



ÉTUDE SUR LA RESTAURATION HYDROMORPHOLOGIQUE DU REAL ET DU VALLON DE ST CECILE

PHASE 1 : DIAGNOSTIC – RAPPORT D'ÉTUDE

Septembre 2017

Tableau de suivi					
Indice	Date	Auteur	Contrôle interne	Modifications	Origine
a	29/09/2017	R. Suavet	P. Criado	Première diffusion au COPIL	-
b	26/11/2017	R. Suavet	P. Criado	- Ajout paragraphe VII.7.5.iv zonage PLU des ZEC - Compléments Zone humides (paragraphe IX.2)	Remarques du COPIL

Sommaire

I. Contexte de l'étude	10
I.1. Contexte global	10
I.2. Contexte local	10
I.3. Cadre de l'étude	12
I.4. Présentation et caractéristiques de la zone d'étude	12
I.5. Recueil et analyse de données	13
I.6. Contexte géologique	14
II. Méthodologie de la phase de diagnostic	16
II.1. Synthèse de la méthodologie générale	16
II.2. Sectorisation et bornage kilométrique	16
III. Données complémentaires	17
III.1. Etude topographique	17
III.2. Etude géotechnique	18
IV. Entretiens avec les acteurs locaux	18
V. Analyse foncière et projets d'aménagement	19
VI. Etude hydrologique	21
VI.1. Caractéristique des bassins versants	21
VI.2. Données pluviométriques	22
VI.2.1. Données disponibles	22
VI.2.2. Pluies réelles	23
VI.2.3. Pluies de projet	24
VI.3. Calcul des débits de pointe	25
VI.3.1. Données existantes	25
VI.3.2. Modèle pluie-débit	26
VI.3.3. Calage du modèle hydrologique	26
VI.3.4. Prise en compte des bassins de rétention sur la commune de Trans en Provence	28
VI.3.5. Calcul des hydrogrammes de crue	29
VI.3.6. Tests de sensibilité sur les débits de crue	33
VI.3.7. Cohérence avec les débits du référentiel hydrologique et du PPRI	33
VII. Modélisation hydraulique 2D	35
VII.1. Emprise du modèle	35
VII.2. Données topographiques	36
VII.3. Le code de calcul	37
VII.4. Construction des maillages	37
VII.5. Paramètres hydrauliques et calage du modèle	40
VII.6. Contrainte aval	42
VII.7. Exploitation des résultats	44
VII.7.1. Comparatif avec les résultats du PPRI	44
VII.7.2. Occurrence biennale	47

VII.7.3.	Occurrence décennale	49
VII.7.4.	Occurrence centennale	52
VII.7.5.	Fonctionnement des zones d'expansion des crues	56
VIII.	Etat des lieux et diagnostic hydromorphologique	62
VIII.1.	Analyse historique	62
VIII.1.1.	Carte de Cassini – 1740	62
VIII.1.2.	Cadastre Napoléonien - 1835	63
VIII.1.1.	Analyse des photos aériennes	64
VIII.1.2.	Historique d'aménagement du cours d'eau	66
VIII.2.	Evolution du profil en long	68
VIII.3.	Typologie géodynamique des cours d'eau	75
VIII.3.1.	Puissance spécifique	76
VIII.3.2.	Erodabilité des berges	76
VIII.3.3.	Analyse sommaire du transport sédimentaire	77
VIII.3.4.	Typologie géodynamique	77
VIII.4.	Analyse du transport sédimentaire	78
VIII.4.1.	Sources d'apport sédimentaire	78
VIII.4.2.	Topographie du bassin versant	81
VIII.4.3.	Analyses granulométriques	82
VIII.4.4.	Vitesses d'entraînement	85
VIII.4.5.	Conclusions	87
VIII.5.	Expertise de terrain et synthèse	87
VIII.5.1.	Méthodologie de l'expertise	87
VIII.5.2.	Fiches tronçons	88
VIII.5.3.	Fiches ouvrages	106
VIII.5.4.	Ripisylve et espèces invasives	126
IX.	Pré-diagnostic écologique	128
IX.1.	Méthodologie	128
IX.2.	Zonages d'inventaire et réglementaires, SRCE (TVB)	128
IX.3.	Fiches descriptives par tronçons homogènes	132
IX.4.	Conclusions	157
X.	Synthèse du diagnostic et préconisations	159

Liste des illustrations

Figure 1 : Présentation de la zone d'étude : périmètre d'intervention (à gauche) et périmètre de conception (à droite) (source : Cahier des charges).....	13
Figure 2 : Contexte géologique (source : infoterre, BRGM)	15
Figure 3 : Proposition de trajet pour le déplacement / Elargissement du chemin du Bac20	
Figure 4 : Présentation des bassins versants	21
Figure 5 : Pluie du 15 Juin 2010	24
Figure 6 : Pluie de Kiefer d'occurrence centennale.....	25
Figure 7 : Hydrogramme de la crue du 15 Juin 2010	28
Figure 8 : Hydrogrammes de crue en sortie de bassin.....	29
Figure 9 : Fonctionnement hydraulique dans le secteur de Bréguières.....	32
Figure 10 : Impacts du CN et du lag time sur l'hydrogramme de crue centennale du BV REAL1	33
Figure 11 : Présentation de l'emprise du modèle	36
Figure 12 : Présentation du maillage (Réal à gauche et Vallon de Sainte Cécile à droite) (coordonnées Lambert93).....	38
Figure 13 : Présentation du Modèle Numérique de Terrain (coordonnées Lambert93)	39
Figure 14 : Vue 3D du MNT.....	40
Figure 15 : Points de calage du modèle	42
Figure 16 : Lignes d'eau pour une crue vicennale du Réal en fonction du niveau dans l'Argens	43
Figure 17 : Hauteurs d'eau pour une crue vicennale	44
Figure 18 : Hydrogrammes de crue biennale	48
Figure 19 : Hauteurs et vecteurs vitesse sur le bief 2.3	49
Figure 20 : Hauteurs et vecteurs vitesse sur la Sainte Cécile amont	51
Figure 21 : Hydrogrammes de crue décennale	52
Figure 22 : Hauteurs et vecteurs vitesse dans le secteur du Super U.....	53
Figure 23 : Hauteurs et vecteurs vitesse sur les tronçons 2 et 3 du vallon de Sainte Cécile	54

Figure 24 : Hauteurs et vecteurs vitesse sur les tronçons 3 et 4 du vallon de Sainte Cécile	55
Figure 25 : Hydrogrammes de crue Centennale	56
Figure 26 : Présentation des ZEC dans le secteur d'étude (Extrait de l'Atlas Carto de l'action 30 du PAPI)	57
Figure 27 : Impact de la ZEC pour une crue biennale et décennale.....	58
Figure 28 : Présentation de l'emprise théorique de la ZEC et des hauteurs d'eau et zone inondée en crue millénale	59
Figure 29 : Carte de Cassini de 1740 aux Arcs (source : remonterletemps.ign.fr)	62
Figure 30 : Cadastre napoléonien de 1835 aux Arcs (source : archives.var.fr)	63
Figure 31 : Réseaux de canaux sur le vallon de sainte Cécile amont (gauche) et sur le Réal dans la plaine (droite) (source : archives.var.fr)	64
Figure 32 : photos aériennes historiques du Réal et du vallon de Sainte Cécile (source : remonterletemps.ign.fr)	65
Figure 33 : photos aérienne du Réal Canalisé en 1951	66
Figure 34 : Diagramme chronologique des aménagements sur le Réal et le vallon de la Sainte Cécile	67
Figure 35 : Profil en long du Vallon de Sainte Cécile	69
Figure 36 : Profil en long du Réal	70
Figure 37 : Profil en long du Réal dans les secteurs incisés	72
Figure 38 : Profil en long du vallon de Sainte Cécile dans les secteurs incisés	74
Figure 39 : Carte géologique et photographies des alluvions récentes	80
Figure 40 : Profil en long et pente du fond de vallée du bassin versant Real1	82
Figure 41 : Zonages règlementaires et d'inventaires à proximité de la zone d'étude .	129
Figure 42 : Inventaire des zones humides du département du Var	130

Liste des tableaux

Tableau 1: Présentation des tronçons	17
Tableau 2: Caractéristiques des bassins versants	22
Tableau 3: Hauteur de précipitation pour les données pluviométriques disponibles	23
Tableau 4: Estimations des débits de la crue de Juin 2010	26

Tableau 5: Paramètres principaux des bassins versants	30
Tableau 6: Présentation des débits de crue.....	31
Tableau 7: Débits de crue transférés entre REAL3 et ARGUILLET1	32
Tableau 8: Impacts des tests de sensibilité sur les débits et volumes de crue centennale du BV Real1	33
Tableau 9: Comparatif des débits de pointe issus du référentiel hydro et des hydrogrammes calculés	34
Tableau 10: Ecarts des débits calculés aux débits du référentiel hydro (selon formule de calcul des débits pseudo-spécifiques).....	34
Tableau 11: Débits spécifiques calculés	34
Tableau 12: Débits spécifiques issu du PPRI de l'Argens.....	35
Tableau 13: Densité des lignes de structure	37
Tableau 14: Coefficients de rugosité retenus (Strickler).....	40
Tableau 15: Paramètres de calcul des puissances spécifiques	76
Tableau 16: Erodabilité des berges par tronçon	77
Tableau 17: Typologie géodynamique des tronçons.....	78
Tableau 18: Résultats des analyses granulométriques.....	85
Tableau 19: Vitesses d'entraînement sur le Réal et le vallon de Sainte Cécile	86

Liste des planches graphiques

- Planche 1.1 à 1.5 : Diagnostic – hydromorphologie et ouvrages anthropiques
- Planche 2.1 à 2.2 : Diagnostic – implantation des sondages géotechnique
- Planche 3 : Présentation des bassins versants
- Planche 4 : Contexte géologique des bassins versants
- Planche 5 : Occupation des sols des bassins versants
- Planche 6.1 à 6.5 : Etat de la ripisylve et espèces invasives
- Planche 7 : Analyse foncière et projets d'aménagement

I. Contexte de l'étude

I.1. CONTEXTE GLOBAL

Source : CCTP de l'étude, SMA 2017

L'Argens, plus grand fleuve côtier du Var, draine un bassin versant de plus de 2 780 km², soit près de la moitié de la superficie départementale.

