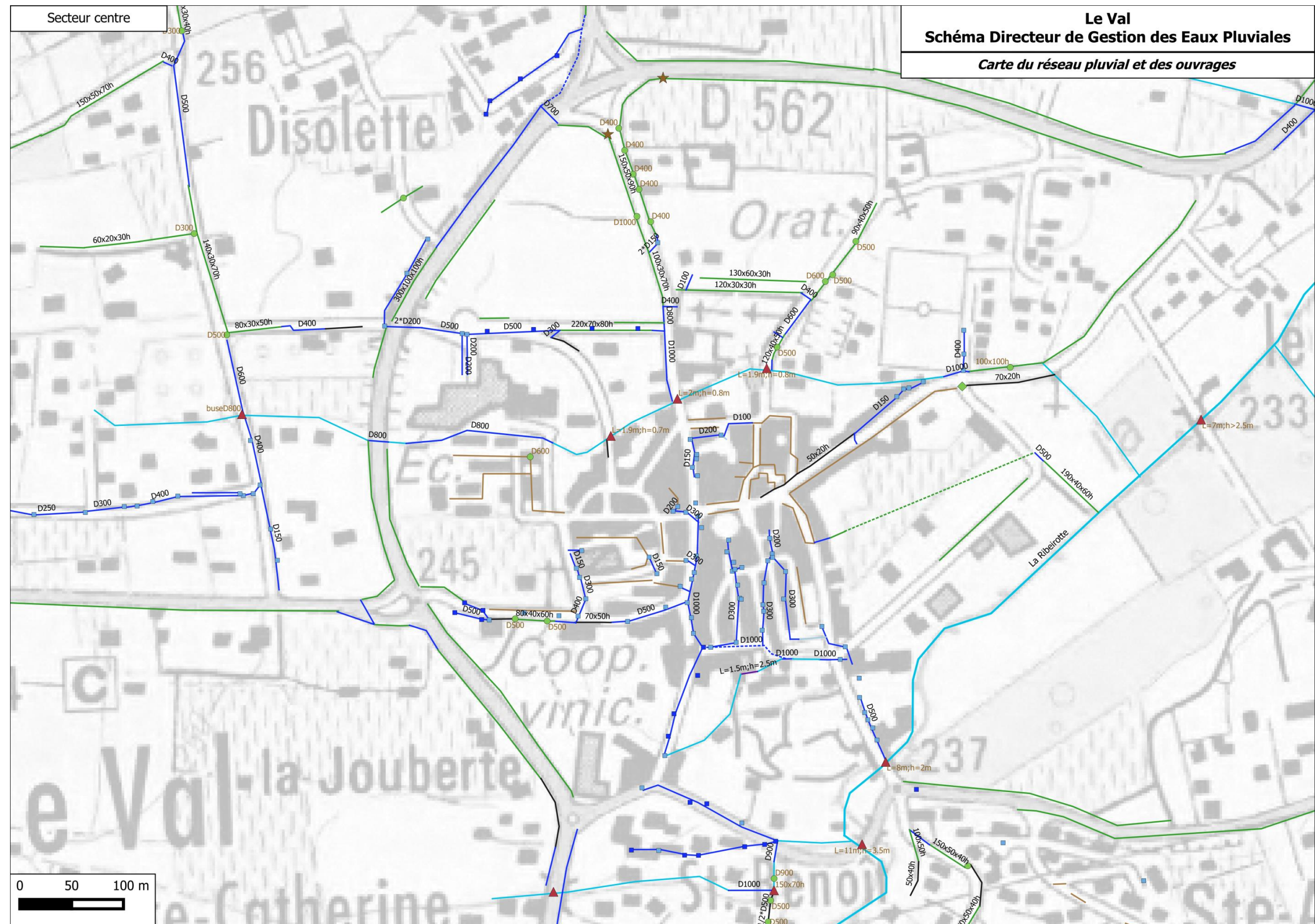


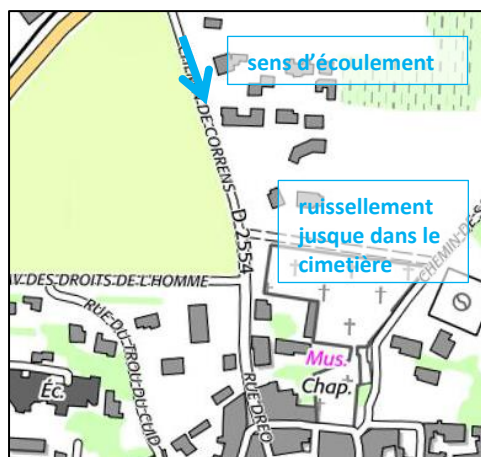
Figure 33 : Réseau d'évacuation des eaux pluviales – zoom sur le centre du village (voir Annexe C pour l'atlas cartographique complet) – légende page précédente

3.3.5 Pré-diagnostic : zones soumises à submersion par débordement de la Ribeirotte, dysfonctionnement et insuffisance du réseau d'évacuation des eaux pluviales, note sur l'état de vétusté

Plusieurs endroits sont connus pour être **inondés** (régulièrement ou occasionnellement) par ruissellement pluvial ou débordement de cours d'eau (le Verdon ou la Ribeirotte). Ils nous ont été signalés par les services municipaux.



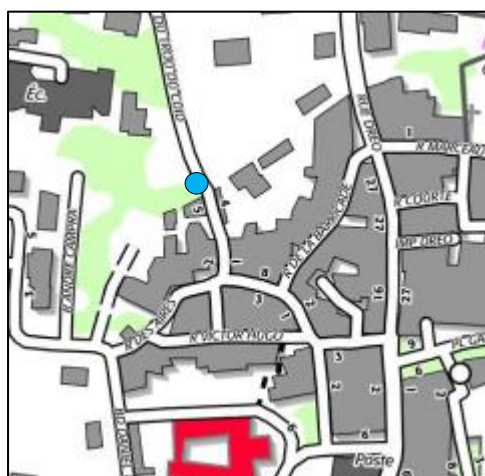
(photographie Google)



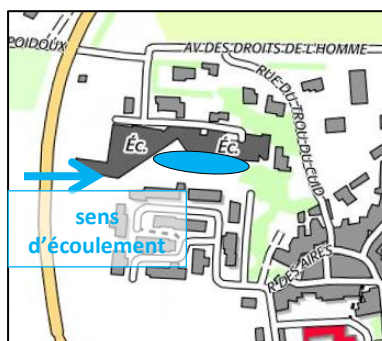
1/ Régulièrement, des ruissellements sont observés sur la voirie du chemin de Correns. On observe jusqu'à 20 cm d'eau dans le cimetière.



Vue de l'aval



2/ Les débordements du Verdon au niveau de ce pont sont rares. Toutefois, des débordements ont eu lieu en 2014. Un transport solide important est parfois observé (un bouchon se forme).



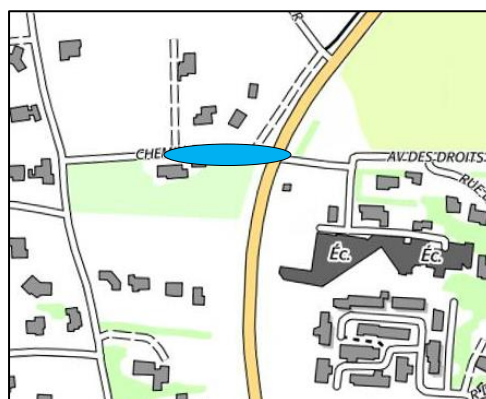
3/ Les classes et la cantine de l'école, situées au rez-de-chaussée, ont été inondées par débordement du Verdon.



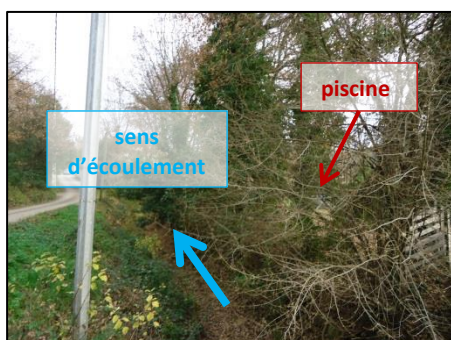
(photographie Google)



4/ La maison située derrière les panneaux au carrefour de la route de Barjols et de la route de Carcès a déjà été inondée par ruissellement pluvial. La présence d'une source, quelques dizaines de mètres plus haut nous a été signalée.



5/ En période de forte pluie, des ruissellements sont observés sur la voirie du chemin de Poidoux.



6/ Début des débordements réguliers de la Ribeirotte. La piscine située dans le jardin, à droite sur la photo, a été emportée lors des fortes crues. L'ouvrage semble insuffisant (autrefois, un passage à gué était présent à cet endroit-là).



7/ Le lotissement subit de fortes inondations par débordement de la Ribeirotte, avec plus de 40 cm d'eau dans certaines habitations (voir photographie du paragraphe 2.5.1). La Ribeirotte a été curée et recalibrée sur ce secteur, comme le montrent les deux photographies.



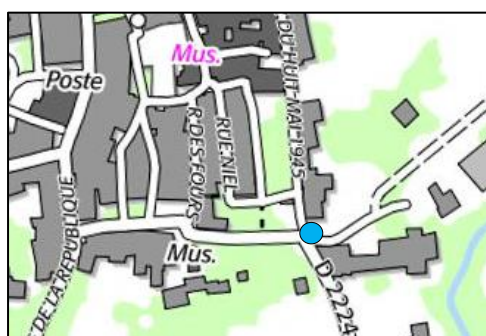
8/ Le pépiniériste, situé à l'aval du pont, est inondé par débordement de la Ribeirotte. Le niveau d'eau atteint les caniers. Le pont (photo du bas) n'a en revanche jamais été submergé.



(photographie Google)



9/ Au niveau de ce pont, des débordements ont déjà été observés, de manière exceptionnelle (environ 50 cm d'eau dans le parc).



10/ Au niveau du lavoir, des ruissellements sont observés sur la voirie : débordement au niveau du regard.



(photographie Google)



11/ Le ruisseau du chemin de Saint-Benoît déborde au passage de la buse sous la route de Vins. Les garages situés en contrebas (photographie) sont régulièrement inondés.



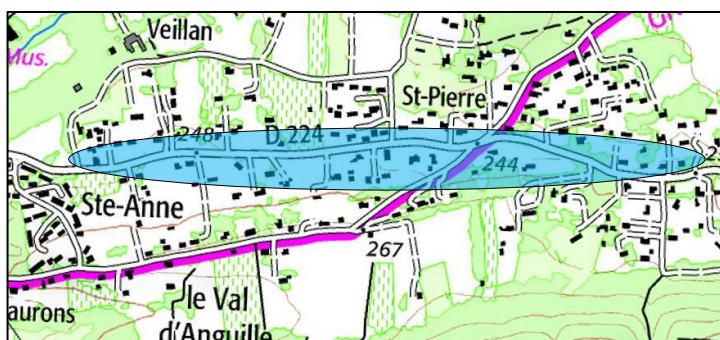
(photographie Google)



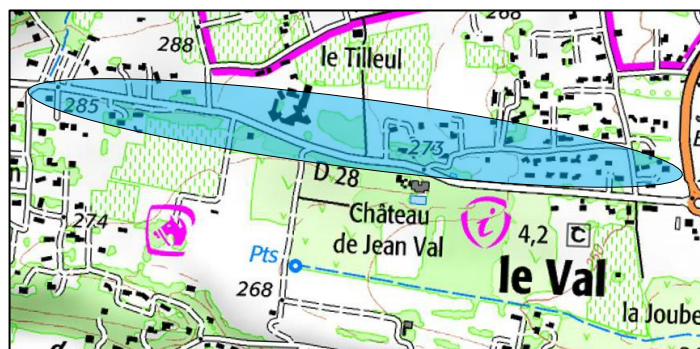
12/ Au niveau du pont rouge, des débordements de la Ribeirotte sont observés. Il a été observé jusqu'à 1m d'eau dans la maison. Une buse débouche dans l'axe de l'entrée de la maison.



13/ En période de forte pluie, le virage de la route de Carcès est inondé par ruissellement pluvial.




14/ En période de forte pluie, la route de Vins est inondée par ruissellement pluvial (les fossés débordent).



15/ Plusieurs maisons sont fréquemment inondées le long de la route de Bras.

Figure 34 : Localisation des zones sujettes à inondation par ruissellement ou débordement de cours d'eau

	Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales	Réf. : 1171-A1405 Date : 21/03/2016 Page : 45
---	--	---

Note sur l'état de vétusté du réseau :

Réseau à ciel ouvert :

Le long des chemins communaux les fossés sont encombrés et les sections ne sont pas homogènes sur un même tronçon. A plusieurs reprises, il a été constaté que les ouvrages d'entrée de propriétés étaient insuffisamment entretenus donc partiellement bouchés (dépôt de terre et de cailloux, feuilles, végétation...).

Réseau enterré :

L'état du réseau pluvial enterré n'est pas homogène. Certaines grilles ou certains avaloirs encombrés, ou qui présentent un radier qu'il faudrait reprendre, ont été notés et sont répertoriés ci-dessous. Ailleurs, les collecteurs sont en bon voire très bon état et les grilles et avaloirs sont dégagés.

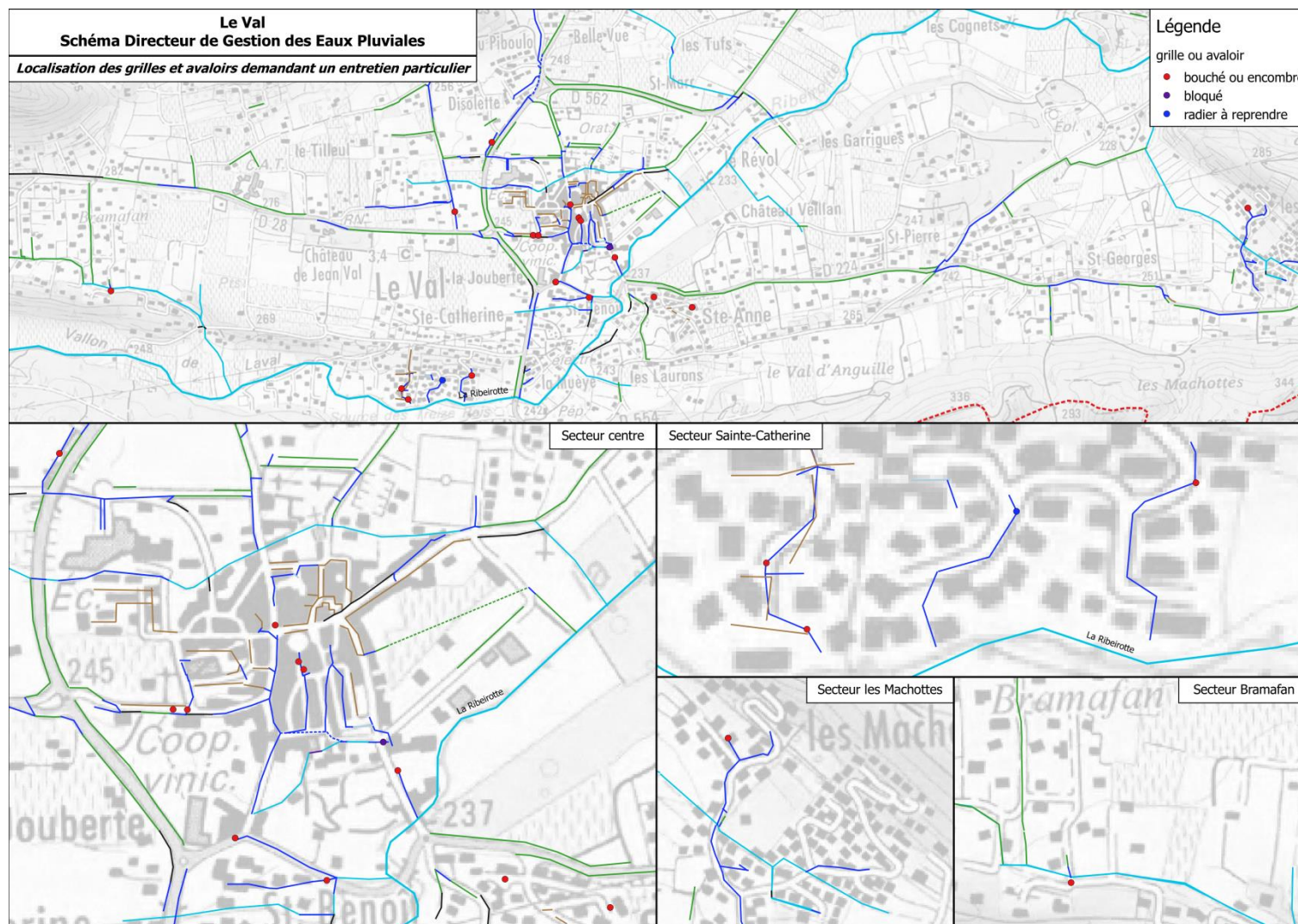


Figure 35 : Carte de localisation des grilles et avaloirs nécessitant un entretien particulier

3.4 Sources potentielles de pollution du milieu

3.4.1 Présence d'eau usée dans les collecteurs pluviaux

Lors de l'enquête de terrain, une odeur d'eau usée a été notée à deux endroits et des graisses ont été identifiées au fond d'une grille.

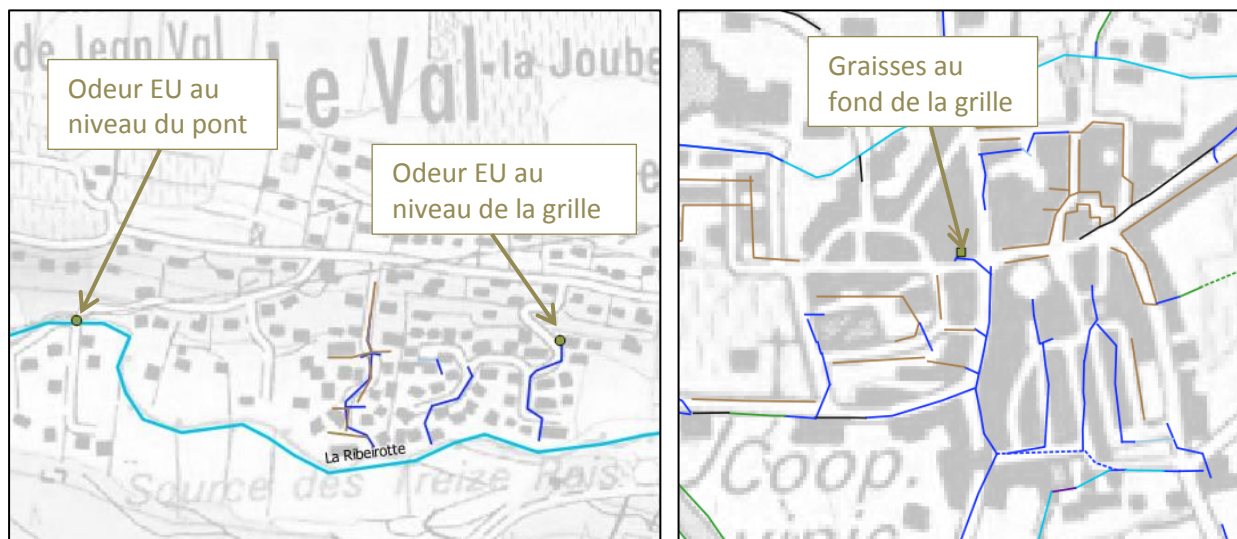


Figure 36 : Présence d'eau usée dans les collecteurs pluviaux (repérage lors de l'enquête de terrain)


Le Schéma Directeur d'Assainissement qui sera prochainement réalisé devrait permettre de compléter ces éléments.

3.4.2 Sources potentielles de pollution

Différentes activités peuvent être potentiellement source de pollution des eaux superficielles :

- **L'agriculture** : en 2015, 554 ha ont été recensés comme étant des terres agricoles sur le territoire communal, soit 14% de la surface de la commune. Les principales cultures sont la viticulture (165 ha), les prairies (108 ha) et l'arboriculture (79 ha)². Une partie des terres répertoriées comme étant agricoles est actuellement en friches. L'espace consacré aux activités agricoles reste assez faible.
- **Les activités industrielles** : la carrière du Juge est actuellement exploitée par Someca, diverses entreprises liées à la réparation automobile ou au bâtiment sont présentes et l'artisanat est en développement sur la commune de Le Val. Certaines de ces activités peuvent générer des pollutions des eaux superficielles.
- **Les infrastructures routières** : le territoire de Le Val est traversé par plusieurs routes départementales, axes de circulation pour se rendre dans les différentes communes situées au nord de Le Val depuis l'autoroute A8. Le ruissellement sur voirie est également source de pollution des eaux superficielles (entraînement d'hydrocarbures).

² Source : Begeat, diaporama de présentation lors de la réunion de concertation du 14 janvier 2016

	Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales	Réf. : 1171-A1405 Date : 21/03/2016 Page : 48
---	--	---

3.4.3 Conclusion sur la pertinence d'engager une campagne de mesures de pollution

Aucune pollution des eaux superficielles ou des milieux récepteurs n'a été identifiée lors de l'enquête de terrain (observation visuelle). Cependant, l'analyse de l'état des lieux montre la présence de plusieurs sources potentielles de pollution des eaux superficielles ou des milieux récepteurs. Par ailleurs, la présence sur le territoire communal de ressources en eau souterraine et de plusieurs périmètres de protection des eaux (source des Treize Raïs) nécessite une grande vigilance vis-à-vis des problèmes de pollution diffuse.

Il est donc jugé pertinent de procéder à une campagne de mesures de pollution.

4 Cahier daes charges de mission topographique

Le cahier des charges de mission topographique est annexé au présent rapport (9.1.6Annexe A -).

Le tableau ci-dessous présente l'estimation financière sommaire du coût de la mission topographique.

N°	Désignation	Unité	Quantité estimative	Prix unitaire (€ HT)	Montant (€ HT)
TRANCHE FERME					
1	Photogrammétrie				
	Restitution d'un secteur de superficie 180 ha	ha	180	30	5 400
2	Récolement du réseau pluvial				
	Lever de réseau pluvial enterré et à ciel ouvert et restitution à l'échelle 1/2000 ^{ème}				
	Réseau enterré : 170 points	U	170	50	8 500
	Réseau à ciel ouvert : 11 600 m	ml	11 600	1	11 600
3	Profils en travers				
	Lever de profils en travers de cours d'eau (au moins 1 profil tous les 100 m), et restitution d'un cahier des profils en travers	ml	1 800	0.80	1 440
4	Ouvrages d'art				
	Lever d'ouvrages et restitution d'un cahier des ouvrages (10 ouvrages)	U	10	150	1 500
Montant total H.T. de la tranche ferme					28 440
TVA 20 %					5 688
Montant total T.T.C. de la tranche ferme					34 128
TRANCHES CONDITIONNELLES					
	Photogrammétrie				
A1	Restitution d'un secteur de superficie 56 ha	ha	56	30	1 680
A2	Restitution d'un secteur de superficie 50 ha	ha	50	30	1 500
A3	Restitution d'un secteur de superficie 189 ha	ha	189	30	5 670
B	Récolement du réseau pluvial (lever et restitution)				
	Réseau enterré : 27 points	U	27	50	1 350
	Récolement du réseau pluvial (lever et restitution)				
C1	Réseau à ciel ouvert : 7 100 m	ml	7 100	1	7 100
C2	Réseau à ciel ouvert : 4 400 m	ml	4 400	1	4 400

D	Profils en travers				
	Lever de profils en travers de cours d'eau (au moins 1 profil tous les 100 m), et restitution d'un cahier des profils en travers	ml	1 100	0.80	880
E	Ouvrages d'art				
	Lever d'ouvrages et restitution d'un cahier des ouvrages (5 ouvrages)	U	5	150	750
F	Terrain nu				
	Lever altimétrique de terrain nu et restitution à l'échelle 1/500 ^{ème} (5 terrains de 1 ha chacun)	ha	5	600	3000
Montant total H.T.					26 330
TVA 20 %					5 266
Montant total T.T.C.					31 596

5 Analyse qualitative

5.1 Détermination des pollutions générées par les écoulements superficiels

5.1.1 Sources de pollution chronique

Lors de la phase d'état des lieux (1^{ère} phase de la présente étude), différentes sources potentielles de pollution ont été identifiées sur le territoire communal : les activités industrielles, les activités agricoles, le ruissellement sur les infrastructures routières ou encore les dispositifs d'assainissement non collectif défectueux.

5.1.1.1 Activités industrielles

La base de données Basias du BRGM présente l'inventaire historique des sites industriels et activités de service sur le territoire national. La base de données Basias répertorie 15 sites sur la commune de Le Val.

Nom(s) ou Raison(s) sociale(s)	Activité	Etat d'occupation du site
Garage Laculle Abe	Station-service	Ne sait pas
HALBIG René	Dépôt de gaz butane et propane	Ne sait pas
MILLION Hypolite	Tannerie	Activité terminée
BRUNACHE Benoît	Fabrique de tuiles	Ne sait pas
BAUDOIN Joseph	Briqueterie	Ne sait pas
LEIDRED Joseph	Tannerie	Activité terminée
SUQUET Jacques	Fours à chaux	Ne sait pas
THIBAULT Rodolph	Four à chaux	Ne sait pas
LAMBERT	Four à chaux	Ne sait pas
ALLEGRE Valery	Atelier d'équarrissage	Ne sait pas
ALLEGRE Valery	Atelier d'équarrissage	Ne sait pas
PREVIEU	Dépôt d'hydrocarbures	Activité terminée
PREVIEU Claude	Dépôt d'hydrocarbures	Activité terminée
BRUNACHE Marius	Tuilerie	Ne sait pas
Société des Bauxites Françaises	Mine de bauxite " Petite & Grande Brasque " du Val	Ne sait pas

Tableau 4 : Liste des activités recensées par la base de données Basias

L'activité de la plupart, des sites mentionnées par la base de données Basias est arrêtée.

La base de données Basol recense les sites et sols pollués ou potentiellement pollués ayant appelé une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif, sur le territoire national. Aucun site n'est recensé sur la commune de Le Val.

La base de données des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie recense un seul établissement sur la commune de Le Val, il s'agit de la carrière SOMECA.

Nom établissement	Régime	Statut Seveso	Activité	Etat d'activité
SOMECA	Autorisation	Non Seveso	Carrière	En fonctionnement

Tableau 5 : Liste des ICPE en fonctionnement

5.1.1.2 Infrastructures routières

Cinq routes départementales traversent la commune de Le Val, la RD 554, la RD562, la RD224, la RD 28, la RD 22 sur un linéaire d'environ 22 km. Ces routes sont périphériques au centre de Le Val. La circulation des véhicules sur ces routes départementales peut entraîner une pollution par lessivage des infrastructures routières lors d'épisode pluvieux.

Les routes communales peuvent également entraîner des pollutions par lessivage mais dans un degré moindre en considérant la circulation moins importante sur ces routes.

5.1.1.3 Activités agricoles

Le site Géoportail permet de consulter le registre parcellaire graphique sur la commune de Le Val. Le dernier registre parcellaire consultable sur Géoportail date de 2012, il permet d'identifier les parcelles agricoles sur la commune et de préciser leur nature (voir figure ci-dessous).

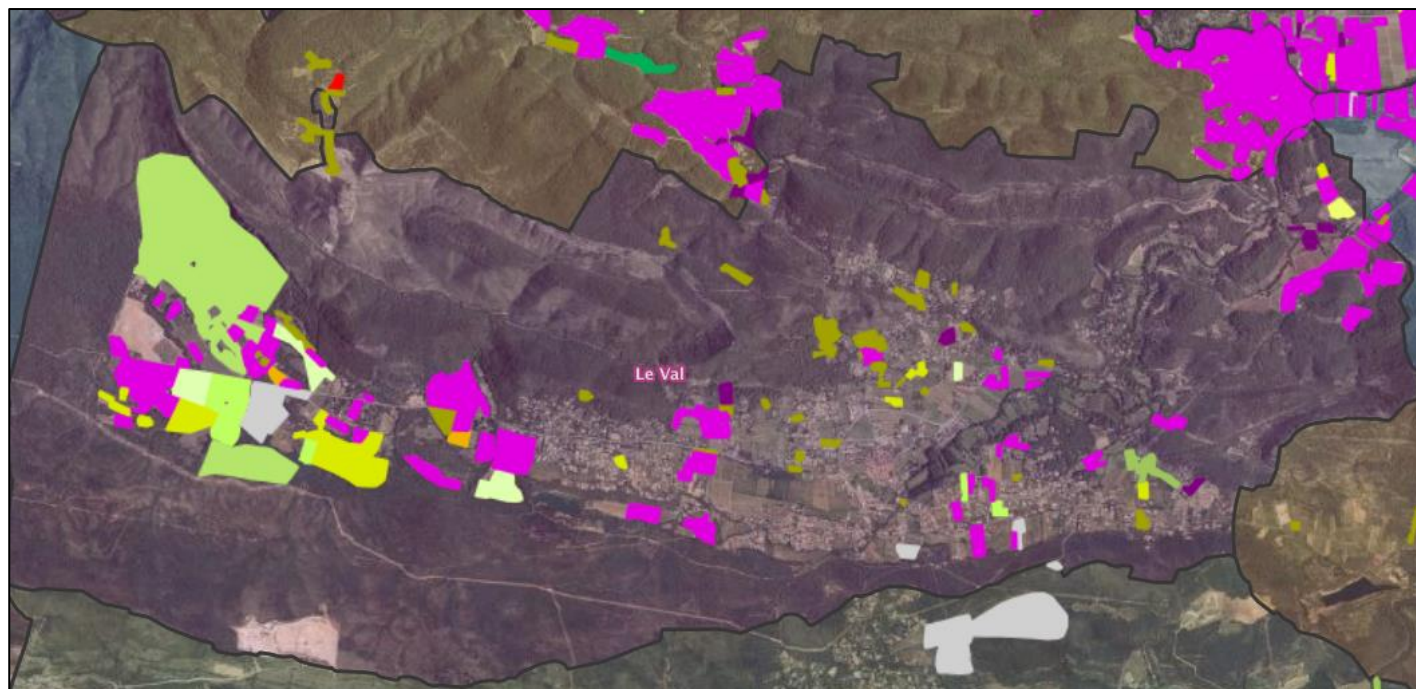


Figure 37 : Registre parcellaire graphique sur la commune de Le Val

On constate d'après la carte que les exploitations agricoles sur la communes sont principalement concentrés à l'ouest, le long de la route de Bras mais également en périphérie du centre du village (oliviers au nord et vignes à l'est notamment).

La culture dominante sur la commune, comme c'est la cas dans une grande partie du département du Var, est la culture de la Vigne. On note également une présence non négligeable de Prairies et d'oliviers sur la commune ainsi que la présence d'autre exploitations agricoles diverses mais de taille plus réduite.



Figure 38 : Légende carte du Registre parcellaire graphique

5.1.1.4 Différents polluants associés aux différentes sources de pollution

Dans le contexte communal de Le Val, les types de pollution et de polluants qui peuvent être retrouvés dans les milieux naturels sont reportés dans le tableau suivant :

	Pollution organique	Pollution par des produits contaminants	Pollution biogénique	Pollution microbienne	Pollution visuelle ou esthétique
Polluants associés	Matières organiques (DBO)	Organiques : acides gras, huiles et graisses, pesticides, substances organochlorées, ... Inorganiques : métaux lourds ; cyanures, sulfates, sulfures	Substances nutritives ou nutriments (azote, phosphore)	Bactéries et virus (coliformes fécaux, streptocoques, entérocoques, <i>Escherichia coli</i> , <i>pseudomonas aeruginosa</i> , <i>giardia lambia</i> , ...)	Colorants, odeurs, Matières En Suspension, objets flottants, débris, matières huileuses, algues
Répercussions environnementales	Diminution de la concentration en oxygène dans l'eau entraînant la disparition de certaines espèces de poissons Odeurs nauséabondes Enrichissement des eaux en éléments nutritifs (azote, phosphore) occasionnant la prolifération de végétation aquatique	Effets immédiats ou latents (peut s'accumuler lentement dans les tissus pour agir progressivement sur les organismes vivants) Selon la nature de la substance, la dose rejetée et l'espèce en cause, elle peut aller jusqu'à détruire des espèces animales et végétales, affaiblissant ainsi un maillon de la chaîne alimentaires Phénomène de bioamplification pouvant avoir des effets chez les humains	Prolifération d'algues et de plantes aquatiques le long des rivières dans les zones agricoles. La décomposition de ces plantes entraîne une diminution de la concentration en oxygène dans l'eau et crée un milieu défavorable pour la faune aquatique. Peut entraîner une détérioration de la qualité esthétique des plans d'eau.	Création d'un milieu propice à la propagation de certaines maladies infectieuses.	Rend peu attrayante la pratique d'activités récréatives. Certaines formes de pollution esthétique, telles les matières en suspension, peuvent détruire les frayères.
Eaux usées domestiques	Rejets d'origine humaine		Rejets domestiques	Rejets d'origine humaine	
Activités agricoles		Pesticides et autres rejets agricoles	Engrais et autres rejets agricoles	Rejets d'origine animale	Rejets agricoles
Activités industrielles	Rejets industriels	Rejets industriels	Rejets par les fabricants d'explosifs		
Lessivage des sols sur les infrastructures routières	Particules de pneu, terre et boue apportées par les roues de véhicules, ...	Lubrifiants, essence, dépôts d'échappement, ...		Entraînement des déjections animales lors du nettoyage des voiries et parkings	Entraînement de déchets divers lors du nettoyage des voiries et parkings

Tableau 6 : Les différents types de pollution qui peuvent être retrouvés sur la commune de Le Val (source des informations sur les polluants et leurs répercussions environnementales : site internet oieau)

5.1.2 Milieux récepteurs

Les masses d'eau superficielles et souterraines impactées par la commune sont recensées par l'Agence de l'Eau.

		Type	Code	Libellé	Etat écologique 2009	Etat chimique 2009	Objectif bon état écologique	Objectif bon état chimique
Masses d' eau superficielles	Directement impactées (traversant la commune)	Rivière	FRDR11578	Ruisseau la Ribeirotte	bon état	Bon état	2015	2015
		Rivière	-	Vallon de Piaou	-	-	-	-
Masse d'eau souterraine			FRDG137	Massifs calcaires du Trias au Cretace dans le BV de l'Argens (FRDG138)	Bon état	Bon état	2015	2015
			FRDG520	Domaine marno-calcaire et greseux de Provence est – BV Cotiers est (FRDG520)	Bon état	Bon état	2015	2015

Tableau 7: Liste des masses d'eau impactées par la commune

La commune de Le Val est située en tête de bassin pour la rivière de la Ribeirotte et ses affluents, dont notamment son affluent principal le Vallon de Piaou. Les relations entre les sources de pollution et les milieux récepteurs doivent être identifiées afin de préserver, voire améliorer, la qualité des masses d'eau et les usages de l'eau (baignade et pêche, captages).

Masse d'eau	Concernée par
Le Ribeirotte	Pollution agricole, industrielle, routière, eaux usées domestiques
Massifs calcaires du Trias au Crétacé dans le BV de l'Argens	Pollution agricole, industrielle, routière, eaux usées domestiques
Domaine marno-calcaire et gréseux de Provence est – BV Côtiers est	Pollution agricole, industrielle, routière, eaux usées domestiques

Tableau 8 : Relation entre les milieux récepteurs et les sources de pollution chronique

5.1.3 Impact de l'urbanisation future

Les projets d'urbanisation sont concentrés sur le secteur « Déviation et entrées du village » identifié en phase 1. Plusieurs scénarii sont étudiés pour l'aménagement de l'entrée de ville jusqu'au carrefour avec la route de Bras (RD 28). Le secteur « Saint Jacques » a vocation à accueillir un équipement culturel, de l'habitat et une aire de stationnement. Le secteur « Les grandes Aires » a vocation à accueillir de l'habitat dont une partie en logements sociaux et un équipement de services type pôle médical.

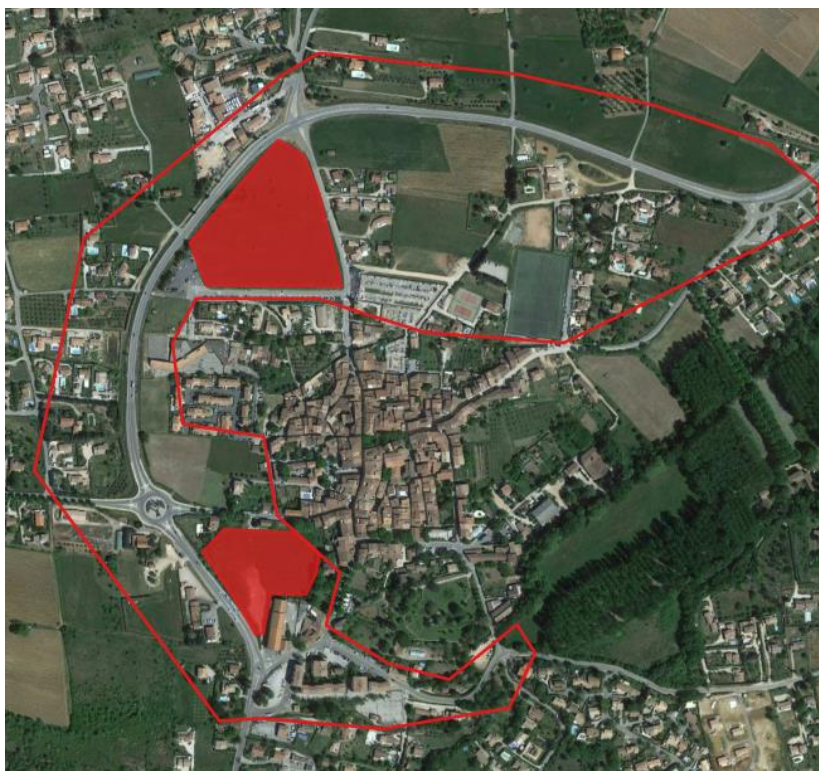


Figure 39 : Localisation des projets d'urbanisation dans le secteur « Déviation et entrées de village »

L'urbanisation des sites « Saint Jacques » et les « grandes aires » vont entraîner l'accroissement du taux d'imperméabilisation du village ainsi qu'un accroissement de la circulation ce qui résultera en une augmentation des quantités ruisselées (voir partie analyse quantitative) et des pollutions par lessivage de voirie.

5.2 Evaluation de la « pollution par temps sec »

5.2.1 Identification des sources de pollution chronique « par temps sec »

La pollution par temps sec concerne les activités industrielles (rejet de polluant), agricoles (rejet de pesticides par exemple), et la pollution par des eaux usées.

Les différentes sources potentielles de pollution chronique d'origine industrielle, agricole ou issues de systèmes d'Assainissement Non Collectif défectueux ont été identifiées précédemment et localisées. Elles sont limitées à des points précis et connus.

5.2.2 Enquête de terrain

Lors de l'enquête de terrain, les cours d'eau ont été parcourus et le réseau pluvial reconnu (ouverture d'une partie des regards du réseau enterré, identification et suivi du réseau à ciel ouvert). L'enquête de terrain s'est déroulée par temps sec.

Aucune pollution évidente des eaux superficielles ou des milieux récepteurs n'a été identifiée lors des passages sur le terrain.

5.3 Estimation de la « pollution par temps de pluie »

La pollution par temps de pluie concerne essentiellement le lessivage des sols agricoles et des infrastructures routières.

5.3.1 Pollution par lessivage des voiries

5.3.1.1 Généralités

Le guide technique « Pollution d'origine routière, Conception des ouvrages de traitement des eaux » rédigé par le Séttra (service d'Etudes techniques des routes et autoroutes) donne un référentiel pour calculer les charges annuelles polluantes véhiculées par les eaux de ruissellements.

D'après le guide Séttra, « les charges annuelles polluantes à prendre en compte, d'après les tendances exprimées dans les études effectuées depuis 1992 par le Séttra, l'Asfa et le LCPC, pour le trafic global (qui regroupe la somme des trafics de chacun des deux sens de circulation) sont, pour les chaussées non constituées d'enrobés drainants, indiquées dans le tableau suivants » :

Charges unitaires annuelles Cu à l'ha imperméabilisé pour 1000 v/j	MES kg	DCO kg	Zn kg	Cu kg	Cd kg	HAP g	Hc Totaux g
Site ouvert	40	40	0.4	0.02	2	600	0.08
Site restreint	60	60	0.2	0.02	1	900	0.15

Tableau 9 : Charges unitaires annuelles par ha applicables pour un trafic global < 10 000 v/j

Ces charges s'appliquent proportionnellement au trafic global et à la surface imperméabilisée qui correspond à toute surface de sol revêtue de béton bitumineux, de béton hydraulique ou de géomembrane. Il s'agit de la chaussée, des accotements ou trottoirs revêtus, du terre-plein central, des zones de stationnement et des refuges.

La charge annuelle est donnée par la formule suivante :

$$Ca = Cu * \frac{T}{1000} * S$$

Avec :

Ca : charge annuelle, en kg, de 0 à 10 000 v/j

Cu : charge unitaire annuelle en kg/ha pour 1000 v/j

T : trafic global en v/j

S : surface imperméabilisée en ha

5.3.1.2 Dans le contexte communal de Le Val

Les infrastructures routières susceptibles d'être lessivées lors de forts épisodes pluvieux, provoquant l'entraînement de polluants vers les milieux naturels récepteurs, représentent sur la commune de Le Val une superficie d'environ 26 ha en considérant les routes départementales et le centre-ville.

Une grande partie de la surface de voirie est située en zone naturelle. Pour le calcul de la charge de polluants rejeté au milieu naturel, les quantités de polluants rejetés dépendent grandement du trafic global sur la commune qu'il est difficile d'estimer. On estime un trafic journalier sur la commune d'environ 10 000 véhicules par jour.

Ainsi, le calcul de la **charge annuelle de polluants rejetés au milieu naturel** par lessivage des voiries, en utilisant les valeurs pour un site ouvert, donne les résultats suivants :

Polluants	Charges unitaires annuelles Cu à l'ha imperméabilisé pour 1000 v/j	Charge annuelle pour la commune de Le Val
MES en kg	40	10 400
DCO en kg	40	10 400
Zn en kg	0.4	104
Cu en kg	0.02	5.2
Cd en g	2	520
Hc Totaux en kg	0.6	156
HAP en g	0.08	20.8

Tableau 10 : Calcul de la charge annuelle totale rejetée au milieu naturel par lessivage des voiries

Ces valeurs doivent être mises en relation avec la superficie du territoire communal : **la commune de Le Val couvre un territoire de près de 3 934 ha et la surface de voirie a été estimée à 26 ha, ce qui représente moins de 1% de la surface de la commune.**

Ainsi, la pollution par lessivage des voiries sur le territoire de Le Val peut être considérée comme diffuse. Le seul point particulier où la concentration en polluants peut être plus importante est la Ribeirotte au niveau de la traversée du centre du village. Toutefois, les polluants seront rapidement dissous dans le cours d'eau.

5.3.2 Pollution par lessivage des sols agricoles

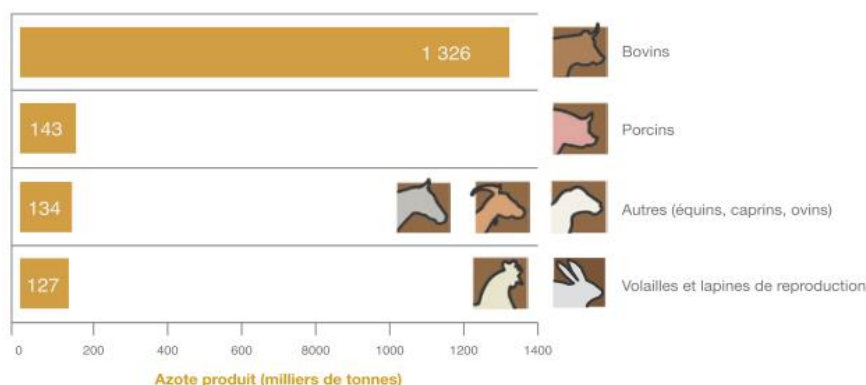
5.3.2.1 Généralités

(D'après le document « Pratiques agricoles et nitrates dans les milieux aquatiques », Les Synthèses – fiche n°11, site internet Eaufrance)

L'agriculture a des impacts sur les milieux aquatiques, en termes de qualité et de quantité des ressources, mais aussi de biodiversité. L'évolution des pratiques agricoles (concentration de l'élevage, réduction de la diversité des cultures, diminution des prairies permanentes) a entraîné une rupture de l'équilibre entre l'environnement aquatique et l'agriculture, et en particulier une dégradation de la qualité de l'eau par les nitrates³. En réponse à la forte augmentation de la pollution par les nitrates, l'Union Européenne a adopté en 1991 la « directive nitrates » qui définit des zones vulnérables dans lesquelles les agriculteurs doivent suivre un programme d'actions spécifiques. Par exemple, dans les zones définies comme étant vulnérables (la commune de Le Val n'en fait pas partie), la quantité maximale d'azote issu des effluents d'élevage épandue annuellement sur chaque exploitation est limitée à 170 kg/ha de surface agricole utile (SAU).