Ce territoire, fortement exposé aux risques d'inondations (débordement de cours d'eau, ruissellement, submersion marine...), abrite des enjeux en constante progression que ce soit en termes de population, d'activités économiques (tourisme, agriculture, services...), d'habitats ou encore d'axes de communication.

Les crues récentes du 15 juin 2010 et du 6 novembre 2011 qui ont touché le bassin versant de l'Argens, ont fait émerger la nécessité d'établir un programme global destiné à réduire durablement l'exposition du territoire face aux risques d'inondation. Cette réflexion s'est concrétisée dans un premier temps par la mise en œuvre d'un Programme d'Actions de Prévention des Inondations d'intention, porté par le Département du Var, sur la période 2013 – 2017. Ce programme de 39 actions représente un volume financier de 5,7 millions d'euros TTC.

Ce programme s'inscrit dans les objectifs souhaités par les services de l'Etat, à savoir, la préparation du PAPI Complet et l'émergence d'une nouvelle structure de gouvernance à l'échelle du bassin-versant de l'Argens.

C'est dans ce cadre que, le 3 octobre 2014, le Syndicat Mixte de l'Argens (SMA) a été créé par arrêté préfectoral. Ce syndicat mixte fermé a vocation d'assurer l'entretien, la gestion, l'aménagement des cours d'eau et la prévention des inondations sur l'ensemble du bassin versant de l'Argens dont les principales caractéristiques sont les suivantes :

- 2780 km² soit la moitié du département du Var,
- 74 communes, intégrées dans 10 intercommunalités, toutes implantées dans le département du Var,
- Population de près de 330 000 personnes (hors population saisonnière).

Aujourd'hui, l'émergence de la compétence dite « GEMAPI » implique un véritable projet d'aménagement d'intérêt commun sur le bassin versant qui doit permettre d'établir une stratégie d'action à long terme. C'est dans le cadre de cette compétence et de cet objectif que s'inscrit la mise en œuvre du Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI Complet) de l'Argens et des Côtiers de l'Estérel, portée par le SMA.

I.2. CONTEXTE LOCAL

Source : CCTP de l'étude, SMA 2017

Le 15 juin 2010, des pluies orageuses d'une exceptionnelle intensité s'attardent sur les bassins versants des affluents de l'Argens autour de Draguignan et des Arcs : l'Aille, la Florièye, le Réal, la Nartuby et plus localement l'Endre. Du Luc au Muy, depuis le massif des

Maures jusqu'aux reliefs calcaires de Comps à Vérignon, ce périmètre subit des cumuls de pluies approchant ou dépassant 300 mm, et même 400 mm à Lorgues, Taradeau ou aux Arcs sur Argens dans la seule journée du 15 juin.

Le Réal (masse d'eau FRDR-11065) est un des cours d'eau avec la Florieye qui a réagi le plus vite et le plus fort à ces précipitations exceptionnelles. Son bassin versant d'une superficie de 39 km² se situe au cœur de l'espace qui a subi les plus fortes précipitations selon la cartographie de la répartition des pluies que dressent les services de Météo France pour le 15 juin 2010. Le cumul de pluie a dépassé 300 mm en moins de 12 h sur ce petit bassin versant.

Au niveau de la commune des Arcs-sur-Argens le bassin versant intercepté n'est que de 21,6 km². Pourtant de nombreux dégâts ont été constatés. Les conduites d'eau et d'assainissement ont été partiellement détruites, certains accès au centre du village ont été rendus totalement impraticables. La route au quartier de la Valette a été emportée. En amont du village, le soubassement de la RD 57 au niveau du pont des Clarettes est fortement déstabilisé.

Depuis 1939, le Réal a été progressivement couvert dans la traversée urbaine du centre bourg des Arcs-sur-Argens. Les travaux de couverture ont été réalisés par étapes et ont intégré les trois ponts existants sur un linéaire total d'environ 250 mètres. Dans la partie aval du centre bourg et dans le prolongement du tunnel un canal bétonné (en lieu et place du lit mineur naturel du Réal) a été réalisé au début du XX^{ème} siècle.

Lors de l'épisode pluviométrique exceptionnel de juin 2010, les embâcles arrachés tout au long des cascades du Baou situées en amont immédiat du tunnel s'amassent et obstruent les deux arches du tunnel ; le parapet du pont du Réal le plus en amont et une partie de sa voûte cèdent sous la poussée des eaux.

Dans le centre du village, toujours sous l'importante poussée des eaux, une partie de la voûte du tunnel se soulève et s'écroule laissant place à un trou béant sur la place Général De Gaulle. D'autre part, plusieurs maisons ont été totalement dévastées rue du Saule et rue Docteur Mourre. Les véhicules stationnés dans les rues et sur les places Paul Simon et Général De Gaulle sont emportés et projetés les uns contre les autres, le mur derrière l'office de tourisme s'écroule et le talus en contrebas est emporté par la violence des eaux.

Plus en aval, le stade situé en rive droite du Réal, nouvellement inauguré, a été recouvert d'une épaisse couche de boue, certains quartiers pavillonnaires ont également été inondés et l'accès au quartier Maïme est coupé. Le camping en aval du pont RDn7 est aussi dévasté. De nombreuses voies communales subissent des dégâts extrêmes. Les entreprises implantées sur la rive droite du Réal, en amont du pont de la RDn7, ont subi d'importants dommages. Le vallon de Ste Cécile a débordé en inondant la caserne des Sapeurs-Pompiers.

La crue de juin 2010, suivie en novembre 2011 d'une nouvelle crue moins catastrophique mais qui a tout de même provoqué l'inondation du lit majeur du Réal, a mis en évidence la vulnérabilité de la commune des Arcs-sur-Argens vis à vis du risque inondation.

A l'issue de l'expertise post-crue, missionnée en 2010 par le Conseil Général du Var, Philippe Lefort estime dans son rapport que la couverture du Réal dans le centre du bourg se caractérise par des discontinuités défavorables au transit des débits importants.

Dans la même expertise, Philippe Lefort propose, en réponse à un souhait de la commune d'engager des travaux de réparation de la couverture du Réal, les principes

d'aménagements consistant à reprendre les formes des ouvrages aux changements de section.

Les opérations de correction de la couverture du Réal ont été réalisées, un piège à embâcle a été mis en place en amont de l'entrée du tunnel. Les travaux ont été effectués sous maîtrise d'ouvrage communale et terminés en 2015.

I.3. CADRE DE L'ÉTUDE

Source : CCTP de l'étude, SMA 2017

Le ruisseau du Réal (FRDR-11065) appartient au sous-bassin de l'Argens (LP_15_01). Ce cours d'eau fait l'objet d'une dérogation pour l'objectif d'atteinte du bon état en 2015, reporté en 2027. Le principal motif du report est la « dégradation morphologique et l'altération de la continuité biologique ». Le programme de mesure qui accompagne le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2016-2021 du bassin Rhône Méditerranée recense les mesures à mettre en œuvre dans chaque sous-bassin pour l'atteinte du bon état des masses d'eau à échéance précise. Pour le Réal les mesures envisagées relèvent des actions suivantes :

- Code mesure OSMOSE-MIA0203 :
 - Libellé MESURE : Réaliser une opération de restauration de grande ampleur de l'ensemble des fonctionnalités d'un cours d'eau et de ses annexes
 - Libellé ACTION : Opération de renaturation écologique sur la partie aval du ruisseau le Réal (en aval du village des Arcs)

La prévention des inondations et la gestion de ce risque est l'autre enjeu de ce territoire hydrographique qu'il conviendra de traiter simultanément.

L'étude visée dans ce dossier est bien inscrite dans le programme d'actions du PAPI Complet : action 50 « étude pour la restauration hydromorphologie du Réal ». Elle est en lien avec l'orientation stratégique n°3 « lutter contre les inondations par une restauration morphologique qui respecte les fonctionnalités du milieu » et n°6

La thématique principale de l'étude reste néanmoins la restauration hydromorphologique des cours d'eau et l'approche hydraulique et les objectifs de ralentissement dynamique sont secondaires.

De plus, cette étude est compatible avec le Grand Objectif n°2 du Plan de Gestion du Risque Inondation (PGRI) « Augmenter la sécurité des populations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques ».

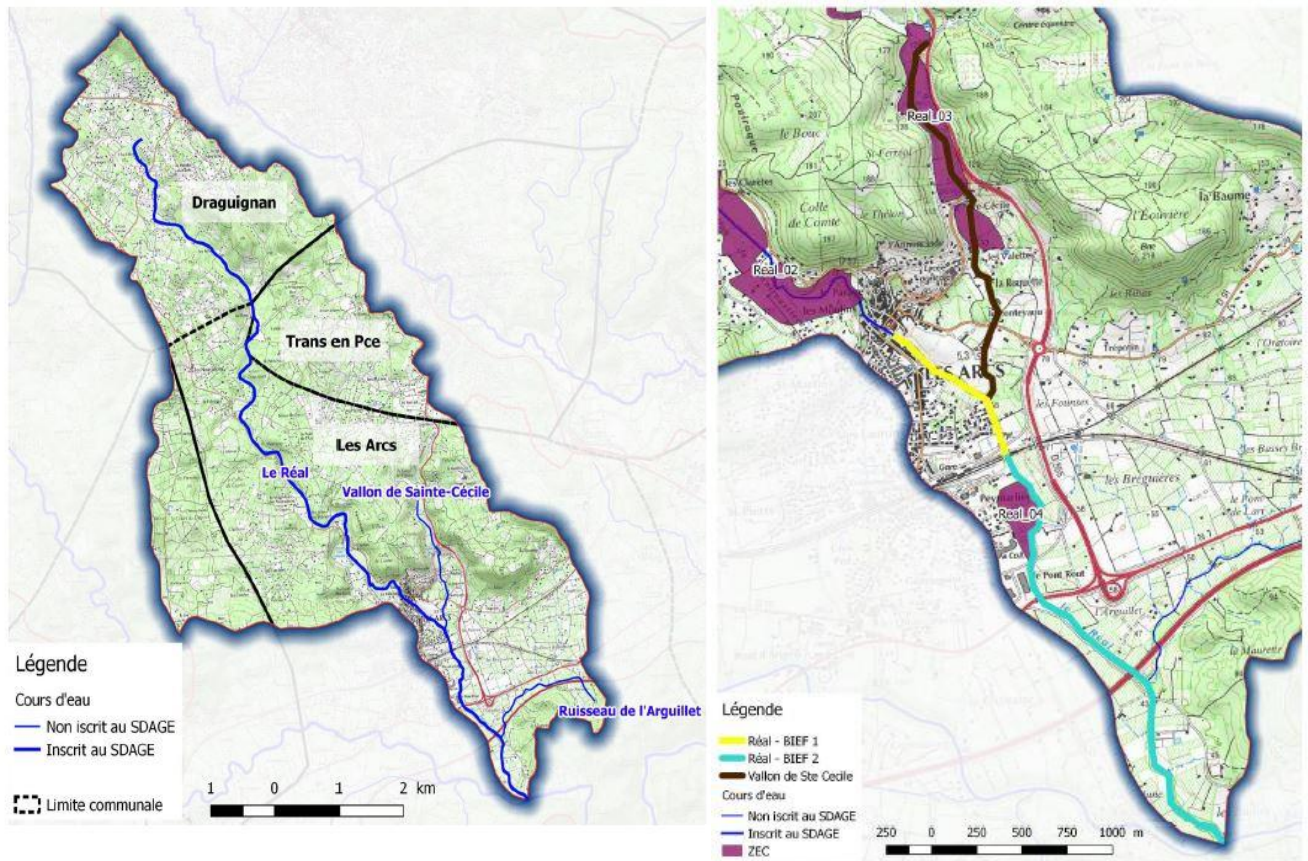
Dans ce cadre réglementaire et institutionnel, (Objectifs DCE, SDAGE et PGRI, orientation PAPI), la présente étude relève de la mise en œuvre de l'appel à projet de l'agence de l'eau RMC intitulé « Conjuguer renaturation des rivières et lutte contre les inondations à l'heure de la GEMAPI ».

I.4. PRÉSENTATION ET CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude se caractérise par l'existence de deux périmètres d'étude :

- Le périmètre d'intervention : correspondant à l'ensemble du bassin versant du Réal à la confluence avec l'Argens et qui est pris en compte dans le cadre des études hydraulique, hydrologique et du transport solide notamment.
- Le périmètre de conception sur lequel les aménagements de restauration doivent être étudiés et se composant :
 - Du bief 1 du Réal entre le théâtre de verdure et la voie SNCF sur un linéaire d'environ 800 m.
 - Du bief 2 du Réal entre la voie SNCF et la confluence avec l'Argens sur un linéaire de 2,8 km
 - Le vallon de la Sainte Cécile entre la sortie des gorges de la Rastéou et la confluence avec le Réal pour un linéaire de 2,4 km

Ces deux périmètres sont présentés ci-après.



1.5. RECUEIL ET ANALYSE DE DONNÉES

Les données suivantes ont été analysées dans le cadre de la présente étude :

- Etude piscicole de l'Argens en 2nd catégorie – MRE – Avril 2006

- Etude paysagère - La place de l'eau dans le développement du projet territorial de la ville des Arcs sur Argens – ENSP Marseille 2012
- Expertise post crue des 15 et 16 juin 2010 Philippe Lefort et Vincent Kouliniski Tome 3 – Avril 2011 (SMA)
- Analyse hydrologique de crues de juin 2010 dans le Var - rapport IFSTTAR mars 2012 (SMA)
- Etude de caractérisation plus poussée du fonctionnement morphologique des très petits cours d'eau de PACA et définition des actions à engager. MRE Barjols et Territoires et Paysages - juin 2012. (internet)
- Etude hydraulique locale suite aux inondations des 15 juin 2010 et du 5 nov 2011. Quartier des SERRE – DES PLAINES – DU DANDARELLET et DES COMTES. ARTELIA octobre 2012 (commune des Arcs sur Argens)
- Etude de restauration du Réal en centre village des Arcs - EGIS – 2012 (Commune des Arc sur Argens)
- Restauration de la berge du ruisseau de St Cécile au droit de la caserne des pompiers – parcelle n° 2053 DLE de mars 2013, cabinet D Giraudeau – Draguignan (commune des Arcs sur Argens)
- Etude en vue de préserver et optimiser le fonctionnement des zones d'expansion de crues identifiées sur le bassin versant de l'Argens, juillet 2017 (Conseil Départemental du Var, action 30 du PAPI d'intention de l'Argens et de ses affluents)
- Mise à jour de l'inventaire des zones humides du Var, Conseil Départemental du Var
- Plan de gestion des poissons migrateurs – PLAGEPOMI 2016-2021
- Manuel de restauration morphologique Agence de l'Eau Seine Normandie (internet)
- PPR i les Arcs sur Argens avec profils en travers – DDTM du Var (Internet)
- Etude d'aménagement de l'espace Balade en Réal : Cabinet Denizet

I.6. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La géologie du périmètre d'étude se caractérise par les éléments suivants :

- En aval de la confluence du Réal et de l'Argens une zone de gorges traversant des formations cristallines du massif des Maures. Le verrou géologique que constituent ces formations a été à l'origine d'importants dépôts sédimentaires quaternaires (Fy) dans la plaine des Arcs / Vidauban.
- Un bassin versant karstique comprenant des formations calcaires, dolomitiques et gréseuses du Trias moyen (t2a,b et c, t6-7).
- La formation de barrages de travertins (Tuffs anciens – U3) à l'interface entre les massifs calcaires au nord de la commune et la plaine alluviale en rive gauche de l'Argens. La localisation des tuffs concorde avec celle d'importantes ruptures de pente sur le profil en long du Réal et du vallon de Sainte Cécile.

The image is a detailed geological map of the Montserrat area in the Pyrenees. It shows various geological units color-coded and labeled with codes like L6-7D, L6-7C, L6-7E, E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E24, E25, E26, E27, E28, E29, E30, E31, E32, E33, E34, E35, E36, E37, E38, E39, E40, E41, E42, E43, E44, E45, E46, E47, E48, E49, E50, E51, E52, E53, E54, E55, E56, E57, E58, E59, E60, E61, E62, E63, E64, E65, E66, E67, E68, E69, E70, E71, E72, E73, E74, E75, E76, E77, E78, E79, E80, E81, E82, E83, E84, E85, E86, E87, E88, E89, E90, E91, E92, E93, E94, E95, E96, E97, E98, E99, E100. The map also shows topographic features like rivers and roads. A scale bar at the bottom indicates 2 KM.