Les déjections animales issues de l'élevage sont productrices d'azote. En France, les effluents produits par les animaux d'élevage sont majoritairement utilisés directement sur l'exploitation agricole : 55% sont rejetés directement en pâtures, c'est-à-dire sur les prés lorsque les animaux se nourrissent, et 45% sont valorisés par l'épandage. Le graphique suivant indique la quantité totale d'azote produit en France en 2010 selon le type de cheptel :

Source : CGEDD & CGAAER²³



En France, en 2010 :

19,5 millions de bovins

13,9 millions de porcins

9,3 millions d'équins, caprins et ovins

296,1 millions de volailles

855 000 lapins (lapines reproductrices)

Figure 40 : Tonage d'azote produit selon le type de cheptel en 2010 en France (source : Eaufrance)

³ Les nitrates sont des composés présents dans le sol, formés au cours du cycle de l'azote. Les activités agricoles sont à la fois productrices d'azote via les déjections animales issues des élevages, et consommatrices d'azote à travers l'utilisation des fertilisants sur les cultures.

La plupart des cultures bénéficie d'un apport d'azote afin d'assurer ou d'augmenter le rendement et la qualité des productions. Le graphique suivant indique la quantité d'azote minéral reçu par an pour les principales cultures de France métropolitaine en 2010, selon le type de culture :

Source : SOeS²⁸

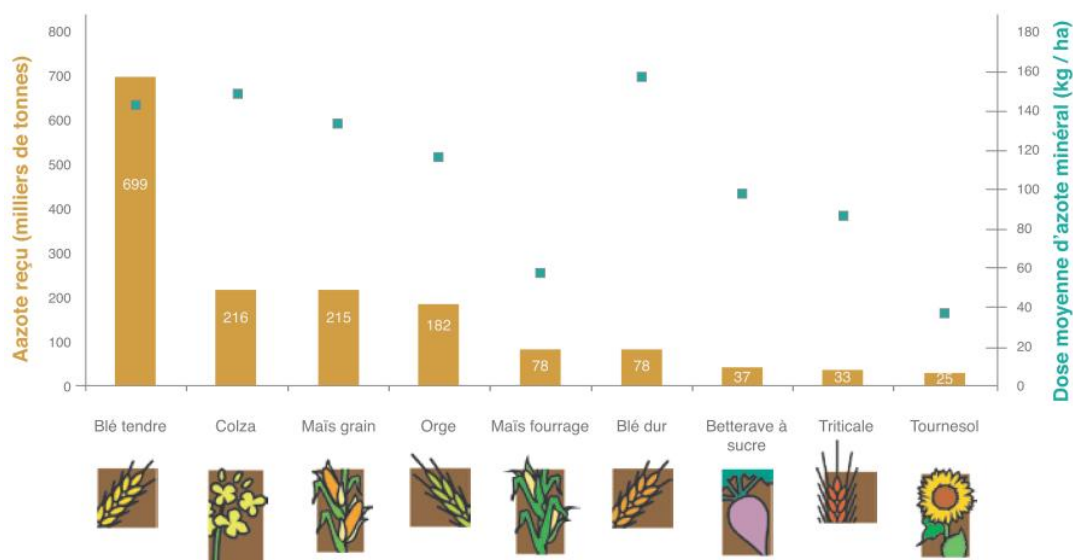


Figure 41 : Tonnage d'azote minéral reçu par an pour les principales cultures de France métropolitaine en 2010 (source : Eaufrance)

Les conditions météorologiques jouent un rôle important dans le transfert des nitrates du sol vers les milieux aquatiques. Ainsi, l'évolution des concentrations en nitrates est à mettre en relation avec la pluviométrie : les précipitations lessivent les sols agricoles et libèrent ainsi les nitrates dans le milieu aquatique.

5.3.2.2 Dans le contexte communal de Le val

La viticulture prédomine très largement sur la commune de Le Val. La viticulture conventionnelle et productiviste est l'une des activités agricoles les plus consommatrices en produits phytosanitaires (fongicides et pesticides). En France, d'après l'Observatoire des Résidus des Pesticides (ORP), les cultures de vignes représentent 20% des pesticides utilisés alors qu'elles n'occupent que 3 % de la surface agricole française.

La présence de produits phytosanitaires dans les vignobles peut être une source de pollution diffuse lors d'épisode pluvieux. En effet, lors d'épisode pluvieux, les produits phytosanitaires peuvent être entraînés par ruissellement sur la parcelle ou infiltration vers les milieux aquatiques (Ribeirotte, nappes phréatiques).

Il existe également d'autres risques de contamination des ressources en eau, liée aux erreurs ou aux accidents lors de la manipulation des produits phytosanitaires ou lors de l'application des bouillies : c'est la pollution ponctuelle. Il s'agit par exemple de vidanges de fonds de cuves ou de rejet d'eaux de rinçage chargées en produits phytosanitaires, de renversements accidentels de la bouillie ou de produit, de débordements de cuves lors du remplissage. Les eaux de surface peuvent alors être directement contaminées si ces manipulations ont lieu à proximité de la ressource en eau, ou indirectement, lorsque

les produits phytosanitaires transitent dans le réseau d'assainissement et arrivent à la rivière par le biais des rejets de station d'épuration qui ne sont pas conçues pour les éliminer.

Dans le contexte communal de Le Val, la question de la pollution des eaux superficielles par l'agriculture se pose donc majoritairement au niveau des apports en produits phytosanitaires qui peuvent être reçus par les cultures.

5.4 Des solutions pour réduire la pollution des eaux superficielles

Des solutions existent pour réduire la pollution chronique des eaux superficielles. On peut par-exemple citer les solutions de réduction de la pollution due

- ❖ Au lessivage des voiries :
 - Noues enherbées,
 - Filtration des matières en suspension par la végétation, ...
- ❖ Ou au lessivage des sols agricoles :
 - Fertilisation raisonnée,
 - Mise en place d'un couvert végétal pendant l'interculture,
 - Mise en place de bandes enherbées,
 - Aménagements des cultures pour limiter l'érosion (plantation perpendiculaire à la pente, plantation de haies en haut et en bas de pente, ...), ...

Ces solutions seront développées en phase 3 du Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales.

6 Analyse quantitative

6.1 Analyse hydrologique

6.1.1 Pluviométrie

6.1.1.1 Pluviométrie moyenne observée

La station météorologique la plus proche de Le Val et pour laquelle Météo France fournit des moyennes de relevés de pluviométrie est située à **Le Luc**, à 26 km de Le Val, à l'altitude + 80,00 NGF.

La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée au Luc est de 776,7 mm (période 1981-2010). La répartition mensuelle est présentée sur le graphique suivant :

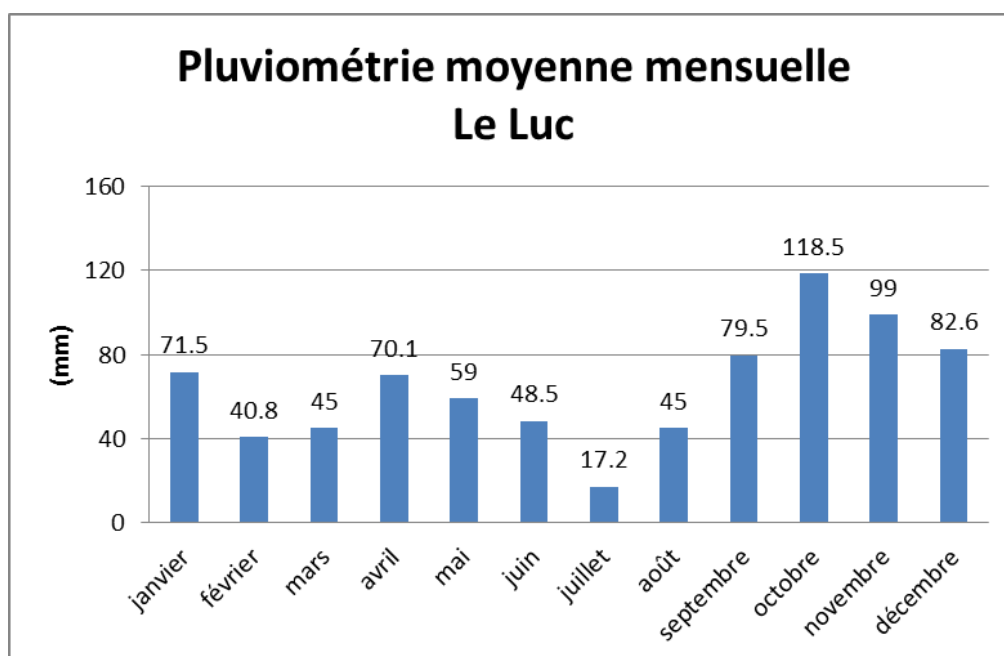


Figure 42 : Pluviométrie moyenne mensuelle à la station Météo France du Luc

Il existe également une station météorologique plus proche située à Brignoles, à 4 km environ de Le Val et à l'altitude +275 m NGF mais dont le début des archives est très récent (novembre 2009) et ne permet donc pas de tirer des informations statistiquement significatives.



Le référentiel présente plusieurs cartes dont par exemple les pluies journalières décennales sur le bassin versant en mm.



On constate d'après le référentiel hydrologique que la pluviométrie moyenne à Le Val est très légèrement inférieure à celle de Le Luc.

6.1.1.2 Définition des pluies de périodes de retour 2, 5, 10, 20, 50, 100 et 1000 ans

Le référentiel hydrologique établi par Tractebel Engineering sur le bassin versant de l'Argens met également à disposition des données permettant la définition des pluies de différentes périodes de retour à Le Val. Les valeurs du coefficient b de Montana et des pluies journalières décennale, centennale et millénale à Le Val sont tirées de ce référentiel.

A titre d'exemple, la figure ci-dessous, extraite du référentiel hydrologique, indique les valeurs du coefficient b de Montana sur le bassin versant de l'Argens.

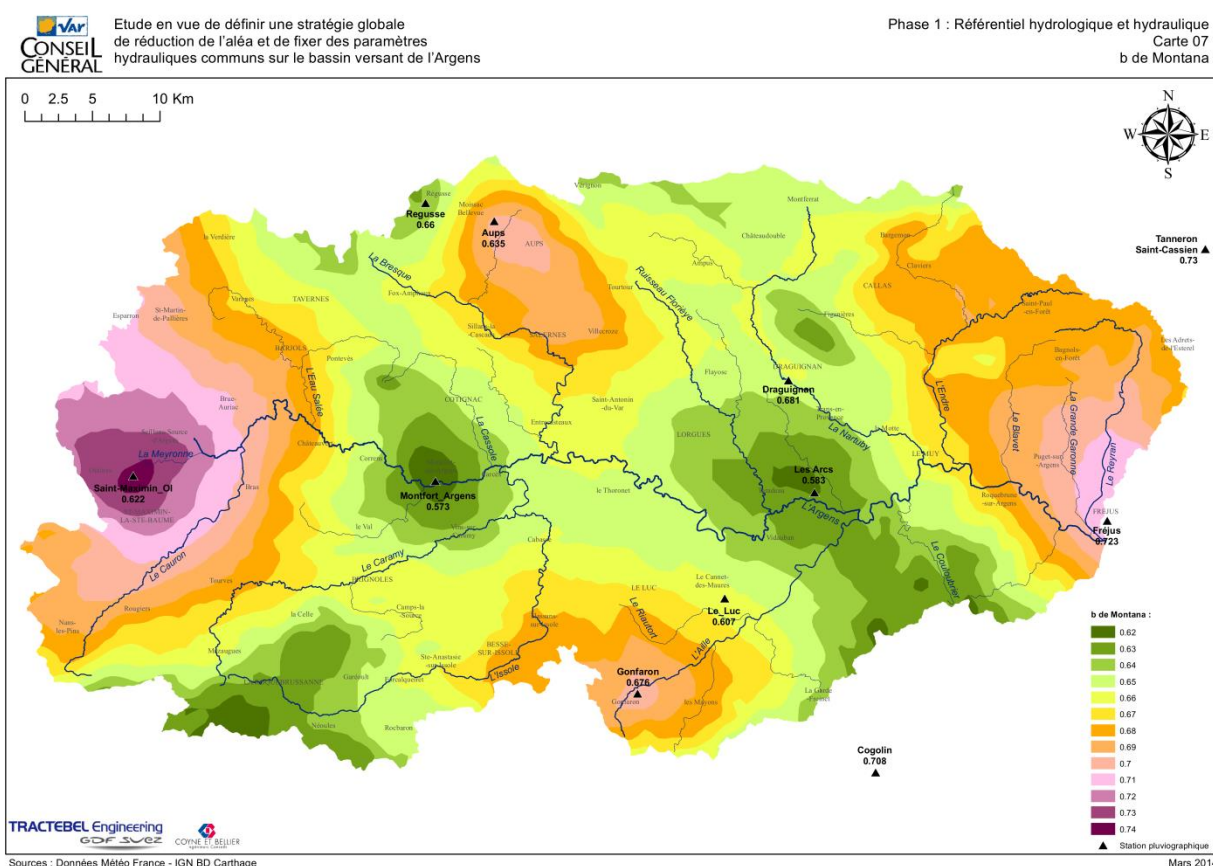


Figure 45 : Coefficient b de montana sur le bassin versant de l'Argens (Tractebel Engineering)

Les formules des quantiles de pluies sur le bassin de l'Argens permettent de déterminer les pluies journalières quinquennale, vicennale et cinquantiennale. Pour une période de retour biennale, la pluie journalière est déterminée par un ajustement de Gumbel

$$P_{j,5ans} = 0,83.P_{j,10ans}$$

$$P_{j,20ans} = 1,17.P_{j,10ans}$$

$$P_{j,50ans} = 1,40.P_{j,10ans}$$

A l'aide du coefficient multiplicateur de Weiss, les pluies au pas de temps de 24h sont estimées à partir des pluies journalières pour chaque période de retour.

$$P_{24h,T} = 1,14.P_{j,T}$$

Les valeurs du coefficient **a** de Montana sont alors calculés à partir de la formule de Montana et des valeurs au pas de temps 24h et de la valeur du coefficient b de Montana supposée constant en fonction de la fréquence d'apparition des événements (hypothèse réalisée dans le cadre du référentiel hydrologique).

$$P_{24h,T} = a_T \cdot t^{(1-b)} \text{ avec } t = 1440 \text{ min}$$

Les **paramètres hydrologiques** suivants sont ainsi obtenus :

Période de retour	Pj (mm)	P24 (mm)	a (mm/min)	b (mm/min)
2	70	80	6.26	0.65
5	100	114	8.91	
10	120	137	10.73	
20	140	160	12.56	
50	168	192	15.02	
100	185	211	16.54	

A partir des coefficients de Montana à Le Val, **les pluies de projet de période de retour 2 ans, 5 ans, 10 ans, 20 ans, 50 ans et 100 ans** ont été construites. Les pluies de projet sont de **forme double triangle, avec une durée intense de 2h et une durée totale de 20h** (conformément aux recommandations de la MISEN pour le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales dans le Var).

6.1.1.3 Pluviométrie observée sur site

Des relevés pluviométriques journaliers sont réalisés par M. Lange sur la commune de Le Val depuis 1991. A titre de comparaison avec les pluies définies précédemment, les maxima journaliers annuels ont été recensés afin d'établir une loi de Gumbel.

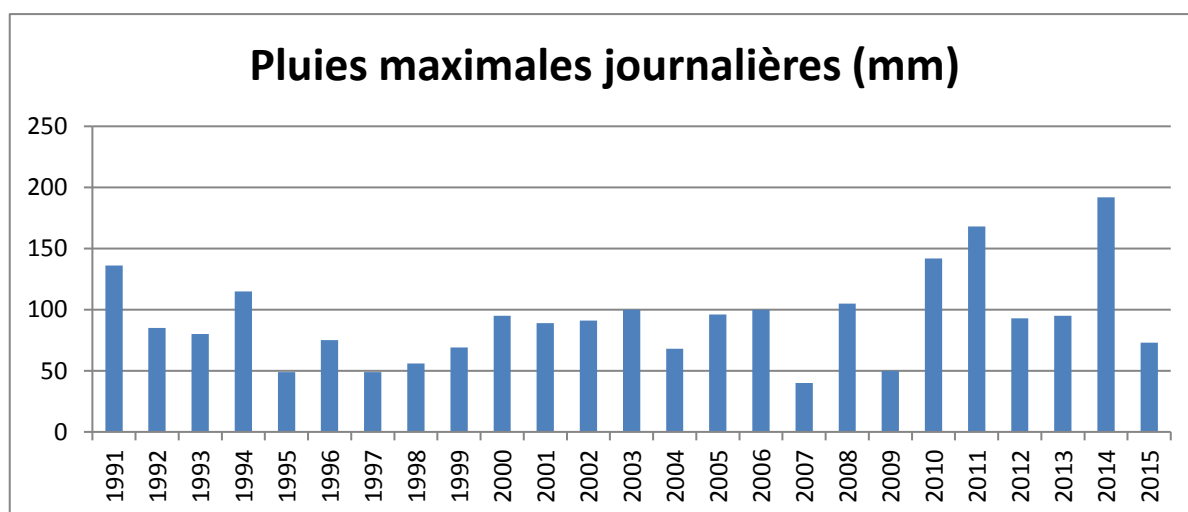


Figure 46 : Relevés Pluviométriques de M. Lange

La moyenne des pluies maximales observées est égale à 92 mm avec un écart-type de 37 mm. Après l'ajustement de la loi de Gumbel par la méthode des moments, les pluies maximales annuelles suivantes ont été estimées avec un intervalle de confiance à 80 %.

Période de retour	P _{Gumbel} (mm)	P _{24h} (mm)
2	86 [78:97]	80
5	119 [107:138]	114
10	140 [124:167]	137
20	161 [141:195]	160
50	188 [163:231]	192
100	208 [178:258]	211

Période de retour	P _{Gumbel} (mm)	P _{24h} (mm)
2	86 [78:97]	80
5	119 [107:138]	114
10	140 [124:167]	137
20	161 [141:195]	160
50	188 [163:231]	192
100	208 [178:258]	211

Les valeurs retenues dans le cadre de l'étude sont cohérentes avec la loi de Gumbel réalisée à partir des observations sur Le Val.

A partir de ces données, il est possible de caractériser les derniers évènements intenses sur la commune datant de 2011 et 2014. D'après les relevés de M. Lange, il est tombé 168 mm de pluie en 24 h en 2011 et 192 mm de pluie en 24h en 2014.

D'après ces quantités, on peut estimer l'événement de 2011 comme une pluie journalière de période de retour de 20 ans et l'événement de 2014 comme une pluie journalière de période de retour 50 ans.

6.1.2 Définition des sous-bassins versants

Une première définition des sous-bassins versants sur la commune a été réalisée en phase 1. Le tracé de ces sous-bassins versants a ensuite été affiné avec les relevés du réseau pluvial réalisés par le cabinet OPSIA pour permettre de calculer les débits récoltés en différents points du réseau pluvial.

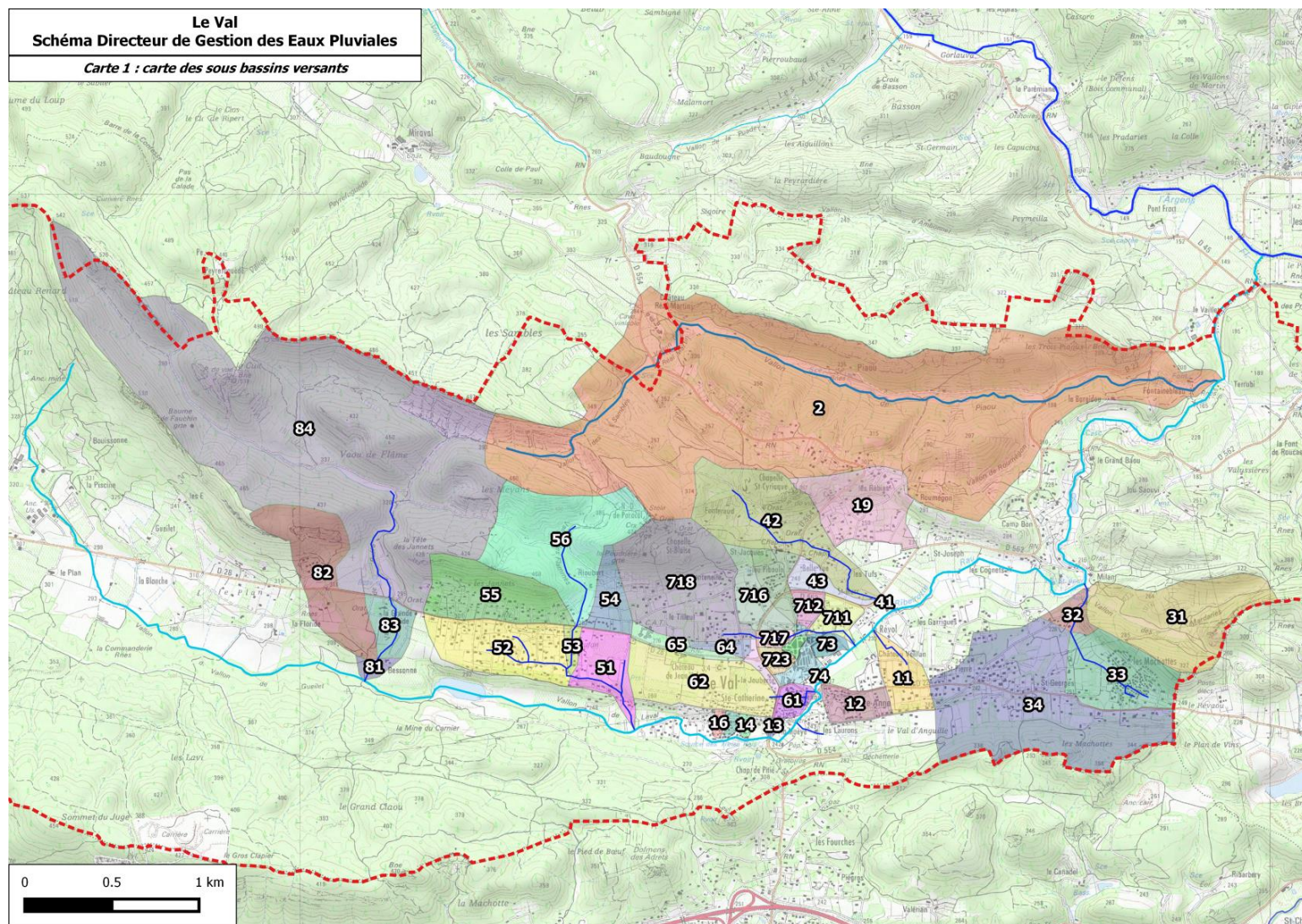


Figure 47 : Carte des sous-bassins versants sur la commune de Le Val

Une fois la délimitation des sous-bassins versants effectués, il est nécessaire de calculer les différentes caractéristiques de chaque sous bassin versant permettant d'estimer les débits ruisselés.

Concernant les taux d'imperméabilisation des sous-bassins versants, les taux à l'état actuel ont été mesurées à partir d'une photographie aérienne (Google, image de 2010). Sur l'image suivante sont reportées, à titre d'exemple, les surfaces imperméabilisées à l'état actuel autour du centre de la commune.

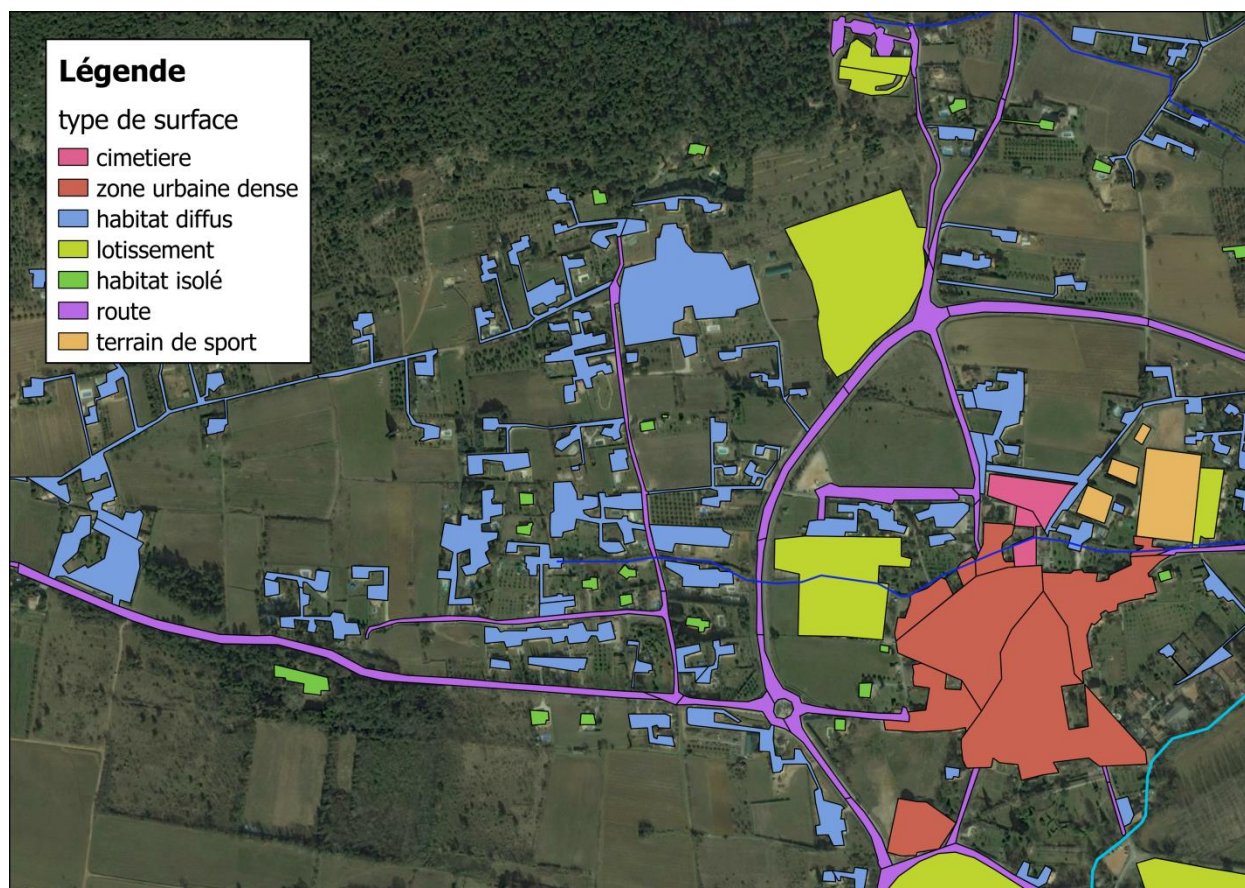


Figure 48 : Surfaces imperméabilisées à l'état actuel autour du centre de Le Val

Les surfaces imperméabilisées futures ont été déterminées pour le secteur « Déviation et entrées du village » en supposant que la moitié de la surface disponible à la construction sera imperméabilisée avec un coefficient de ruissellement similaire à celui d'un habitat diffus. Dans les autres secteurs, les projets de la commune ne sont pas impactant sur le ruissellement ou d'une manière négligeable.

Une fois les différentes surfaces par bassin-versant caractérisées, les coefficients de ruissellement sont calculés en utilisant les valeurs données par la MISEN Var de 2014 :

Occupation du sol		Pluie annuelle-biennale Q1-Q2	Pluie centennale à exceptionnelle (sols saturés en eau) Q100
Zones urbaines		0.80	0.90
Zones industrielles et commerciales		0.60 - 0.80	0.70-0.90
Toitures		0.90	1
Pavages, chaussée revêtue, piste		0.85	0.95
Sols perméables avec végétation	Pente		
	<2%	0.05	0.25
	2%<l<7%	0.10	0.30
	>7%	0.15	0.40
Sols imperméables avec végétation	Pente		
	<2%	0.13	0.35
	2%<l<7%	0.18	0.45
	>7%	0.25	0.55
Forêts		0.10	0.25
Résidentiel	Lotissements	0.30-0.50	0.40-0.70
	Collectifs	0.50-0.75	0.60-0.85
	Habitat dispersé	0.25-0.40	0.40-0.65
Terrains de sport		0.10	0.30

Tableau 11 : Tableau des coefficients de ruissellements doctrine MISEN

Dans le tableau suivant sont reportées pour chaque sous-bassin versant :

- ❖ Leurs caractéristiques : superficie, plus long chemin hydraulique (PLCH), pente pondérée
- ❖ Les surfaces imperméabilisées actuelles : superficie des différents types d'imperméabilisation, superficie totale et ratio d'imperméabilisation
- ❖ Les surfaces imperméabilisées futures : superficie disponible pour les futurs projets, superficie supposée à la future imperméabilisation et le ratio futur d'imperméabilisation
- ❖ Le type de terrain naturel
- ❖ Les coefficients de ruissellement à l'état naturel, actuel et futur pour une pluie biennale et centennale calculés par pondération à partir des valeurs présentes dans les recommandations de la MISEN pour le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales dans le Var

Nom		Caractéristiques			Surface imperméabilisée actuelle								Surf. imp. future			Terrain naturel	Coefficient de ruissellement						
		Aire (ha)	PLCH (m)	pente pondérée (m/m)	route (ha)	dense (ha)	lotissement (ha)	habitat diffus (ha)	habitat isolé (ha)	terrain sport (ha)	cimetière (ha)	TOTAL (ha)	Ratio	dispo (ha)	supposée (ha)		Ratio	Naturel		Actuel		Futur	
																		2 ans	100 ans	2 ans	100 ans	2 ans	100 ans
1	11	16.07	748	3.8%	0.23			2.15	0.14			2.53	16%			16%	plaine	0.18	0.45	0.22	0.48	0.22	0.48
	12	11.85	700	2.5%			4.84	1.37				6.21	52%			52%	plaine	0.18	0.45	0.34	0.58	0.34	0.58
	13	1.56	200	1.5%	0.15		0.63	0.04				0.82	53%			53%	plaine	0.13	0.35	0.36	0.56	0.36	0.56
	14	1.62	219	6.4%			1.62	0.00				1.62	100%			100%	forêt	0.10	0.25	0.50	0.70	0.50	0.70
	15	1.80	237	4.7%			1.09	0.44				1.53	85%			85%	forêt	0.10	0.25	0.42	0.62	0.42	0.62
	16	1.60	265	6.7%			0.89	0.31				1.19	75%			75%	forêt	0.10	0.25	0.38	0.58	0.38	0.58
2	19	38.53	1186	6.1%	0.31			2.72	0.31	0.01		3.35	9%			9%	plaine/forêt	0.14	0.35	0.17	0.38	0.17	0.38
3	2	499.42	6641	3.5%								0.00	0%			0%	forêt	0.10	0.25	0.10	0.25	0.10	0.25
3	31	63.32	1560	4.6%								0.00	0%			0%	forêt	0.10	0.25	0.10	0.25	0.10	0.25
	32	7.10	573	3.4%				0.48	0.04			0.52	7%			7%	forêt	0.10	0.25	0.12	0.28	0.12	0.28
	33	38.52	1278	3.8%			7.58	0.32	0.26			8.15	21%			21%	plaine/forêt	0.14	0.35	0.21	0.42	0.21	0.42
	34	118.39	2271	1.7%	0.82			9.17	0.38			10.37	9%			9%	plaine/forêt	0.12	0.30	0.15	0.33	0.15	0.33
4	41	0.69	133	2.3%	0.07			0.41				0.48	69%			69%	plaine	0.18	0.45	0.38	0.62	0.38	0.62
	42	61.84	1708	5.5%	0.45		0.22	0.54	0.28			1.50	2%	0.67	0.33	3%	plaine	0.18	0.45	0.19	0.46	0.19	0.46
	43	7.72	781	2.7%	0.16			0.28	0.06			0.50	7%	1.88	0.94	19%	plaine	0.18	0.45	0.20	0.47	0.23	0.49
5	51	20.79	917	3.7%				1.62	0.13			1.75	8%			8%	plaine	0.18	0.45	0.20	0.47	0.20	0.47
	52	39.83	1305	1.9%				8.84	0.09			8.93	22%			22%	plaine	0.13	0.35	0.19	0.42	0.19	0.42
	53	3.51	390	3.1%				1.15				1.15	33%			33%	plaine	0.18	0.45	0.25	0.52	0.25	0.52
	54	13.77	998	4.7%	0.18			0.72	0.02			0.92	7%			7%	plaine	0.18	0.45	0.20	0.47	0.20	0.47
	55	39.76	1586	3.0%	0.61			4.64	0.03			5.28	13%			13%	forêt	0.10	0.25	0.15	0.31	0.15	0.31
	56	72.04	1509	9.6%	0.00			0.35	0.04			0.39	1%			1%	forêt	0.10	0.25	0.10	0.25	0.10	0.25
6	61	6.20	311	4.8%	0.65		1.79	0.82				3.27	53%	0.47	0.23	56%	forêt	0.10	0.25	0.33	0.51	0.35	0.52
	62	41.19	1341	2.5%				1.83	0.21			2.04	5%	0.62	0.31	6%	plaine	0.18	0.45	0.19	0.46	0.19	0.46
	63	3.00	531	1.3%	0.17			0.61				0.78	26%	1.48	0.74	51%	plaine	0.13	0.35	0.23	0.45	0.29	0.52
	64	3.93	510	3.5%	0.34			0.59	0.06			1.00	25%			25%	plaine/forêt	0.14	0.35	0.24	0.45	0.24	0.45
	65	7.12	947	3.5%	0.86			0.93				1.80	25%			25%	plaine/forêt	0.14	0.35	0.26	0.46	0.26	0.46
7	711	8.46	497	1.4%	0.53	0.07	0.27	0.80		1.08		2.75	33%	1.36	0.68	41%	plaine	0.13	0.35	0.21	0.43	0.24	0.45
	712	5.23	431	1.1%	0.31			0.68			0.39	1.38	26%	3.66	1.83	61%	plaine	0.13	0.35	0.24	0.44	0.33	0.55
	713	0.66	140	1.0%		0.22					0.17	0.39	58%			58%	plaine	0.13	0.35	0.45	0.60	0.45	0.60
	714	0.19	80	1.0%	0.04							0.04	19%			19%	plaine	0.13	0.35	0.27	0.47	0.27	0.47
	715	11.81	815	2.8%	0.67		2.80	0.20	0.03			3.71	31%	2.06	1.03	40%	plaine	0.18	0.45	0.30	0.54	0.32	0.56
	716	14.54	912	4.7%	0.57			2.69	0.05			3.31	23%	2.53	1.27	31%	plaine	0.18	0.45	0.25	0.51	0.27	0.52
	717	3.38	364	2.2%	0.09	0.29	1.65	0.04				2.08	61%	0.39	0.20	67%	plaine	0.18	0.45	0.41	0.63	0.42	0.64
	718	69.61	1451	7.2%	0.27			5.07	0.13			5.47	8%			8%	plaine/forêt	0.18	0.40	0.20	0.42	0.20	0.42
	721	5.60	500	2.2%	0.20	3.09		0.02				3.32	59%	0.21	0.10	61%	plaine	0.18	0.45	0.55	0.72	0.55	0.72
	722	1.69	200	0.5%		1.69						1.69	100%			100%	plaine	0.13	0.35	0.80	0.90	0.80	0.90
	723	4.11	357	1.7%	0.41	0.54			0.06			1.01	25%	1.49	0.75	43%	plaine	0.13	0.35	0.29	0.49	0.34	0.54
	73	4.06	400	1.8%		0.92		0.21	0.02			1.15	28%			28%	plaine	0.13	0.35	0.30	0.49	0.30	0.49
	74	0.27	70	1.4%	0.03			0.05				0.09	32%			32%	plaine	0.13	0.35	0.27	0.48	0.27	0.48
8	81	3.55	333	3.8%					0.04			0.04	1%			1%	plaine/forêt	0.14	0.35	0.14	0.35	0.14	0.35
	82	46.40	1647	8.8%	0.54			0.62	0.07			1.22	3%			3%	forêt	0.10	0.25	0.11	0.26	0.11	0.26
	83	12.67	596	4.2%	0.22				0.20			0.42	3%			3%	plaine	0.18	0.45	0.19	0.46	0.19	0.46
	84	382.49	4391	4.2%	0.19			0.51				0.70	0%			0%	plaine/forêt	0.14	0.35	0.14	0.35	0.14	0.35

Tableau 12 : Caractéristiques des sous-bassins versants

6.1.3 Calculs des débits de pointe par sous bassin versant

Une fois les caractéristiques de chaque sous bassin versant renseigné, il est possible de calculer analytiquement les débits de pointe pour différentes périodes de retour.

Le référentiel hydrologique établi dans le cadre du PAPI d'intention de l'Argens préconise l'utilisation de la méthode rationnelle pour le calcul des débits de pointes de bassins versants de surface inférieure à 5 km². Pour les bassins versants de surface comprise entre 5 km² et 50 km², le référentiel hydrologique du PAPI d'intention de l'Argens a établi un tableau des débits spécifiques par bassin versant qui permet de donner un ordre de grandeur du débit pour plusieurs occurrences. Le référentiel hydrologique recommande également de comparer les données de ce tableau avec d'autre méthode pour en évaluer la pertinence.

Dans le cadre de l'analyse quantitative des écoulements sur la commune du Val, seul le bassin versant 2 a une superficie supérieure ou égale à 5 km².

Les débits pseudo-spécifiques de pointe de chaque sous bassin versant de l'Argens sont précisés dans le tableau suivant :

Bassin versant	Secteur	T=10 ans	T=20 ans	T=100 ans
Cauron	Amont Rougiers	1,3	1,7	2,7
	Aval Rougiers	0,57	0,76	1,20
Meyronne Vallat d'Ollières Vallon des Rigouards		0,71	1,0	1,5
Eau Salée	Amont de Barjols	0,52	0,68	1,1
	Aval de Barjols	2,0	2,7	4,4
Ribeirotte		1,6	2,1	3,7
Caramy	Amont de Tourves	1,1	1,4	2,0
	Aval de Tourves	0,85	1,2	2,1

Figure 49 : Débits pseudo-spécifiques de pointe - sous bassin versant de l'Argens - temps de retour T=10 ans, T=20 ans et T=100 ans (en m³/s/km²) - source : Tractebel Engineering

	Q10 (m ³ /s)	Q20 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
2	8	10.5	18.5

Tableau 13 : Débits à l'exutoire du sous bassin versant 2 par application du ratio des débits pseudo-spécifiques

La surface du bassin versant 2 étant à la limite d'application de la méthode rationnelle (4,99 km²), le calcul des débits pour différentes périodes de retour a également été fait avec la méthode rationnelle :

	Q2 (m ³ /s)	Q5 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q20 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
2	2.96	4.22	5.86	8.73	15.32	24.73

Tableau 14 : Débits à l'exutoire du sous bassin versant 2 par application de la méthode rationnelle

Au final, au vu des résultats et des débits pris en compte pour la modélisation de la Ribeirotte (voir 3.2), les débits obtenus par la méthode rationnelle sont retenus pour le bassin versant 2.

L'application de la méthode rationnelle à tous les autres bassins versants permet de calculer les débits de pointe de chaque sous bassin versant, sans tenir compte des apports de l'amont, pour les périodes de retour 2 ans, 5 ans, 10 ans, 20 ans, 50 ans et 100 ans. Les débits de pointe sont calculés à l'état actuel et à l'état futur d'urbanisation pour les sous-bassins versants pour lesquels l'état futur diffère de l'état actuel.

	Q2 (m³/s)	Q5 (m³/s)	Q10 (m³/s)	Q20 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)
11	0.50	0.71	0.96	1.33	2.19	3.38
12	0.82	1.17	1.51	1.98	2.95	4.17
13	0.18	0.26	0.33	0.42	0.61	0.84
14	0.13	0.19	0.24	0.31	0.45	0.61
15	0.28	0.39	0.50	0.64	0.90	1.21
16	0.22	0.32	0.40	0.52	0.74	1.00
19	0.95	1.36	1.85	2.62	4.40	6.89
2	2.96	4.22	5.86	8.73	15.32	24.73
31	0.86	1.23	1.71	2.55	4.47	7.21
32	0.15	0.22	0.30	0.43	0.73	1.14
33	1.27	1.80	2.39	3.26	5.17	7.72
34	1.54	2.19	2.97	4.23	7.10	11.09
41	0.08	0.12	0.15	0.19	0.29	0.40
42 actuel	1.69	2.40	3.32	4.70	8.02	12.75
42 futur	1.70	2.42	3.33	4.73	8.04	12.78
43 actuel	0.28	0.40	0.55	0.77	1.28	2.01
43 futur	0.32	0.45	0.61	0.84	1.37	2.10
51	0.31	0.44	0.61	0.86	1.44	2.28
52	0.93	1.33	1.80	2.51	4.14	6.39
53	0.20	0.29	0.38	0.52	0.83	1.25
54	0.60	0.86	1.18	1.65	2.78	4.37
55	1.05	1.49	2.00	2.81	4.61	7.05
56	1.48	2.11	2.93	4.35	7.61	12.27

	Q2 (m³/s)	Q5 (m³/s)	Q10 (m³/s)	Q20 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)
61 actuel	0.55	0.78	0.99	1.27	1.83	2.47
61 futur	0.36	0.51	0.64	0.83	1.18	1.60
62 actuel	0.93	1.33	1.83	2.59	4.41	7.00
62 futur	1.69	2.41	3.00	3.80	5.23	6.72
63 actuel	0.12	0.18	0.23	0.32	0.51	0.75
63 futur	0.16	0.23	0.30	0.39	0.60	0.86
64	0.23	0.33	0.43	0.58	0.90	1.32
65	0.37	0.52	0.68	0.91	1.38	1.99
711 actuel	0.23	0.33	0.43	0.59	0.94	1.41
711 futur	0.25	0.36	0.47	0.64	1.00	1.47
712 actuel	0.16	0.23	0.30	0.41	0.64	0.94
712 futur	0.23	0.32	0.42	0.54	0.81	1.13
713	0.07	0.10	0.13	0.16	0.22	0.29
714	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06	0.09
715 actuel	0.57	0.81	1.06	1.40	2.14	3.10
715 futur	0.61	0.86	1.12	1.48	2.23	3.19
716 actuel	0.43	0.61	0.81	1.10	1.77	2.67
716 futur	0.46	0.65	0.87	1.17	1.84	2.74
717 actuel	0.45	0.64	0.82	1.05	1.50	2.02
717 futur	0.47	0.66	0.84	1.07	1.53	2.06
718	1.13	1.60	2.15	2.98	4.85	7.41
721 actuel	0.78	1.11	1.38	1.72	2.32	2.95
721 futur	0.79	1.12	1.39	1.73	2.34	2.96
722	0.36	0.51	0.63	0.76	0.97	1.15
723 actuel	0.30	0.43	0.55	0.72	1.07	1.50
723 futur	0.15	0.22	0.28	0.36	0.52	0.71
73	0.15	0.21	0.27	0.35	0.52	0.72
74	0.02	0.03	0.05	0.06	0.09	0.13
81	0.09	0.13	0.19	0.27	0.47	0.75

	Q2 (m³/s)	Q5 (m³/s)	Q10 (m³/s)	Q20 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Q100 (m³/s)
82	0.86	1.22	1.67	2.44	4.17	6.60
83	0.33	0.47	0.65	0.92	1.55	2.45
84	3.78	5.38	7.47	10.84	18.82	30.27

6.1.4 Calculs des débits de pointes par tronçon réseau

Une fois calculés les débits de pointe pour chaque sous bassin versant sur la commune de le Val, il est possible d'évaluer le débit reçu par chaque tronçon du réseau pluvial de la commune.

Le débit récolté par chaque tronçon du réseau est calculé selon deux méthodes.

6.1.4.1 Tronçon interceptant les eaux d'un seul sous bassin versant.

Pour toutes les portions du réseau interceptant, partiellement ou totalement, les eaux d'un seul et même sous bassin versant, les débits récoltés sont calculés à l'aide de la relation de Myer présenté ci-dessous :

$$Q = Q_{sbv} * \left(\frac{S_{sbv}}{S}\right)^{\alpha}$$

Avec :

Q : débit récolté par le tronçon en m³/s

Q_{sbv} : débit du sous bassin versant intercepté par le tronçon en m³/s

S : surface récolté par le tronçon en m²

S_{sbv} : surface du sous bassin versant intercepté en m²

A : coefficient de Myer

6.1.4.2 Tronçon interceptant les eaux de plusieurs sous bassins versants.

Lorsqu'un tronçon du réseau pluvial reçoit les eaux de plusieurs bassins versants à la fois, il n'est plus possible d'appliquer simplement la formule de Myer.

Pour calculer plus précisément les débits aux nœuds du réseau, un modèle hydrologique a été construit sous HEC-HMS en appliquant le modèle SCS (Soil Conservation System), conformément aux préconisations du référentiel hydrologique établi dans le cadre du PAPI d'intention de l'Argens.

La modélisation hydrologique permet d'estimer les débits de pointe aux nœuds du réseau hydrographique et pluvial en tenant compte des apports de chaque sous-bassin versant. Le modèle représente donc les liens qui existent entre les sous-bassins versants. La topologie du modèle est indiquée sur la figure suivante.

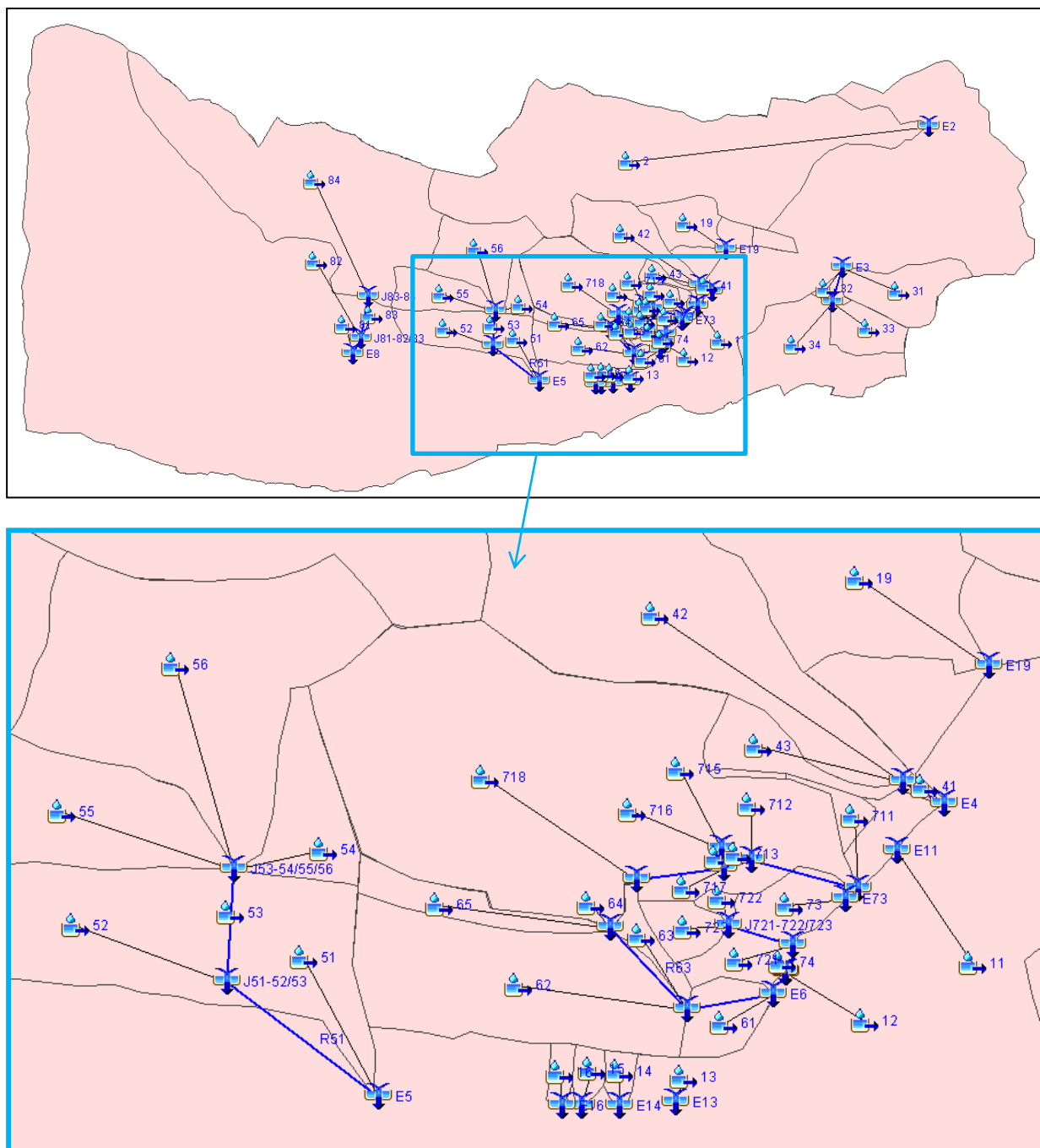


Figure 50 : Topologie du modèle HEC-HMS avec zoom sur le centre-ville

Hypothèse de modélisation : en l'absence de mesures de débits lors d'un épisode réel connu, le modèle est construit de telle sorte que les débits de pointe décennaux de chaque sous-bassin versant à l'état actuel soit égal au débit calculé précédemment (voir 3.1.2) par les méthodes analytiques (débit de chaque sous-bassin versant pris individuellement, sans tenir compte des apports de l'amont). Pour la modélisation de l'état futur, un second modèle est créé et calé avec les débits à l'état futur obtenus par les méthodes analytiques.

6.2 Diagnostic hydraulique du réseau pluvial

6.2.1 Topographie

Le diagnostic hydraulique réalisé s'appuie sur les données topographiques suivantes :

- ❖ Les mesures réalisées lors de l'enquête de terrain
- ❖ Les levés réalisés par le cabinet de géomètres OPSIA le 22 juillet 2016 qui comprennent le lever d'ouvrages d'art et le récolement du réseau pluvial (réseau enterré et à ciel ouvert).
- ❖ Le relevé LIDAR de la Ribeirotte datant de mars 2013 et possédant une précision altimétrique à +/- 0.10m et une précision planimétrique à +/- 0.25m.

6.2.2 Diagnostic du réseau pluvial

Le calcul de la capacité de chaque tronçon du réseau pluvial (enterré et à ciel ouvert), de chaque tronçon de vallons et de chaque ouvrage est réalisé par application de la formule de Manning-Strickler :

$$Q_c = K.S.Rh^{2/3}.\sqrt{i}$$

Avec :

- Q_c : débit capable du tronçon (m^3/s)
- K : coefficient de Strickler traduisant la rugosité du matériau (50 pour une conduite en béton usée, 25 pour un fossé en terre)
- S : la section mouillée (m^2)
- Rh : le rayon hydraulique (section mouillée / périmètre mouillé)
- i la pente (m/m)

Les sections et les pentes de chaque tronçon et de chaque ouvrage ont été calculées à partir des données topographiques disponibles (levés réalisés par OPSIA, enquête de terrain, LIDAR).

Le débit capable Q_c de chaque tronçon de réseau, de chaque tronçon de cours d'eau ou de chaque ouvrage est ensuite comparé aux débits de pointe hydrologiques reçus. Ces débits ont été calculés précédemment pour différentes périodes de retour (voir 3.1), à l'état actuel et à l'état futur d'urbanisation.

Les résultats du diagnostic hydraulique sont reportés en annexe D. **Un code couleur traduit la capacité du tronçon par rapport aux débits de pointe reçus.**

Légende

 Limites de la commune

Diagnostic réseau

— $Q_c < Q_2$

— $Q_2 < Q_c < Q_5$

— $Q_5 < Q_c < Q_{10}$

— $Q_{10} < Q_c < Q_{20}$

— $Q_{20} < Q_c < Q_{100}$

— $Q_c > Q_{100}$

Diagnostic ouvrages

- couleur = diagnostic capacité

Figure 51 : Légende des cartes de diagnostic

Les tronçons noirs et rouges traduisent les secteurs les plus critiques où des débordements peuvent apparaître pour des événements fréquents (dysfonctionnement pour des crues moins intense qu'une crue biennale pour les tronçons en noir).

A l'inverse, les secteurs en vert clair et vert foncé représentent les secteurs les plus performants d'un point de vue hydraulique. Sur ces tronçons, seuls des événements exceptionnels sont susceptibles d'entraîner des débordements.

6.2.3 Conclusions du diagnostic du réseau pluvial

Avant de tirer des enseignements des résultats du diagnostic du réseau pluvial de la commune de Le Val, il est important de préciser les deux points suivants :

- ❖ Le diagnostic du réseau fait l'hypothèse forte que pour chaque tronçon évalué, la totalité des eaux de ruissellements du ou des sous-bassins versants interceptés est effectivement récoltée par le réseau. Dans les faits, cette hypothèse tend à sous-estimer la capacité observée des divers tronçons du réseau pluvial. En effet, lors d'un épisode pluvieux, les eaux de ruissellements ne sont jamais totalement absorbées par le réseau, une partie de ces eaux va être transportée par la voirie tandis qu'une autre partie pourra être stocké en milieu naturel (dépression, flaque d'eau etc.)
- ❖ Le diagnostic du réseau pluvial fait uniquement l'évaluation du réseau existant et bien relevé. Le diagnostic du réseau pluvial ne donne aucune information sur les zones où des problèmes de ruissellement peuvent être observés de par l'absence de réseau pluvial ou le manque d'avaloirs. Il est par exemple possible que des problèmes soient identifiés sur le terrain sur une zone présentant un tronçon vert si les capacités d'absorption du réseau sont insuffisantes pour correctement évacuer les eaux de ruissellements.

Dans le cadre du diagnostic du réseau de la commune de Le Val, le réseau est suffisamment dense et le nombre d'avaloir suffisamment important pour éviter ce genre de décalage entre les observations et les résultats du diagnostic pluvial.

6.2.3.1 Diagnostic du réseau en l'état actuel

Le diagnostic du réseau en l'état actuel montre un réseau hétérogène et qui peut être ponctuellement défaillant. Plusieurs secteurs ont été identifiés comme présentant quelques dysfonctionnements :

Secteur Bramafan et route de bras :



Figure 52 : Diagnostic actuel - Secteur Bramafan / Route de Bras

Le réseau pluvial du secteur Bramafan / Route de Bras présente quelques dysfonctionnements. Le réseau pluvial le long de la route de Bras est très hétérogène avec des tronçons capables d'absorber une crue vicennale suivi de tronçons susceptibles de déborder pour une crue biennale. Les tronçons sous-dimensionnés restent néanmoins minoritaires.

Concernant le quartier de Bramafan, le fossé pluvial récoltant les eaux du secteur avant de se rejeter dans la Ribeirotte présente lui aussi des tronçons faiblement dimensionnés d'après le diagnostic. La mairie n'a pas, à sa connaissance, eu mention de dysfonctionnement particulier dans ce secteur.

Secteur Route de Bras / Ouest du centre-ville :

En se rapprochant du village de Le Val, le réseau pluvial longeant la route de Bras récolte des débits plus importants et présente des dysfonctionnements plus prononcés.

Le secteur marque aussi le début de la formation du vallon du Verdon qui traverse plus tard le centre-ville de Le Val. La carte montre la présence possible de débordement en tête du vallon, ces débordements se font cependant dans une zone à faibles enjeux (champs).

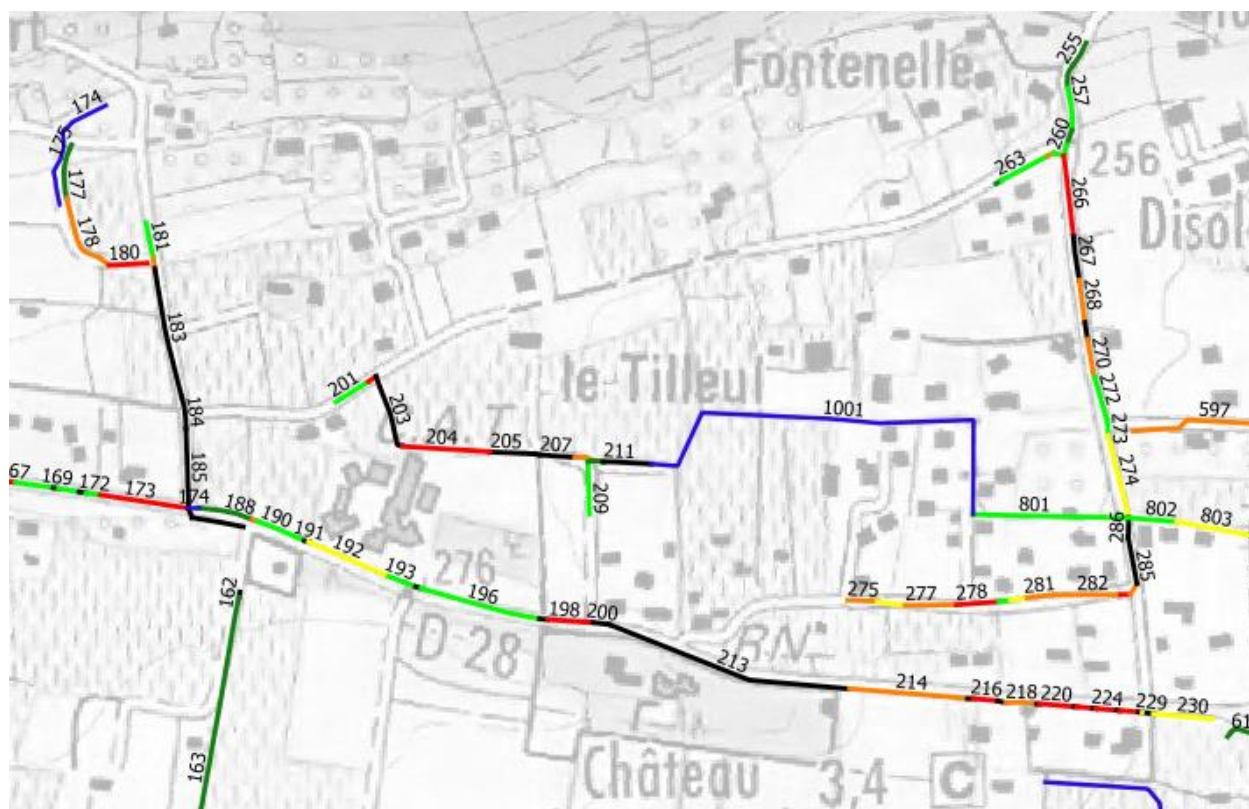


Figure 53 : Diagnostic actuel - Secteur Route de Bras / Ouest du centre-ville

Secteur Sainte-Catherine :

Le secteur Sainte-Catherine est un secteur qui est déjà particulièrement touché par les débordements de la Ribeirotte (voir 3.3). En plus des désordres dus au débordement de la Ribeirotte, on constate également que le réseau pluvial du secteur est globalement de dimension insuffisante. Ces dysfonctionnements sont d'autant plus importants qu'en période d'inondation, les exutoires du réseau sont sous l'eau.

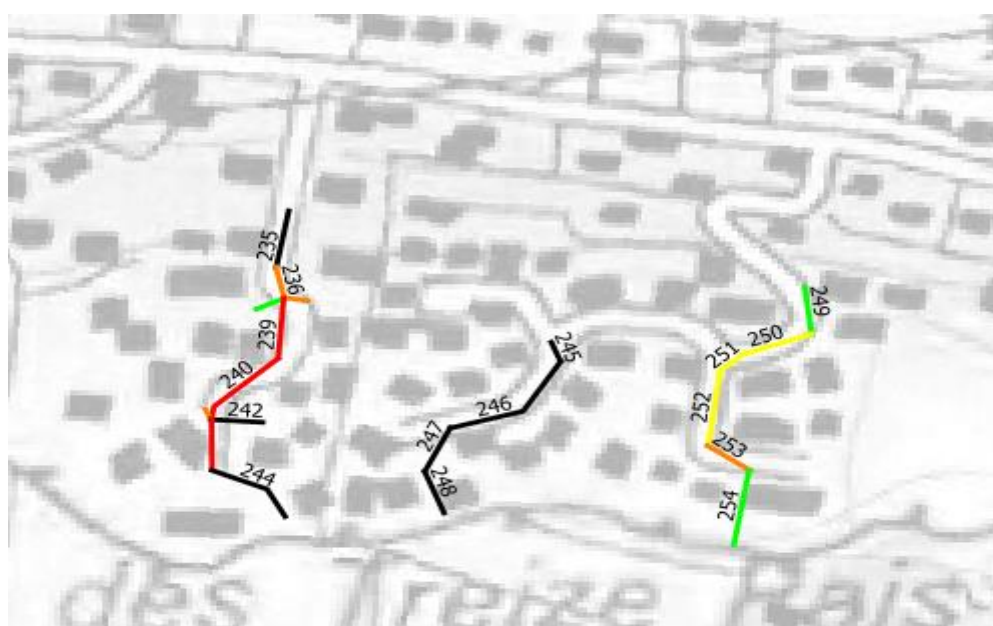


Figure 54 : Diagnostic actuel - Secteur Sainte-Catherine

Secteur Les Machottes / Route de Vins :

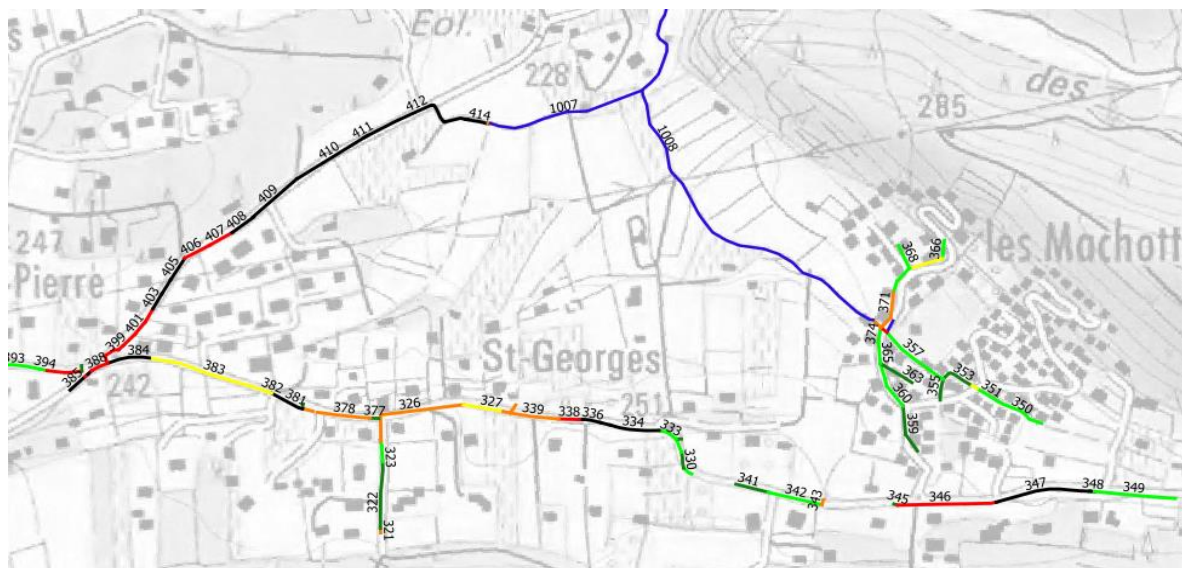


Figure 55 : Diagnostic actuel - Secteur Les Machottes / Route de Vins

Le secteur des Machottes dispose d'un réseau pluvial de dimension suffisante ($> Q20$) sauf au niveau de la conduite $\Phi 1000$ en sortie de réseau qui peut occasionner des désordres pour des crues inférieures à la crue quinquennale.

Concernant le réseau pluvial longeant la route de Vins, depuis les Machottes jusqu'au chemin de Saint-Georges, on constate une hétérogénéité des capacités du réseau avec des Tronçons noirs suivis de tronçons verts clairs.

Enfin, le réseau pluvial présent chemin de Saint-Georges présente également d'après le diagnostic des dysfonctionnements pour des crues de faible période de retour (inférieure à la quinquennale). Ces dysfonctionnements peuvent entraîner des débordements et des écoulements sur la voirie.

Secteur Route de Vins :

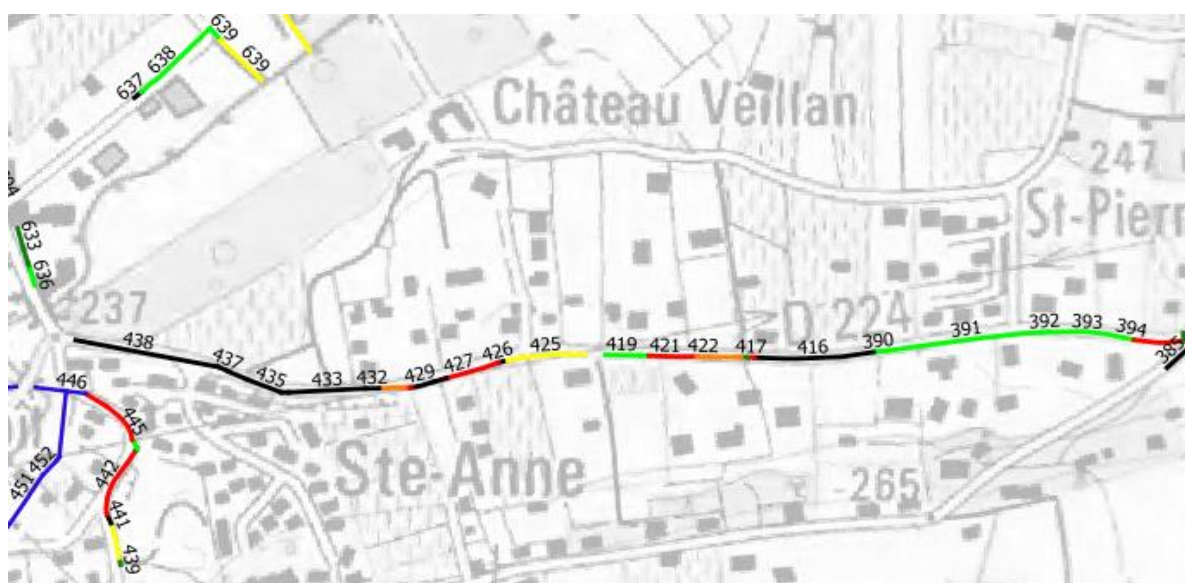


Figure 56 : Diagnostic actuel - Route de Vins

Le secteur de la route de Vins, depuis le chemin de Saint-Georges jusqu'au centre-ville, présente lui aussi des hétérogénéités. Les tronçons les plus critiques sont ceux situés à l'entrée du centre-ville de Le Val. Le dysfonctionnement de ce réseau entraîne des débordements sur la voirie puis des déversements dans le champ d'expansion de crue de la Ribeirotte situé au nord de la route touchant finalement des zones à faible enjeux.

Secteur Nord du village :

Le réseau pluvial au nord du village présente globalement une capacité satisfaisante, notamment au niveau des fossés pluviaux longeant la dérivation du village. On peut néanmoins constater quelques zones de dysfonctionnement.

Des débordements peuvent fréquemment avoir lieu au niveau du virage route de Carcès où les tronçons en noirs (491 et 492) reçoivent les eaux provenant de la route de Carcès et des habitations situées à l'ouest.

Le ruisseau prenant source chemin de Paracol présente également des dysfonctionnements le long de son tracé avec des zones où la section d'écoulement n'est pas assez marquée et des problèmes d'obturation au niveau de certains ouvrages de franchissement (notamment la conduite Ø1000 qui permet le franchissement de la RD 554).

Enfin des débordements peuvent également avoir lieu au niveau du croisement de la RD 562 avec la RD 554.

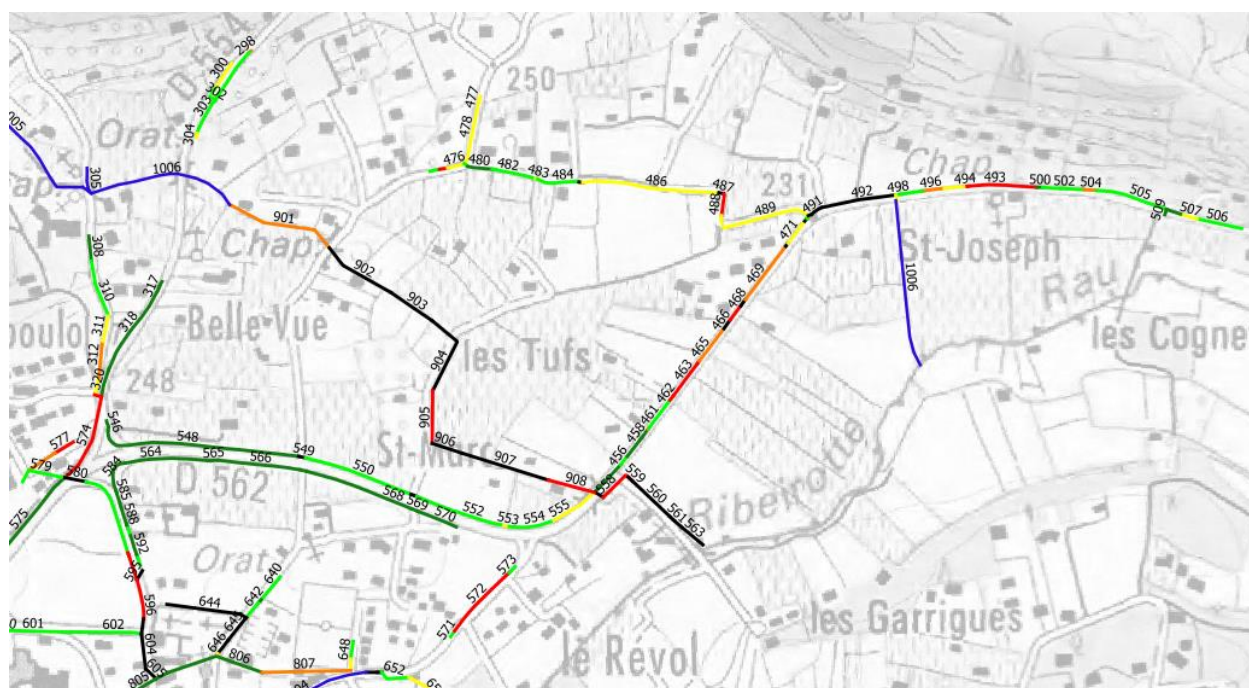


Figure 57 : Diagnostic actuel - Secteur Nord du village

Secteur Centre-ville :

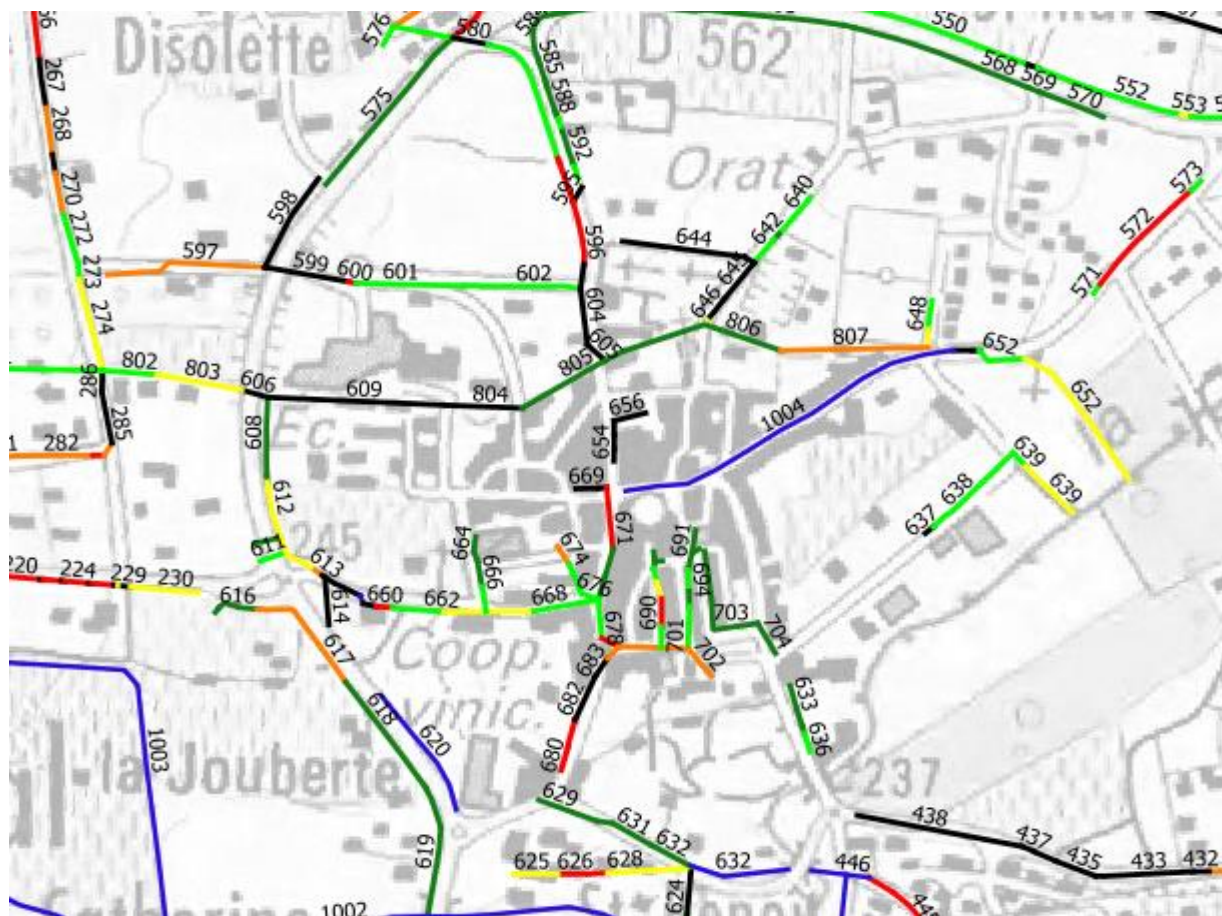


Figure 58 : Diagnostic actuel - Secteur centre-ville

Le réseau pluvial au niveau du cœur du village présente des capacités plutôt satisfaisantes. Les secteurs les plus problématiques se trouvent plutôt en périphérie du centre-ville.

Le cimetière est particulièrement exposé au risque de débordement puisque qu'il reçoit une quantité importante d'eau provenant des quartiers situés au nord et à l'ouest et que les tronçons du réseau à proximité ne sont pas capables d'évacuer correctement des événements importants (supérieurs à la crue biennale).

L'école est également vulnérable aux risques de débordement du vallon du Verdon qui longe en partie busé le sud de l'école. On constate d'après le diagnostic que ce tronçon arrive très rapidement au maximum de sa capacité d'écoulement.

Le diagnostic montre également des dysfonctionnements probables au niveau des grandes aires et de la traversée de la RD 554 vers l'avenue des droits de l'Homme.

6.2.3.2 Diagnostic du réseau à l'état futur

Secteur Centre-ville :

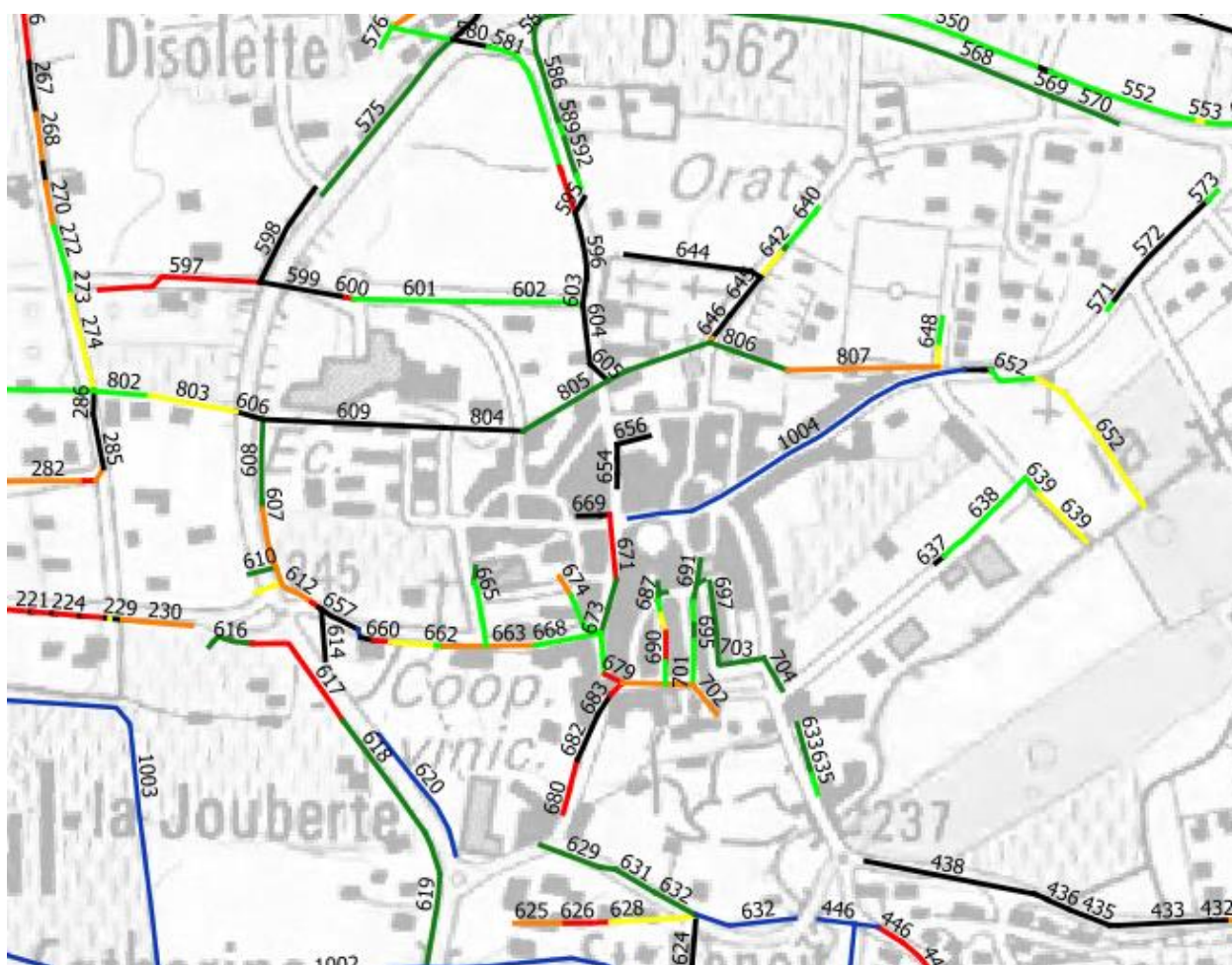


Figure 59 : Diagnostic état futur - Secteur centre-ville

Seul le secteur centre-ville est impacté par les projets d'urbanisation de Le Val. Cette urbanisation, et donc imperméabilisation des sols, entraîne une augmentation des écoulements reçus par le réseau pluvial qui se traduit par des débordements pour des événements plus fréquents pour certains tronçons.

C'est par exemple le cas des tronçons situés au nord de la coopérative vinicole qui voient leur diagnostic passé du jaune à l'orange.

Cette urbanisation entraîne également une augmentation des débits reçus par le vallon du Verdon qui est actuellement le seul exutoire permettant le franchissement du centre-ville pour toute la partie nord, nord/ouest du village. L'augmentation des écoulements sur des tronçons déjà limités (par exemple les tronçons autour du cimetière) va aggraver la fréquence et l'intensité des débordements dans ce secteur.

Les parties 3 et 4 du schéma directeur auront pour objectif de réduire la fréquence des débordements actuels et d'annuler l'impact des nouvelles constructions.

6.3 Définition des zones inondables de la Ribeirotte

6.3.1 Hydrologie

Dans l'optique de définir l'emprise des inondations de la Ribeirotte pour des crues de périodes de retour différentes (Q5, Q10, Q20, Q50, Q100, « Q1000 »), une analyse hydrologique centrée sur la Ribeirotte est réalisée.

Cette analyse s'appuie sur le référentiel hydrologique du PAPI de l'Argens ainsi que sur l'avant-projet de l'aménagement du Carnier réalisée en 2015 par Tractebel Engineering.

L'avant-projet de Tractebel s'appuie sur le référentiel hydrologique du PAPI de l'Argens en affinant l'analyse pour le bassin versant amont de la Ribeirotte. Cet avant-projet étudie deux sous-bassins versants pour la Ribeirotte, le sous-bassin versant de la Ribeirotte au Lac du Carnier d'une superficie de 19 km² (superficie rose dans la figure ci-dessous) et le sous-bassin versant de la Ribeirotte en amont du centre-ville de Le Val d'une superficie de 26.6 km² (superficie rose + violette dans la figure ci-dessous).

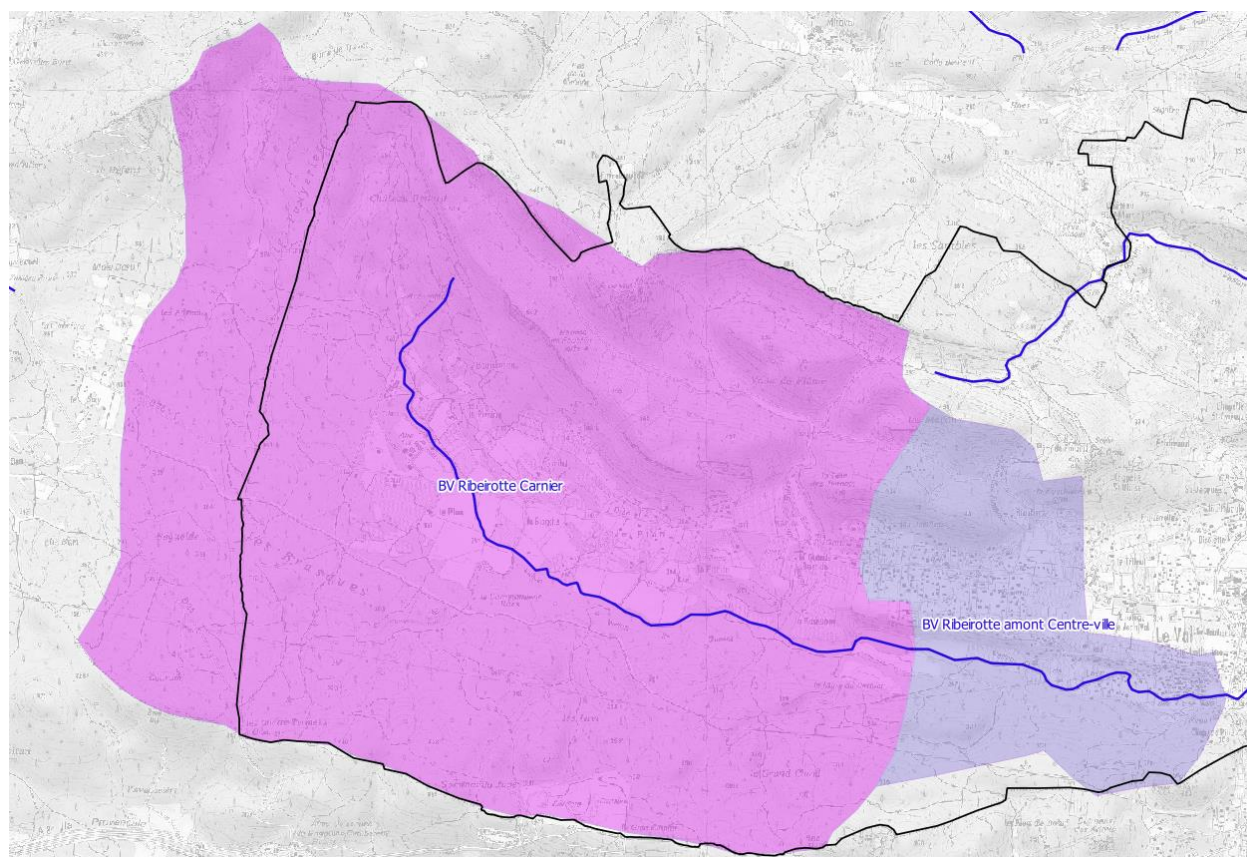


Figure 60 : Bassins versants amont de la Ribeirotte

L'étude de Tractebel définit, en s'appuyant sur le référentiel hydrologique du PAPI de l'Argens, pour ces deux sous-bassins versant leur durée caractéristique ainsi que les coefficients de Montana pour diverses périodes de retour.

Temps de retour	Coefficient b de Montana	Coefficient a de Montana	Pluie Ribeirotte amont (S=26.6 km ²) Durée 10.5 heures	Pluie Ribeirotte au Lac Carnier (S=19 km ²) Durée 9 heures
T = 5 ans	0.671	10.2	81.8	77.8
T = 10 ans		12.7	102	97.7
T = 20 ans		14.8	119	114
T = 50 ans		17.50	140.5	133.5
T = 100 ans		20	161	154
T = 1000 ans		28.9	232	222

Tableau 15 : Caractéristiques des pluies du bassin versant de la Ribeirotte

A partir de ces données, Tractebel a pu créer des hydrogrammes de crues à l'aide d'un modèle HEC-HMS appliquant la méthode du SCS. Tractebel Engineering obtient les débits suivants pour les deux sous-bassins versants :

Temps de retour	Ribeirotte amont (S=26.6 km ²) (en m3/s)	Ribeirotte au Lac du Carnier (S=19 km ²) (en m3/s)
T = 5 ans	18.3	14
T = 10 ans	23	17.5
T = 20 ans	30	23
T = 100 ans	52	40
T = 1000 ans	100	76

Tableau 16 : Débits de la Ribeirotte en amont du village

Dans le cadre de notre modélisation, nous avons recréé un modèle HEC-HMS du bassin versant de la Ribeirotte à l'amont du centre-ville de Le Val d'une superficie de 26.6 km².

A ce bassin versant, nous y avons appliqué des pluies double triangle de durée 10.5 heures et de durée intense 63 minutes créées à partir des coefficients de Montana du tableau.

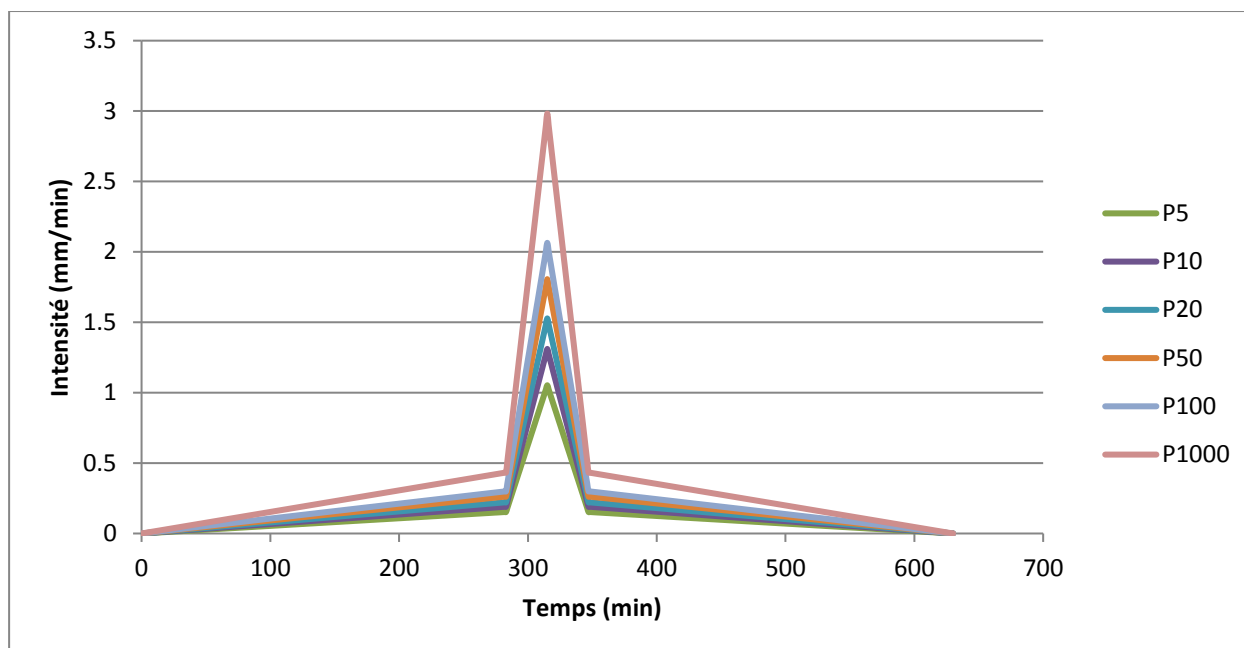


Figure 61 : Hyétogrammes des pluies insérées dans le modèle HEC-HMS

Une fois les hyétogrammes créés, les paramètres du modèle HEC-HMS du bassin versant de la Ribeirotte amont (Curve number, taux d'imperméabilisation, temps de réponse) sont ajustés pour pouvoir caler les débits des hydrogrammes en sortie avec ceux obtenus par Tractebel.