II. Méthodologie de la phase de diagnostic

II.1. SYNTHÈSE DE LA METHODOLOGIE GENERALE

La méthodologie générale de la phase de diagnostic repose sur une approche pluridisciplinaire du fonctionnement des cours d'eau étudiés et en particulier :

- Une étude topographique dont les données sont utilisées dans le cadre de la modélisation hydraulique et afin de disposer d'un profil en long du cours d'eau.
- Une étude géotechnique pour identifier les éventuelles contraintes d'aménagement en phase de conception et pour la réalisation d'analyses granulométriques des matériaux mobilisés par les cours d'eau.
- Une étude hydrologique et hydraulique avec modélisation 2D permettant de cerner la dynamique générale du cours d'eau, de délimiter les zones inondables et d'identifier les enjeux impactés en crue. L'analyse des vitesses permet notamment d'identifier les zones de dépôt et d'érosions et les éventuels enjeux à protéger.
- Une étude hydromorphologique des cours d'eau reposant sur :
 - Une analyse des tracés historiques pour identifier les éventuelles évolutions passées et rechercher un tracé plus naturel du cours d'eau
 - Un recensement des ouvrages impactant la morphologie du cours d'eau et des éléments indicateurs de sa dynamique (érosions, atterrissements, affleurements)
 - Une étude du profil en long des cours d'eau et de son évolution probable
 - Une analyse du transport sédimentaire pour définir la typologie des matériaux transportés et qui croisée avec l'analyse du profil en long et les résultats des modélisations permet d'appréhender les phénomènes de transport solide sur le secteur d'étude.
- Un pré-diagnostic écologique s'attachant à décrire les principaux habitats existants, les espèces patrimoniales potentiellement présentes et l'intérêt faunistique et floristique des différents tronçons.

L'étude des différentes composantes de l'hydrosystème permet d'identifier les principales altérations à tous les niveaux, mais aussi d'appréhender ses potentialités naturelles pour la définition des objectifs de restauration.

II.2. SECTORISATION ET BORNAGE KILOMETRIQUE

Un bornage kilométrique a été mis en place de l'amont vers l'aval afin de faciliter la description des ouvrages et du linéaire d'étude. Les bornes sont numérotées en PK-R sur le Réal et PK-C sur le Vallon de la Sainte Cécile. Les bornes sont localisées tous les 200m sur les planches 1.1 à 1.5.

Le linéaire d'étude a fait l'objet d'une sectorisation en tronçon de caractéristiques générales uniformes (pente, occupation des sols en champ majeur ou nature des berges) et permettant

d'en faciliter la description. Une sectorisation légèrement différente a été utilisée dans le cadre de la pré-expertise écologique sur le vallon de Sainte Cécile. Les tronçons découpés et correspondances sont présentés dans la table suivante :

	Sectorisation	Correspondance biotope	Bornage (km)	Limites amont / aval
Réal	Bief 1	Réal 1	PK-R0 à R0.9	Théâtre de verdure / aval voie SNCF
	Bief 2.1	Réal 2	PK-R0.9 à R1.52	Aval voie SNCF/OH Peymarlier (R-7)
	Bief 2.2	Réal 3	PK-R1.52 à R1.76	Aval OH Peymarlier (R-7) / OH RD7 (R-8)
	Bief 2.3	Réal 4	PK-R1.76 à R2.45	Aval OH RD7 (R-8)/OH A8 (R-9)
	Bief 2.4	Réal 5	PK-R2.45 à R3.65	Aval OH A8 (R-9) /Confluence Argens
Sainte Cécile	tronçon 1	Sainte-Cécile 1	PK-C0.0 à C1.15	Sortie des gorges du Rastéou / amont RD57
	tronçon 2	Sainte-Cécile 2	PK-C1.15 à C1.48	Route de Sainte Cécile (RD57) / Aval impasse de la Valette
	tronçon 3	Sainte-Cécile 3 et Sainte-Cécile 4	PK-C1.48 à C1.97	Aval Impasse de la Valette / Boulevard de la Liberté
	tronçon 4	Sainte-Cécile 4 aval et Sainte-Cécile 5	PK-C1.97 à C2.42	Boulevard de la Liberté / Confluence

Tableau 1: Présentation des tronçons

Nota : La terminologie du Cahier des Charges (Bief) a été maintenue sur le Réal, avec un redécoupage du Bief 2, et l'appellation « tronçon a été utilisée sur le Vallon de Sainte Cécile. Cette terminologie différente permet d'identifier le cours d'eau concerné (Bief = Réal ; Tronçon = Vallon de Sainte Cécile)

III. Données complémentaires

III.1. ETUDE TOPOGRAPHIQUE

Une campagne de levés topographiques a été réalisée par OPSIA dans le cadre de la présente mission.

Les levés suivants ont été réalisés, ils sont présentés en annexe 1 :

- Sur le Vallon de Sainte Cécile
 - 7 ouvrages y compris leurs profils amont et aval
 - 9 profils en travers
- Sur le Réal :
 - 10 ouvrages y compris leurs profils amont et aval
 - 15 profils en travers

III.2. ETUDE GÉOTECHNIQUE

Une étude géotechnique a été réalisée dans le cadre de la présente étude par IMSRN. Le rapport est présenté en annexe 2.

Les objectifs de l'étude géotechnique sont les suivants :

- Appuyer l'analyse du transport sédimentaire par l'identification des matériaux transportés (atterrissements, radiers) et mobilisables en crue (berge), dans le périmètre de conception, mais aussi d'étude (bassin versant du Réal)
- Caractériser les sols en place dans les secteurs à aménager, notamment pour définir les pentes de stabilité et identifier d'éventuelles contraintes de terrassement.

Pour ce faire les sondages et analyses suivants, implantés sur la planche 2 ont été réalisés :

- 5 sondages à la tarière mécaniques pour caractériser les matériaux en profondeur
- 5 sondages au panneau électrique pour extrapoler les résultats de tarières sur un profil de 20 à 60 m de long et disposer d'informations sur les sols à plus grande échelle.
- 20 analyses granulométriques dans le lit (atterrissement ou radier), en berge et sur les tarières.

Les principales conclusions sont les suivantes :

- Les matériaux sur la balade en Réal dans les secteurs et sur les profondeurs d'investigation (5 m sous le niveau de la balade) sont composés essentiellement de sables, limons et argiles.
- En rive gauche à proximité de l'ouvrage de la SCP, on retrouve des pélites et arkose à faible profondeur (1.2 à 1.8 m) toutefois au vu des sondages au panneau électrique il semblerait que les arkoses ne soit présentes que sous forme de blocs.
- Les analyses granulométriques sont interprétées dans le cadre de l'analyse du transport sédimentaire (paragraphe VIII.4).
- Les pentes de stabilité des matériaux de la balade en Réal seront analysées dans le cadre de la phase d'étude des aménagements

IV. Entretiens avec les acteurs locaux

Des entretiens ont été réalisés avec les acteurs suivants :

- Le Directeur des Services Techniques (DST) et l'adjoint aux travaux de la mairie de Trans en Provence afin d'échanger sur leurs projets de bassins de rétention sur l'amont du bassin versant du Vallon de Sainte Cécile. Les principales conclusions de l'entretien sont détaillées au paragraphe VI.3.4.
- Le DST et le Directeur Général des Services de la Mairie des Arcs, les comptes rendus sont présentés en annexe 3 les principaux thèmes abordés sont détaillés ci-après :

- Les réseaux d'eaux usées, en particulier au droit du bief 1, leur localisation, leurs contraintes d'exploitation... En aval du théâtre de verdure, une partie du réseau a déjà été sortie par l'aménageur du lotissement en haut de terrasse
- Les usages de la balade en Réal, les projets à venir et notamment de liaison mobilité douce avec le bois communal (points de franchissement, localisation)
- Les impacts de la crue de 2010 et les coûts de travaux occasionnés

V. Analyse foncière et projets d'aménagement

Les parcelles publiques en bordure de cours d'eau ont été recensées et sont présentées sur la planche 7. On distingue les propriétaires suivants :

- La commune des Arcs sur Argens
- La Communauté d'Agglomération Dracénoise (CAD)
- Le Département du Var
- L'Etat par le service France Domaine

Un certain nombre de parcelles sont en projet ou en cours d'acquisition par la commune des Arcs et en particulier :

- En rive gauche du Réal sur le Bief 1 en amont de l'ouvrage de la RD91 un emplacement a été réservé au PLU pour l'aménagement d'une aire de loisirs et de picnic. Toutefois aucune démarche d'acquisition n'est engagée sur cette parcelle à ce jour.
- En rive gauche du Réal sur Bief 2.1 pour le prolongement de la Balade en Réal. La Commune et la CAD sont déjà propriétaires de la majorité du linéaire et 3 parcelles sont en cours d'acquisition.
- En rive droite du Réal sur le bief 2.3 et en rive gauche sur le bief 2.4 pour le déplacement / élargissement du chemin du Bac et l'aménagement d'un chemin de randonnée. Une procédure de Déclaration d'Utilité Publique est déjà engagée pour l'acquisition de la frange des parcelles adjacentes au chemin. Au vu des objectifs de maintien de l'espace de mobilité fixés dans le cadre du SRCE PACA (voir paragraphe IX.2), il apparaîtrait plus judicieux de positionner les enjeux à une distance plus importante du cours d'eau et donc d'éloigner le chemin du Bac du Réal et d'aménager le chemin de randonnée entre ces deux derniers.

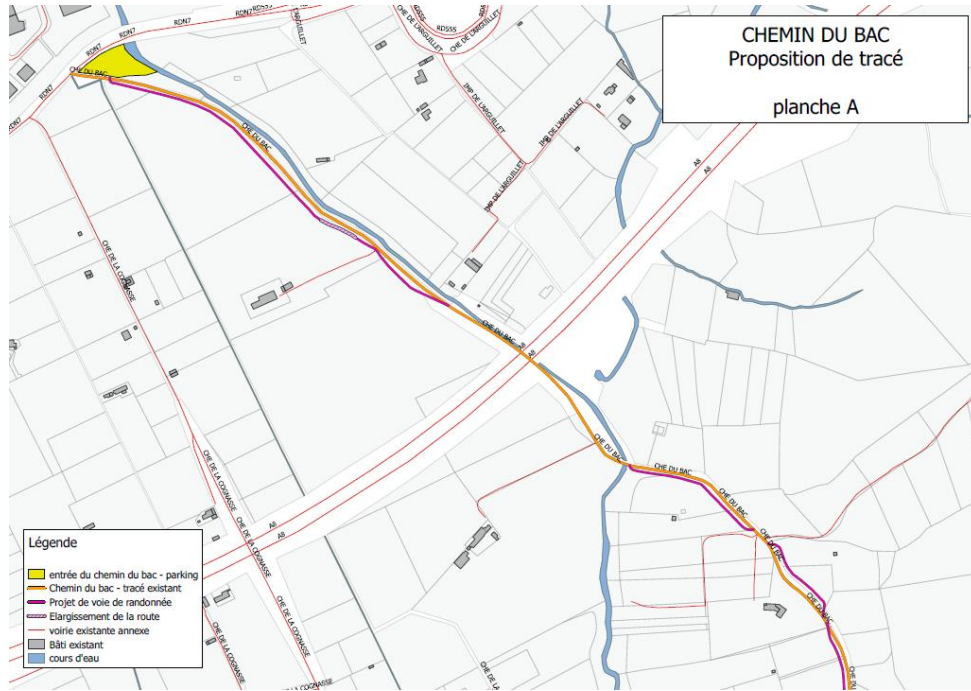


Figure 3 : Proposition de trajet pour le déplacement / Elargissement du chemin du Bac

Outre ces projets les aménagements suivants sont envisagés à proximité du Réal :

- L'aménagement d'un espace vert / parc au niveau de la confluence Réal/Sainte Cécile dans le cadre de la réalisation du lotissement au-dessus du Théâtre de verdure
- Un cimetière paysager en amont direct de la confluence en rive gauche du vallon de Sainte Cécile. Une passerelle au-dessus du cours d'eau sera réalisée dans ce secteur entre les deux derniers aménagements et dans le cadre de la liaison mobilité douce.
- En rive gauche du Réal sur le Bief 2.1 l'aménagement d'une galerie commerciale avec aire de stationnement était en projet par le propriétaire de l'Hyper U, toutefois ce projet a été bloqué par la Commission Nationale d'Aménagement Commercial.

VI. Etude hydrologique

VI.1. CARACTÉRISTIQUE DES BASSINS VERSANTS

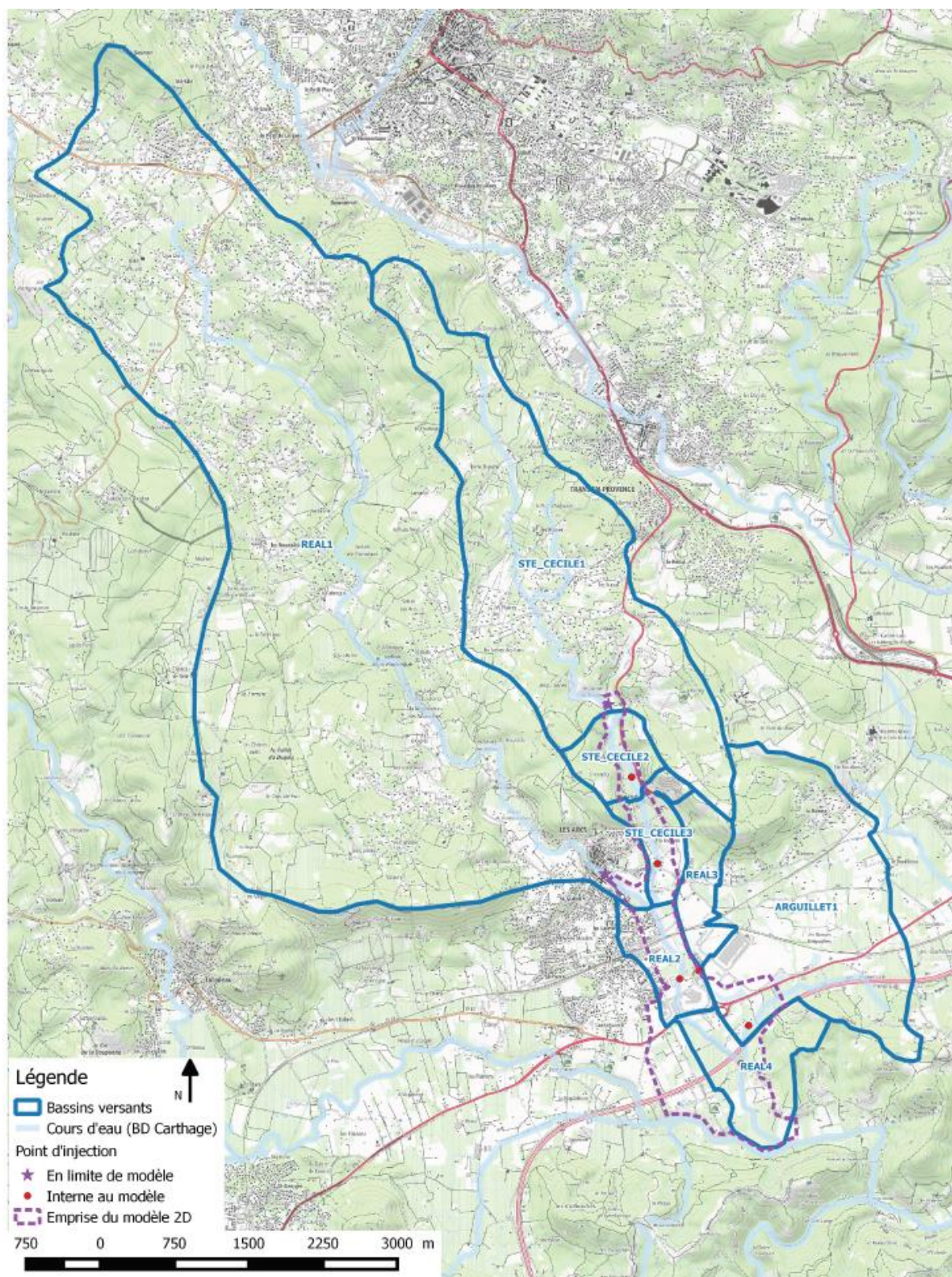


Figure 4 : Présentation des bassins versants

Les bassins versants découpés sont présentés sur la planche 3 leur contexte géologique sur la planche 4 et occupation des sols sur la planche 5.

Les principes suivants ont été respectés pour le découpage des bassins versants :

- Les bassins versants ont été découpés par unité hydrographique aux différents points d'entrée des différents affluents dans le modèle en particulier, le Réal, le vallon de Sainte Cécile, le ruisseau de l'Arguillet et un petit affluent rive gauche du Réal.
- La zone intérieure au modèle a été découpée en 4 bassins versants injectés en différents points du modèle.
- Le découpage des bassins versants a été fait à partir des cartes IGN dans les secteurs naturels et de la topographie détaillée et des expertises de site dans les secteurs urbains.

Le temps de concentration est défini selon une moyenne des principales formules d'hydrologie analytiques adaptées aux bassins versants ruraux (Ventura, Passini, Giandotti, méthode des Vitesses). Cette large gamme de formule est adaptée aux différentes tailles de bassins versants étudiés dans le cadre de la présente étude. La formule de Lefort a été écartée car elle ne paraissait pas adaptée au contexte (vitesses de propagation de 0.5 m/s trop faible au vu des pentes).