Une fois le modèle HEC-HMS calé sur les données de Tractebel, il est alors possible de calculer le débit cinquantennal. Notre modèle hydrologique donne les résultats :

Temps de retour	Ribeirotte amont (S=26.6 km ²) (en m ³ /s) – Tactebel Engineering	Ribeirotte amont (S=26.6 km ²) (en m ³ /s) – ACRI	Différence (%)
T = 5 ans	18.3	14	- 23%
T = 10 ans	23	22.2	- 3.4%
T = 20 ans	30	30.1	+ 0.3%
T=50 ans	39	41.7	3
T = 100 ans	52	53.6	+ 3.0%
T = 1000 ans	100	103.4	+ 3.4%

Tableau 17 : Résultats de la modélisation hydrologique du bassin versant amont de la Ribeirotte

On constate que les résultats obtenus par notre modèle HEC-HMS sont globalement proche de ceux obtenus par le modèle de Tractebel, à l'exception de la crue quinquennale qui est 23% moins importante d'après notre modélisation hydraulique.

Finalement les hydrogrammes qui seront rentrés en amont de notre modèle hydraulique sont les suivants :

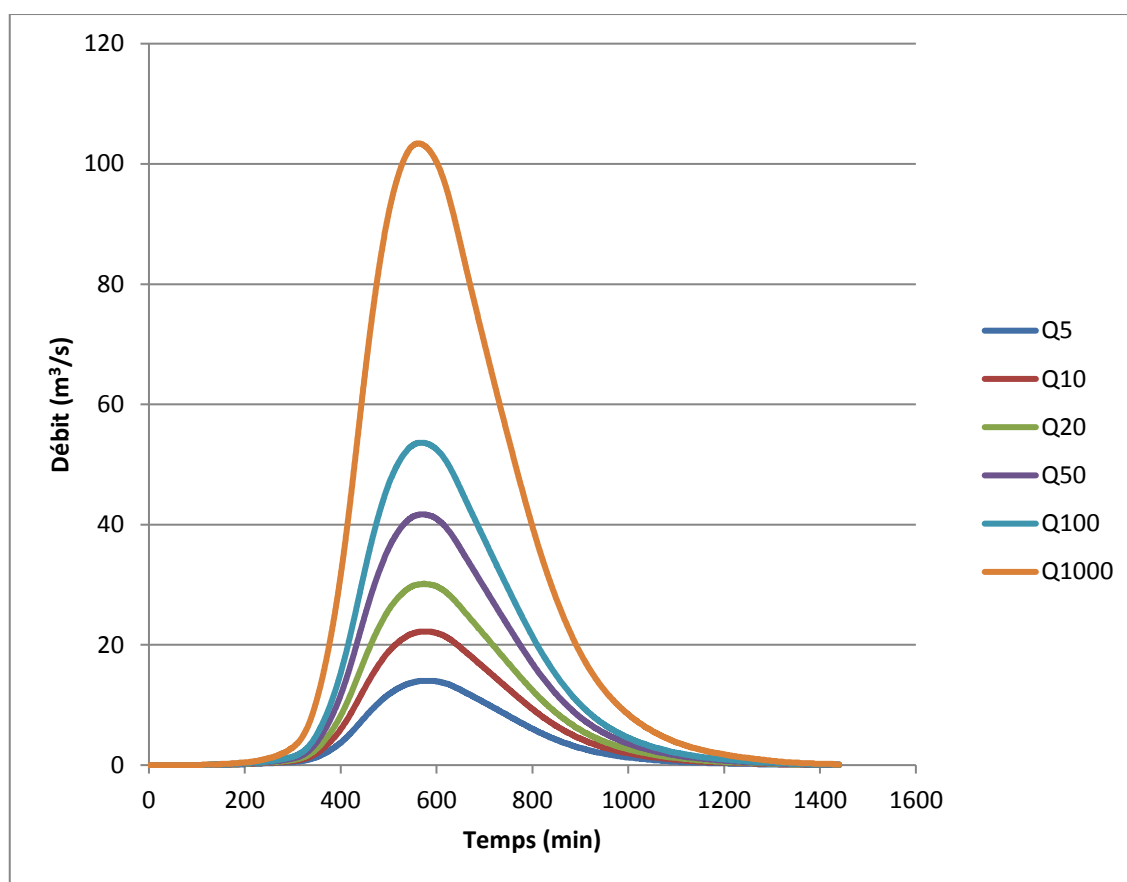


Figure 62 : Hydrographes de crue de la Ribeirotte en amont du centre –ville

Une fois que l'hydrogramme entré en tête du modèle est créé pour les différentes périodes de retour, il est nécessaire d'évaluer les apports latéraux que reçoit la Ribeirotte depuis le pont de la RD 554 jusqu'aux Cognets.

Pour modéliser ces apports, il a été fait le choix de les représenter par l'injection de 4 hydrographes latéraux introduits à des points différents sur le linéaire de la Ribeirotte. Ces 4 points d'injections représentent les apports du vallon de Saint Benoît, du vallon du Verdon, du rejet des eaux de ruissellements du centre-ville ainsi que le vallon descendant chemin de Paracol. Les superficies en jeux sont représentées sur la carte ci-dessous.

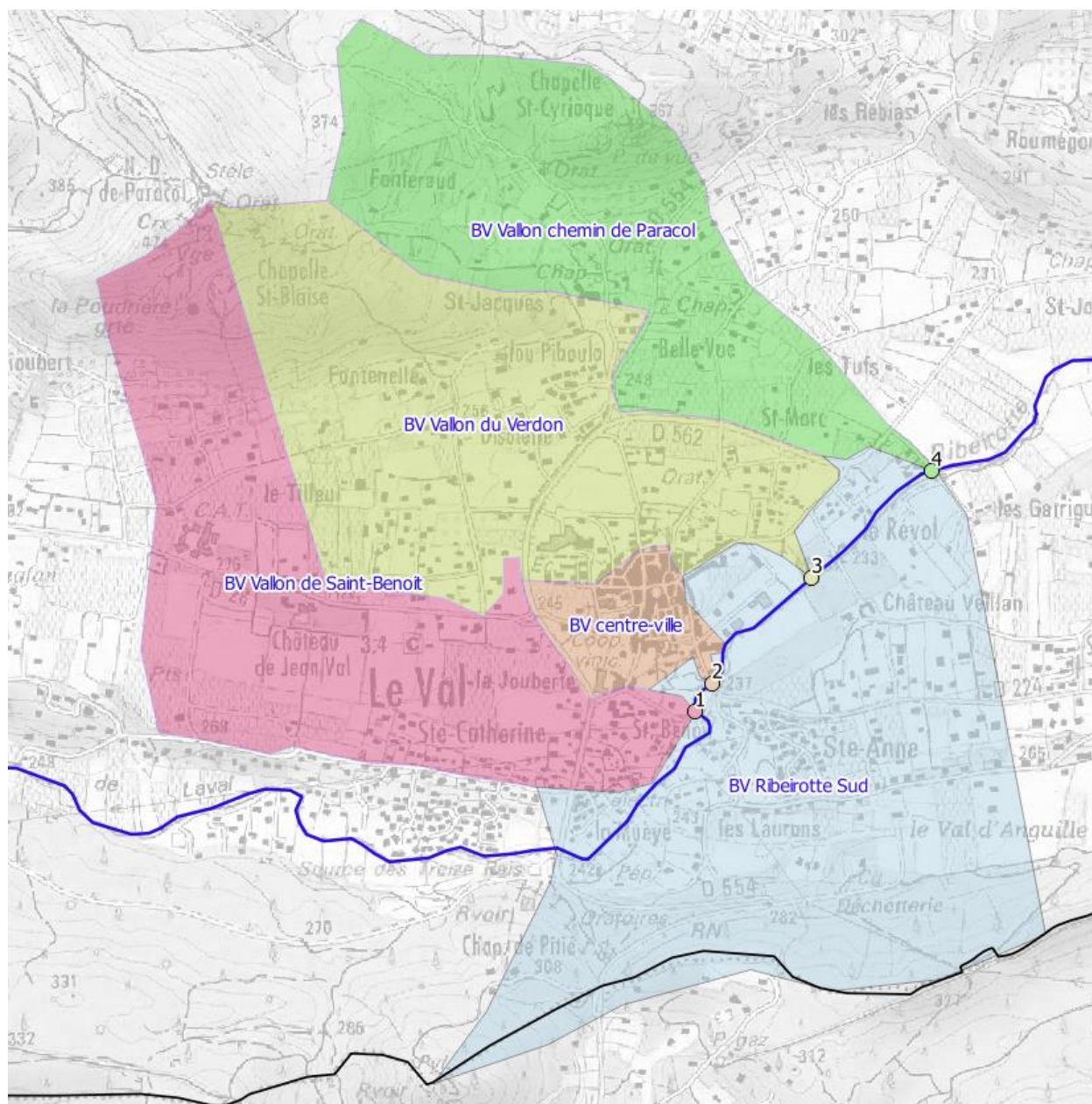


Figure 63 : Points d'injection des apports latéraux de la Ribeirotte

Remarque : Le point d'injection 1 reprend les apports du BV vallon de Saint-Benoit et du BV Ribeirotte Sud.

De par la taille des sous-bassins versants en jeu qui sont inférieurs à 5km², les apports sont quantifiés en utilisant la méthode rationnelle. La valeur des coefficients de ruissellement de chacun des 5 sous-bassins versants est obtenue et utilisant les données des sous-bassins versant qui ont servi au diagnostic du réseau pluvial (voir 3.1). Concernant les sous bassins versants impactés par l'urbanisation future, les coefficients de ruissellements utilisés sont ceux prenant en compte l'impact de l'imperméabilisation à venir.

Les débits injectés dans la modélisation de la Ribeirotte sont donc très légèrement plus critiques que les débits qui pourraient survenir actuellement.

On obtient au final les débits et les hydrogrammes suivants pour chacun des points d'injections :

Points d'injections	Q5 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q20 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
1	3.33	4.24	5.52	8.02	10.96	17.54
2	2.95	3.87	5.21	8.09	11.87	19.00
3	1.08	1.35	1.68	2.29	2.92	4.67
4	2.15	2.97	4.21	7.17	11.41	18.26

Tableau 18 : Débits des hydrogrammes latéraux

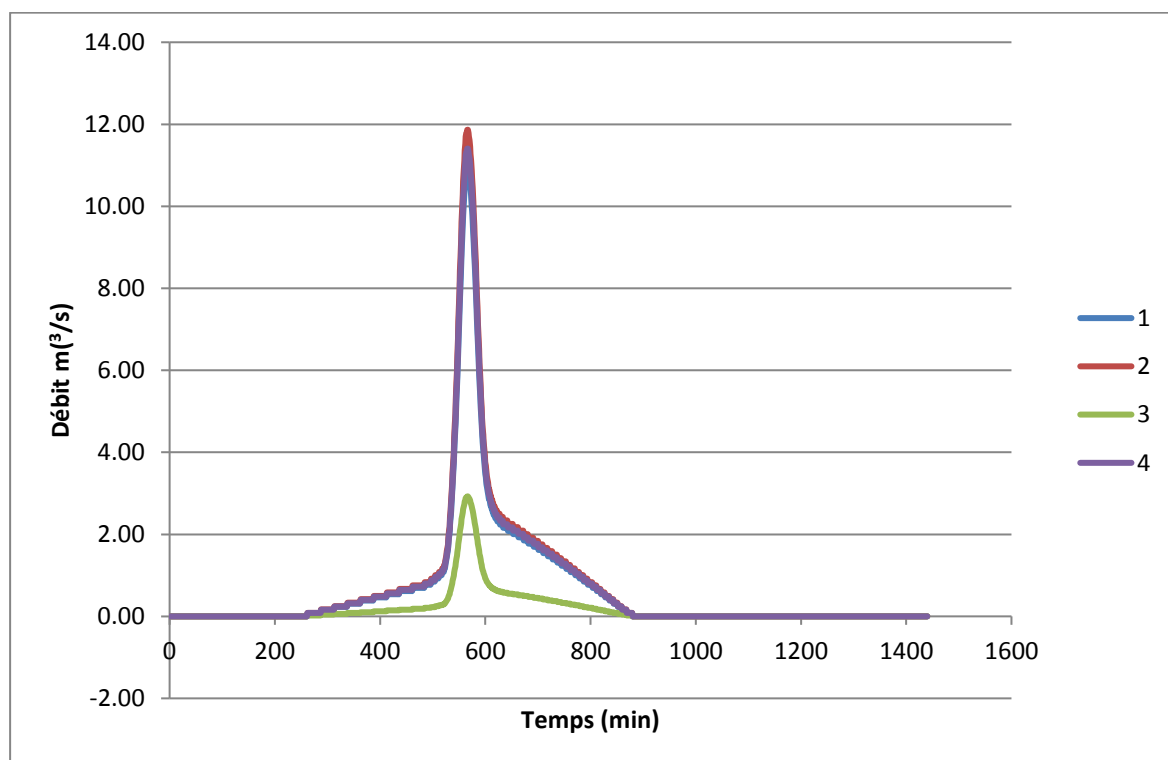


Figure 64 : Hydrogrammes latéraux injectés pour la crue centennale

Pour les périodes de retour autre que la crue centennale, les hydrogrammes sont obtenus en appliquant une homothétie pour retrouver les débits maximums correspondants à la période de retour voulue.

Enfin, pour évaluer le cas le plus défavorable des crues de la Ribeirote, les hydrogrammes sont injectés de sorte que les pics de crue des divers hydrogrammes soit concomitants.

6.3.2 Modèle numérique de la Ribeirotte

Le modèle numérique de terrain de la Ribeirotte s'appuie sur le relevé LIDAR réalisé en mars 2013 et sur les relevés des ouvrages de la Ribeirotte réalisés par le cabinet de géomètre OPSIA en juillet 2016.

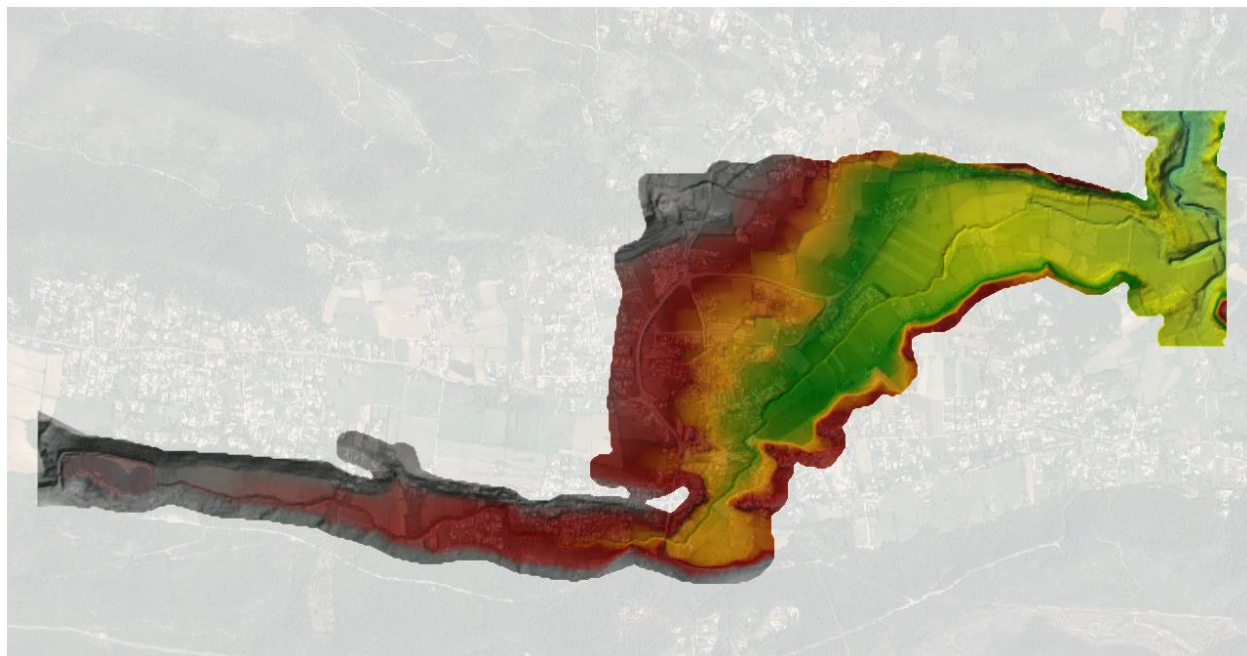


Figure 65 : Modèle numérique de terrain de la Ribeirotte

Ce modèle numérique de terrain est ensuite exploité par le logiciel de modélisation hydraulique qui est le logiciel HEC-RAS version 5.0.0.

Une modélisation 1D en régime non permanent de la Ribeirotte est réalisée sous HEC-RAS. La géométrie (section et ouvrages en travers du lit de la Ribeirotte) est représentée dans la figure ci-dessous :

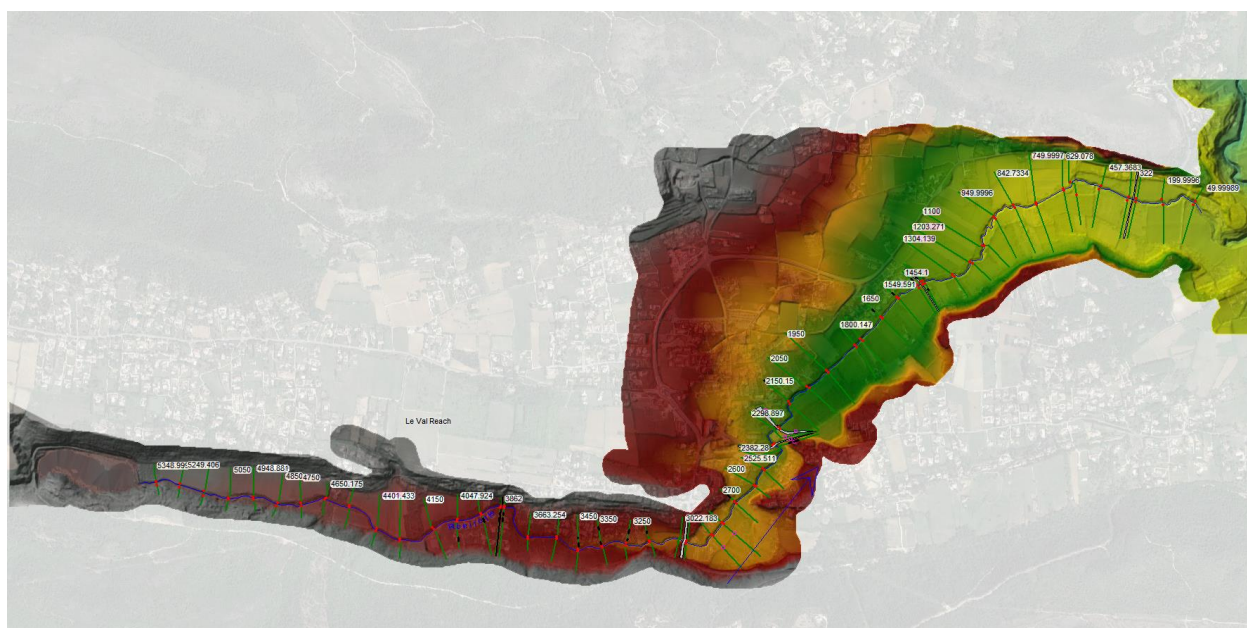


Figure 66 : Modèle numérique de terrain avec géométrie du modèle HEC-RAS

6.3.3 Calage des paramètres du modèle hydraulique

Les paramètres du modèles hydraulique (rugosité des lits mineur et majeur, pente de la condition aval de hauteur normal) sont ajustables pour permettre de caler le modèle hydraulique.

Le calage du modèle est effectué en utilisant comme crue de référence la crue de novembre 2011. En novembre 2011, il est tombé 168 mm en 24h ce qui correspond à peu près à l'intensité d'une crue vicennale. La crue utilisée pour le calage du modèle est donc la crue vicennale.

La mairie de Le Val dispose d'un plan relevant les habitations touchées par les inondations de novembre 2011 (voir annexe E).

Les paramètres du modèle hydraulique ont été modifiés jusqu'à ce que l'emprise de la crue vicennale corresponde aux zones touchés lors de l'événement de novembre 2011.

Finalement les paramètres retenus sont les suivants :

Rugosité du lit mineur (coefficient de Strickler)	Rugosité du lit majeur (coefficient de Strickler)	Pente de la condition aval de hauteur normale
23	16	0.65%

6.3.4 Résultats de la modélisation

Une fois le modèle calé sur des événements bien observés, les hydrogrammes de crue calculés en 3.3.1 sont injectés dans le modèles pour définir l'emprise des inondations pour crues Q5, Q10, Q20, Q50, Q100 et Q1000.

Les cartes présentant les hauteurs d'eaux obtenues pour les différentes modélisations sont présentés en annexe F. Des cartes comparant l'emprise des crues Q100 et Q1000 avec l'emprise de la zone inondable actuellement en vigueur sont également présentés en annexe.

Enfin une carte reprenant le zonage utilisé dans le cadre d'un PPRI, zonage couplant hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement, a également été tracé.

D'après ces résultats, on constate que ces derniers sont globalement bien moins pessimiste que la zone inondable actuellement en vigueur, et ce même pour la crue exceptionnelle (Q1000).

6.3.4.1 Crue quinquennale

Les résultats de la modélisation de la crue quinquennale montrent déjà la présence de débordement le long de la Ribeirotte.

En amont du pont de la RD 554, des débordements se font au niveau du quartier de Sainte-Catherine et touchent des habitations. Des débordements ont également lieu plus en amont, au niveau de la traversée du chemin de Laval.

Le franchissement de l'ouvrage de la RD 554 se fait en revanche sans encombre.

A l'aval de la RD 554, la Ribeirotte reste dans son lit jusqu'à l'aval du pont rue Frédéric Mistral ou des débordements ont lieu à partir de ce point, notamment en rive droite. Ces débordements se font cependant dans des zones d'expansions de crue où les enjeux sont nuls. Seuls les terrains des habitations quartier du Revol ainsi que la maison située en rive droite en aval du quartier sont touchés.

6.3.4.2 Crue décennale

La crue décennale touche globalement les mêmes zones que la crue quinquennale mais avec une intensité supérieure. Les inondations rives droites en aval du pont rue Frédéric Mistral sont notamment bien plus étendues.

Contrairement à la crue quinquennale, on constate également des débordements sur les terrains en aval immédiat de la RD 554.

6.3.4.3 Crue vicennale

La crue vicennale est d'intensité similaire à la crue de novembre 2011. En comparaison avec la crue décennale, le quartier de Sainte-Catherine ainsi que le quartier du Revol sont plus sévèrement touchés.

Les champs d'expansion en aval du centre-ville remplissent bien leur rôle, notamment en rive droite de la Ribeirotte. Contrairement à la crue décennale, on commence à observer des inondations en rive gauche au niveau du pont de la rue Frédéric Mistral.

6.3.4.4 Crue cinquantennale

Comparativement avec la crue vicennale, on constate qu'en aval de la RD 554 l'emprise des inondations est globalement proche avec bien évidemment une intensité plus importante.

On constate en revanche une emprise bien plus notable en amont du pont de la RD 554. La présence du pont entraîne une remontée nette du niveau d'eau en amont et aggrave les inondations du quartier Sainte-Catherine mais également au niveau de l'Hubac de Laval. Il n'y a en revanche pas de submersion du pont de la RD 554.


6.3.4.5 Crue centennale

La crue centennale est bien généralement la crue de référence lorsqu'il est question de problématique d'inondation.

En cas de crue centennale on constate que la Ribeirotte sort de son lit sur la quasi-totalité du tracé. Les zones d'expansions en aval du centre-ville sont bien sollicitées avec un lit qui peut par endroit atteindre 200 mètre de largeur.

Toutes les constructions limitrophes du lit mineur de la Ribeirotte sont globalement touchées et l'impact des inondations sur des zones qui sont déjà touchées pour des crues plus fréquentes est important. C'est notamment le cas aux quartiers de Sainte-Catherine, l'Hubac de Laval, le Revol et Saint-Benoit.

Le centre-ville est lui en revanche épargné par les débordements de la Ribeirotte.

	Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales	Réf. : 1171-A1405 Date : 21/03/2016 Page : 94
---	--	---

6.3.4.6 Crue millénale

Le terme de crue millénale est à prendre avec recul étant donné l'historique des statistiques en possession de l'Homme. On lui préférera le terme de crue exceptionnelle.

Les résultats des modélisations de la crue exceptionnelle montrent un impact, et notamment des hauteurs d'eau plus importantes que pour la crue centennale mais avec finalement une emprise des inondations relativement proche de l'emprise de la crue centennale.

Une telle crue entraînerait la submersion de la totalité des ouvrages présent dans le cours d'eau de la Ribeirotte, et notamment le pont de la RD 554 ce qui entraînerait des inondations importantes en amont et de fortes vitesses d'écoulement en aval.

L'emprise de la crue exceptionnelle reste cependant largement inférieure à l'emprise de la zone inondable actuelle puisqu'un tel événement n'impacterait pas le centre-ville de la commune (qui serait néanmoins touché par des débordements des cours d'eau mineures le traversant tel le vallon du Verdon).

7 Etudes d'aménagements potentiels du réseau pluvial

Comme mentionné précédemment, le diagnostic quantitatif a montré une certaine insuffisance du réseau à évacuer les eaux pluviales lors d'événements plus ou moins significatifs.

En effet, la majorité des tronçons du réseau pluvial sont diagnostiqués noir, rouge ou orange ce qui signifie qu'ils ne sont pas capables d'évacuer un événement pluvieux supérieur à la pluie quinquennale.

Rappelons que la doctrine MISEN 83 qui définit les règles générales à prendre en compte dans la conception et la mise en œuvre des réseaux et ouvrages pour le département du Var vise à ce que « les eaux de ruissellement seront collectées par un réseau gravitaire de canalisations et/ou de noues permettant le transit sans mise en charge ni débordement d'un débit correspondant à un événement pluvieux de période de retour d'au moins 10 ans. »

Fréquence de mise en charge (mise sous pression dans débordement de surface)	Lieu	Fréquence d'inondation. Débordement des eaux collectées en surface, ou impossibilité pour celles-ci de pénétrer dans le réseau
1 par an	Zones rurales	1 tous les 10 ans
1 tous les 2 ans	Zones résidentielles	1 tous les 20 ans
1 tous les 2 ans 1 tous les 5 ans	Centre villes / Zones industrielles ou commerciales - Si risque d'inondation vérifié - Si risque d'inondation non vérifié	1 tous les 30 ans
1 tous les 10 ans	Passages souterrains routiers ou ferrés	1 tous les 50 ans

Tableau 19 : Règles de dimensionnement du réseau de collecte des eaux pluviales - MISEN 83

Dans le cadre de la commune de Le Val, la majorité du réseau étant constituée de noues ou bien de conduites non enterrées, les débits de mise en charge et de débordements sont donc confondus.

Le but de la phase de cette phase de l'étude est de proposer des aménagements réalistes qui permettent de tendre vers l'objectif de dimensionnement de la MISEN 83 qui est d'avoir un réseau pluvial dimensionné pour un événement pluvial au moins décennal. On verra qu'il est cependant parfois techniquement et surtout économiquement difficile d'atteindre un tel objectif.

7.1 Méthodes de résolution des désordres

Il existe, en simplifiant, deux méthodes de résolution des désordres du réseau pluvial :

- ❖ Des méthodes dites « d'hydrauliques douces » qui consistent en la création de bassins de rétentions, de noues, de dispositifs d'infiltration etc. qui permettent de ralentir et laminer l'écoulement et ainsi de diminuer les apports reçus par le réseau. Ces méthodes sont privilégiées et favorisées par les services de l'état puisqu'elles permettent de diminuer les apports en aval et donc de diminuer les désordres de façon globale sur tout le linéaire d'un cours d'eau et non uniquement commune par commune. De plus ces méthodes peuvent également contribuer à un abattement significatif de la pollution. Elles présentent néanmoins l'inconvénient de nécessiter beaucoup de place.
- ❖ Des méthodes plus « conventionnelles » qui consiste à créer/recalibrer le réseau pluvial existant. Ces méthodes ont l'avantage de permettre parfois de résoudre assez simplement un problème ponctuel mais elles ont l'inconvénient d'augmenter les apports en aval et donc potentiellement de déplacer, voire de créer des problèmes en aval.

De par son positionnement géographique et de l'emplacement de son centre-ville, la commune de Le Val présente des singularités à prendre en compte pour la recherche et l'aménagement de solutions.

En effet, la commune de Le Val possède avec la Ribeirotte un exutoire bien identifié. Deux affluents de la Ribeirotte, le vallon du Verdon et le vallon de Saint Benoît traversent la commune du Nord-Ouest au Sud-Est pour rejoindre la Ribeirotte. Le centre-ville de la commune est positionné au Nord/Nord-Ouest de la Ribeirotte et est traversé par le vallon du Verdon. Une partie de l'urbanisation de la commune s'est faite au Nord-Ouest du centre-ville. Cette urbanisation a entraîné une augmentation des débits reçus par le vallon de Verdon et donc augmenté la fréquence des désordres sur ce secteur.

De plus, les projets d'urbanisation et de développement de la commune dans le cadre du PLU sont également concentrés dans ce secteur ce qui aura également pour conséquences d'augmenter les ruissellements et donc les débits reçus par le réseau pluvial.

Pour diminuer la pression hydraulique sur ce secteur, la solution technique la plus efficace et la plus simple à mettre en œuvre consiste à mettre en place des zones de rétention des eaux pluviales à l'amont du centre-ville afin de protéger au maximum les enjeux présents. Cette solution présente l'avantage de minimiser les quantités de réseau à recalibrer.

Plusieurs sites potentiels de rétention en amont du centre-ville ont été identifiés et étudiés.

Un recalibrage de l'ensemble du réseau pluvial a également été étudié à titre d'information et de chiffrage. Un recalibrage généralisé du réseau communal reste néanmoins une solution coûteuse et difficile à mettre en place, notamment pour les raisons suivantes :

- ❖ Passages en terrains privés ;
- ❖ Travaux importants en centre-ville ;
- ❖ Surdimensionnement important en largeur car maintien du fil d'eau ;
- ❖ Bétonnage de fossés naturels non souhaitables ;
- ❖ Traversées de voies importantes (Route départementale etc.)

- ❖ Coûts financiers importants ;
- ❖ Augmentation des débits en aval.

7.2 Bassins de rétention

Pour diminuer les apports reçus par le vallon du Verdon et ainsi réduire les débordements et les dysfonctionnements observés sur le secteur nord du centre-ville de Le Val (Chemin de Correns, les grandes aires, La Roguère), l'installation de bassins de rétention a été étudiée.

Des sites libres pouvant potentiellement accueillir un grand volume de rétention et situés en amont des secteurs ciblés ont été sélectionnés comme pouvant potentiellement accueillir un bassin de rétention.

Les sites testés ont été sélectionnés selon des critères hydrauliques, il s'agit de terrains libres situés en amont d'un désordre hydraulique et à proximité d'un élément du réseau hydraulique (vallon ou tronçon du réseau pluvial).

Les aménagements présentés ne constituent pas des aménagements validés et dont la réalisation dans un futur plus ou moins proche n'est pas entérinée. L'objectif de l'étude est de tester l'implantation de bassins de rétention à divers endroits du territoire et d'observer l'impact de leur réalisation sur le fonctionnement hydraulique.

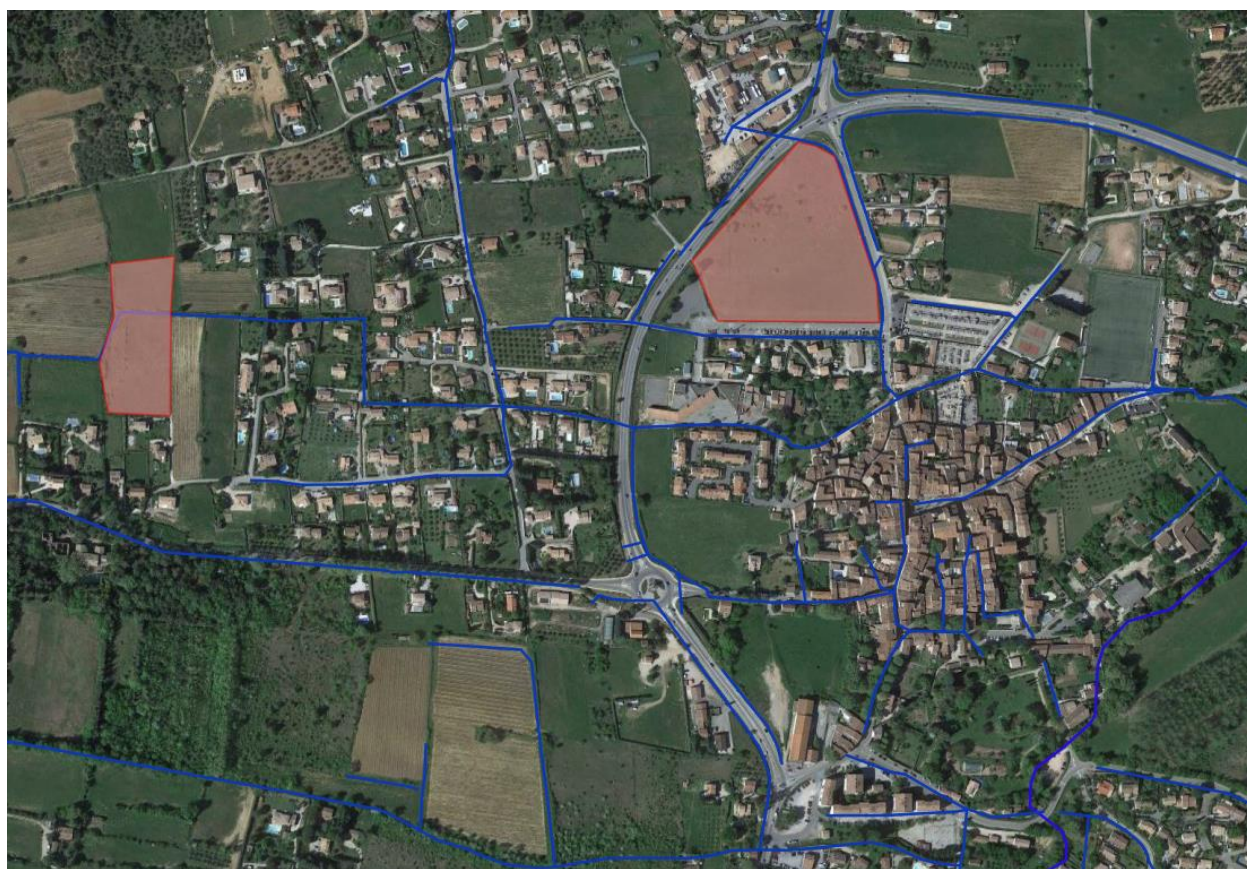


Figure 67 : Localisation des sites potentiels de rétention

Ces sites sont situés, d'après la présentation du PLU du 23 mars 2017, sur des terrains Uc où des terrains AU qui sont donc destinés à être aménagés dans un futur proche. Seul le terrain le plus à l'ouest, dans les grandes terres, est situé dans une zone Agricole (A).

Si l'aménagement d'une partie de ces terrains en zone de rétention des eaux pluviales entraînerait nécessairement la perte de surface à aménager, il est important de rappeler que, dans le cadre de l'article 2.1.5.0 du code de l'environnement, la Mission Inter Services de l'Eau et de la Nature du Var (MISEN 83) impose de compenser l'imperméabilisation à hauteur d'au moins 100 litres par m² imperméabilisé.

La présentation du PLU du 23 mars 2017 comptabilise 11.7 ha de zone AU. En considérant que l'imperméabilisation résultante de l'aménagement de toutes les parcelles AU sera égale à 1/3 de la surface disponible, il serait nécessaire de créer au moins 3 900 m³ de volume de compensation d'après les instructions de la MISEN 83.

La réservation et la création de bassins de rétention en amont de l'aménagement de ces parcelles permettrait de prendre en compte les contraintes réglementaires tout en réduisant les dysfonctionnements du réseau pluvial.

7.2.1 Méthode de calcul

Le dimensionnement des ouvrages de rétention est établi à l'aide d'un bilan de volume. Le calcul s'appuie sur la méthode de transformation pluie/débit dite du « réservoir linéaire » appliquée à une pluie double triangle de 1200 mn et avec une durée intense de 120 mn.

La pluviométrie s'appuie sur les coefficients de Montana calculés lors de la phase de diagnostic hydraulique :

Période de retour	Pj (mm)	P24 (mm)	a (mm/min)	b (mm/min)
2	70	80	6.26	0.65
5	100	114	8.91	
10	120	137	10.73	
20	140	160	12.56	
50	168	192	15.02	
100	185	211	16.54	

Tableau 20 : Intensité des pluies à Le Val

Les bassins de rétention sont dimensionnés pour protéger au moins contre une pluie de période de retour décennale. Dans les cas où l'espace foncier est suffisant, des scénarii d'aménagements protégeant contre des événements supérieurs à la pluie décennale sont proposés.

Remarque : Les débits pris en compte lors du calcul des volumes de rétention nécessaires sont ceux obtenus avec les caractéristiques des bassins versants à l'état futur.

7.2.2 Site 1 : Bassin de rétention secteur des grandes terres



Figure 68 : Emplacement du bassin de rétention secteur des grandes terres

Ce site potentiel de rétention est situé au droit du vallon du Verdon sur des parcelles classées Agricoles (A). Le site est situé en amont des quartiers résidentiels et du centre-ville. L'installation d'un volume de rétention à cet endroit permettrait d'écarter une partie des apports du vallon du Verdon et donc de réduire les débordements en centre-ville.

7.2.2.1 Configuration 1 : Dimensionnement décennal avec ajutage $\Phi 500$ mm

Le premier aménagement proposé est un bassin de rétention dimensionné pour la crue décennale et possédant comme ajutage en sortie une conduite de diamètre $\Phi 500$ mm.

Le dimensionnement de l'ouvrage à l'aide de la méthode du réservoir linéaire donne les caractéristiques suivantes :

Débit de dimensionnement	Q10
Diamètre de l'ajutage en sortie	500 mm
Hauteur utile	1.2 m
Débit de sortie maximal avant débordement	508 l/s
Pente des berges	1/2
Volume de rétention	9 870 m ³
Surface	8 335 m ²

Tableau 21 : Caractéristiques du bassin de rétention

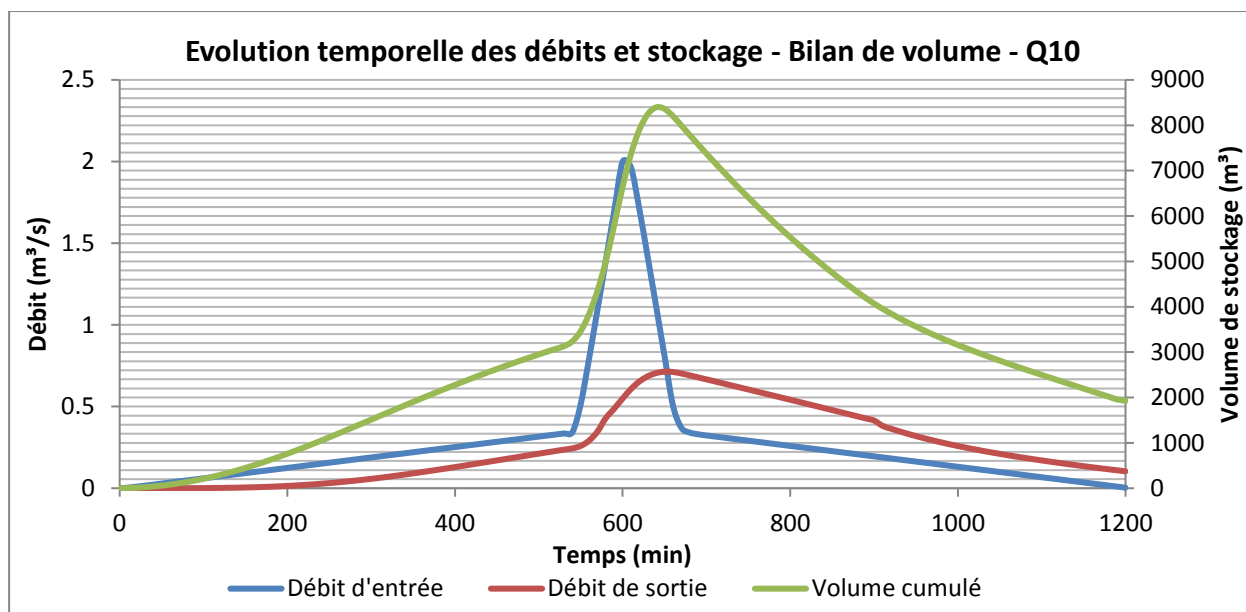


Figure 69 : Evolution temporelle des débits et stockage - Q10/Φ500

L'impact du bassin de rétention sur les débits à l'aval de l'ouvrage est présenté dans le tableau suivant :

	Q10 état futur sans bassin	Q10 état futur avec bassin n°1	Ecrêtement du débit de pointe
Aval immédiat	2.00 m³/s	0,51 m³/s	75%
Ecole maternelle	3.16 m³/s	1,67 m³/s	47%
La Roguère	4.71 m³/s	3.21 m³/s	32%

Tableau 22 : efficacité du bassin de rétention

L'écèlement du débit de pointe décennal est important au droit du bassin ; il reste significatif à l'aval du réseau. D'un point de vue hydraulique, l'efficacité du bassin de rétention est donc satisfaisante.

La carte du diagnostic hydraulique du réseau pluvial après aménagement du bassin de rétention est présentée en annexe G. Le code couleur utilisé, qui est identique à celui utilisé lors du diagnostic hydraulique, est le suivant :

Légende

Limites de la commune

Diagnostic réseau

— $Q_c < Q_2$

— $Q_2 < Q_c < Q_5$

— $Q_5 < Q_c < Q_{10}$

— $Q_{10} < Q_c < Q_{20}$

— $Q_{20} < Q_c < Q_{100}$

— $Q_c > Q_{100}$

Diagnostic ouvrages

• couleur = diagnostic capacité

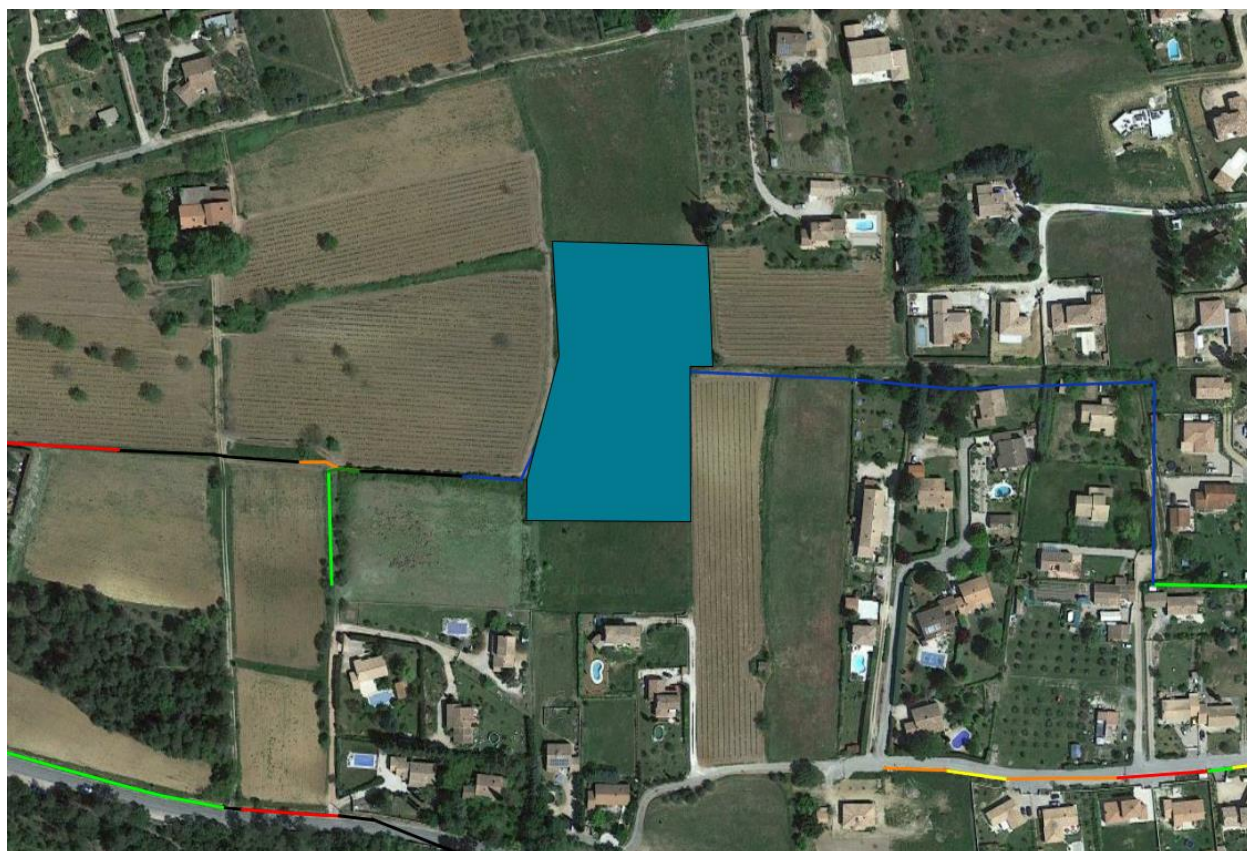


Figure 70 : Emprise bassin de rétention des grandes terres - configuration 1

7.2.2.2 Configuration 2 : Dimensionnement décennal avec ajutage 600 mm

Comme pour la configuration 1, la configuration 2 du bassin de rétention des grandes terres se base sur une crue de dimensionnement décennale. En revanche, dans cette configuration le diamètre de l'ajutage, et à fortiori le débit sortant, est plus important ce qui a pour conséquence de diminuer le volume de rétention nécessaire.

Le dimensionnement de l'ouvrage à l'aide de la méthode du réservoir linéaire donne les caractéristiques suivantes :

Débit de dimensionnement	Q10
Diamètre de l'ajutage en sortie	600 mm
Hauteur utile	1.2 m
Débit de sortie maximal avant débordement	714 l/s
Pente des berges	1/2
Volume de rétention	8 395 m ³
Surface	7 096 m ²

Tableau 23 : Caractéristiques du bassin de rétention

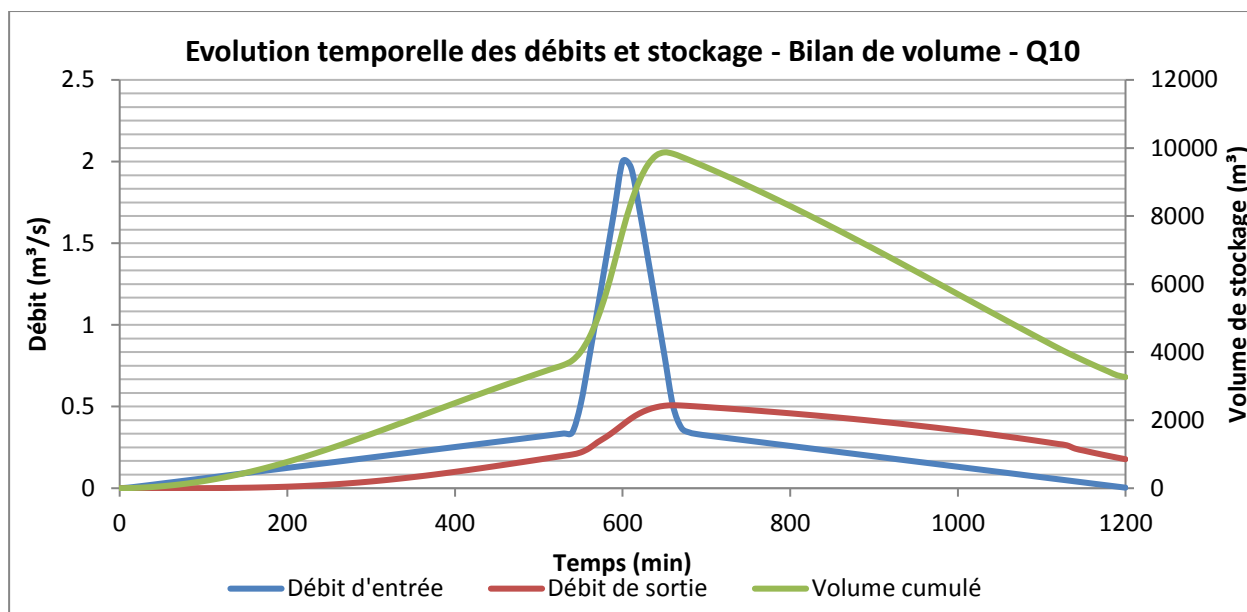


Figure 71 : Evolution temporelle des débits et stockage - Q10/Φ600

L'impact du bassin de rétention sur les débits à l'aval de l'ouvrage est présenté dans le tableau suivant :

	Q10 état futur sans bassin	Q10 état futur avec bassin	Ecrêtement du débit de pointe
Aval immédiat	2.00 m³/s	0,71 m³/s	64%
Ecole maternelle	3.16 m³/s	1,87 m³/s	41%
La Roguière	4.71 m³/s	3.42 m³/s	27%

Tableau 24 : Efficacité du bassin de rétention

L'écèlement du débit de pointe décennal est important au droit du bassin ; il reste significatif à l'aval du réseau. D'un point de vue hydraulique, l'efficacité du bassin de rétention est donc satisfaisante.

La carte du diagnostic hydraulique du réseau pluvial après aménagement du bassin de rétention est présentée en annexe G.

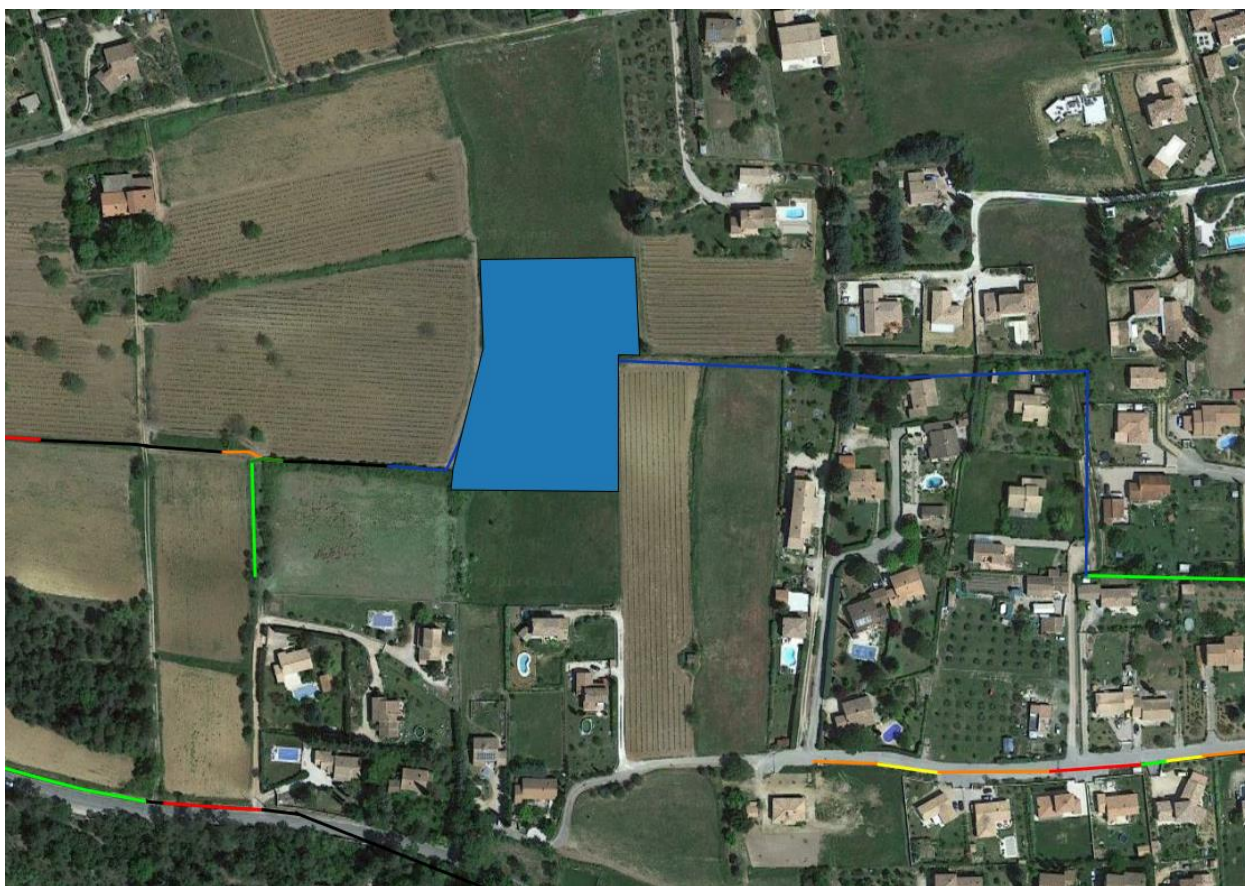


Figure 72 : Emprise bassin de rétention des grandes terres - configuration 2


7.2.2.3 Recalibrage du réseau à l'aval de l'ouvrage

Si la présence de l'ouvrage de rétention, que ce soit dans les configurations 1 ou 2, permet globalement d'améliorer la situation en aval dans le réseau, sa présence seule ne permet pas d'assurer une capacité décennale de la totalité du réseau concerné en aval de l'aménagement (voir annexe G).

Pour assurer une capacité décennale du réseau pluvial en aval immédiat de l'aménagement jusqu'à l'exutoire dans la Ribeirotte, il est nécessaire de recalibrer certains tronçons du réseau.

Désignation tronçon	Section actuelle	Configuration 1	Configuration 2
609	Ø800 béton	Cadre béton 125x60	Cadre béton 125x60
650	Fossé terre section 165	FTT 145x145x290	FTT 145x145x290
808	Ø1000 béton	Cadre béton 125x80	Cadre béton 125x90

Tableau 25 : Sections à recalibrer pour une protection décennale

	Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales	Réf. : 1171-A1405 Date : 21/03/2016 Page : 104
---	--	--

7.2.2.4 Contraintes réglementaires et environnementales

Plan Local d'Urbanisme

Le bassin de rétention proposé sur le site 1 se situe, d'après la présentation de la révision du PLU datant du 23 mars 2017, sur une zone Agricole (A) qui est une zone réservée à l'activité agricole. Il est toujours possible d'aménager la zone de rétention pour que l'agriculture y soit toujours praticable.

Loi sur l'Eau

L'ouvrage de rétention proposé sur le site 1 entre dans les catégories suivantes (article R. 214-1 du Code de l'Environnement) :

RUBRIQUE	LIBELLE	PROCEDURE
2.1.5.0	Rejets d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol , la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin versant naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet étant supérieure ou égale à 20 ha	Déclaration
3.2.3.0	Plans d'eau, permanents ou non , dont la superficie est supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha.	Déclaration

Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

L'aménagement du site 1 entre dans la rubrique 2510-3 de la Nomenclature des ICPE :

Rubrique 2150-3 : Affouillements du sol (à l'exception des affouillements rendus nécessaires pour l'implantation des constructions bénéficiant d'un permis de construire et des affouillements réalisés sur l'emprise des voies de circulation), lorsque les matériaux prélevés sont utilisés à des fins autres que la réalisation de l'ouvrage sur l'emprise duquel ils ont été extraits et lorsque la superficie d'affouillement est supérieure à 1000 m² ou lorsque la quantité de matériaux à extraire est supérieure à 2000 t. Rayon d'affichage 3 km.

Si aucune possibilité de stockage des matériaux prélevés n'existe sur le site, l'aménagement du site 1 sera soumis à **autorisation** au titre des ICPE.

Milieux remarquables

Le site 1 n'est situé dans aucun milieu remarquable.

7.2.3 Site 2 : Bassin de rétention route de Correns

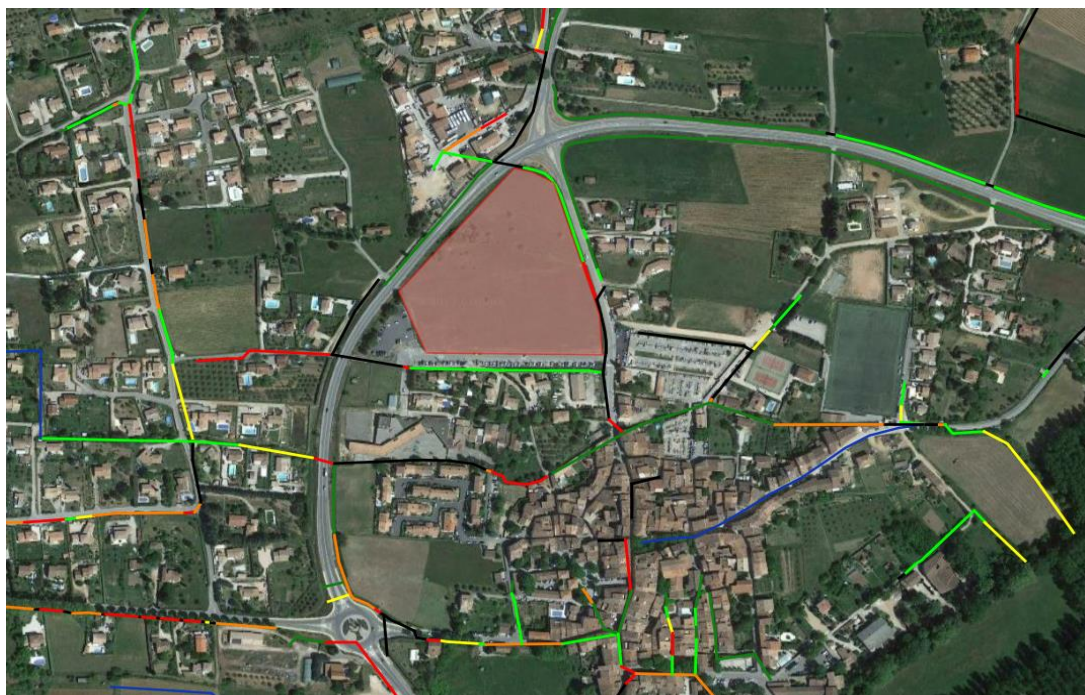


Figure 73 : Emplacement du bassin de rétention

Ce site potentiel de rétention est situé à l'ouest de la route de Correns, au nord du centre-ville de Le Val. Ce site est situé, d'après la présentation de la révision du PLU du 23 mars 2017, en zone 1AU qui est donc susceptible d'être aménagée à court terme puisqu'elle fait l'objet d'une OAP. L'installation d'un volume de rétention à cet endroit permettrait d'écarter une partie des apports du vallon du Verdon et donc de réduire les débordements en centre-ville.

7.2.3.1 Configuration 1 : Reprise des écoulements route de Correns – Pluie décennale

La première configuration du site 2 propose de récupérer et d'écarter uniquement les eaux provenant du réseau pluvial au nord du site via le tronçon 580 (voir couche diagnostic réseau). L'objectif de cet aménagement est de limiter les apports reçus par le vallon de Verdon depuis l'ouvrage OA 15 et notamment de soulager les tronçons 596, 603, 604 et 605 qui sont diagnostiqués noir ou rouge sur la carte du diagnostic hydraulique. Le dimensionnement de l'ouvrage à l'aide de la méthode du réservoir linéaire donne les caractéristiques suivantes :

Débit de dimensionnement	Q10
Diamètre de l'ajutage en sortie	400 mm
Hauteur utile	1.5 m
Débit de sortie maximal avant débordement	380 l/s
Pente des berges	1/2
Volume de rétention	4100 m ³
Surface	2 820 m ²

Tableau 26 : Caractéristiques du bassin de rétention

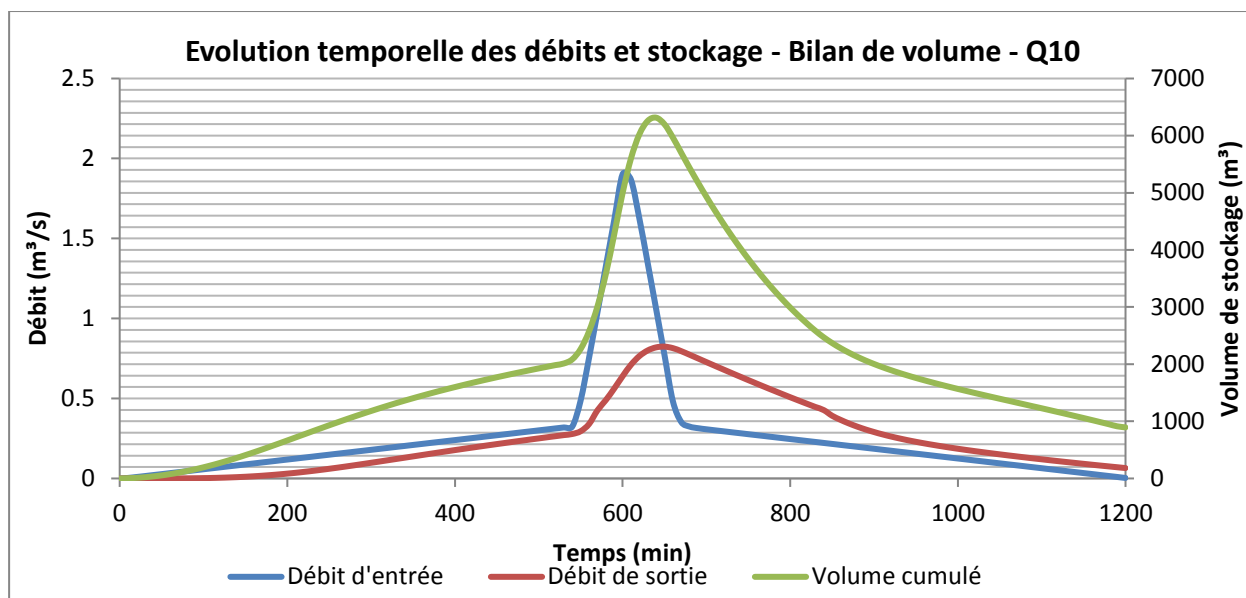


Figure 74 : Evolution temporelle des débits et stockage - Q10/Φ400

L'impact du bassin de rétention sur les débits à l'aval de l'ouvrage est présenté dans le tableau suivant :

	Q10 état futur sans bassin	Q10 état futur avec bassin n°1	Ecrêtement du débit de pointe
Aval immédiat	1.11 m³/s	0,38 m³/s	66%
Amont ouvrage OA 16	1.92 m³/s	1.18 m³/s	38%
Aval ouvrage OA 16	4.23 m³/s	3.50 m³/s	17%
La Roguère	4.71 m³/s	3.97 m³/s	16%

Tableau 27 : Efficacité du bassin de rétention

L'écèlement du débit de pointe décennal est important au droit du bassin ; il reste significatif en amont de l'ouvrage OA 16 mais son impact est beaucoup moins sensible en aval de ce dernier. D'un point de vue hydraulique, l'efficacité du bassin de rétention est donc satisfaisante en aval immédiat de l'ouvrage mais plus limité pour le vallon de Verdon.

La carte du diagnostic hydraulique du réseau pluvial après aménagement du bassin de rétention est présentée en annexe G.



Figure 75 : Emprise bassin de rétention - configuration 1

7.2.3.2 Configuration 2 : Reprise des écoulements route de Correns – Pluie vicennale

La configuration 2 est similaire à la configuration 1 à l'exception qu'elle prend en compte un débit de dimensionnement vicennale et non plus décennale.

Le dimensionnement de l'ouvrage à l'aide de la méthode du réservoir linéaire donne les caractéristiques suivantes :

Débit de dimensionnement	Q20
Diamètre de l'ajutage en sortie	400 mm
Hauteur utile	1.5 m
Débit de sortie maximal avant débordement	380 l/s
Pente des berges	1/2
Volume de rétention	6 587 m ³
Surface	4 490 m ²

Tableau 28 : Caractéristiques du bassin de rétention

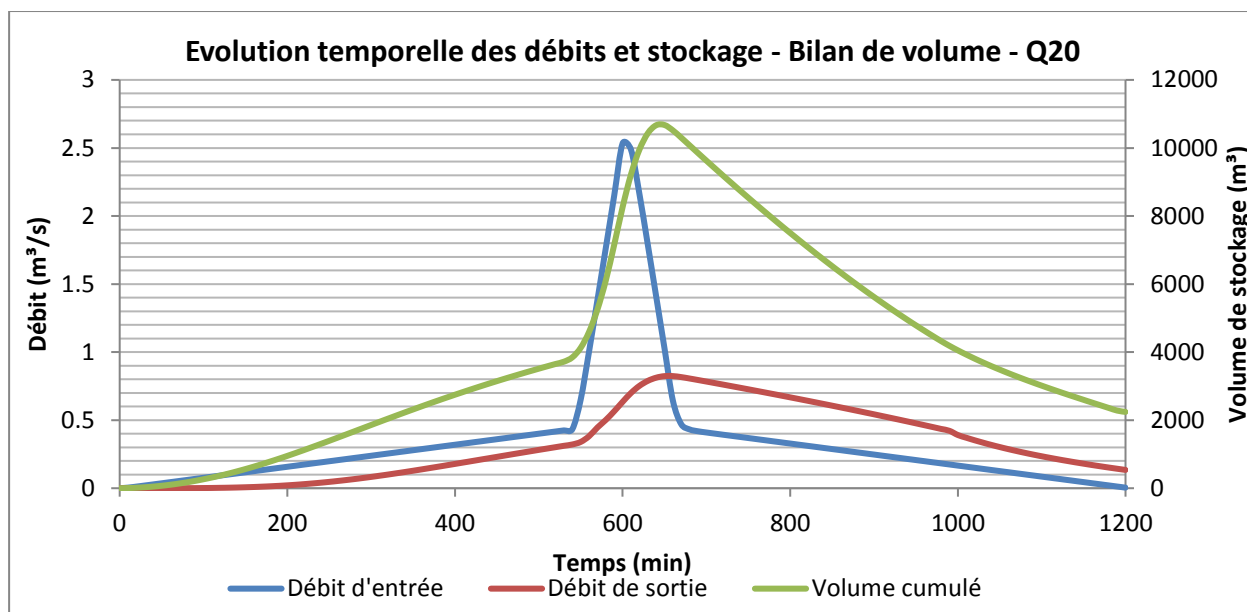


Figure 76 : Evolution temporelle des débits et stockage – Q20/Φ400

L'impact du bassin de rétention sur les débits à l'aval de l'ouvrage est présenté dans les tableaux suivants :

	Q10 état futur sans bassin	Q10 état futur avec bassin n°1	Ecrêtement du débit de pointe
Aval immédiat	1.11 m³/s	0,38 m³/s	71%
Amont ouvrage OA 16	1.92 m³/s	1.18 m³/s	41%
Aval ouvrage OA 16	4.23 m³/s	3.50 m³/s	19%
La Roguère	4.71 m³/s	3.97 m³/s	17%

Tableau 29 : Efficacité du bassin de rétention pour Q10

	Q20 état futur sans bassin	Q20 état futur avec bassin n°1	Ecrêtement du débit de pointe
Aval immédiat	1.47 m³/s	0,38 m³/s	74%
Amont ouvrage OA 16	2.55 m³/s	1.46 m³/s	43%
Aval ouvrage OA 16	5.74 m³/s	4.65 m³/s	19%
La Roguère	6.38 m³/s	5.29 m³/s	17%

Tableau 30 : Efficacité du bassin de rétention pour Q20

L'écèlement du débit de pointe vicennal est important au droit du bassin ; il reste significatif en amont de l'ouvrage OA 16 mais son impact est beaucoup moins sensible en aval de ce dernier. D'un point de vue hydraulique, l'efficacité du bassin de rétention est donc satisfaisante en aval immédiat de l'ouvrage mais plus limité pour le vallon de Verdon.

La carte du diagnostic hydraulique du réseau pluvial après aménagement du bassin de rétention est présentée en annexe G.



Figure 77 : Emprise bassin de rétention - configuration 2

7.2.3.3 Configuration 3 : Reprise des écoulements route de Correns et des grands aires– Pluie décennale

La configuration 2 diffère des configurations 1 et 2 du fait qu'en plus de récolter les eaux provenant du réseau route de Correns, le bassin de rétention intercepte également les eaux provenant des tronçons situés à l'ouest, dans le quartier des grandes aires. Pour faire cela, un nouveau tronçon permettant de relier le réseau situé au nord de l'école au bassin de rétention.

Le fait de récupérer également les eaux provenant du tronçon ouest donne la possibilité d'écarter encore plus les eaux de ruissellements avant leur rejet dans le vallon du Verdon. Il sera cependant nécessaire de créer un volume de rétention plus important que pour les configurations précédentes à pluie de dimensionnement égale.

Le dimensionnement de l'ouvrage à l'aide de la méthode du réservoir linéaire donne les caractéristiques suivantes :

Débit de dimensionnement	Q10
Diamètre de l'ajutage en sortie	600 mm
Hauteur utile	1.5 m
Débit de sortie maximal avant débordement	824 l/s
Pente des berges	½
Volume de rétention	6 315 m ³
Surface	4 310 m ²

Tableau 31 : Caractéristiques du bassin de rétention

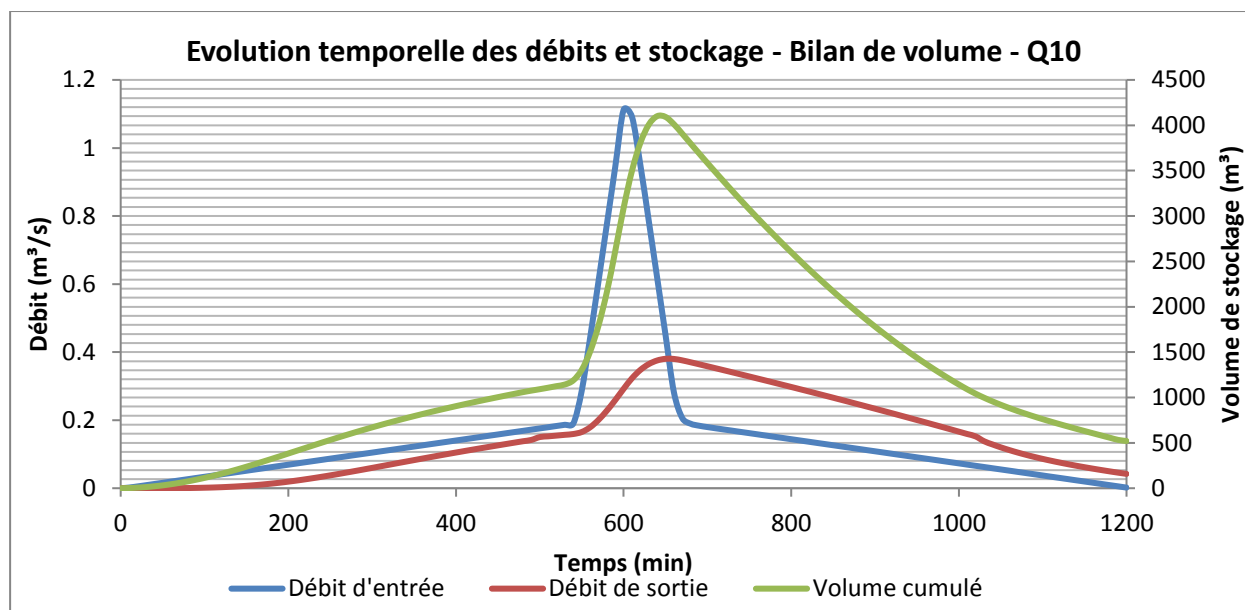


Figure 78 : Evolution temporelle des débits et stockage – Q10/Φ600

L'impact du bassin de rétention sur les débits à l'aval de l'ouvrage est présenté dans les tableaux suivants :

	Q10 état futur sans bassin	Q10 état futur avec bassin n°1	Ecrêtement du débit de pointe
Aval immédiat	1.90 m ³ /s	0,82 m ³ /s	57%
Aval ouvrage OA 16	4.23 m ³ /s	3.15 m ³ /s	26%
La Roguère	4.71 m ³ /s	3.63 m ³ /s	23%

Tableau 32 : Efficacité du bassin de rétention pour Q10

L'écèlement du débit de pointe décennal est important au droit du bassin ; L'impact de l'aménagement plus en aval de l'ouvrage, au niveau du vallon de Verdon est également non négligeable puisque l'écèlement est de l'ordre de 25 % pour la crue décennale. D'un point de vue hydraulique, l'efficacité de cette configuration du bassin de rétention est donc satisfaisante à l'aval immédiat de l'ouvrage et est également plus efficace par rapport aux configurations 1 et 2 en s'éloignant en aval au niveau du vallon de Verdon.

La carte du diagnostic hydraulique du réseau pluvial après aménagement du bassin de rétention est présentée en annexe G.



Figure 79 : Emprise bassin de rétention - configuration 3

7.2.3.4 Configuration 4 : Reprise des écoulements route de Correns et des grands aires– Pluie vicennale

La configuration 4 est similaire à la configuration 3 à la différence qu'elle prend comme crue de dimensionnement une crue vicennale et non décennale.

Le dimensionnement de l'ouvrage à l'aide de la méthode du réservoir linéaire donne les caractéristiques suivantes :

Débit de dimensionnement	Q20
Diamètre de l'ajutage en sortie	600 mm
Hauteur utile	1.5 m
Débit de sortie maximal avant débordement	824 l/s
Pente des berges	½
Volume de rétention	10 675 m ³
Surface	7 245 m ²

Tableau 33 : Caractéristiques du bassin de rétention

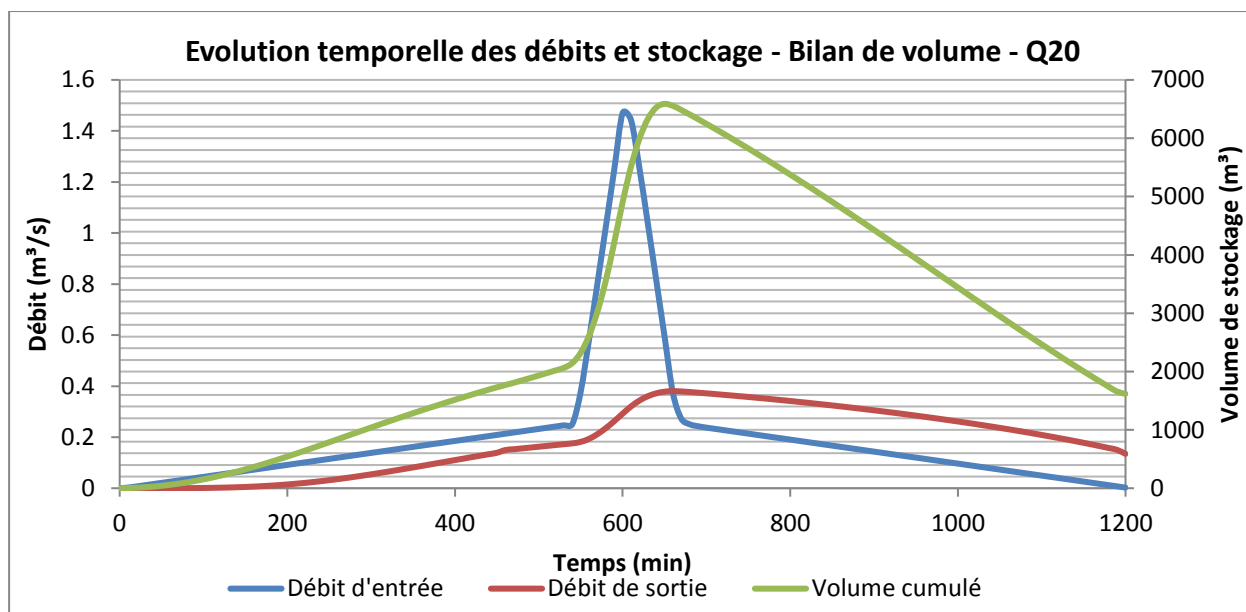


Figure 80 : Evolution temporelle des débits et stockage – Q20/Φ600

L'impact du bassin de rétention sur les débits à l'aval de l'ouvrage est présenté dans les tableaux suivants :

	Q10 état futur sans bassin	Q10 état futur avec bassin n°1	Ecrêtement du débit de pointe
Aval immédiat	1.90 m³/s	0,82 m³/s	64%
Aval ouvrage OA 16	4.23 m³/s	3.15 m³/s	29%
La Roguère	4.71 m³/s	3.63 m³/s	26%

Tableau 34 : Efficacité du bassin de rétention pour Q10

	Q20 état futur sans bassin	Q20 état futur avec bassin n°1	Ecrêtement du débit de pointe
Aval immédiat	2.53 m³/s	0,82 m³/s	67%
Aval ouvrage OA 16	5.74 m³/s	4.03 m³/s	30%
La Roguère	6.38 m³/s	4.67 m³/s	27%

Tableau 35 : Efficacité du bassin de rétention pour Q20

L'écèlement du débit de pointe vicennal est important au droit du bassin ; L'impact de l'aménagement plus en aval de l'ouvrage, au niveau du vallon de Verdon est également non négligeable puisque l'écèlement est de l'ordre de 30 % pour la crue vicennale. D'un point de vue hydraulique, l'efficacité de cette configuration du bassin de rétention est donc satisfaisante à l'aval immédiat de l'ouvrage et est également plus efficace par rapport aux configurations 1 et 2 en s'éloignant en aval au niveau du vallon de Verdon.

La carte du diagnostic hydraulique du réseau pluvial après aménagement du bassin de rétention est présentée en annexe G.



Figure 81 : Emprise bassin de rétention - configuration 4


7.2.3.5 Recalibrage du réseau à l'aval de l'ouvrage

Si la présence de l'ouvrage de rétention, que ce soit dans les configurations 1 à 4, permet globalement d'améliorer la situation en aval dans le réseau, sa présence seule ne permet pas d'assurer une capacité décennale/vicennale de la totalité du réseau concerné en aval de l'aménagement (voir annexe G).

Pour assurer une capacité décennale du réseau pluvial en aval immédiat de l'aménagement jusqu'à l'exutoire dans la Ribeirotte, il est nécessaire de recalibrer certains tronçons du réseau.

Désignation tronçon	Section actuelle	Configuration 1	Configuration 2	Configuration 3	Configuration 4
604	Φ800 béton	Cadre béton 125x70	Cadre béton 125x70	Φ800 béton	Φ800 béton
650	Fossé terre section 165	FTT 150x150x300	FTT 150x150x300	FTT 150x150x300	FTT 150x150x300
808	Φ1000 béton	Cadre béton 125x100	Cadre béton 125x100	Cadre béton 125x90	Cadre béton 125x90
Création de tronçon	⊗	⊗	⊗	Cadre béton 110x55 FTT 65x65x130	Cadre béton 110x55 FTT 70x70x140

Tableau 36 : Sections à recalibrer pour une protection décennale/vicennale selon la configuration

	Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales	Réf. : 1171-A1405 Date : 21/03/2016 Page : 114
---	--	--

7.2.3.6 Contraintes réglementaires et environnementales

Plan Local d'Urbanisme

Le bassin de rétention proposé sur le site 1 se situe, d'après la présentation de la révision du PLU datant du 23 mars 2017, sur une zone Agricole (A) qui est une zone réservée à l'activité agricole. Il est toujours possible d'aménager la zone de rétention pour que l'agriculture y soit toujours praticable.

Loi sur l'Eau

L'ouvrage de rétention proposé sur le site 1 entre dans les catégories suivantes (article R. 214-1 du Code de l'Environnement) :

RUBRIQUE	LIBELLE	PROCEDURE
2.1.5.0	Rejets d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol , la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin versant naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet étant supérieure ou égale à 20 ha	Déclaration
3.2.3.0	Plans d'eau, permanents ou non , dont la superficie est supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha.	Déclaration

Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

L'aménagement du site 1 entre dans la rubrique 2510-3 de la Nomenclature des ICPE :

Rubrique 2150-3 : Affouillements du sol (à l'exception des affouillements rendus nécessaires pour l'implantation des constructions bénéficiant d'un permis de construire et des affouillements réalisés sur l'emprise des voies de circulation), lorsque les matériaux prélevés sont utilisés à des fins autres que la réalisation de l'ouvrage sur l'emprise duquel ils ont été extraits et lorsque la superficie d'affouillement est supérieure à 1000 m² ou lorsque la quantité de matériaux à extraire est supérieure à 2000 t. Rayon d'affichage 3 km.

Si aucune possibilité de stockage des matériaux prélevés n'existe sur le site, l'aménagement du site 1 sera soumis à **autorisation** au titre des ICPE.

Milieux remarquables

Le site 2 n'est situé dans aucun milieu remarquable.

7.2.4 Autres sites potentiels

De par leur taille, leur positionnement et les débits en jeu, les deux autres sites potentiels ne permettent pas de réduire significativement les débits en aval et sont donc difficilement exploitables pour améliorer la capacité du réseau pluvial de la commune.

7.2.5 Estimation des coûts des scénarii d'aménagements

Le tableau suivant donne l'estimation du coût de chaque aménagement vu précédemment, avec et sans recalibrage du réseau en aval pour la période de dimensionnement du bassin de rétention.

Il est important de noter que les coûts donnés ne prennent pas en compte l'acquisition du foncier nécessaire pour la réalisation des aménagements.

Aménagement	Coût sans recalibrage	Coût avec recalibrage
Grandes terres – configuration 1	275,000.00 €	409,000.00 €
Grandes terres – configuration 2	235,500.00 €	371,500.00 €
Saint-Jacques – configuration 1	115,000.00 €	177,500.00 €
Saint-Jacques – configuration 2	181,500.00 €	250,000.00 €
Saint-Jacques – configuration 3	180,500.00 €	220,000.00 €
Saint-Jacques – configuration 4	293,000.00 €	335,000.00 €

Tableau 37 : Estimation du coût des aménagements

7.3 Recalibrage généralisé

Pour les autres sections critiques du réseau pluvial et dont il est difficilement possible de créer des zones de rétentions, il est possible de recalibrer le réseau pour en améliorer la capacité d'écoulement. C'est par exemple le cas des tronçons de réseau pluvial longeant les routes de Bras et de Cabasse qui sont en certains points de gabarit insuffisant et dont il est difficilement possible de créer des zones de rétention.

Pour la quasi-totalité des tronçons critiques, c'est-à-dire diagnostiqués noir où rouge lors du diagnostic hydraulique, il est proposé un nouveau gabarit qui permettrait d'obtenir une capacité au minimum orange (ce qui signifie que $Q_{\text{débordement}} > Q_5$).

Le choix de la crue quinquennal comme crue de recalibrage est un choix par défaut au vu de la capacité actuelle du réseau et de la place disponible. En effet, pour de nombreux tronçons, il serait difficile d'obtenir une capacité supérieure sans prévoir d'importants travaux. Dans ces conditions, l'objectif de recalibrer les réseaux pour une crue décennale (objectif de la MISEN 83) est très difficilement atteignable. Lorsque cela est raisonnable, les recalibrages proposés permettent de faire transiter une crue décennale.

Comme mentionné précédemment, le recalibrage d'une partie du réseau ne peut se suffire à lui-même. Il est important, en cas de recalibrage, d'aménager également des zones de rétention des eaux (voir bassin de rétention en 2.2) ou de prévoir des zones d'expansion de crue supplémentaires en aval du secteur recalibré. En effet, le recalibrage du réseau tend à augmenter les débits de pointes reçus par

l'exutoire en accélérant la chasse des écoulements. Sans contrepartie, un recalibrage généralisé d'une commune peut fortement augmenter les débits à l'aval de la commune et finalement reporter la problématique sur les communes situées en aval.

Le tableau suivant présente les tronçons les plus critiques du réseau pluvial de la commune de Le Val, leur gabarit actuel ainsi que le gabarit standardisé qu'il faudrait installer pour avoir une capacité supérieure à la crue quinquennale. Les fils d'eau, et donc les pentes, pris en compte sont les mêmes avant et après aménagement.

La colonne id représente le numéro du tronçon dans la couche .shp fournit avec le rapport. La couleur de chaque ligne dans le tableau représente la nature du tronçon :

- ❖ **Les Fossés Trapézoïdaux en Terre (FTT) en marron.** Les travaux sur ces tronçons consistent en un recalibrage du gabarit du fossé à la pelle mécanique. Ce sont globalement des travaux relativement peu onéreux lorsque le fossé est facilement accessible. Pour la colonne gabarit actuel, le numéro inscrit réfère au numéro de la section relevée par OPSIA.
- ❖ **Les conduites cylindriques (PEHD/PVC/Béton/Fonte) en vert.** Les travaux de recalibrage consistent pour ces tronçons en un dévoiement de la conduite actuelle et le remplacement par une conduite de diamètre supérieure.
- ❖ **Les cadres en béton en gris.** L'installation de cadre en béton est parfois préconisée pour certaines portions. Si ces derniers sont sensiblement plus chers que les conduites cylindriques, ils nécessitent une couverture inférieure et sont plus flexibles en fonction des contraintes de fil d'eau et de pente puisque le rapport largeur/hauteur est adaptable.