Les principales caractéristiques définies sont présentées dans la table suivante :

Nom du BV	Surface (ha)	Surface (km2)	Plus long chemin hydraulique (km)	Altitude max (m NGF)	Altitude min (m NGF)	Pente moyenne	tc (min)	CN
REAL1	2346.6	23.5	12.81	411.0	58.00	2.8%	210	42
REAL2	66.4	0.7	1.24	58.0	45.00	1.1%	50	39
REAL3	67.1	0.7	1.78	210.0	55.00	8.7%	30	59
REAL4	116.6	1.2	1.85	45.0	25.00	1.1%	70	45
STE_CECILE1	673.5	6.7	5.79	290.0	128.00	2.8%	110	39
STE_CECILE2	61.6	0.62	1.05	128.00	114.00	1.3%	50	39
STE_CECILE3	57.8	0.58	1.24	95.00	58.00	3.0%	30	39
ARGUILLET1	453.7	4.5	4.30	205.0	40.00	3.8%	80	39

Tableau 2: Caractéristiques des bassins versants

VI.2. DONNÉES PLUVIOMÉTRIQUES

VI.2.1. Données disponibles

Les données pluviométriques disponibles dans les différentes études et en possession de CCE&C sont les suivantes :

- Les coefficients de Montana de la station du Luc (localisée à moins de 15km de la zone d'étude), calculées sur la base des observations 1976-2012 (données acquises en 2016) pour une durée de 6 min à 2h et de 2h à 12h.
- Les coefficients de Montana spatialisés issus du référentiel Hydro (Action 5 PAPI). Les données ci-après ont été calculées au niveau de barycentre du bassin versant global du modèle.
- Les données SHYREG dans le secteur de Fréjus (localisée à 20 km de la zone d'étude),

Les données détaillées ci-avant proviennent toute d'une distance inférieure à 20 km du secteur d'étude, toutefois la proximité de la mer de Fréjus fait que ces données seront moins représentatives des bassins versants étudiés.

Les coefficients de Montana de la station du Luc et du référentiel Hydro sont présentés en annexe 4.

Les hauteurs de précipitation pour les différents jeux de données et durées sont les suivantes :

			10 ans	100 ans
Hauteur (mm)	1h	Montana le Luc	45	65
		Montana référentiel Hydro	47	77
		SHYREG	51	81
	2h	Montana le Luc	65	98
		Montana référentiel Hydro	60	99
		SHYREG	61	94
	3h	Montana le Luc	70	113
		Montana référentiel Hydro	70	114
		SHYREG	-	-
	6h	Montana le Luc	92	158
		Montana référentiel Hydro	89	146
		SHYREG	-	-
	12h	Montana le Luc	121	221
		Montana référentiel Hydro	114	187
		SHYREG	113	194

Tableau 3: Hauteur de précipitation pour les données pluviométriques disponibles

Les hauteurs de précipitation précédentes diffèrent :

- De moins de 5% pour les courtes durées (1 à 3h)
- De 8% pour une pluie de 6h
- De 18% pour une pluie de 12h

Les données du référentiel hydro sont des données spatialisées qui sont donc les plus représentatives de la pluviométrie sur les bassins versants étudiés. Ces données sont cohérentes avec celles existantes sur la station du Luc localisée à moins de 15 km et dont la période d'observation est proche de 40 ans. Il apparaît cohérent d'utiliser les données spatialisées du référentiel hydrologique réalisé dans le cadre du présent PAPI en vue d'uniformiser les données hydrologiques utilisées sur le bassin versant de l'Argens.

Les coefficients de Montana de la station du Luc seront utilisés pour recalculer les Montana du référentiel pour les occurrences dont on ne dispose pas de données (2 ans, 5 ans et 30 ans)

VI.2.2. Pluies réelles

La pluie du 15 Juin 2010 a été utilisée pour le calage du modèle hydrologique et hydraulique. Les données sont issues de la lame d'eau Panthère de Météo France et ont été extraites de l'analyse hydrologique des crues de Juin 2010 dans le Var (IFSTTAR, 2012).

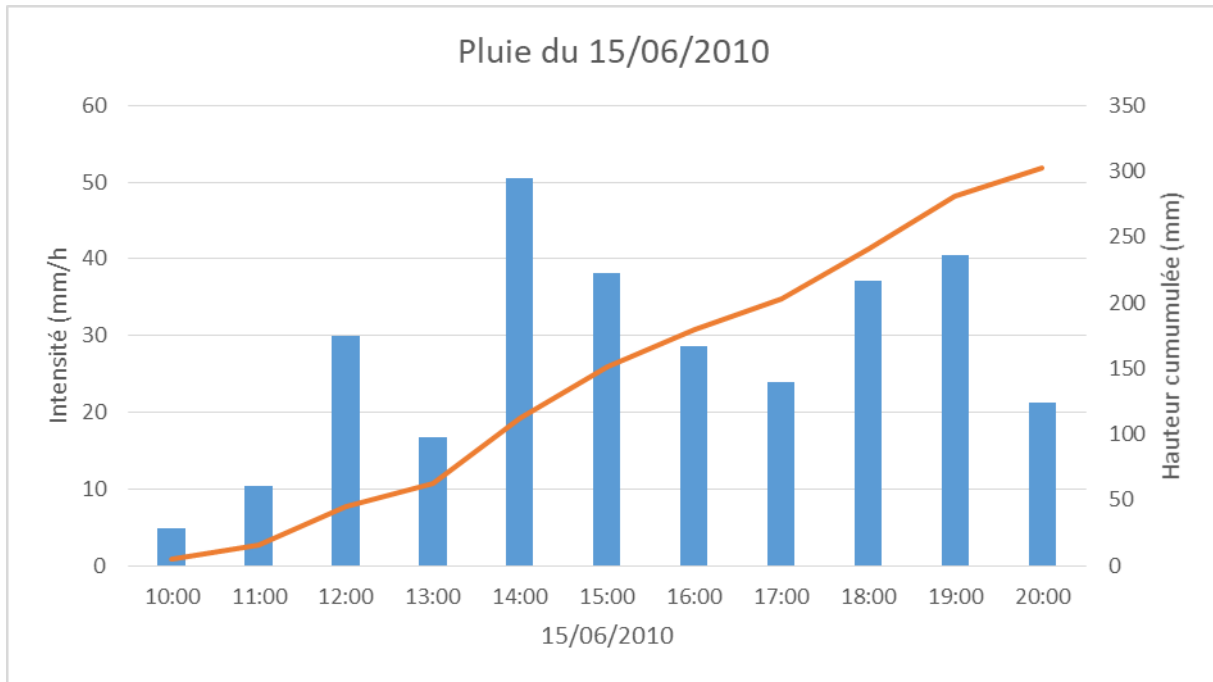


Figure 5 : Pluie du 15 Juin 2010

VI.2.3. Pluies de projet

Les pluies utilisées pour générer les hydrogrammes de crue sont des pluies de Kiefer pour des périodes de retour de 2 ans, 5 ans, 10 ans, 20 ans, 30 ans 50 ans et 100 ans. Ces pluies monofréquentielles d'une durée de 24h sont plutôt pénalisantes mais constituent des pluies types réalistes au regard des observations réalisées sur l'Arc Méditerranéen. Elles permettent notamment de construire des hydrogrammes utiles pour l'analyse de la réponse des zones d'expansion de crue et des bassins de rétentions en termes d'écroulement des débits de pointe, **quelle que soit la durée de pluie considérée**. Elles présentent l'avantage de cumuler les hauteurs d'eau maximales pour toute les durées de pluies et donc pour une même pluie de générer un débit de pointe quel que soit le temps de réponse du bassin versant.

De manière générale ces pluies peuvent avoir tendance à maximiser le volume de crue, toutefois dans le cas présent, les volumes générés par une crue centennale restent largement inférieurs à ceux générés par la crue de Juin 2010 (Environ 2 millions de m³ pour une crue centennale contre 3.4 millions pour juin 2010 sur le BV REAL_1, voir paragraphe VI.3.5).

Elles ont été construites sur la base des données pluviométriques précitées et des HDF présentées en annexe.

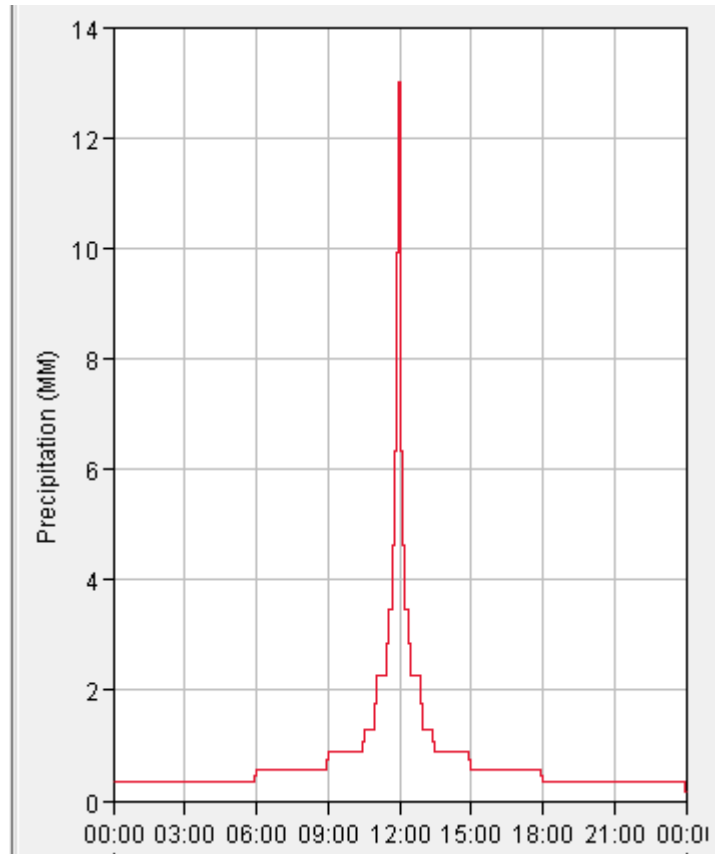


Figure 6 : Pluie de Kiefer d'occurrence centennale

VI.3. CALCUL DES DÉBITS DE POINTE

VI.3.1. Données existantes

Les principaux débits des différentes études sont présentés dans la table suivante :