Remarques :

- ❖ *Certains tronçons critiques d'après le diagnostic hydraulique ne sont pas présents dans le tableau du recalibrage. Ces tronçons ne sont pas pris en compte car ils se situent dans une zone sans enjeux où leurs débordements entraînent des désordres négligeables (débordements en zone naturelle/agricole).*
- ❖ *Les gabarits de recalibrage sont calculés en prenant en compte les ruissellements à l'état futur d'urbanisation.*
- ❖ *On rappelle que le diagnostic des capacités hydrauliques présenté en phase 2 considère les eaux reçues par chaque tronçon indépendamment de la capacité du réseau en amont. Concrètement, cela veut dire que même si le tronçon en amont du tronçon étudié n'est pas capable de transmettre la totalité du débit ruisselé, la capacité du tronçon en aval est calculée en considérant que ce dernier reçoit la totalité des ruissellements admissibles. Ainsi le recalibrage d'un réseau en amont ne modifie pas l'évaluation faite par le diagnostic hydraulique pour les tronçons en aval.*

id	Gabarit actuel	Gabarit recalibré	Coût HT
35	13	FTT 65x65x130	1,550.00 €
34	Φ 400	Φ 600	1,810.00 €
33	12	FTT 60x60x120	510.00 €
32	Φ 400	Φ 500	7,290.00 €
71	Φ 400	Φ 600	2,810.00 €
72	87	FTT 75x75x150	1,240.00 €
73	Φ 400	Φ 800	4,450.00 €
74	88	FTT 70x70x140	40.00 €
75	Φ 400	Φ 800	7,130.00 €
76	89	FTT 70x70x140	1,220.00 €
81	36	FTT 35x35x70	380.00 €
84	Φ 400	Φ 600	2,820.00 €
85	38	FTT 55x55x110	180.00 €
92	Φ 400	Φ 500	3,930.00 €
97	Φ 500	Φ 1000	16,250.00 €
100	90	FTT 90x90x180	680.00 €
105	Φ 500	Φ 1000	18,550.00 €
109	Φ 800	Φ 1000	4,670.00 €
113	Φ 600	Φ 1000	9,420.00 €
114	91	FTT 100x100x200	840.00 €
117	92	FTT 100x100x200	1,700.00 €
118	92	FTT 110x110x220	840.00 €
128	Φ 400	Φ 500	1,800.00 €
133	Φ 400	Φ 500	2,580.00 €
147	97	FTT 90x90x180	2,960.00 €
149	96	FTT 90x90x180	2,060.00 €
151	95	FTT 90x90x180	2,520.00 €
153	94	FTT 90x90x180	1,360.00 €
155	93	FTT 95x95x190	2,530.00 €
156	109	FTT 120x120x240	4,930.00 €
158	108	FTT 125x125x250	3,510.00 €
159	Φ 800	Cadre Béton 150x100	11,120.00 €
167	Φ 400	Φ 500	1,780.00 €
169	Φ 400	Φ 600	1,860.00 €

id	Gabarit actuel	Gabarit recalibré	Coût HT
389	Φ 400	Φ 500	4,000.00 €
395	182	FTT 30x30x60	200.00 €
397	Φ 500	Φ 600	6,000.00 €
398	Φ 500	Φ 600	2,390.00 €
399	Φ 500	Φ 600	3,770.00 €
400	Φ 500	Φ 600	9,400.00 €
403	Φ 600	Φ 800	12,300.00 €
404	Φ 600	Φ 800	11,860.00 €
405	Φ 600	Φ 800	18,230.00 €
406	Φ 600	Φ 800	19,540.00 €
407	Φ 600	Φ 800	17,960.00 €
408	Φ 600	Φ 800	18,350.00 €
409	Φ 600	Φ 800	40,560.00 €
416	187	FTT 40x40x80	830.00 €
421	189	FTT 45x45x90	420.00 €
426	Φ 400	Φ 500	1,710.00 €
427	192	FTT 45x45x90	480.00 €
428	Φ 300	Φ 500	4,190.00 €
429	193	FTT 45x45x90	220.00 €
430	Φ 400	Φ 500	1,930.00 €
432	Φ 300	Φ 500	4,560.00 €
433	195	FTT 55x55x110	1,020.00 €
436	Φ 400	Φ 500	6,900.00 €
437	Φ 400	Φ 500	4,150.00 €
438	Φ 400	Φ 500	48,940.00 €
441	Φ 300	Φ 400	2,930.00 €
462	Φ 400	Φ 500	2,550.00 €
463	118	FTT 40x40x80	400.00 €
464	Φ 400	Φ 500	1,760.00 €
466	Φ 400	Φ 500	5,020.00 €
467	119	FTT 65x65x130	470.00 €
468	Φ 400	Φ 500	3,650.00 €
470	Φ 400	Φ 500	1,870.00 €
472	Φ 400	Φ 800	2,440.00 €

171	Φ 300	Φ 500	2,350.00 €
173	Φ 400	Φ 500	29,680.00 €
183	72	FTT 35x35x70	690.00 €
185	73	FTT 40x40x80	540.00 €
165	Φ 1100	Φ 1400	3,780.00 €
195	500	Φ 800	2,390.00 €
197	500	Φ 600	3,000.00 €
198	59	FTT 65x65x130	710.00 €
200	60	FTT 85x85x170	490.00 €
211	Φ 400	Φ 500	16,080.00 €
213	Φ 400	Φ 500	83,810.00 €
215	Φ 400	Φ 600	2,140.00 €
266	81	FTT 45x45x90	700.00 €
267	Φ 400	Φ 600	16,680.00 €
269	Φ 400	Φ 600	6,520.00 €
284	Φ 400	Φ 500	4,160.00 €
285	Φ 400	Φ 500	15,560.00 €
286	Φ 400	Φ 500	6,630.00 €
312	Φ 300	Φ 400	14,920.00 €
314	Φ 400	Φ 500	3,490.00 €
334	177	FTT 35x35x70	370.00 €
335	Φ 300	Φ 400	4,270.00 €
336	177	FTT 55x55x110	350.00 €
337	Φ 300	Φ 500	1,580.00 €
338	178	FTT 45x45x90	260.00 €
375	Φ 1000	Φ 1200	9,260.00 €
381	180	FTT 45x45x90	440.00 €
384	Φ 400	Φ 600	23,690.00 €
385	239	FTT 40x40x80	200.00 €
387	239	FTT 40x40x80	50.00 €

490	Φ 600	Cadre béton 100x70	3,440.00 €
491	122	FTT 125x125x150	1,330.00 €
492	Φ 500	Cadre béton 100x70	83,030.00 €
493	126	FTT 35x35x70	530.00 €
499	Φ 700	Φ 800	3,720.00 €
557	Φ 1000	Cadre béton 150x100	12,130.00 €
559	Φ 1000	Cadre béton 150x100	6,760.00 €
560	162	FTT 110x110x220	3,940.00 €
561	Φ 1000	Cadre béton 150x100	6,800.00 €
562	162	FTT 110x110x220	730.00 €
563	Φ 1000	Cadre béton 150x100	34,650.00 €
574	400	Φ 500	44,470.00 €
580	Φ 600	Φ 800	15,110.00 €
595	Φ 160	Φ 300	2,600.00 €
596	140	FTT 70x70x140	1,210.00 €
598	Φ 160	Cadre béton 50x30	53,310.00 €
599	Φ 400	Φ 500	24,780.00 €
600	Φ 400	Φ 500	2,290.00 €
605	Cadre béton 120x70	Cadre béton 130x90	17,970.00 €
609	Φ 800	Cadre béton 100x100	126,810.00 €
644a	Φ 300	Φ 500	620.00 €
644b	Φ 300	Φ 500	3,320.00 €
645	Φ 400	Φ 600	15,820.00 €
646	Φ 400	Φ 600	9,500.00 €
647	Φ 500	Φ 600	1,600.00 €
650	165	FTT 150x150x300	1,590.00 €
681	Φ 300	Φ 400	7,190.00 €
682	Φ 300	Φ 400	12,230.00 €
683	Φ 300	Φ 400	5,620.00 €
684	Φ 300	Φ 400	4,140.00 €

Au final, le montant de la totalité des travaux de recalibrage atteint la somme de **1 154 390 € HT** ce qui constitue un budget conséquent pour la commune de Le Val. Il est important de voir ce programme de recalibrage plus comme un guide permettant de connaître les gabarits et les investissements nécessaires pour réhabiliter un tronçon plutôt qu'un véritable programme de rénovation.

Il est également important de noter que les travaux de rénovation d'une portion du réseau pluvial doivent toujours être effectués de **l'aval vers l'amont**, en vérifiant bien que les tronçons à l'aval sont capables d'accepter les nouveaux débits reçus.

7.3.1 Recalibrage Route de Vins

Le diagnostic hydraulique a montré le sous dimensionnement de certains fossés/conduites le long de la route de Vins. Il est donc proposé de recalibrer les tronçons les plus défectueux indiqués en rouge sur les figures suivantes :



Figure 82 : Recalibrage du réseau pluvial route de Vins



Figure 83 : Recalibrage du réseau pluvial route de Vins

7.3.2 Recalibrage route de Bras

Le diagnostic hydraulique a montré le sous dimensionnement de certains fossés/conduites le long de la route de Bras. Il est donc proposé de recalibrer les tronçons les plus défaillants indiqués en rouge sur les figures suivantes :



7.3.3 Recalibrage virage route de Correns

Le virage route de Correns est régulièrement inondé par ruissellement pluvial. Pour limiter les débordements du réseau à cet endroit, il est proposé de recalibrer le réseau en remplaçant la conduite de diamètre Φ 500 mm par un cadre 100x70 en béton.



Figure 85 : Recalibrage du réseau pluvial dans le virage de la route de Correns

7.4 Prise en compte de la pollution des eaux pluviales

La majeure partie des polluants provient de sources urbaines, notamment de :

- ❖ La circulation automobile : les véhicules constituent la source principale de rejets d'hydrocarbures (huile et essence), plomb (essence), caoutchouc et différents métaux provenant de l'usure des pneus et pièces métalliques (zinc, cadmium, chrome, aluminium,...)
- ❖ Les déchets solides ou liquides : lors des nettoyages des rues, une partie des déchets est entraînée par les eaux de lavage. Plus graves sont les rejets accidentels libérés (huile de vidange de moteurs,...) dans les réseaux.
- ❖ Les contributions diverses des réseaux : rejets illicites d'eaux usées etc.

Pour éviter une pollution trop importante des canaux et vallons exutoires du réseau pluvial, il est recommandé d'effectuer des nettoyages préventifs réguliers des réseaux afin d'éliminer les pollutions accumulées lors des épisodes pluvieux précédents ou par les divers déversements réguliers qui y sont faits (lavage des voiries...).

Pour réduire la pollution, les aménagements proposés pour améliorer l'aspect quantitatif pourront contenir les éléments suivants :

- ❖ Pour toute création de nouvelle branche du réseau pluvial, des regards à cloisons siphonides pourront être installés. Ces regards permettront la rétention d'une partie de la pollution

recupérée par lessivage de la voirie lors d'un épisode pluvieux. Ce genre d'installation nécessite cependant un entretien régulier et une vidange fréquente des dépôts pour en assurer le bon fonctionnement.

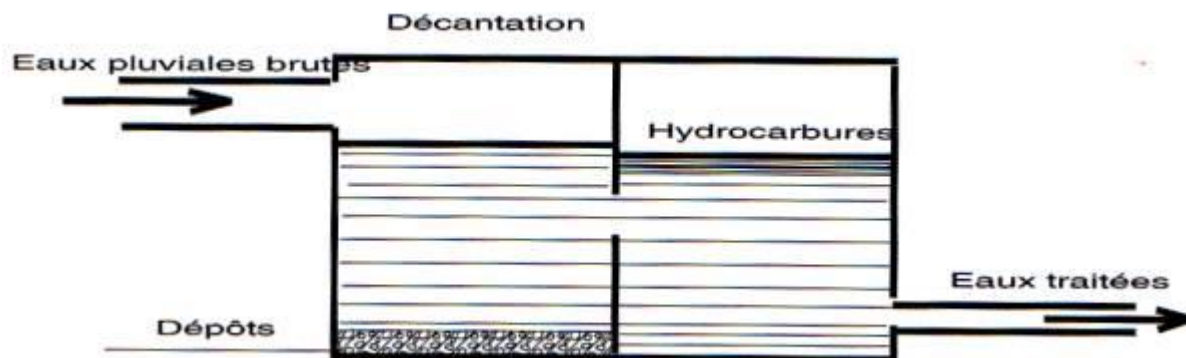


Figure 86 : Schéma de principe d'un regard à cloison siphonide

- ❖ Les différentes noues du réseau créées/recalibrées pourront être sur creusées de manière à laisser un espace permettant la décantation et le dépôt d'une partie de la pollution. De même que pour les regards siphonides, ce genre d'aménagement nécessite un entretien et un nettoyage régulier pour être efficace.

Les projets d'urbanisation devront, conformément à la doctrine MISEN (Mission InterServices de l'Eau et de la Nature) du var, prévoir la réalisation de bassins de rétention. Ces bassins de rétention seront dimensionnés pour permettre, au minimum, le stockage de 100 L par m² imperméabilisés.

Ces bassins de rétention permettront de limiter le rejet de pollution. Ils devront être équipés de vannes manuelles pour limiter la propagation de pollutions accidentelles.

Les bassins de rétention mis en place permettront :

- ❖ De réguler par rétention les débits de pointe d'orage
- ❖ De piéger par décantation une bonne partie des métaux lourds et hydrocarbures présents dans les eaux pluviales de la voirie avant leur rejet dans le milieu naturel récepteur
- ❖ De permettre une autoépuration par les végétaux.

Ainsi, le Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales⁴ précise que :

- ❖ 82 à 99% de la pollution totale en hydrocarbures est fixée sur les particules solides ;
- ❖ Quelques heures de décantation permettent un abattement de pollution relativement important, de l'ordre de 35 à 90% de la pollution totale pour les hydrocarbures, et de 80 à 90% pour les MES.

L'expérience a montré qu'un stockage de 100 à 200m³ par hectare imperméabilisé permet d'intercepter une part significative de la pollution issue des eaux pluviales de voirie⁵ ; dans le cas des quartiers étudiés les volumes de stockage retenus permettront de respecter l'objectif qualitatif.

⁴ Service Technique de l'Urbanisme et Agences de l'Eau – Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales - 1994

⁵ Guide technique des bassins de retenues d'eaux pluviales – STU - 1994

7.5 Schéma d'aménagement du réseau pluvial de la ville de Le Val

Suite à l'inventaire des aménagements du réseau pluvial susceptible d'améliorer la situation sur la ville de Le val, une hiérarchisation des aménagements en fonction des risques est proposée.

Le classement est réalisé en évaluant le risque, c'est-à-dire en croisant l'aléa et les enjeux (risque = aléa x enjeu).

L'aléa caractérise la possibilité, la fréquence et l'intensité du risque inondation sur un secteur donné.

L'enjeu caractérise la vulnérabilité d'un site lié à la présence humaine (personnes, habitations, activités économiques, infrastructures ...).

Ainsi un aléa fort (inondations importantes et fréquentes) dans une zone à faible enjeux (zone inhabitée) entraîne un risque faible. En effet, malgré l'importance des inondations, ces dernières n'infligent aucun dégât.

A l'inverse, un aléa fort dans une zone à fort enjeux (zones résidentielles, forte présence humaine etc.) entraîne un risque important qui doit être traité en priorité.

Les aménagements sont classés suivants trois ordres de priorité dont la signification est la suivante :

- ❖ 1 : Aménagements prioritaires au vue des risques et des attentes de la mairie. Travaux à réaliser en priorité.
- ❖ 2 : Aménagements à envisager à court ou moyen termes. Risques moyens.
- ❖ 3 : Aménagements non prioritaires dans une zone de risque faible à modéré (enjeux faibles mais aléa fort).

Secteur concerné	Description	Coût des travaux	Ordre de priorité
Vallon du Verdon / Centre-ville	Aménagement d'un bassin de rétention à Saint-Victor et recalibrage du réseau en aval	177,500.00 € à 335,000.00 € HT	1
Vallon du Verdon / Centre-ville	Aménagement d'un bassin de rétention aux grandes terres et recalibrage du réseau en aval	371,500.00 € à 409,000.00 € HT	1
Vallon du Verdon	Recalibrage du Vallon de Verdon au niveau de l'école	129,060.00 € HT	1
Cimetière	Recalibrage du réseau au nord et à l'ouest du cimetière (tronçons 644a, 644b, 645, 646)	29,260.00 € HT	2
Route de Vins	Recalibrage du réseau longeant la route de Vins et création d'exutoire vers zone naturelle	111,760.00 € HT	2
Virage route de Correns	Recalibrage du réseau pluvial au niveau du virage de la route de Correns (tronçons 491, 492 et 499)	88,080.00 € HT	2
Bramafan	Recalibrage des fossés et réseaux du secteur de Bramafan	90,720.00 € HT	2
Les Vergers / Vallon du Verdon	Aménagement d'un bassin de rétention	120,000.00 € HT	3
Le Val	Recalibrage d'autres secteurs du réseau	-	3

7.6 Indicateur de suivi du risque pluvial

Il est possible de prendre deux indicateurs de suivi du risque pluvial :

- ❖ Un indicateur de l'investissement de la commune dans les travaux d'aménagements du réseau pluvial
- ❖ Un indicateur du diagnostic du réseau pluvial. Actuellement le diagnostic du réseau a montré que seulement 47% du linéaire du réseau pluvial était capable d'évacuer sans débordement une cure décennale. Le suivi de l'évolution de ce taux peut être un bon indicateur de suivi du risque pluvial.

8 Zonage pluvial – règles de gestion des eaux pluviales

↳ Cf annexe H

Un lexique des termes techniques est présenté en 3.5.

8.1 Zonage de l'aléa inondations

Zone d'aléas inondation (rouge, Cyan)

Cette zone est soumise à un risque important d'inondation par débordement des vallons principaux. Elle est subdivisée en quatre niveaux d'après la légende des zonages d'un PPRI : l'aléa faible (Zone B1) en cyan et les aléas modérés à forts (B2, R2 et R1) en rouge sur la carte du zonage. Les règles suivantes doivent être appliquées :

Zone d'aléa modéré à fort (Rouge) :

Les constructions nouvelles et les extensions de constructions existantes sont à proscrire hormis pour la création d'installations destinées à améliorer l'écoulement ou le stockage des eaux, à réduire le risque ou à protéger les lieux existants.

Zone d'aléa faible (Cyan) :

Dans cette zone sont interdits :

- ❖ Toute nouvelle construction, reconstruction ou extension de construction nécessaire à la gestion de crise, sauf à démontrer l'impossibilité d'une implantation alternative et qu'ils restent fonctionnels en cas de crise ;
- ❖ Toute nouvelle construction, reconstruction ou extension de construction à caractère vulnérable (dont ERP⁶, centre de gestion des déchets ou station d'épuration, centre de production d'énergie, voie d'accès et d'évacuation en cas d'inondation) ;
- ❖ Tout ouvrage susceptible de faire obstacle au libre écoulement des eaux, s'il n'est pas directement lié à des travaux autorisés ;
- ❖ La reconstruction d'habitation, de bâtiment industriel ou d'activité si la construction a été détruite par une inondation.

Dans cette zone sont autorisés sous réserves de conditions particulières :

- ❖ Sont autorisés les aménagements des constructions nécessaires à la gestion de crise, sous réserve de réduire ou de ne pas aggraver la vulnérabilité en prenant des mesures adaptées détaillées ci-dessous (*) ;
- ❖ Sont autorisés les aménagements des constructions à caractère vulnérable (dont ERP⁶, centre de gestion des déchets ou station d'épuration, centre de production d'énergie, voie d'accès et d'évacuation en cas d'inondation), sous réserve de réduire ou de ne pas aggraver la vulnérabilité en prenant des mesures adaptées détaillées ci-dessous(*) ;

⁶ Etablissement Recevant du Public

- ❖ Sont autorisées les constructions, l'extension limitée au l'aménagement des constructions d'habitation, de bâtiment industriel ou d'activité, sous réserve de réduire ou de ne pas aggraver la vulnérabilité en prenant des mesures adaptées détaillées ci-dessous (*) ;
- ❖ Sont autorisées les nouvelles aires de stationnement ou l'extension des aires de stationnement existantes ;
- ❖ Sont autorisés les nouveaux espaces de plein air ou l'extension des espaces de plein air existants.

(*) : Les mesures à prendre permettant de réduire ou de ne pas aggraver la vulnérabilité :

- ❖ Ne pas créer ou aménager de sous-sols ;
- ❖ Surélever convenablement les planchers habitables destinés à supporter les personnes et les biens sensibles, à plus de 0.50 mètres par rapport à la cote de la crue centennale ;
- ❖ Mettre en place un vide sanitaire, un système d'obturation en période de crue, un circuit d'alimentation électrique adapté et toute mesure adaptée de réduction de la vulnérabilité des constructions ;
- ❖ Assurer une desserte des constructions destinées à un rassemblement des personnes accessible aux véhicules de secours en cas de crue ;
- ❖ Surélever convenablement l'implantation des produits polluants ou dangereux, à plus de 0.50 mètres par rapport à la cote de la crue centennale ;
- ❖ Empêcher les matériaux stockés ou les équipements extérieurs d'être emportés en cas de crues ;
- ❖ Rendre les clôtures hydrauliquement transparentes ;
- ❖ Les piscines, couvertes ou non, sont autorisées dans les espaces identifiés au titre de la zone inondable dans les documents graphiques, à condition qu'elles soient équipées d'un dispositif permettant la mise en œuvre temporaire de repères (mâts, perches, etc.) en périphérie de la piscine avec une hauteur suffisante pour dépasser le niveau de l'eau en cas d'inondation.

Dans cette zone sont interdits :

- ❖ L'implantation d'établissements stratégiques,
- ❖ La création ou l'extension de terrains de camping et caravanage, de parcs résidentiels de loisirs,
- ❖ L'implantation de parcs destinés à l'élevage des animaux,
- ❖ Les remblaiements, affouillements (sauf piscine) et endiguements, à l'exception des cas où ils sont destinés à protéger les lieux densément urbanisés.

Dans tous les cas, les projets de construction ou d'aménagement ne doivent pas diminuer la sécurité des personnes ni augmenter la vulnérabilité des biens ou les risques de nuisances.

Zone de recul (Cyan) :

Cette zone, non inondée pour Q100 d'après la modélisation, correspond au lit moyen de l'ancienne zone inondable et constitue une zone de prudence par rapport à la zone inondable.

Dans cette zone sont interdits :

- ❖ Toute nouvelle construction, reconstruction ou extension de construction nécessaire à la gestion de crise, sauf à démontrer l'impossibilité d'une implantation alternative et qu'ils restent fonctionnels en cas de crise ;

- ❖ Toute nouvelle construction, reconstruction ou extension de construction à caractère vulnérable (dont ERP⁷, centre de gestion des déchets ou station d'épuration, centre de production d'énergie, voie d'accès et d'évacuation en cas d'inondation) ;
- ❖ Tout ouvrage susceptible de faire obstacle au libre écoulement des eaux, s'il n'est pas directement lié à des travaux autorisés ;
- ❖ La reconstruction d'habitation, de bâtiment industriel ou d'activité si la construction a été détruite par une inondation.

Dans cette zone sont autorisés sous réserves de conditions particulières :

- ❖ Sont autorisés les aménagements des constructions nécessaires à la gestion de crise, sous réserve de réduire ou de ne pas aggraver la vulnérabilité en prenant des mesures adaptées détaillées ci-dessous (*) ;
- ❖ Sont autorisés les aménagements des constructions à caractère vulnérable (dont ERP⁷, centre de gestion des déchets ou station d'épuration, centre de production d'énergie, voie d'accès et d'évacuation en cas d'inondation), sous réserve de réduire ou de ne pas aggraver la vulnérabilité en prenant des mesures adaptées détaillées ci-dessous(*) ;
- ❖ Sont autorisées les constructions, l'extension limitée au l'aménagement des constructions d'habitation, de bâtiment industriel ou d'activité, sous réserve de réduire ou de ne pas aggraver la vulnérabilité en prenant des mesures adaptées détaillées ci-dessous (*) ;
- ❖ Sont autorisées les nouvelles aires de stationnement ou l'extension des aires de stationnement existantes ;
- ❖ Sont autorisés les nouveaux espaces de plein air ou l'extension des espaces de plein air existants.

(*) : Les mesures à prendre permettant de réduire ou de ne pas aggraver la vulnérabilité:

- ❖ Ne pas créer ou aménager de sous-sols ;
- ❖ Surélever convenablement les planchers habitables destinés à supporter les personnes et les biens sensibles, à plus de 0.50 mètres par rapport à la cote de la crue centennale ;
- ❖ Mettre en place un vide sanitaire, un système d'obturation en période de crue, un circuit d'alimentation électrique adapté et toute mesure adaptée de réduction de la vulnérabilité des constructions ;
- ❖ Assurer une desserte des constructions destinées à un rassemblement des personnes accessible aux véhicules de secours en cas de crue ;
- ❖ Surélever convenablement l'implantation des produits polluants ou dangereux, à plus de 0.50 mètres par rapport à la cote de la crue centennale ;
- ❖ Empêcher les matériaux stockés ou les équipements extérieurs d'être emportés en cas de crues ;
- ❖ Rendre les clôtures hydrauliquement transparentes ;
- ❖ Les piscines, couvertes ou non, sont autorisées dans les espaces identifiés au titre de la zone inondable dans les documents graphiques, à condition qu'elles soient équipées d'un dispositif permettant la mise en œuvre temporaire de repères (mâts, perches, etc.) en périphérie de la piscine avec une hauteur suffisante pour dépasser le niveau de l'eau en cas d'inondation.

Dans tous les cas, les projets de construction ou d'aménagement ne doivent pas diminuer la sécurité des personnes ni augmenter la vulnérabilité des biens ou les risques de nuisances.

⁷ Etablissement Recevant du Public

8.2 Zonage pluvial et ruissellements

1. Zone de recul des vallons (marron)

Une zone de recul de 5 mètres par rapport aux berges des vallons principaux traversant la commune est représentée en marron sur la carte du zonage pluvial.

Dans cette zone, les constructions nouvelles et les extensions de constructions existantes sont à proscrire hormis pour la création d'installations destinées à améliorer l'écoulement ou le stockage des eaux, à réduire le risque ou à protéger les lieux existants.

2. Zone 1 « Secteur Bramafan » (orange)

L'urbanisation future est possible dans cette zone à condition de respecter certaines dispositions constructives pour éviter d'augmenter les débits rejetés vers l'aval

Pour les constructions nouvelles :

- ❖ Dans les zones où le réseau pluvial existe, les eaux de ruissellement liées à l'occupation du sol doivent être stockées sur le terrain supportant la construction ou l'opération, puis rejetées dès que la capacité du réseau le permet.
- ❖ En cas d'absence de réseau pluvial, les eaux de ruissellement dues à l'occupation du sol doivent être stockées sur le terrain supportant la construction ou l'opération, puis infiltrées. Une étude de perméabilité du sous-sol devra être réalisée en application de l'arrêté municipal.
- ❖ Pour la rétention, le ratio imposé dans cette zone est de 1200 m³/hectare imperméabilisé et un débit de fuite de 15 l/s/ha pour les bassins collectifs, et de 120 l/m² imperméabilisé avec un débit de fuite de 15 l/s/ha pour la rétention à la parcelle (protection centennale).

Pour les extensions de constructions existantes :

- ❖ La première extension, si elle entraîne une imperméabilisation des sols supplémentaire par rapport à l'existant d'une surface inférieure ou égale à 20m², n'est pas soumise à la mise en place d'une solution de rétention.
- ❖ Les extensions entraînant une imperméabilisation des sols supplémentaire par rapport à l'existant d'une surface supérieure à 20 m² sont soumises à la mise en place d'une solution de rétention selon les mêmes règles que les constructions nouvelles. Le volume de rétention sera calculé sur la surface imperméabilisée nouvelle (extension).
- ❖ Toutes extensions supplémentaires, indépendamment de sa surface, sont soumises à la mise en place d'une solution de rétention selon les mêmes règles que les constructions nouvelles. Le volume de rétention sera calculé sur la surface imperméabilisée nouvelle.

3. Zone 2 « Secteur Vallon de Saint Benoît » (bleu)

L'urbanisation future est possible dans cette zone à condition de respecter certaines dispositions constructives pour éviter d'augmenter les débits rejetés vers l'aval

Pour les constructions nouvelles :

- ❖ Dans les zones où le réseau pluvial existe, les eaux de ruissellement liées à l'occupation du sol doivent être stockées sur le terrain supportant la construction ou l'opération, puis rejetées dès que la capacité du réseau le permet.
- ❖ En cas d'absence de réseau pluvial, les eaux de ruissellement dues à l'occupation du sol doivent être stockées sur le terrain supportant la construction ou l'opération, puis infiltrées. Une étude de perméabilité du sous-sol devra être réalisée en application de l'arrêté municipal.
- ❖ Pour la rétention, le ratio imposé dans cette zone est de 950 m³/hectare imperméabilisé et un débit de fuite de 25 l/s/ha pour les bassins collectifs, et de 95 l/m² imperméabilisé avec un débit de fuite de 25 l/s/ha pour la rétention à la parcelle (protection centennale).

Pour les extensions de constructions existantes :

- ❖ La première extension, si elle entraîne une imperméabilisation des sols supplémentaire par rapport à l'existant d'une surface inférieure ou égale à 20m², n'est pas soumise à la mise en place d'une solution de rétention.
- ❖ Les extensions entraînant une imperméabilisation des sols supplémentaire par rapport à l'existant d'une surface supérieure à 20 m² sont soumises à la mise en place d'une solution de rétention selon les mêmes règles que les constructions nouvelles. Le volume de rétention sera calculé sur la surface imperméabilisée nouvelle (extension).
- ❖ Toutes extensions supplémentaires, indépendamment de sa surface, sont soumises à la mise en place d'une solution de rétention selon les mêmes règles que les constructions nouvelles. Le volume de rétention sera calculé sur la surface imperméabilisée nouvelle (extension).

4. Zone 3 « Secteur Centre-ville / Vallon du Verdon » (rouge)

L'urbanisation future est possible dans cette zone à condition de respecter certaines dispositions constructives pour éviter d'augmenter les débits rejetés vers l'aval

Pour les constructions nouvelles :

- ❖ Dans les zones où le réseau pluvial existe, les eaux de ruissellement liées à l'occupation du sol doivent être stockées sur le terrain supportant la construction ou l'opération, puis rejetées dès que la capacité du réseau le permet.
- ❖ En cas d'absence de réseau pluvial, les eaux de ruissellement dues à l'occupation du sol doivent être stockées sur le terrain supportant la construction ou l'opération, puis infiltrées. Une étude de perméabilité du sous-sol devra être réalisée en application de l'arrêté municipal.
- ❖ Pour la rétention, le ratio imposé dans cette zone est de 1050 m³/hectare imperméabilisé et un débit de fuite de 20 l/s/ha pour les bassins collectifs, et de 105 l/m² imperméabilisé avec un débit de fuite de 20 l/s/ha pour la rétention à la parcelle (protection centennale).

Pour les extensions de constructions existantes :

- ❖ La première extension, si elle entraîne une imperméabilisation des sols supplémentaire par rapport à l'existant d'une surface inférieure ou égale à 20m², n'est pas soumise à la mise en place d'une solution de rétention.
- ❖ Les extensions entraînant une imperméabilisation des sols supplémentaire par rapport à l'existant d'une surface supérieure à 20 m² sont soumises à la mise en place d'une solution de rétention selon les mêmes règles que les constructions nouvelles. Le volume de rétention sera calculé sur la surface imperméabilisée nouvelle (extension).

- ❖ Toutes extensions supplémentaires, indépendamment de sa surface, sont soumises à la mise en place d'une solution de rétention selon les mêmes règles que les constructions nouvelles. Le volume de rétention sera calculé sur la surface imperméabilisée nouvelle.

5. Zone 4 « Secteur Vallon de Belle vue » (vert)

L'urbanisation future est possible dans cette zone à condition de respecter certaines dispositions constructives pour éviter d'augmenter les débits rejetés vers l'aval

Pour les constructions nouvelles :

- ❖ Dans les zones où le réseau pluvial existe, les eaux de ruissellement liées à l'occupation du sol doivent être stockées sur le terrain supportant la construction ou l'opération, puis rejetées dès que la capacité du réseau le permet.
- ❖ En cas d'absence de réseau pluvial, les eaux de ruissellement dues à l'occupation du sol doivent être stockées sur le terrain supportant la construction ou l'opération, puis infiltrées. Une étude de perméabilité du sous-sol devra être réalisée en application de l'arrêté municipal.
- ❖ Pour la rétention, le ratio imposé dans cette zone est de 1050 m³/hectare imperméabilisé et un débit de fuite de 20 l/s/ha pour les bassins collectifs, et de 105 l/m² imperméabilisé avec un débit de fuite de 20 l/s/ha pour la rétention à la parcelle (protection centennale).

Pour les extensions de constructions existantes :


- ❖ La première extension, si elle entraîne une imperméabilisation des sols supplémentaire par rapport à l'existant d'une surface inférieure ou égale à 20m², n'est pas soumise à la mise en place d'une solution de rétention.
- ❖ Les extensions entraînant une imperméabilisation des sols supplémentaire par rapport à l'existant d'une surface supérieure à 20 m² sont soumises à la mise en place d'une solution de rétention selon les mêmes règles que les constructions nouvelles. Le volume de rétention sera calculé sur la surface imperméabilisée nouvelle (extension).
- ❖ Toutes extensions supplémentaires, indépendamment de sa surface, sont soumises à la mise en place d'une solution de rétention selon les mêmes règles que les constructions nouvelles. Le volume de rétention sera calculé sur la surface imperméabilisée nouvelle (extension).

6. Zone 5 « Secteur Sud Ribeirotte » (rose)

L'urbanisation future est possible dans cette zone à condition de respecter certaines dispositions constructives pour éviter d'augmenter les débits rejetés vers l'aval

Pour les constructions nouvelles :

- ❖ Dans les zones où le réseau pluvial existe, les eaux de ruissellement liées à l'occupation du sol doivent être stockées sur le terrain supportant la construction ou l'opération, puis rejetées dès que la capacité du réseau le permet.
- ❖ En cas d'absence de réseau pluvial, les eaux de ruissellement dues à l'occupation du sol doivent être stockées sur le terrain supportant la construction ou l'opération, puis infiltrées. Une étude de perméabilité du sous-sol devra être réalisée en application de l'arrêté municipal.
- ❖ Pour la rétention, le ratio imposé dans cette zone est de 1200 m³/hectare imperméabilisé et un débit de fuite de 15 l/s/ha pour les bassins collectifs, et de 120 l/m² imperméabilisé avec un débit de fuite de 15 l/s/ha pour la rétention à la parcelle (protection centennale).

	Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales	Réf. : 1171-A1405 Date : 21/03/2016 Page : 131
---	--	--

Pour les extensions de constructions existantes :

- ❖ La première extension, si elle entraîne une imperméabilisation des sols supplémentaire par rapport à l'existant d'une surface inférieure ou égale à 20m², n'est pas soumise à la mise en place d'une solution de rétention.
- ❖ Les extensions entraînant une imperméabilisation des sols supplémentaire par rapport à l'existant d'une surface supérieure à 20 m² sont soumises à la mise en place d'une solution de rétention selon les mêmes règles que les constructions nouvelles. Le volume de rétention sera calculé sur la surface imperméabilisée nouvelle (extension).
- ❖ Toutes extensions supplémentaires, indépendamment de sa surface, sont soumises à la mise en place d'une solution de rétention selon les mêmes règles que les constructions nouvelles. Le volume de rétention sera calculé sur la surface imperméabilisée nouvelle (extension).

7. Zone naturelle ou agricole (blanc)

Cette zone correspond aux zones naturelles ou à vocation agricole définies par Plan Local d'Urbanisme de la commune. L'imperméabilisation des sols y est à proscrire, hormis de manière ponctuelle pour les usages spécifiquement autorisés par les documents d'urbanisme et pour la création d'installations destinées à améliorer l'écoulement ou le stockage des eaux, à réduire le risque ou à protéger les lieux existants. Pour les constructions autorisées par les documents d'urbanisme, les dispositions constructives à respecter sont les suivantes :

Pour les constructions nouvelles :

L'imperméabilisation des sols devra être compensée par de la rétention à la parcelle ou par des bassins de rétention collectifs. Le ratio est de 625m³/ha imperméabilisé ; Q_{fuite} = 15 l/s/ha pour les bassins de rétention collectifs et de 65l/m² imperméabilisé pour la rétention à la parcelle avec Q_{fuite} = 15 l/s/ha (protection décennale). En cas d'absence de réseau pluvial à proximité, les eaux de ruissellement stockées devront être infiltrées et une étude de perméabilité du sous-sol devra être réalisée en application de l'arrêté municipal.

Pour les extensions de constructions existantes :

- ❖ La première extension, si elle entraîne une imperméabilisation des sols supplémentaire par rapport à l'existant d'une surface inférieure ou égale à 20m², n'est pas soumise à la mise en place d'une solution de rétention.
- ❖ Les extensions entraînant une imperméabilisation des sols supplémentaire par rapport à l'existant d'une surface supérieure à 20 m² sont soumises à la mise en place d'une solution de rétention selon les mêmes règles que les constructions nouvelles. Le volume de rétention sera calculé sur la surface imperméabilisée nouvelle (extension).
- ❖ Toutes extensions supplémentaires, indépendamment de sa surface, sont soumises à la mise en place d'une solution de rétention selon les mêmes règles que les constructions nouvelles. Le volume de rétention sera calculé sur la surface imperméabilisée nouvelle (extension).

Si, dans le cadre d'une révision du Plan Local d'Urbanisme, une zone actuellement classée naturelle ou agricole change de classification pour devenir une zone urbaine ou à urbaniser, le règlement de zonage pluvial à appliquer à cette zone sera celui de la zone rose (secteur sud Ribeirotte).

Précisions générales sur le règlement :

- ❖ La zone d'aléa inondation (zone rouge) correspond aux aléas inondation cartographiés pour la crue centennale des vallons principaux.
- ❖ Pour le calcul des débits de fuite, les ratios se calculent en l/s par hectare de projet. Ce sont des débits de rejet maximum à ne pas dépasser.
- ❖ Une protection centennale a été choisie pour le règlement des zones à urbaniser. En effet, stocker un volume plus important dans les zones amont permet de réduire les débits transitant vers le centre urbain à l'aval en cas de fort épisode pluvieux.
- ❖ Pour les cas particuliers faisant l'objet d'une discussion vis-à-vis du règlement, la Mairie pourra recommander à l'aménageur de faire réaliser une étude hydraulique par un homme de l'art. Dans tous les cas, la surface prise en compte dans le calcul de la rétention doit tenir compte au minimum de la surface totale interceptée par le bassin de rétention.
- ❖ Si un projet est soumis à déclaration ou autorisation au titre de l'article 2.1.5.0 du code de l'environnement, il est important de rappeler que la doctrine MISEN du Var impose une compensation à l'imperméabilisation à hauteur de minimum 100 l/m² imperméabilisé.

8.3 Exemple du calcul du volume de rétention et du débit de fuite

Sur une parcelle de 5000 m² (soit 0.5 ha) de superficie située sur le secteur centre-ville / vallon de Verdon, on souhaite construire une maison individuelle avec les caractéristiques suivantes :

- ❖ Surface de la maison projetée au sol de 100 m².
- ❖ Terrasse en extérieur de 20 m².
- ❖ Chemin (goudronné) d'accès au garage de 30 m².

Le règlement sur le secteur centre-ville / vallon de Verdon pour la rétention à la parcelle est le suivant :

- Ratio de **105** L/m² imperméabilisé
- Débit de fuite de **20** L/s/ha intercepté

Le volume de rétention à prévoir est de $(100 + 20 + 30) * 105 = 15\,750 \text{ L} = 15.75 \text{ m}^3$

Le débit de fuite maximum autorisé est de $0.5 * 20 = 10 \text{ L/s}$. C'est un débit de fuite maximum à ne pas dépasser. Il pourra être plus petit selon le dispositif choisi pour assurer la rétention.

8.4 Droits et obligation des propriétaires

Une jurisprudence de la Cour de cassation (13 juin 1814 et 14 juin 1920) a donné comme définition des eaux pluviales : les eaux de pluie, mais aussi toutes les eaux provenant de la fonte des neiges, de la grêle ou de la glace tombant ou se formant sur une propriété, ainsi que les eaux d'infiltration. Les eaux de ruissellement sont généralement associées aux eaux pluviales. Le Code civil fixe ainsi les droits et obligations s'imposant aux propriétaires en matière de gestion des eaux pluviales sur leur propriété.

8.4.1 Les droits et obligations issus du Code civil

L'article 641 du Code civil dispose que :

« Tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds »

L'article 681 du Code civil précise que :

« Tout propriétaire doit établir des toits de manière que les eaux pluviales s'écoulent sur son terrain ou sur la voie publique ; il ne peut les faire verser sur les fonds de son voisin »

Si la toiture est située en limite de propriété, on parle de servitude d'égout de toit.

L'article 640 du Code civil énonce que :

« Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué »

Il s'agit d'une servitude naturelle d'écoulement. En aucun cas, les propriétaires des fonds (supérieurs ou inférieurs) ne peuvent réaliser de travaux ayant pour effet d'aggraver cette servitude.

L'article 641 du Code civil prévoit que :

« Si l'usage de ces eaux [pluviales] ou la direction qui leur est donnée aggrave la servitude naturelle d'écoulement (...) une indemnité est due au propriétaire du fond inférieur »

En résumé :

Le Code civil régit le régime de gestion des eaux pluviales applicable aux propriétaires. Au titre de la loi, le propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales tombant sur sa propriété.

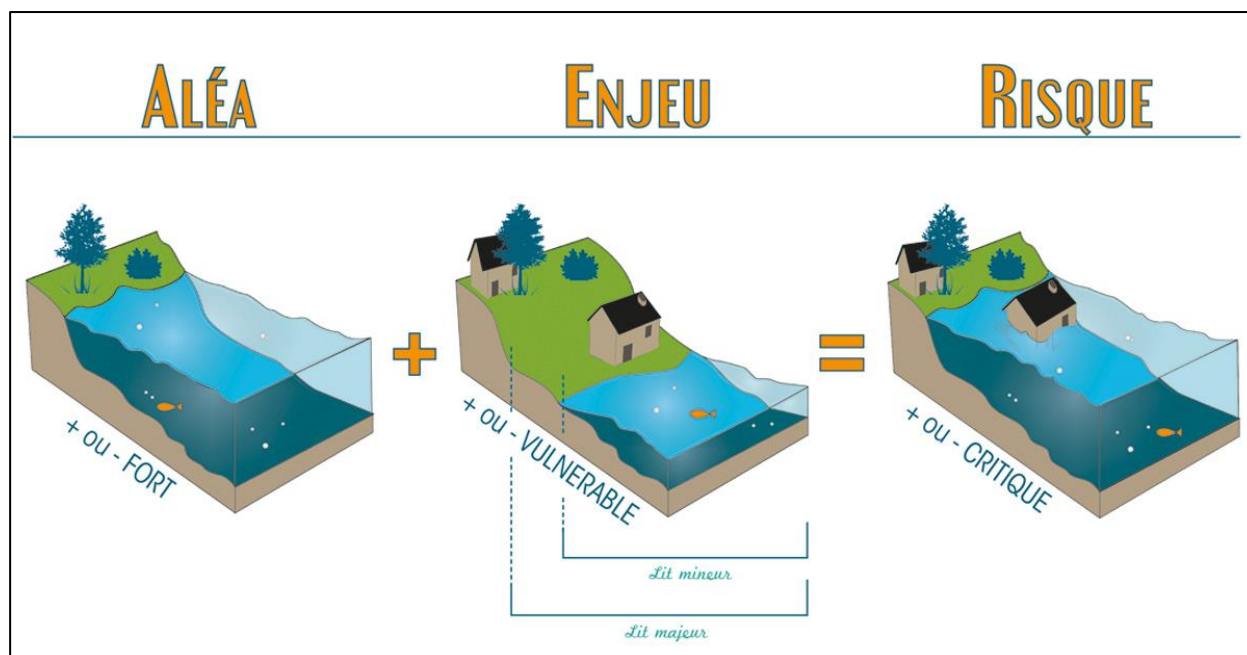
Il existe deux types de servitudes relatives aux eaux pluviales :

- ❖ Une servitude d'égout de toit : le propriétaire doit laisser les eaux pluviales s'écouler sur son terrain ou la voie publique, en évitant le terrain voisin ;
- ❖ Une servitude naturelle d'écoulement : elle interdit aux propriétaires (supérieurs ou inférieurs) toute aggravation, par quelque moyen que ce soit (digue, renvoi des eaux, modification de l'orientation ou de la vitesse d'écoulement), de cette servitude.

8.5 Lexique

Affouillement : Phénomène d'érosion causé par le mouvement de l'eau courante et qui consiste en un creusement des berges, du littoral et de tout ce qui fait obstacle au courant.

Aléa : l'aléa est la possibilité qu'un phénomène (ici les inondations) menace ou affecte une zone donnée. Combiné à l'exposition des enjeux, l'aléa naturel permet d'y estimer le risque naturel qui la caractérise.



Crue centennale : Une crue centennale est une crue dont la probabilité d'apparition sur une année est de 1/100, en termes de débit. Autrement dit, chaque année la probabilité que son débit soit atteint ou dépassé est de 1/100. De même une crue décennale a une probabilité d'apparition sur une année de 1/10.

Débit de fuite : Le débit est, dans le cadre d'une rétention, le débit permettant d'évacuer cette rétention. Par exemple, pour un bassin d'infiltration des eaux pluviales, le débit de fuite correspond à la capacité du sol à infiltrer les eaux.

Endiguement : Action de contenir un cours d'eau ou un écoulement par la création de digues (obstacles).

Lit d'un cours d'eau : En hydrologie, le lit est l'espace occupé par un cours d'eau, de façon permanente ou temporaire.

Lit mineur : Le lit mineur ou lit ordinaire du lit d'un cours d'eau désigne tout l'espace linéaire où l'écoulement s'effectue la majeure partie du temps. La plupart du temps il est délimité par des berges. Il peut être occupé en permanence ou de manière saisonnière.

Lit majeur : Le lit majeur, appelé aussi « plaine d'inondation » ou « lit d'inondation », est la partie adjacente au lit mineur, inondée seulement en cas de crue. La bordure extérieure du lit majeur correspond au niveau de la plus grande crue historique enregistrée.

Lit moyen : Le lit moyen correspond à la partie du lit majeur la plus souvent inondée.

Protection centennale : Une protection centennale est une protection qui est dimensionnée pour permettre de résister à un événement centennal.

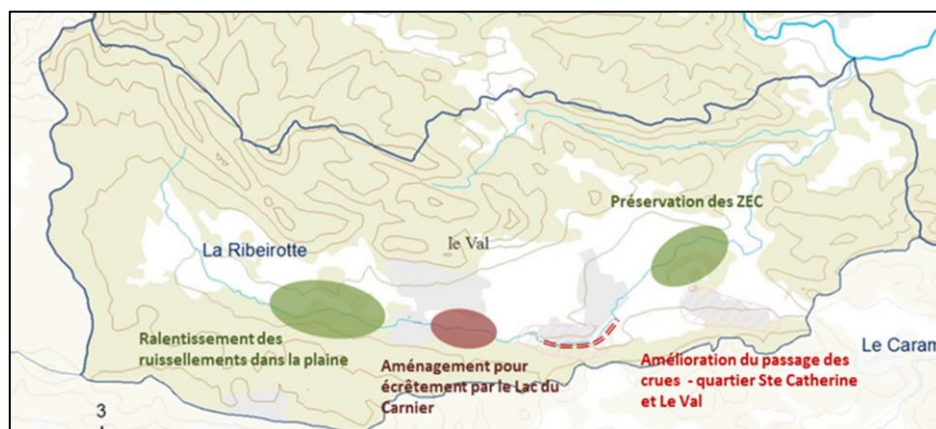
Vide sanitaire : Un vide sanitaire est un espace situé entre le sol et le premier plancher d'un bâtiment.

Surface interceptée : La surface interceptée par un écoulement correspond à la surface dont les eaux de ruissellement récoltés se dirigent vers l'écoulement considéré. C'est cette surface qui doit être utilisée pour le calcul du débit de fuite.

9 Propositions d'aménagements sur le bassin versant de la Ribeirotte

En **2003**, une **étude hydraulique du bassin versant de la Ribeirotte** a été réalisée par la société SIEE dans le cadre de projets d'aménagement de la Commune. Cette étude comporte une analyse hydrologique du bassin versant qui présente les débits spécifiques de différentes périodes de retour, une caractérisation de l'inondabilité des lotissements de la Ribeirotte et de Sainte-Catherine, une étude du fonctionnement du lac du Carnier en période de forte pluie et une étude relative au projet d'aménagement de la route départementale 28. Différentes propositions d'aménagements avaient été étudiées pour la protection des lotissements et pour la régulation du débit au droit du lac du Carnier. Le réseau pluvial routier relatif au projet de la RD28 avait été dimensionné.

Dans le cadre du PAPI d'intention de l'Argens (action 5), une étude a été réalisée en **2014** par la société Tractebel Engineering pour **identifier une stratégie de réduction de l'aléa inondation sur le bassin versant de l'Argens**. Cette étude indique les interventions stratégiques à réaliser sur les différents tronçons de l'Argens et sur ses affluents, dont la Ribeirotte. La **stratégie retenue pour la Ribeirotte** est résumée sur le schéma et la fiche suivants :



Stratégie de réduction de l'aléa de : La Ribeirotte	Arg2.2 – Aménagement de la RIBEIROTTE à LE VAL
Protection des quartiers bas de Le Val	
Stratégie : valoriser les dépressions amont pour écrêter les crues et aménager localement le lit dans la traversée de la zone urbanisée	
Objectifs de réduction de l'Aléa : Protection des lotissements du quartier Sainte Catherine et en aval de la RD554	
Secteurs concernés : Lit et fond de vallée de la Ribeirotte en amont et dans la traversée de Le Val	
Recommandations et Actions : <ul style="list-style-type: none"> Aménager le Lac du Carnier pour écrêter les crues de période de retour supérieure à 10 ans, Possibilité d'accroître les effets de rétention en amont du lac par création de casiers en zones agricoles et naturelles Restaurer le lit de la Ribeirotte dans le quartier Sainte Catherine (élargissement par une risberme, contrôle de la pente, restauration environnementale associée à vocation écologique et pour l'amélioration du cadre de vie des riverains) Pour les habitations les plus basses un recours à des protections/batardeaux amovibles peut être envisagé, associé à un dispositif d'alerte préventive prenant en compte la pluie et le niveau du lac de Carnier 	
Aménagements structurants envisagés : <ul style="list-style-type: none"> Aménagement du lac du Carnier pour favoriser le sur stockage (rehausse de berge, enrochement, aménagement du déversoir) Travaux éventuels de terrassement dans l'hypothèse de constitution de casiers en amont Calibrage de cours d'eau (élargissement par création d'une risberme inondable) et interventions connexes à caractère environnemental (génie végétal, plantation en berge, cheminement) Déplacement possible de la conduite d'assainissement en fond de vallon (contrainte pour l'aménagement) Adaptation de protections rapprochées amovibles sur certains bâtiments (éventuellement) 	
Etudes : <ul style="list-style-type: none"> En attente des résultats de l'Action n°30 pour les ZEC et le lac du Carnier Etude hydraulique et d'aménagement de la traversée de Le Val à réaliser 	
Programmation : <ul style="list-style-type: none"> En priorité améliorer la rétention des crues amont (Action n°30) et réaliser l'étude hydraulique Autres actions à programmer en fonction des résultats de l'étude hydraulique 	
Coûts des actions proposées : Etude hydraulique et de programme : env 40 k€ Aménagement du lac du Carnier : ordre de grandeur 400 k€ Recalibrage et aménagement du lit : à définir après étude hydraulique	
Gains économiques de réduction de l'aléa : Protection directe de zones habitées (environ une douzaine d'habitations) susceptibles d'être hors d'eau y compris pour des crues rares	
Commentaire : Approfondissement et mise à jour des études SIEE de 2003 Contraintes aval de verrou hydraulique et de périmètre de protection de captage d'eau à considérer et site de la cascade du Grand Baou. Prise en considération nécessaire des incidences sur les crues du parc Photovoltaïques en cours de la réalisation sur le bassin amont : ruissellement produit, bassins de compensation ; cadre réglementaire.	

Figure 87 : Stratégie de réduction de l'aléa inondation sur le bassin versant de la Ribeirotte - extrait de l'action 5 du PAPI d'intention de l'argens - Tractebel Engineering, 2014

9.1 Zones d'Expansion des Crues (ZEC)

9.1.1 Identification de trois ZEC sur la Ribeirotte

A l'issue des études menées par Aqua Conseil en 2010 (« *Prévention des inondations sur le bassin versant du fleuve Argens – Fonctionnement hydrologique et inventaire des Zones d'Expansion de Crues du bassin de l'Argens* ») et Tractebel Engineering en 2014 (« *Etude en vue de préserver et optimiser le fonctionnement des Zones d'Expansion de Crues identifiées sur le bassin versant de l'Argens* », action 30 du PAPI d'intention de l'Argens) sur l'ensemble du bassin versant de l'Argens, **trois ZEC ont été retenues sur la Ribeirotte en amont de quartiers sensibles aux inondations de la Commune de Le Val** :

- La dépression fermée dite lac du Carnier : ZEC « Ribeiro_01 »
- La zone inondable en amont des quartiers urbains : ZEC « Ribeiro_02 » et ZEC « Ribeiro_03 ».



Figure 88 : Localisation des trois ZEC retenues sur le bassin versant de la Ribeirotte – extrait de la carte 3.4 du rapport de phase 1 de l'action 30 du PAPI d'intention de l'Argens (Tractebel Engineering), 2014

Ces trois ZEC sont susceptibles de répondre aux objectifs définis pour réduire l'aléa inondation sur la Commune de Le Val (cf [Figure 14](#)).

Les volumes potentiels de stockage estimés en première approche dans l'étude de 2014 sont reportés dans le tableau ci-dessous :

	Ribeiro_01 (Carnier)	Ribeiro_02	Ribeiro_03
Volume potentiel de stockage (m³)	83 800	225 000	207 000

Tableau 38 : Volumes potentiels de stockage des 3 ZEC de la Ribeirotte - extrait de l'action 30 du PAPI d'intention de l'Argens (Tractebel Engineering), 2014

Des études plus approfondies de ces ZEC et des propositions d'aménagement pourraient potentiellement permettre d'augmenter la capacité de rétention de chacune de ces zones. C'est le cas par exemple pour le lac du Carnier.

9.1.2 L'aménagement du lac du Carnier

La ZEC Ribeiro_01 correspondant à la dépression fermée du lac du Carnier a fait l'objet d'une étude plus approfondie. Un Avant-Projet d'aménagement a été réalisé par Tractebel Engineering pour le Département du Var en décembre 2015.



Figure 89 : Lac du Carnier (photographie 26/01/2016)

Il est proposé l'implantation, en partie basse du lac (là où le déversement a lieu à l'état actuel), d'une **digue en terre** de hauteur maximale 6 m (par rapport au fil d'eau de l'écoulement actuel), longueur en crête 105 m et largeur en crête 3,44 m. **Cette digue permet de porter la capacité de rétention du site à 640 000 m³ avec un volume utile de 215 000 m³ (volume de rétention entre la vidange de fond et la crête du déversoir).** Un tel aménagement permettrait d'écarter efficacement les crues de périodes de retour jusqu'à 20 ans (efficacité 61% pour Q5, 62% pour Q10, 22% pour Q20).



Figure 90 : Plan de l'aménagement envisagé sur le site du Carnier - extrait de l'Avant-Projet d'aménagement de la ZEC Ribeiro_01, Tractebel Engineering, 2015

9.1.3 Aménagement de la ZEC Ribeiro_02

9.1.3.1 Présentation de l'aménagement

L'action 30 du PAPI de l'Argens a identifié des zones d'expansion des crues aménageables sur l'ensemble du bassin versant de l'Argens. L'action 30 identifie 3 ZEC sur le bassin versant de la Ribeirotte dont la ZEC Ribeiro_02.

L'aménagement envisagé pour la ZEC Ribeiro_02 est la création d'une retenue collinaire d'une capacité de rétention évaluée à 225 000 m³. La formation de la rétention serait réalisée par l'aménagement d'un ouvrage écrêteur d'une hauteur de 5 mètres.

Pour évaluer la pertinence et l'efficacité d'un tel ouvrage, une modélisation hydraulique de l'aménagement de la ZEC Ribeiro_02 a été réalisée à l'aide du logiciel HEC-RAS.

Sur la base du modèle hydraulique de la Ribeirotte créé dans le cadre du diagnostic hydraulique de la Ribeirotte, les modifications suivantes ont été réalisées pour permettre la modélisation de l'aménagement de la ZEC Ribeiro_02 :

- ❖ La création d'une zone de stockage (storage area) d'une capacité de 225 000 m³ à l'emplacement de la ZEC Ribeiro_02
- ❖ La création d'un ouvrage écrêteur en aval immédiat de la ZEC Ribeiro_02. Cet ouvrage, d'une hauteur de 5 mètres par rapport au fond de la Ribeirotte, dispose d'un déversoir en crête et d'un pertuis d'écrêtement en fond qui permet de limiter le débit avant déversement à moins de 7m³/s (ce qui correspond au débit limite de quasi non débordement de la Ribeirotte en amont du pont de la RD 554).

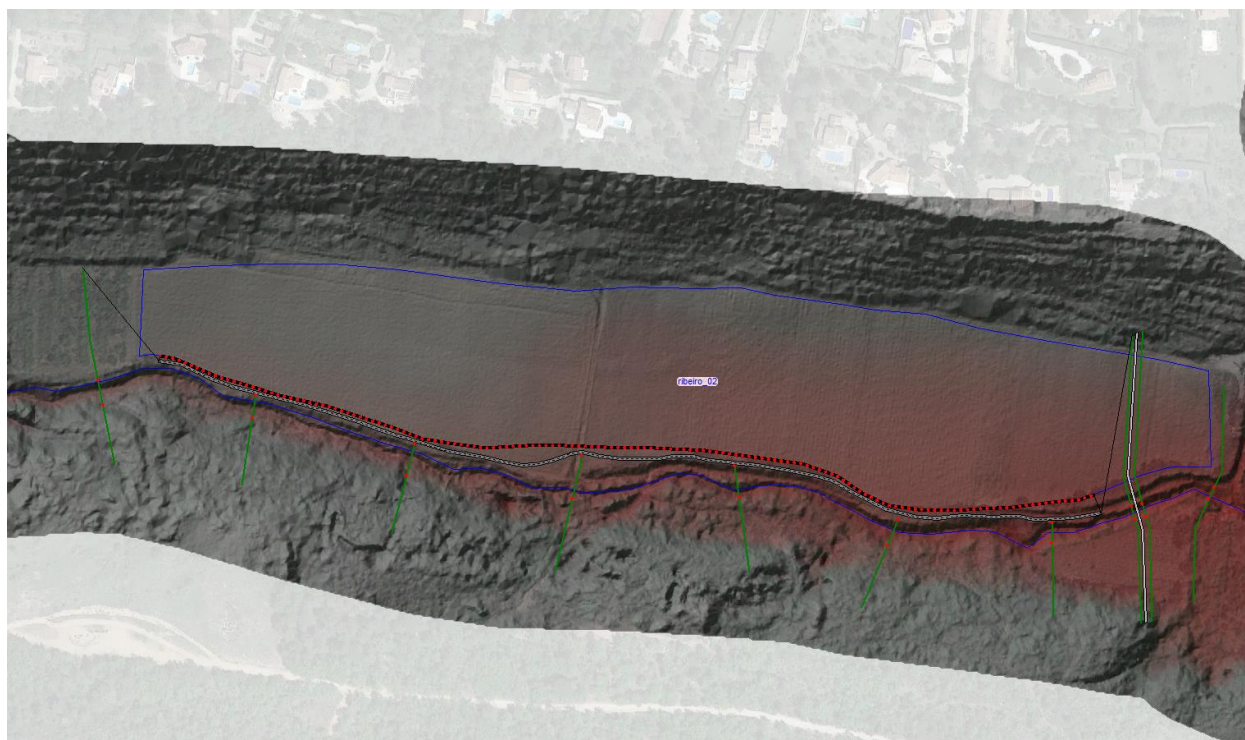


Figure 91 : Modélisation de l'aménagement de la ZEC Ribeiro_02

9.1.3.2 Résultats de la modélisation

Le fonctionnement de la ZEC Ribeiro_02 aménagée a été simulé pour les crues Q5, Q10, Q20, Q50 et Q100. Les résultats suivants ont été obtenus :

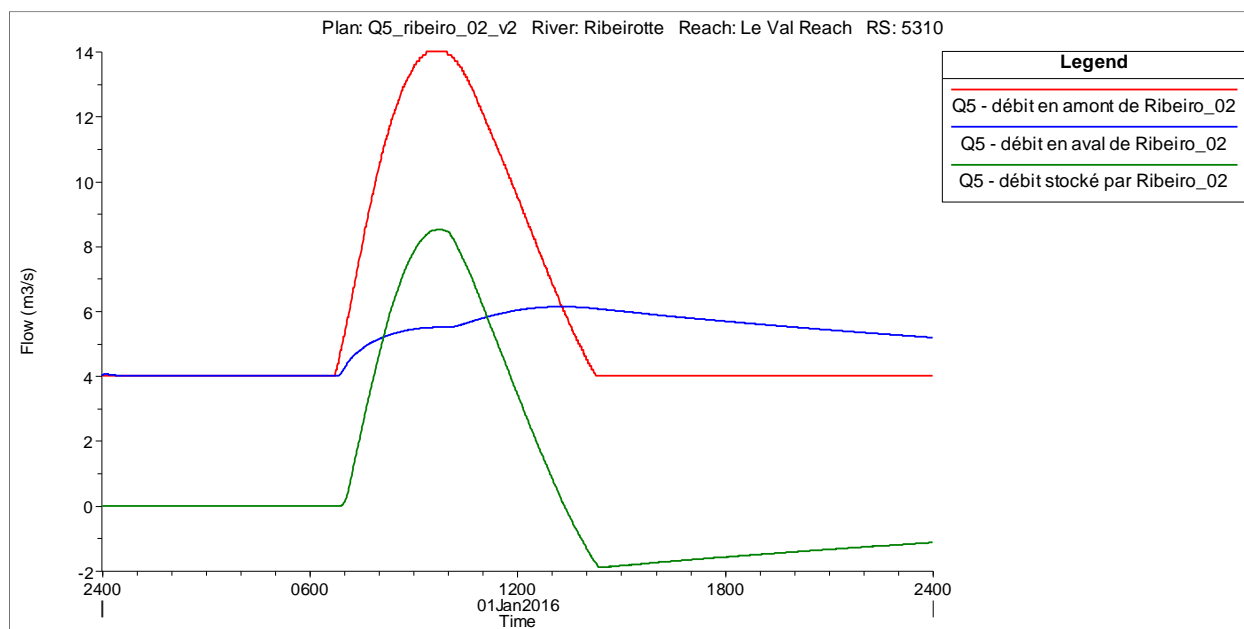


Figure 92 : Ecrêtement pour Q5

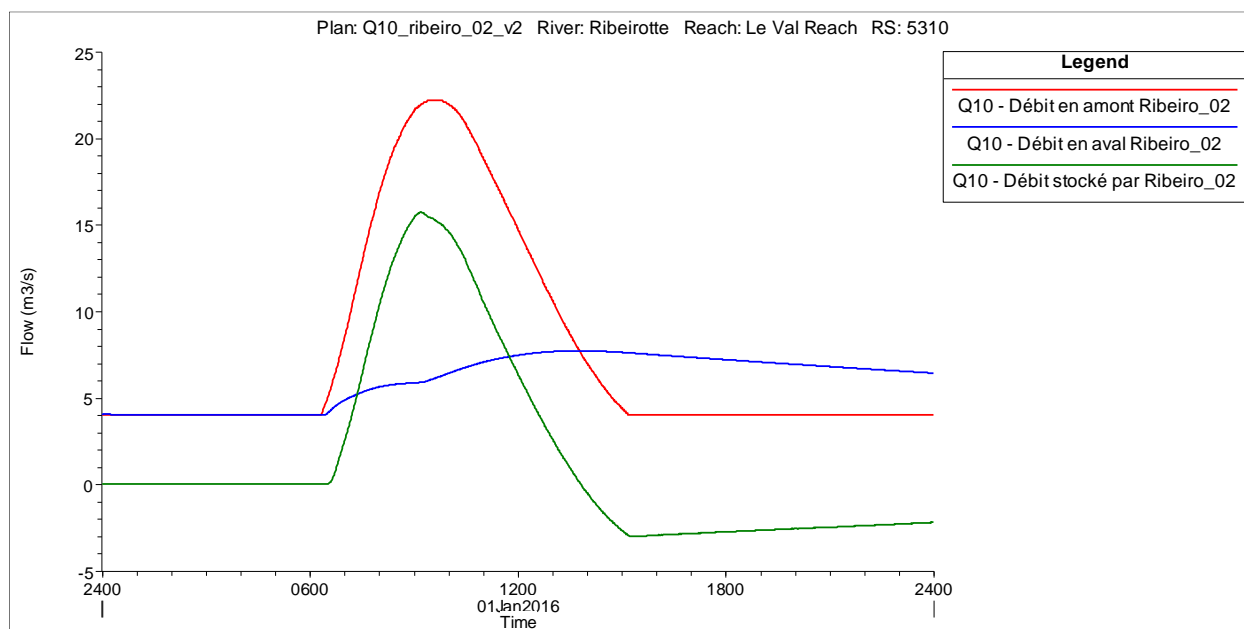


Figure 93 : Ecrêtement pour Q10

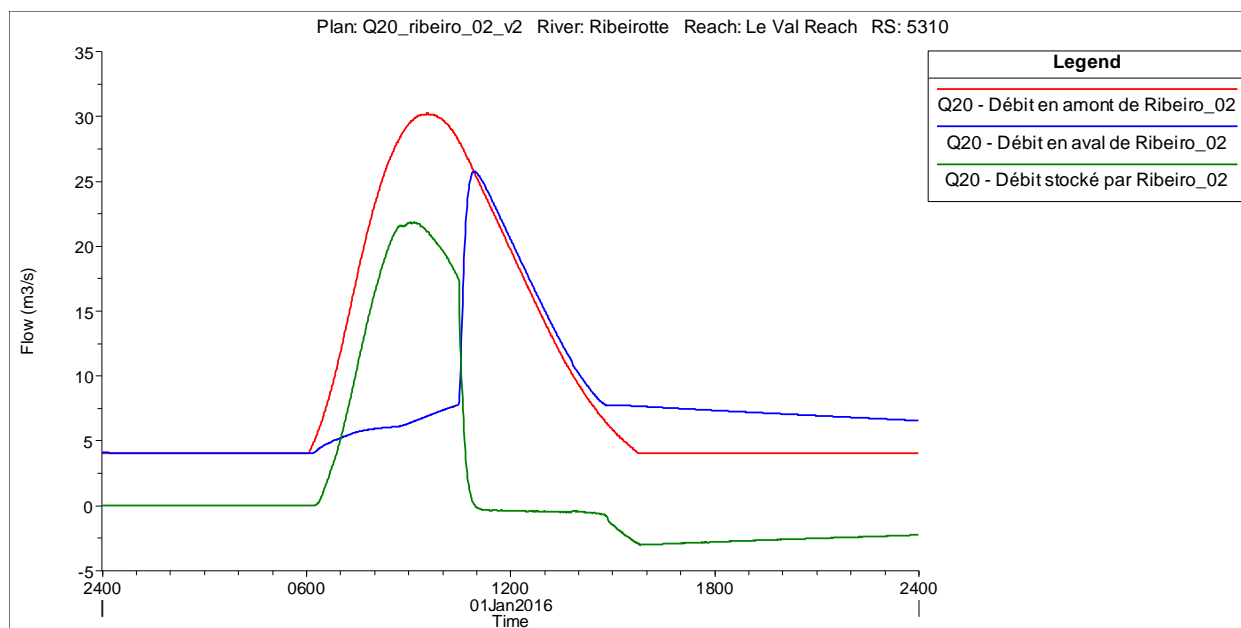


Figure 94 : Ecrêtement pour Q20

	Q5			Q10			Q20		
	Q _{amont} m³/s	Q _{aval} m³/s	Eff.	Q _{amont} m³/s	Q _{aval} m³/s	Eff.	Q _{amont} m³/s	Q _{aval} m³/s	Eff.
Action 30	17	15	12%	22	19	12%	29	29	0%
SDEP	14	6.1	56%	22.2	7.7	65%	30.2	25.7	15%

Tableau 39 : Efficacité de l'aménagement Ribeiro_02

La modélisation montre, en considérant les caractéristiques de Ribeiro_02 évaluées dans le cadre de l'action 30 du PAPI de l'Argens ($S=225\,000\text{ m}^3$; $h=5\text{ m}$), que l'efficacité de l'aménagement Ribeiro_02 est supérieure à celle estimée par l'action 30 du PAPI.

Les résultats de l'aménagement sont très satisfaisants pour Q5 et Q10 dont les débits de pointe après aménagement sont proches de $7\text{ m}^3/\text{s}$ qui constitue le débit limite de non-débordement.

De plus, la présence de l'ouvrage écrêteur permet non seulement de réduire le débit de pointe mais également de décaler temporellement la pointe de la crue en la retardant. Cet effet est bénéfique puisqu'il permet d'atténuer le pic de crue en aval sur le bassin versant.

L'écrêtement pour Q20 reste non négligeable puisque son efficacité est évaluée à 15 %. En revanche, et comme attendu, l'efficacité de l'aménagement pour des crues plus importantes est nulle.

9.1.3.3 Avis sur l'aménagement

Le coût de l'aménagement est estimé à 258 750 € HT (d'après l'action 30 du PAPI de l'Argens)

D'un point de vue purement hydraulique, la modélisation a permis de montrer l'efficacité de l'aménagement notamment pour les crues modérées (Q5 et Q10) puisque l'aménagement de la ZEC Ribeiro_2 permet un écrêtement de respectivement 56% et 65%.

Néanmoins le volume de rétention disponible (estimé par l'action 30 du PAPI de l'Argens), eu égard de l'estimation du coût de l'aménagement, paraît nettement surévalué.

En effet, la surface de rétention disponible en rive gauche s'élève à environ 6.5 ha. Ainsi, pour obtenir le volume de rétention utilisé dans la modélisation, il faudrait avoir une hauteur de rétention moyenne de 3.45 mètres. Or, même en réalisant un barrage écrêteur de 5 mètres par rapport au fil d'eau de la Ribeirotte, il n'est pas possible d'obtenir un tel volume de rétention sans effectuer de lourds travaux de terrassement en rive gauche. En effet, les pentes longitudinales (dans le sens de l'écoulement) et transversal (perpendiculairement à l'écoulement) de la ZEC Ribeiro_02 sont non négligeables.

Dès lors il est nécessaire d'évaluer plus finement le coût et le volume de rétention réellement disponible pour conclure sur l'efficacité de l'aménagement.

9.1.4 Aménagement de la ZEC Ribeiro_03

9.1.4.1 Présentation de l'aménagement

L'action 30 du PAPI de l'Argens a identifié des zones d'expansion des crues aménageables sur l'ensemble du bassin versant de l'Argens. L'action 30 identifie 3 ZEC sur le bassin versant de la Ribeirotte dont la ZEC Ribeiro_03.

L'aménagement envisagé pour la ZEC Ribeiro_03 est la création d'un casier d'inondation d'une capacité de rétention évaluée à 207 000 m³. La formation de la rétention serait réalisée par l'aménagement d'un ouvrage écrêteur d'une hauteur de 5 mètres.

Pour évaluer la pertinence et l'efficacité d'un tel ouvrage, une modélisation hydraulique de l'aménagement de la ZEC Ribeiro_03 a été réalisée à l'aide du logiciel HEC-RAS.

Sur la base du modèle hydraulique de la Ribeirotte créé dans le cadre du diagnostic hydraulique de la Ribeirotte, les modifications suivantes ont été réalisées pour permettre la modélisation de l'aménagement de la ZEC Ribeiro_03 :

- ❖ La création d'une zone de stockage (Storage area) d'une capacité de 207 000 m³ à l'emplacement de la ZEC Ribeiro_03
- ❖ La création d'un ouvrage écrêteur en aval immédiat de la ZEC Ribeiro_03. Cet ouvrage, d'une hauteur de 5 mètres par rapport au fond de la Ribeirotte, dispose d'un déversoir en crête et d'un pertuis d'écrêtement en fond qui permet de limiter le débit avant déversement à moins de 7m³/s (ce qui correspond au débit limite de quasi non-débordement de la Ribeirotte en amont du pont de la RD 554).

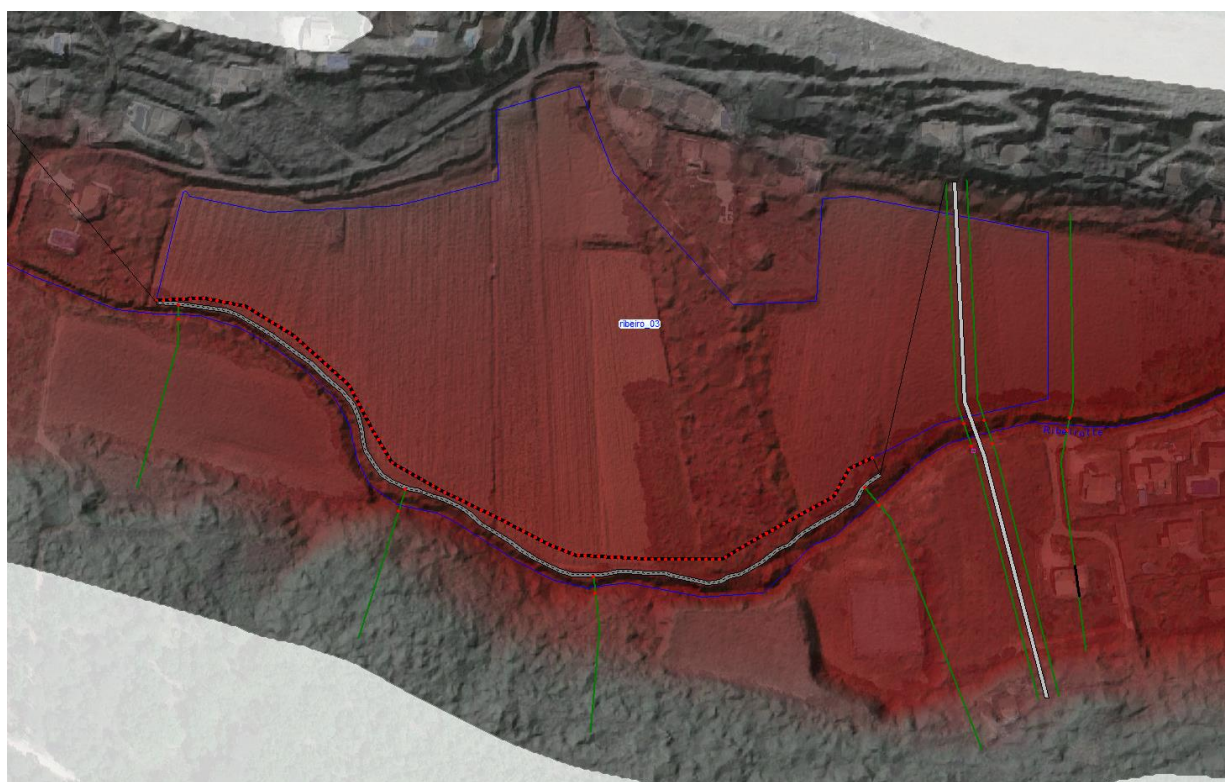


Figure 95 : Modélisation de l'aménagement de la ZEC Ribeiro_03

9.1.4.2 Résultats de la modélisation

Le fonctionnement de la ZEC Ribeiro_03 aménagée a été simulé pour les crues Q5, Q10, Q20, Q50 et Q100. Les résultats suivants ont été obtenus :

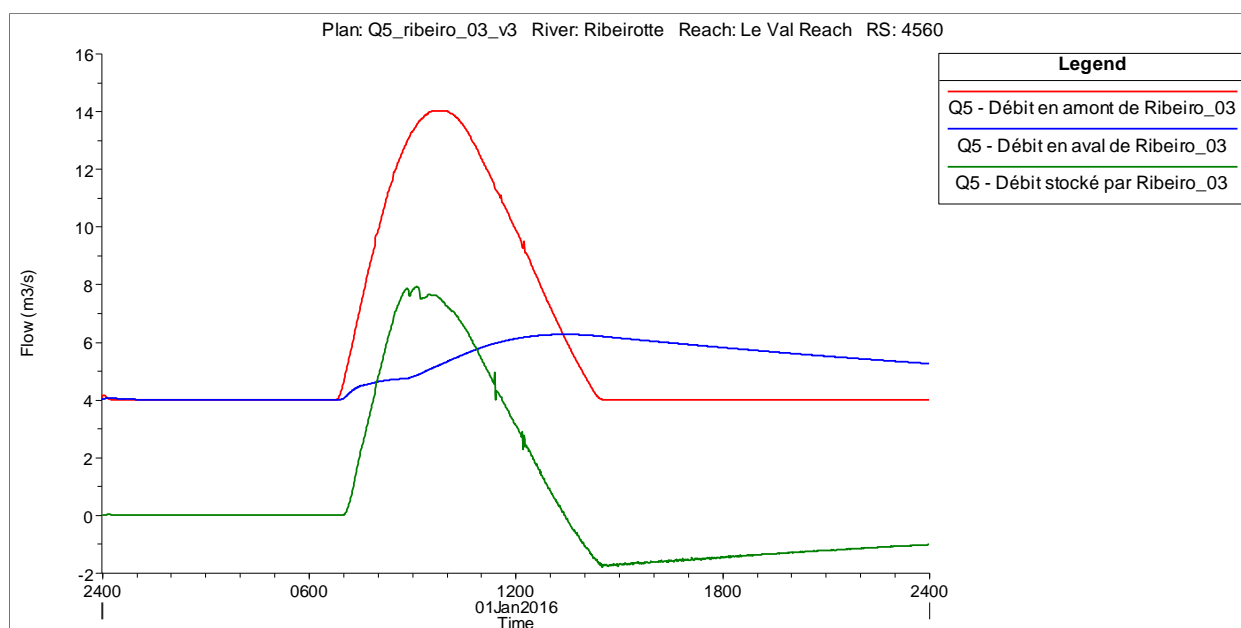


Figure 96 : Ecrêtement pour Q5

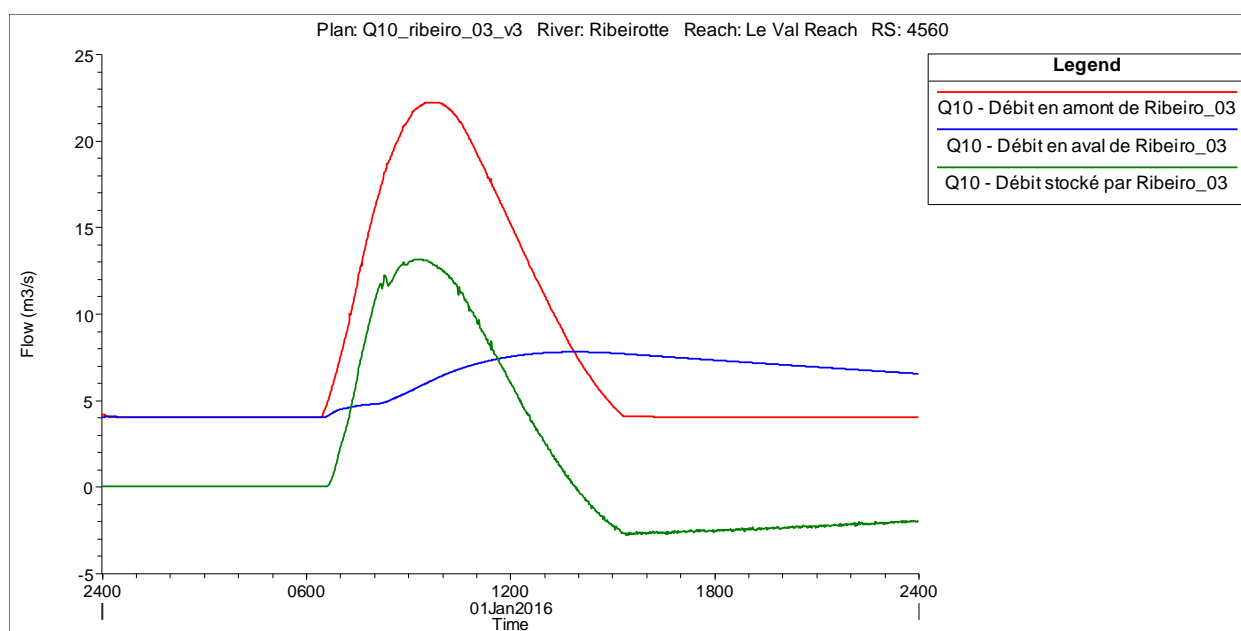


Figure 97 : Ecrêtement pour Q10

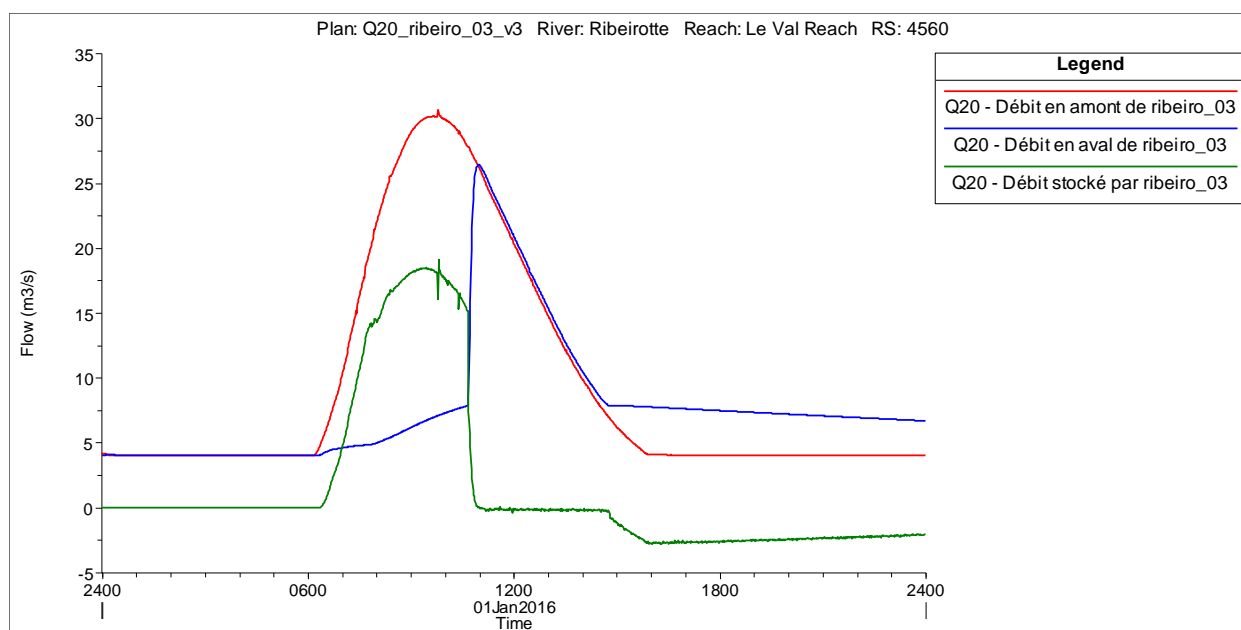


Figure 98 : Ecrêtement pour Q20

	Q5			Q10			Q20		
	Q _{amont} m ³ /s	Q _{aval} m ³ /s	Eff.	Q _{amont} m ³ /s	Q _{aval} m ³ /s	Eff.	Q _{amont} m ³ /s	Q _{aval} m ³ /s	Eff.
Action 30	17	15	12%	22	19	12%	29	29	0%
SDEP	14	6.26	55%	22.2	7.8	65%	30.2	26.4	13%

Tableau 40 : Efficacité de l'aménagement Ribeiro_03

La modélisation montre, en considérant les caractéristiques de Ribeiro_03 évaluées dans la cadre de l'action 30 du PAPI de l'Argens ($S=207\,000\text{ m}^3$; $h=4\text{m}$), que l'efficacité de l'aménagement Ribeiro_03 est supérieure à celle estimée dans par l'action 30 du PAPI.

Les résultats de l'aménagement sont très satisfaisants pour Q5 et Q10 dont les débits de pointe après aménagement sont proches de $7\text{ m}^3/\text{s}$ qui constitue le débit limite de non-débordement de la Ribeirotte.

De plus, la présence de l'ouvrage écrêteur permet non seulement de réduire le débit de pointe mais également de décaler temporellement la pointe de la crue en la retardant. Cet effet est bénéfique puisqu'il permet d'atténuer le pic de crue en aval sur le bassin versant.

L'écrêtement pour Q20 reste non négligeable puisque son efficacité est évaluée à 13 %. En revanche, et comme attendu, l'efficacité de l'aménagement pour des crues plus importantes est nulle.

9.1.4.3 Avis sur l'aménagement

D'une manière générale, les performances hydrauliques de l'aménagement de la ZEC Ribeiro_03 sont très similaires à ceux de la ZEC Ribeiro_02. Les dimensions des ouvrages écrêteurs et les volumes de retenue sont en effet très proches ($207\,000\text{ m}^3$ contre $225\,000\text{ m}^3$ pour Ribeiro_02).

Le coût de l'aménagement est estimé à $800\,000\text{ € HT}$ (d'après l'action 30 du PAPI de l'Argens)

D'un point de vue purement hydraulique, la modélisation a permis de montrer l'efficacité de l'aménagement, notamment pour les crues modérés (Q5 et Q10) puisque l'aménagement de la ZEC Ribeiro_2 permet un écrêtement de respectivement 55% et 65%.

Néanmoins le volume de rétention disponible (estimé par l'action 30 du PAPI de l'Argens), eu égard de l'estimation du coût de l'aménagement, paraît également surévalué.

En effet, la surface de rétention disponible en rive gauche s'élève à environ 6 ha. Ainsi, pour obtenir le volume de rétention utilisé dans la modélisation, il faudrait avoir une hauteur de rétention moyenne de 3.45 mètres. Or, même en réalisant un barrage écrêteur de 5 mètres par rapport au fil d'eau de la Ribeirotte, il n'est pas possible d'obtenir un tel volume de rétention sans effectuer de lourds travaux de terrassement en rive gauche. En effet, les pentes longitudinale (dans le sens de l'écoulement) et transversale (perpendiculairement à l'écoulement) de la ZEC Ribeiro_03 sont non négligeables.

Dès lors il est nécessaire d'évaluer plus finement le coût et le volume de rétention réellement disponible pour conclure sur l'efficacité de l'aménagement.

9.1.5 Création d'une risberme rive droite au niveau du quartier de Sainte-Catherine

Dans le but de réduire les inondations affectant le quartier de Sainte-Catherine, il est proposé d'aménager la zone d'expansion des crues rive droite de la Ribeirotte, en face du lotissement de Sainte-Catherine, en risberme.

La coupe de principe de l'aménagement en risberme est présentée en annexe I. L'objectif de cet aménagement est de créer un lit majeur inondable en rive droite qui soit altimétriquement plus bas que le quartier de Sainte-Catherine de sorte que la rive droite soit inondée en priorité.

Pour assurer la pérennité de l'aménagement en rive droite, un renforcement des berges par techniques minérales et végétales sera réalisé.

Pour apprécier l'efficacité hydraulique de l'aménagement, trois risbermes de dimensions différentes ont été reproduites et testées sur le modèle hydraulique. Les trois aménagements testés diffèrent de par leur largeur et donc leur volume de terrassement :

Nom aménagement	Largeur moyenne de risberme	Volume extradé
Risberme 1	20 m	10 000 m ³
Risberme 2	40 m	25 000 m ³
Risberme 3	60 m	50 000 m ³

Tableau 41 : Caractéristiques des risbermes

Les zones aménagées sont représentées sur la figure page suivante.

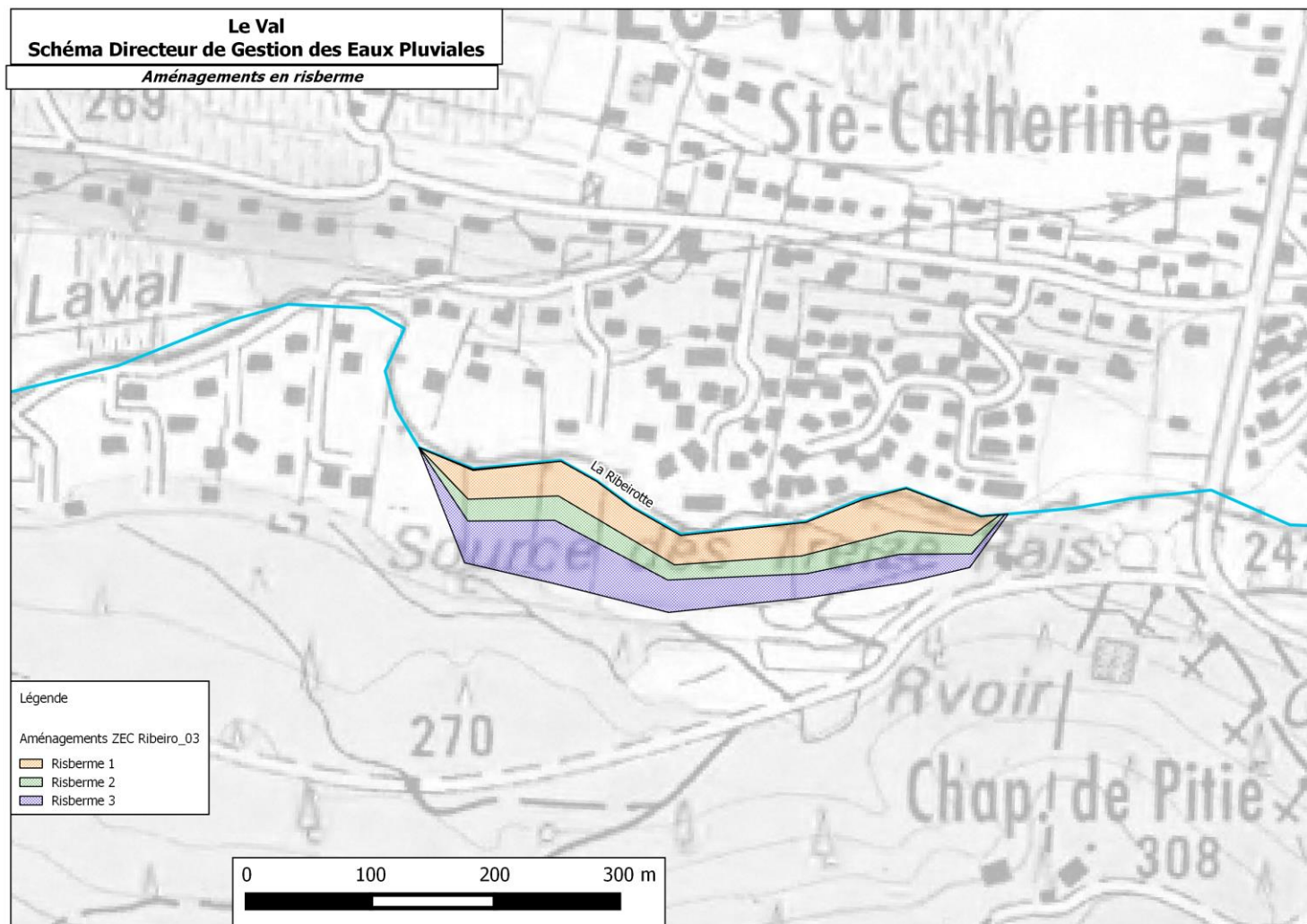


Figure 99 : Zones d'aménagement en risberme

L'efficacité hydraulique a été testée sous modèle numérique en réutilisant le modèle HEC-RAS créé pour le diagnostic de la phase 2.