	Débit crue 2010 (m3/s)					Débit centennial (m3/s)				
	Vallon de la Sainte Cécile (aval gorges de Rasteou)	Vallon de la Sainte Cécile (magnanerie)	Vallon de la Sainte Cécile (caserne pompier)	Réal (amont village)	Réal (A8)**	Vallon de la Sainte Cécile (aval gorges de Rasteou)	Vallon de la Sainte Cécile (magnanerie)	Vallon de la Sainte Cécile (caserne pompier)	Réal (amont village)	Réal (A8)
Surface (km²)	6.7	7.3	7.8*	23.4	32.0	6.7	7.3	7.8	23.4	37.7
Analyse hydrologique des crues de juin 2010 dans le Var (Olivier Payrastra, Jean Philippe Naulin, Chi Cong Nguyen, Eric Gaume ; 2012)	15 à 25	-	-	65 à 140	150 à 190	-	-	-	-	-
Etude hydraulique locale suite aux inondations des 15 juin 2010 et 5 novembre 2011 (Artélia, 2012)	-	56	-	-	-	-	-	-	-	-
Réaménagement du Réal en centre village (Egis, 2011)	-	-	-	150	-	-	-	-	67	-
DLE protection berges caserne de pompier	-	-	60*	-	-	-	-	-	-	-
Référentiel hydro (tractebel, 2015)	-	-	-	-	-	33.6	36.7	39.0	117.3	188.8

* Le débit a été calculé pour une superficie de 6.8km² dans le DLE

** La superficie au droit du bassin versant annoncé correspond à celle au droit de la voie SNCF

On notera une légère incohérence entre les points de calculs annoncés et la superficie réelle des bassins versant dans l'expertise IFSTTAR et dans le DLE réalisé pour le réaménagement des berges de la caserne de pompier.

D'autre part les débits centennaux calculés dans le cadre de l'étude Egis s'avèrent beaucoup plus faibles que ceux du référentiel hydrologique. Les débits générés par l'événement de Juin 2010 sont quasiment 2 fois supérieur à l'occurrence centennale calculée dans cette étude, ce qui ne paraît pas réaliste.

VI.3.2. Modèle pluie-débit

Le modèle pluie débit utilisé pour la construction des hydrogrammes de crue est de type SCS. Ce modèle couramment utilisé pour sa simplicité, notamment dans l'utilisation d'un paramètre unique (le CN) permet de représenter l'évolution du coefficient de ruissellement au cours de l'événement pluvieux. Le Curve Number est défini en fonction du type de sol (classe de perméabilité) et de l'occupation des sols et permet de prendre en compte la rétention initiale des sols en début d'événement.

La transformation pluie-débit pour chacun des bassins versants a été réalisée sous le logiciel HEC-HMS développé par l'US Army Corps of Engineers. Ce logiciel n'a été utilisé que pour la transformation pluie débit (et non pas pour du routage) dans la mesure où les bassins versants ont été découpés en entrée de modèle.

VI.3.3. Calage du modèle hydrologique

Le modèle hydrologique a été calé sur la crue du 15 Juin 2010 selon la démarche suivante :

- Une estimation du débit de crue de 2010 au droit de l'ouvrage SNCF reposant sur un modèle hydraulique 1D local et le repère de crue localisé en amont.
- Un calage du CN pour faire converger le débit de pointe de 2010 et le débit déterminé précédemment.

i. Estimation des débits de crue du 15 Juin 2010

Les débits de crues générés par la pluie du 15 Juin 2010 ont été estimés dans les expertises post-crue de 2010 sur le département du Var réalisées par l'IFSTTAR et par Lefort et Koulinski. :

Source des données	Point d'estimation	Superficie (km ²)	Débit minimum (m ³ /s)	Débit maximum (m ³ /s)	Débit spécifique minimum (m ³ /s/km ²)	Débit spécifique maximum (m ³ /s/km ²)	Commentaires
Lefort-Koulinski	Voie SNCF	31	125	160	4.0	5.2	
IFSTTAR	Amont village*	15.5	65	140	4.2	9.0	La superficie du BV en entrée de galerie est de 23 km ²
IFSTTAR	A8*	32	150	190	4.7	5.9	La superficie du BV correspond à celle au niveau de la voie SNCF

* les points d'estimation figurant dans le rapport ne correspondent pas avec les superficies de bassin versant annoncées

Tableau 4: Estimations des débits de la crue de Juin 2010

L'estimation des débits réalisée dans le cadre de l'expertise Lefort-Koulinski repose sur une loi d'orifice où la ligne d'énergie amont est assimilée à la ligne d'eau. La méthodologie de l'IFSTTAR n'est pas explicitée dans le rapport à disposition. Au vu de la marge d'estimation assez importante de ces deux méthodes (supérieure à 20%) et de l'absence d'informations

sur la méthodologie appliquée dans l'expertise IFSTTAR, une analyse complémentaire a été menée par CCE&C au droit de l'ouvrage SNCF pour estimer le débit de crue de 2010 plus finement.

Cette analyse repose sur une modélisation hydraulique 1D de l'ouvrage SNCF sous HEC-RAS afin de déterminer le débit de crue pour la ligne d'eau observée en 2010 et en prenant en compte une section hydraulique réelle. Ce modèle a été monté sur la base des levés d'ouvrages réalisés dans le cadre de la présente mission.

Le débit évacué par l'ouvrage pour une côte de 61.75 m NGF sur l'avenue des Laurons (repère de crue) est de 174 m³/s.



Repère de crue du 15 Juin 2010 sur l'Avenue des Laurons

Cette valeur apparaît cohérente avec celles de l'analyse hydrologique IFSTTAR en considérant que les débits ont bien été estimés au droit de la voie SNCF.

ii. Détermination du CN

Le CN du bassin versant du Réal au niveau de la voie SNCF a été ajusté afin de faire converger le débit de pointe avec le débit déterminé précédemment.

Les caractéristiques du bassin versant en ce point sont les suivantes :

- Superficie : 31,4 km²
- Plus long chemin hydraulique : 13.1km
- Temps de concentration : 225 min

L'hydrogramme de crue du 15 Juin 2010 pour un CN = 39 est présenté ci-après :

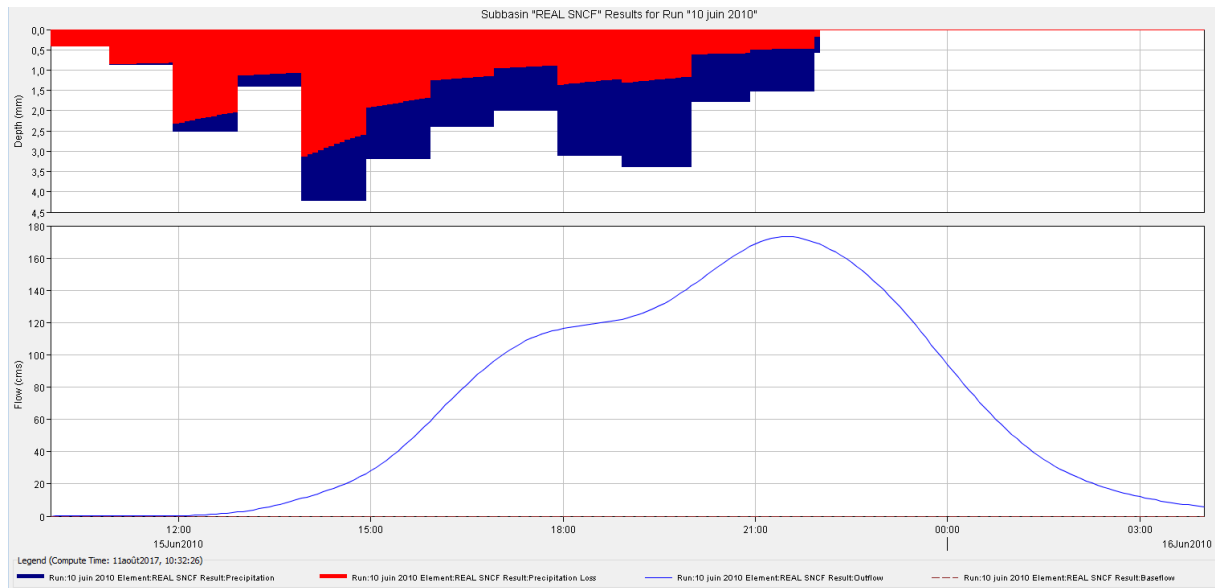


Figure 7 : Hydrogramme de la crue du 15 Juin 2010

Ce CN correspond au groupe hydrologique de sol suivant qui apparait en cohérence avec l'occupation du sol et la géologie karstique du bassin versant du Réal :

- zones de forêts avec une couverture moyenne en sous-bois
- infiltration forte à moyenne.