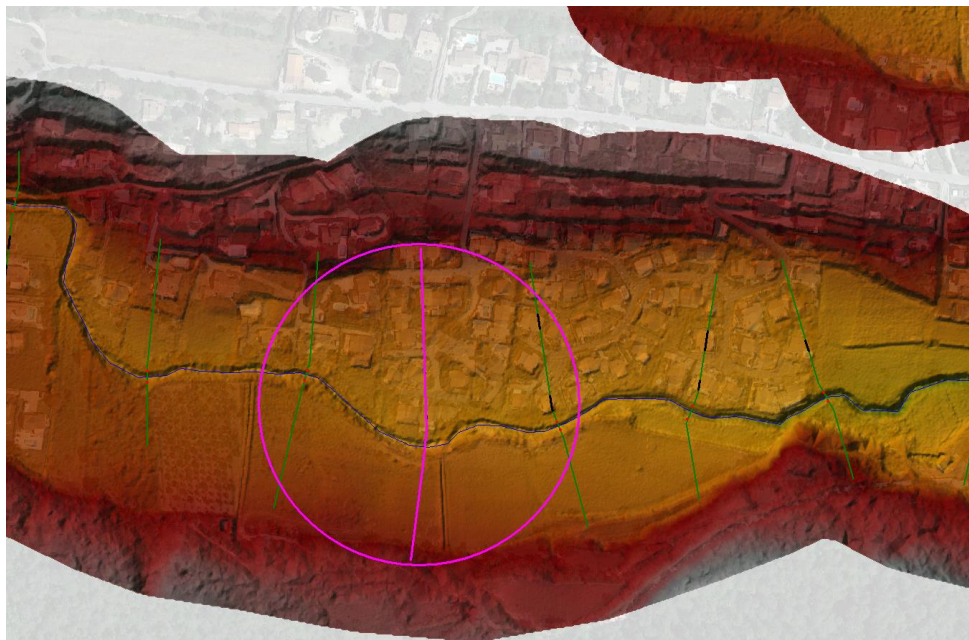


Figure 100 : Zoom du modèle numérique sur le quartier Sainte-Catherine

Les figures suivantes présentent les hauteurs d'eau obtenues au droit du lotissement de Sainte-Catherine (au niveau de la section en travers en rose ci-dessus) pour les trois aménagements et pour Q5, Q10 et Q100 :

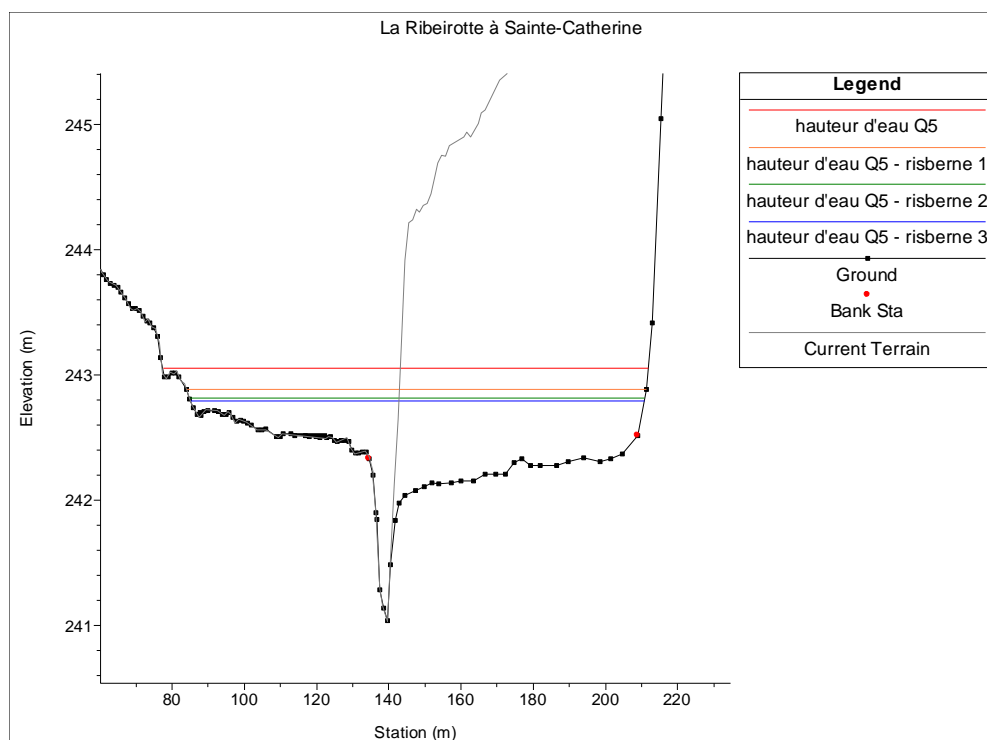


Figure 101 : Hauteurs d'eau pour la crue quinquennale

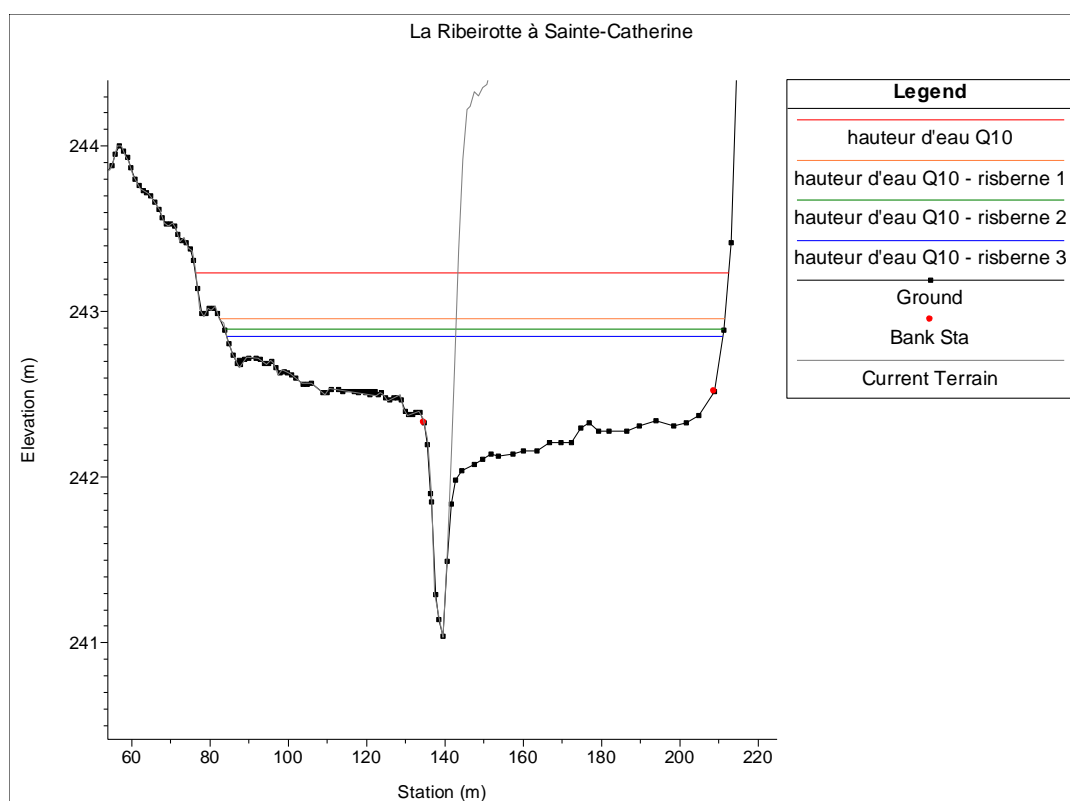


Figure 102 : Hauteurs d'eau pour la crue décennale

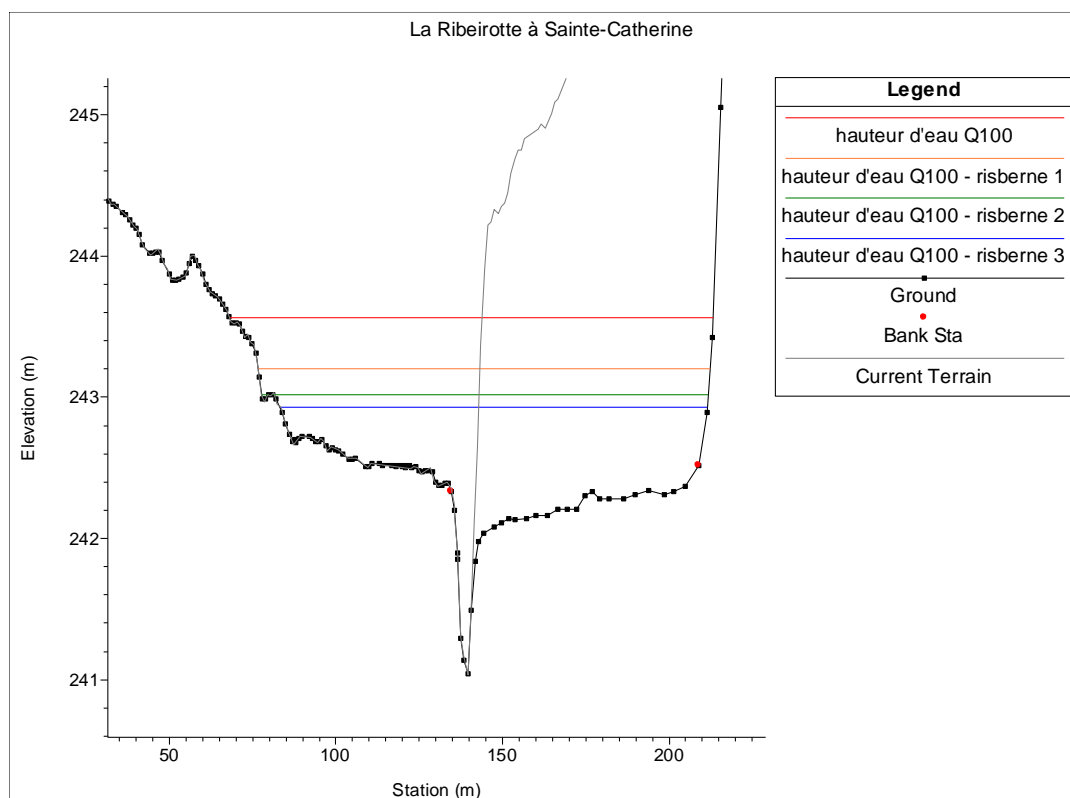


Figure 103 : Hauteurs d'eau pour la crue centennale

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

Nom d'aménagement	Etat Initial	Risberme 1	Risberme 2	Risberme 3
Hauteur d'eau pour Q5 (m NGF)	243.06	242.88	242.81	242.79
Gain de l'aménagement pour Q5 (cm)	0	18	25	27
Hauteur d'eau pour Q10 (m NGF)	243.24	242.96	242.90	242.85
Gain de l'aménagement pour Q10 (cm)	0	28	34	39
Hauteur d'eau pour Q100 (m NGF)	243.56	243.20	243.02	242.93
Gain de l'aménagement pour Q100 (cm)	0	36	54	63

Tableau 42 : Résultats de la modélisation hydraulique

On constate que l'aménagement en risberme de la rive droite de la Ribeirrotte améliore de manière sensible la situation sur le quartier de Sainte-Catherine.

Si ces aménagements ne permettent pas de protéger le quartier contre les inondations de la Ribeirrotte, puisqu'en effet les habitations situées au bord du cours d'eau sont toujours inondées et ce dès la crue quinquennale, ils réduisent l'impact de ces dernières et surtout limitent la progression des inondations sur les hauteurs du quartier de Sainte Catherine.

On remarque notamment que la Risberme 3 permet, pour la crue centennale, de retrouver les mêmes hauteurs d'eau que pour la crue quinquennale en l'état actuel.

Enfin, malgré l'aménagement de Risberme, le quartier de Sainte Catherine reste vulnérable aux inondations de par la présence d'un resserrement de la vallée de la Ribeirrotte en aval immédiat du quartier et du pont de la RD 554 qui limite l'expansion des crues et tend à rehausser le niveau des eaux.

Remarque : La géométrie présentée sur la section en travers des figures 29 à 31 correspond à la configuration risberme_v3. Néanmoins HEC-RAS permet de représenter sur une section en travers la ligne d'eau obtenue pour différentes configurations géométriques.

9.1.5.1 Estimations du coût des aménagements

L'estimation du coût des aménagements ne prend pas en compte l'acquisition du foncier nécessaire à l'opération. Le tableau suivant donne l'estimation du coût des 3 aménagements :

Nom d'aménagement	Risberme 1	Risberme 2	Risberme 3
Coût	450,000.00 € HT	550,000.00 € HT	700,000.00 € HT

9.1.6 Comparaison des aménagements de la Ribeirotte

Pour comparer l'efficacité des différents aménagements, nous avons superposé les lignes d'eau obtenues par les aménagements ribeiro_02, ribeiro_03 et risberme_v3 :

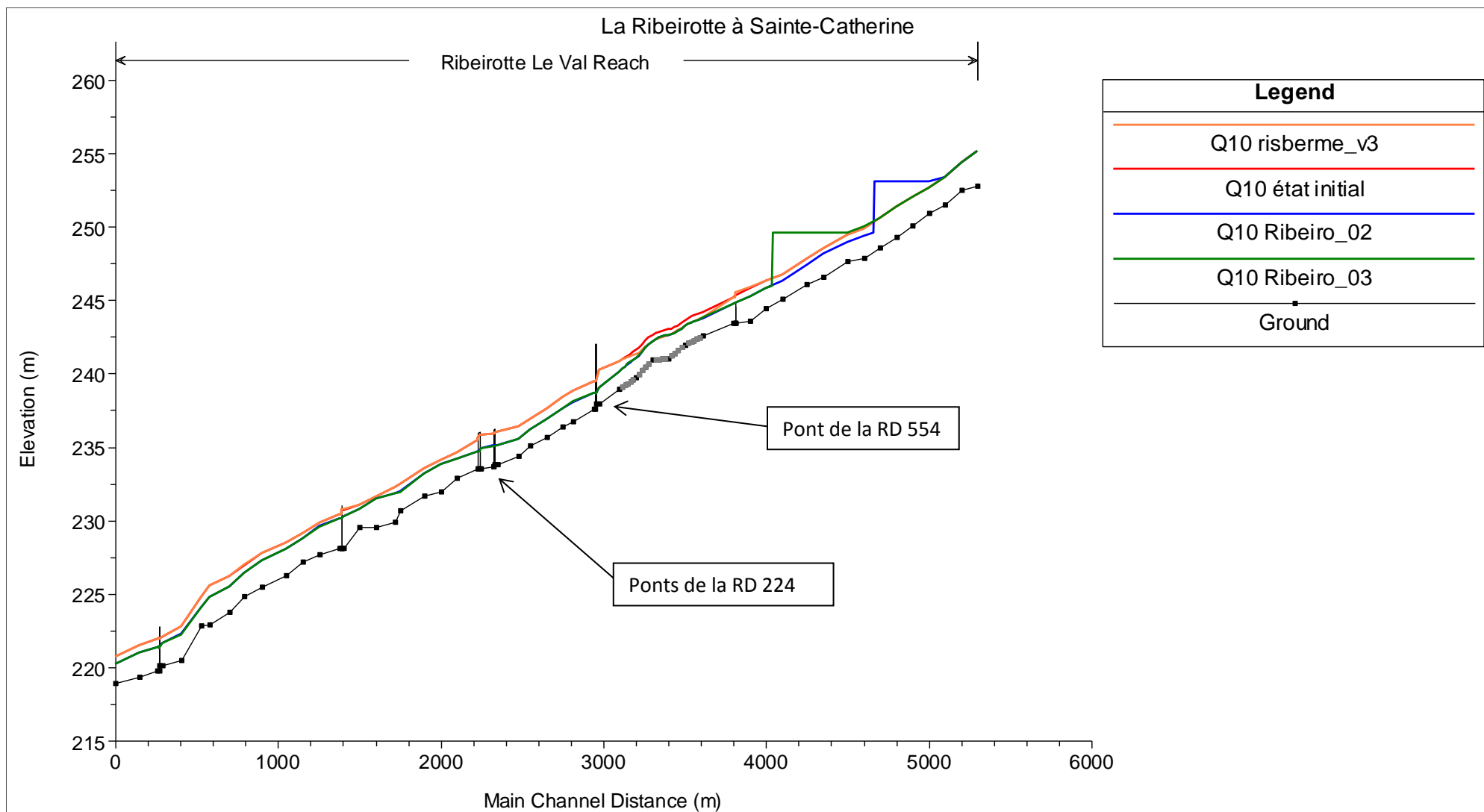


Figure 104 : Comparaison lignes d'eau pour Q10

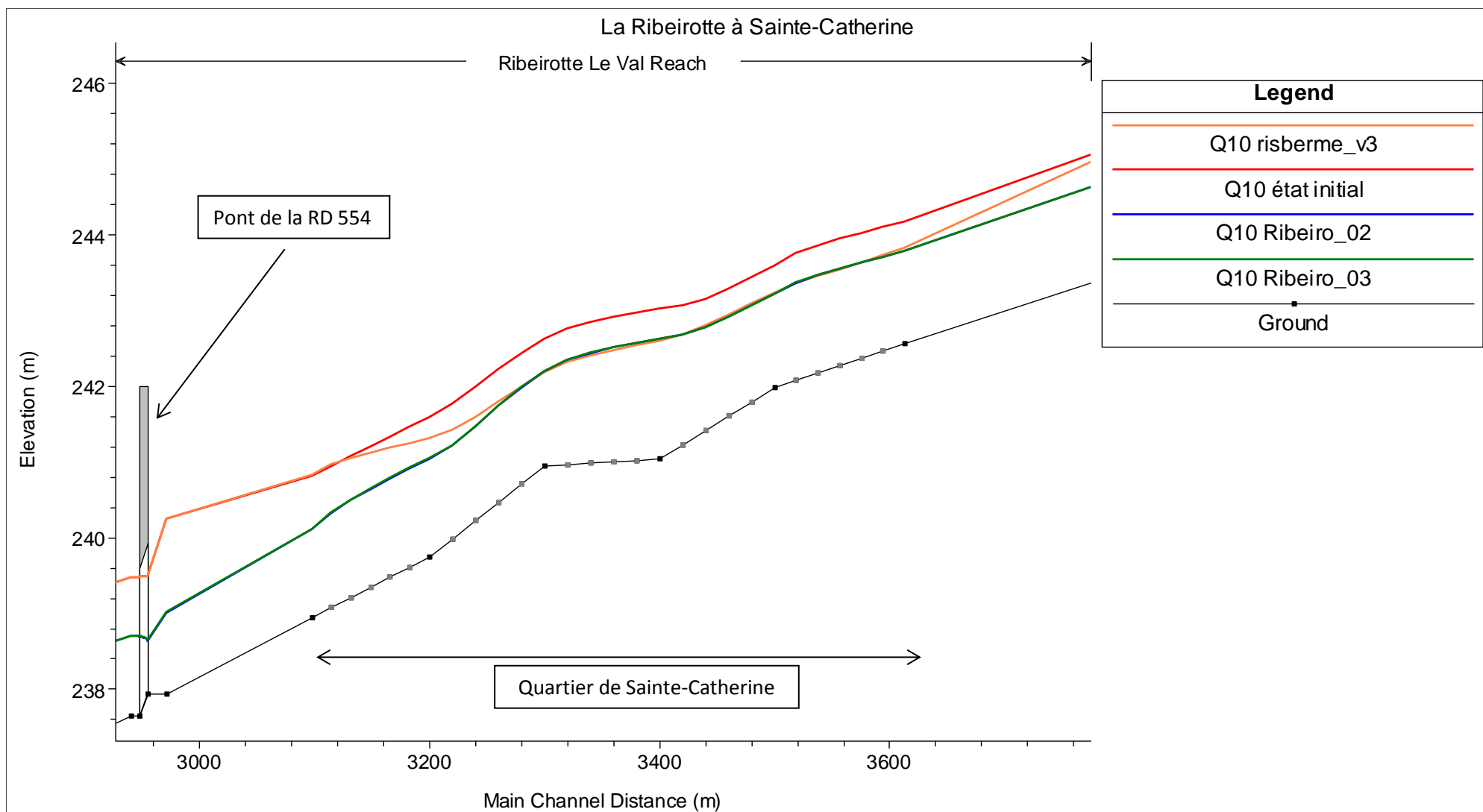


Figure 105 : Comparaison lignes d'eau pour Q10 - Zoom sur Sainte-Catherine

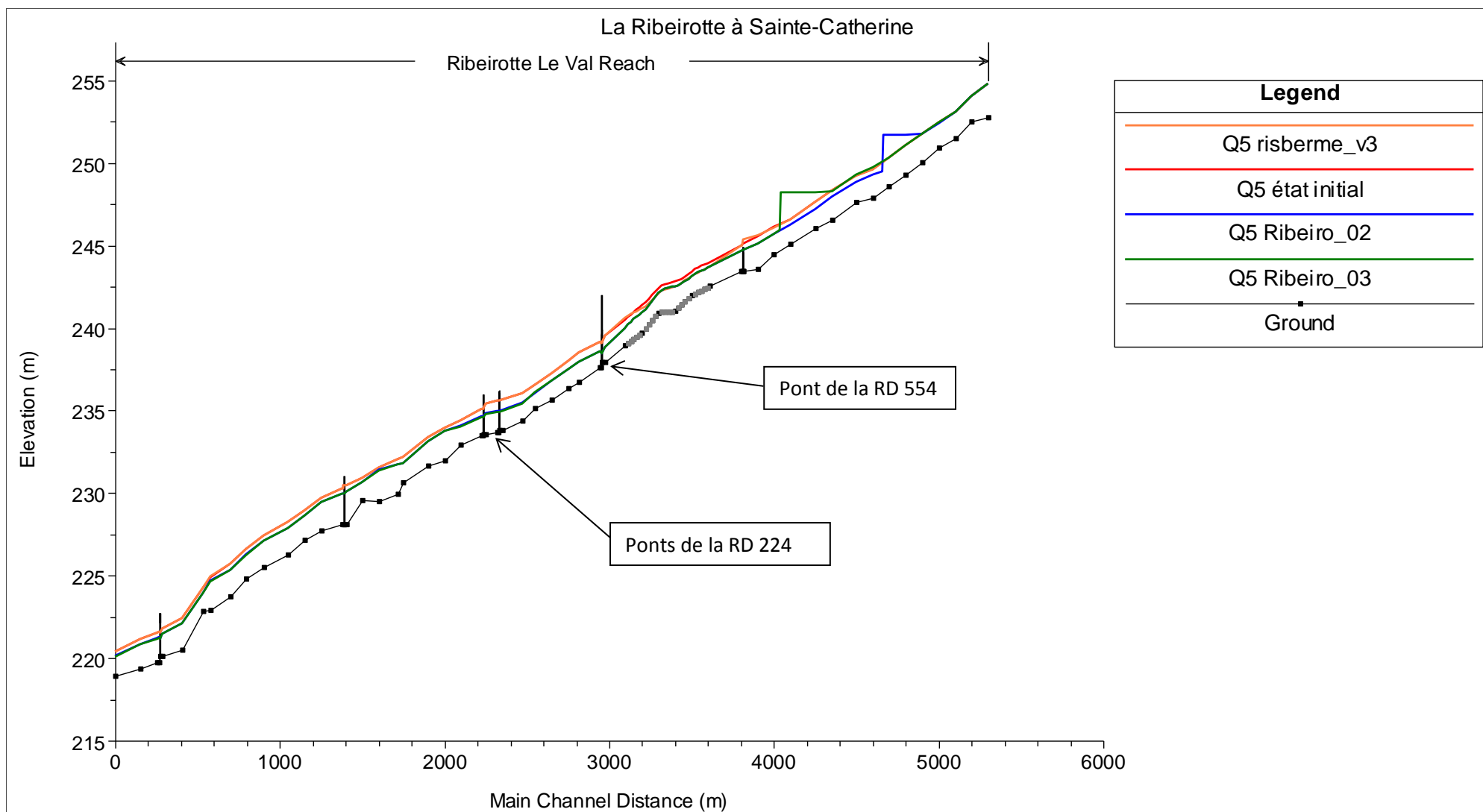


Figure 106 : Comparaison lignes d'eau pour Q20

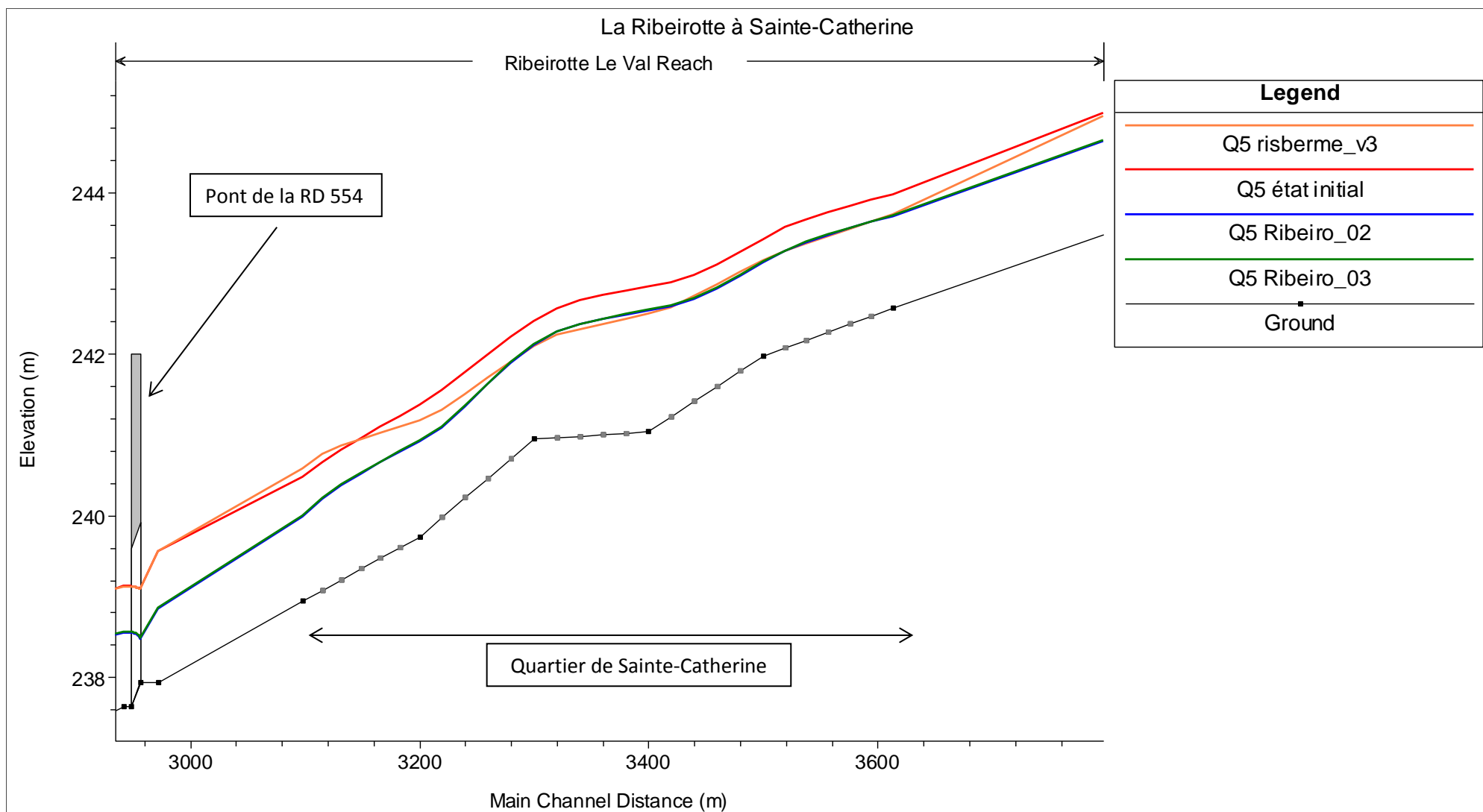


Figure 107 : Comparaison lignes d'eau pour Q20 - Zoom sur Sainte-Catherine

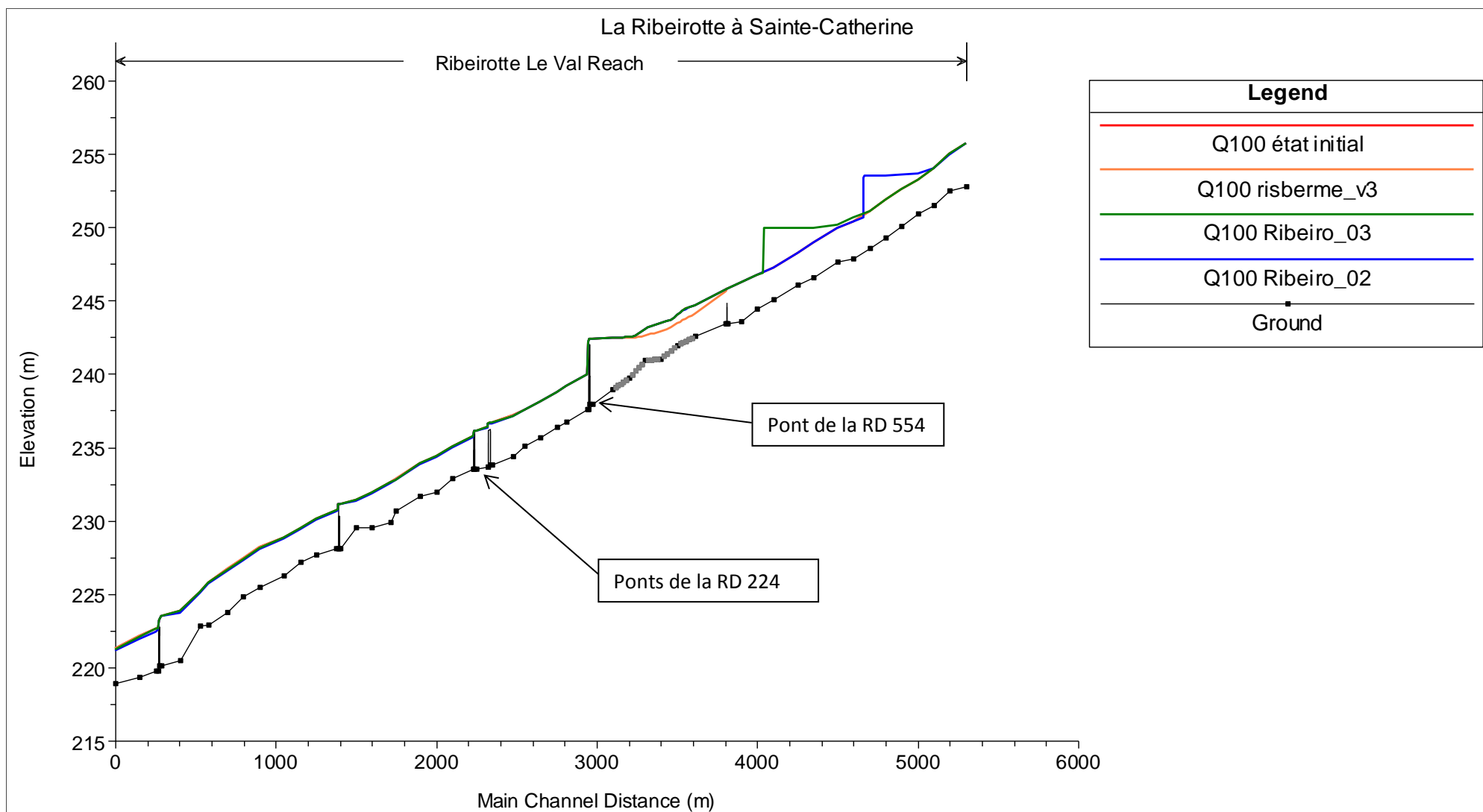


Figure 108 : Comparaison lignes d'eau pour Q100

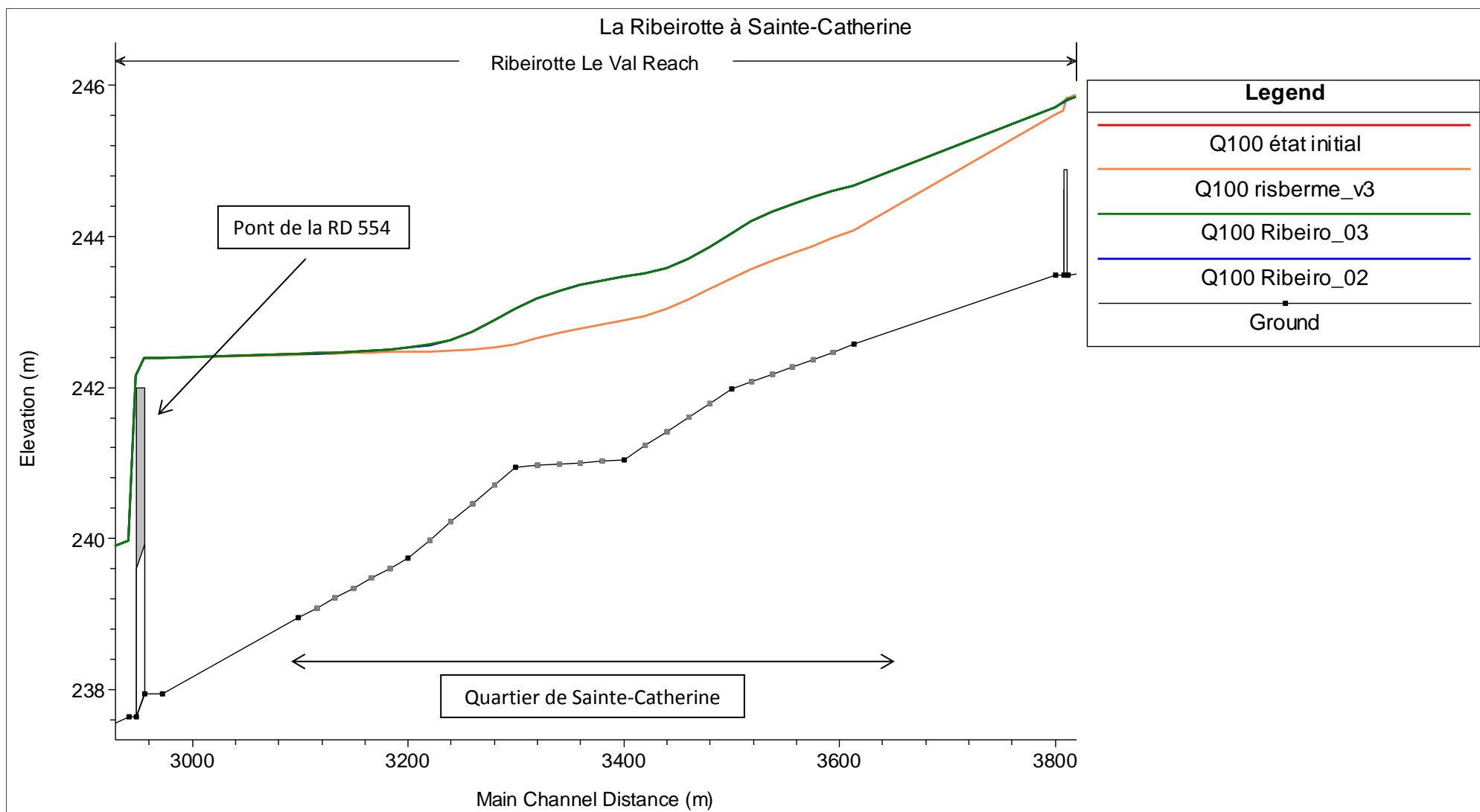



Figure 109 : Comparaison lignes d'eau pour Q100 - Zoom sur Sainte-Catherine

	Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales	Réf. : 1171-A1405 Date : 21/03/2016 Page : 158
---	--	--

En conclusion, les différentes modélisations permettent de relever les points suivants :

- ❖ Les résultats des aménagements des ZEC Ribeiro_02 et Ribeiro_03 sont très proches. Cela s'explique par le fait que les aménagements modélisés disposaient approximativement du même volume de rétention (225 000 m³ contre 207 000 m³) et du même ouvrage de contrôle (« barrage » écrêteur de 5 mètres de hauteur disposant d'un pertuis de fond calibré pour 7 m³/s).
- ❖ Plus globalement, les aménagements des ZEC ribeiro_02 et ribeiro_03 présentent également une efficacité hydraulique proche de l'aménagement de la ZEC ribeiro_01 (lac du carnier) étudié par Tractebel Engineering. En effet, Tractebel engineering évalue la capacité totale de rétention du lac du Carnier aménagé à 634 000 m³ mais son volume utile est évalué à environ 215 000 m³.
- ❖ Comme démontré par les hydrogrammes de crue, l'efficacité des ZEC ribeiro_02 et ribeiro_03 pour les crues quinquennale et décennale est très satisfaisante.
- ❖ Pour Q5 et Q10, on constate que les trois aménagements (ribeiro_02, ribeiro_03 et risberme_v3) ont quasiment le même impact sur la ligne d'eau au droit du lotissement de Sainte-Catherine.
- ❖ Contrairement à l'aménagement risberme_v3, les deux aménagements des ZEC amont de la Ribeirotte permettent également de réduire les niveaux d'eau en aval du pont de la RD 554 pour Q5 et Q10.
- ❖ Pour Q20, les aménagements ribeiro_02 et ribeiro_03 sont peu efficaces et deviennent totalement inefficaces pour les crues supérieures.
- ❖ L'aménagement en risberme permet en revanche de baisser le niveau d'eau au droit de Sainte-Catherine pour des crues très importantes et notamment pour Q100. En revanche, la présence du rétrécissement naturel en aval du quartier et du pont de la RD 554 limite l'efficacité de la risberme en entraînant une importante rehausse de la ligne d'eau.
- ❖ L'association des ZEC ribeiro_01, ribeiro_02 et ribeiro_03 permettrait, en multipliant les volumes de rétention, d'améliorer nettement la situation en aval pour des crues encore plus importantes. Cela nécessiterait néanmoins de très lourds investissements.

Bibliographie

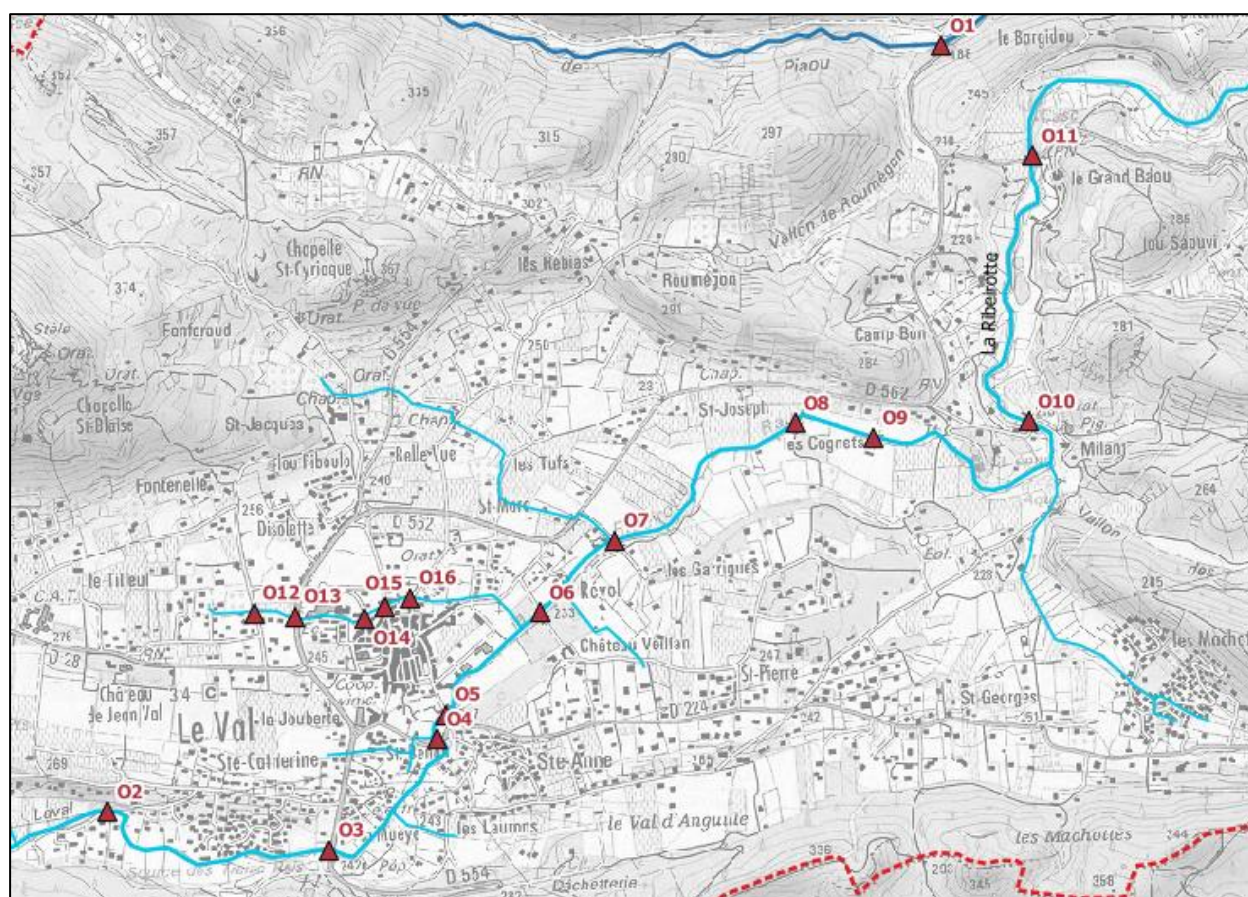
Outre les informations recueillies lors des visites de terrain, les éléments suivants ont été exploités pour mener à bien cette étude :

- ❖ Données fournies par la Mairie de Le Val :
 - Photographies d'inondations
 - Etudes hydrogéologiques du synclinal Val-Vins
 - Etude hydraulique sur le bassin versant de la Ribeirotte, SIEE, 2003
- ❖ LIDAR sur une partie du territoire communal
- ❖ Diaporama présenté lors de la réunion de concertation du 14 janvier 2016 au sujet de l'élaboration du PLU, Begeat
- ❖ Référentiel hydrologique sur le bassin versant de l'Argens, action 5 du PAPI d'intention de l'Argens, Tractebel Engineering, 2014
- ❖ Stratégie de réduction de l'aléa inondation dans le bassin versant de l'Argens, action 5 du PAPI d'intention de l'Argens, Tractebel Engineering, 2014
- ❖ Etude en vue de préserver et optimiser le fonctionnement des Zones d'Expansion de Crues sur le bassin versant de l'Argens, action 30 du PAPI d'intention de l'Argens, Tractebel Engineering, 2014
- ❖ Avant-projet de la ZEC Ribeiro_01 Lac du Carnier, action 30 du PAPI d'intention de l'Argens, Tractebel Engineering, 2014
- ❖ Fonctionnement hydrologique et inventaire des Zones d'Expansion des Crues du bassin de l'Argens, Aqua Conseils, 2010
- ❖ Doctrine MISEN 83 – Règles générales à prendre en compte dans la conception et la mise en œuvre des réseaux et ouvrages pour le département du Var, janvier 2014
- ❖ Site Internet Géoportail
- ❖ Site internet de la DREAL Paca
- ❖ Site internet de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
- ❖ Site internet de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel

Annexe A - Cahier des charges de mission topographique

Annexe B - Fiches ouvrages

Localisation des ouvrages décrits dans les fiches :




















Annexe C - Atlas cartographique du réseau pluvial

De manière générale, les réseaux localisés sur ce plan sont reconnus avec une précision de classe B (incertitude de localisation comprise entre 40 cm et 1,50 m) pour le positionnement horizontal. L'incertitude sur le positionnement vertical sera précisée à l'issue de la mission topographique complémentaire.

Des incertitudes sur le réseau subsistent encore (buses ou fossés supposés). Elles devraient être levées par la mission topographique.

Légende de l'atlas cartographique

	limites de la commune		cours d'eau temporaires ou permanents
réseau reconnu		ouvrages reconnus	
	buse ou cadre		avaloir
	buse supposée		grille
	voute		buse ou cadre
	caniveau		ponceau
	fossé		pont
	fossé supposé		voute
	cunette		descente d'eau
	grille avaloir		

Les dimensions mesurées lors de l'enquête de terrain sont indiquées sur la carte. Elles sont reportées en noir pour les collecteurs et en marron pour les ouvrages.

Les sections de buse sont indiquées en mm.

Les sections de caniveau ou de cadre sont indiquées en cm.

Les sections de fossés se lisent comme suit : largeur en gueule x largeur en pied x hauteur. Elles sont indiquées en cm.

Annexe D - Diagnostic hydraulique du Réseau Pluvial

Annexe E - Plan des zones touchées par la crue de novembre 2011

Annexe F - Diagnostic hydraulique de la Ribeirotte

Annexe G - Impact des aménagements du réseau pluvial

Annexe H - Tronçons du réseau pluvial à recalibrer

Annexe I - Zonage pluvial du territoire communal