VI.3.4. Prise en compte des bassins de rétention sur la commune de Trans en Provence

Un entretien a été réalisé avec la commune de Trans en Provence afin de collecter les études et plans des bassins de rétention réalisés ou en projet.

A ce jour, un bassin de rétention de 2000 m³ est réalisé sur le site du Puits de l'Angouisse et les terrains pour la réalisation d'un second de 2000 à 4000 m³ sur le site des Suous sont en cours de négociation.

Le bassin de rétention du puis de l'Agouisse présente les caractéristiques suivantes :

- Bassin versant d'alimentation : 27 ha (on notera que l'étude de dimensionnement ne prend en compte qu'un bassin versant de 10 ha)
- Orifice de fuite : Ø400mm
- Volume utile : 2000 m³
- Hauteur utile : 1.38 m

Le fonctionnement hydraulique de ce bassin de rétention a été modélisé par la méthode des pluies modifiées pour prendre en compte la variation du débit de fuite en fonction de la charge dans le bassin pour les occurrences biennale à centennale (données pluviométriques du Luc)

Les hydrogrammes de crue pour la durée critique sont présentés ci-après :

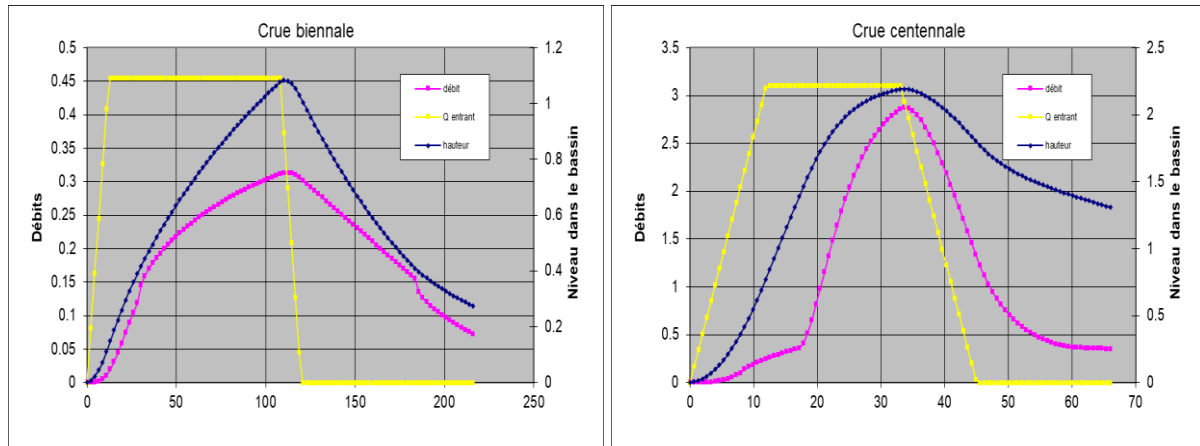


Figure 8 : Hydrogrammes de crue en sortie de bassin

Les principales conclusions de l'analyse du fonctionnement hydraulique et des caractéristiques des ouvrages sont les suivantes :

- Pour une crue décennale à centennale, le bassin de rétention surverse et ne joue qu'un rôle très limité sur l'écrêtement des crues (200 l/s en crue centennale soit 6,5%)
- Pour les crues biennale et quinquennale, le bassin de rétention écrête les débits
- Pour les crues de plus d'une heure, plus pénalisantes pour le bassin versant du vallon de Sainte Cécile à la sortie des Gorges du Rastéou, l'impact du bassin est quasiment nul
- Les ouvrages d'alimentation (caniveau grille notamment) ne semblent pas suffisamment dimensionnés pour assurer un remplissage optimal du bassin au vu des débits de crue du bassin versant ($Q_{100}=3 \text{ m}^3/\text{s}$)

On notera que la superficie contrôlée par ce bassin de rétention n'est que de 27 ha soit 4% du bassin versant total du vallon de Sainte Cécile à la sortie des Gorges du Rastéou et que les impacts du bassin de rétention déjà faibles à l'échelle de son bassin versant sont négligeables à l'entrée du modèle.

Le bassin de rétention en projet dans le secteur des Suous contrôle un bassin versant total de 57 ha incluant celui du précédent bassin de rétention. Son impact sera d'autant plus limité que la superficie contrôlée est supérieure et son volume équivalent. De plus les échéances de réalisation n'étant pas définies il apparaît difficile de prendre en compte l'impact d'ouvrages non réalisés.

Au vu des éléments précités l'impact des bassins de rétention ne sera pas pris en compte dans l'hydrologie du vallon de Sainte Cécile.

VI.3.5. Calcul des hydrogrammes de crue

Les hydrogrammes de crue ont été construits pour chacun des bassins versants et pour les occurrences 2 ans à 100 ans sur la base du modèle pluie débit SCS de HEC-HMS décrit au paragraphe VI.3.2. Le CN a été déterminé par calage détaillé au paragraphe VI.3 et

réajustement en fonction du coefficient d'imperméabilisation pour les bassins versants internes au modèle.

Le CN a été déterminé par calage détaillé au paragraphe VI.3 et réajustement en fonction du coefficient d'imperméabilisation pour les bassins versants internes au modèle.

Nom du BV	Surface (km2)	tc (min)	lag time (min)	CN
REAL1	23.5	210	126	42
REAL2	0.7	50	30	39
REAL3	0.7	30	18	59
REAL4	1.2	70	42	45
STE_CECILE1	6.7	110	66	39
STE_CECILE2	0.62	50	30	39
STE_CECILE3	0.58	30	18	39
ARGUILLET1	4.5	80	48	39

Tableau 5: Paramètres principaux des bassins versants

Les principaux hydrogrammes de crue sont présentés en annexe 4.

Le débit de crue de période de retour 1000 ans a été calculé en termes de débit de pointe et aucun hydrogramme de crue n'a été généré pour cette occurrence. En effet cette crue sera modélisée en régime permanent dans la mesure où les informations en termes de volume ne nous intéressent pas pour cette occurrence (aucun effet d'écèlement ne sera observé pour ce type de crue et elle ne constituera pas un objectif de dimensionnement pour un ouvrage d'écèlement). Le référentiel hydrologique du département du Var établi dans le cadre de l'action 5 du PAPI fourni des débits pseudo spécifiques pour le calcul des débits de pointe des bassins versants de 5 à 50 km². La valeur du débit pseudo-spécifique pour une crue millénale sur le bassin versant du Réal est de 13 m³/s/km^{1.6}, le détail des valeurs et la formule de calculs sont présentés en annexe. Les bassins versants internes au modèle ont été regroupés en bassins versants supérieurs à 5 km², puis le débit recalculé au ratio de leur superficie afin qu'ils rentrent dans le domaine d'application de la formule.

Les débits de pointe et volumes de crue sont présentés à la page suivante :

BV	Superficie (km²)	2 ans		5 ans		10 ans		20 ans		30 ans		50 ans		100 ans		15 Juin 2010		1000 ans
		Qp	V	Qp	V	Qp	V	Qp	V	Qp	V	Qp	V	Qp	V	Qp	V	Qp
Real1	23.5	18.2	383.3	35.7	745.9	40.5	843.5	53	1099.6	61.9	1279.3	72.3	1493.4	93.7	1943	131.6	3379	162.3
Real2	0.7	2.4	22.4	4.4	40.8	4.8	45.5	6.1	57.6	7	65.7	7.9	75.3	9.6	94.8	6.5	145.8	9.4
Real3	0.7	1.9	15.1	3.7	28.8	4.2	31.9	5.3	41.8	6.1	48.3	7	80.1	8.8	72.1	5.6	115	9.4
Ste Cecile 1	6.7	7.9	114.5	15.4	222.7	17.5	251.5	22.9	327.8	26.7	381	31.1	444.7	39.5	577.8	43.2	967.6	59.8
Ste Cecile2	0.6	1.1	10.5	2.1	20.5	2.4	23.1	3.1	30.1	3.6	34.9	4.2	40.8	5.2	53	4.2	86.7	8.8
Ste Cecile 3	0.6	1.4	10.6	2.7	20.6	3	23.3	3.8	30.3	4.4	35.2	5.1	41.1	6.5	53.4	4.3	86.7	8.4
Arguillet1	4.5	7	86.1	13.7	166	15.5	187.1	20.1	242.9	23.4	281.5	27.2	327.8	34	423.8	32.2	694.8	43.6
Real4	1.2	1.8	20.9	3.6	40.6	4	45.8	5.3	59.7	6.1	69.3	7.1	80.9	8.9	105.1	8.2	173.3	14.7
REAL SNCF	31.3	23.6	508.1	46.2	988.8	52.3	1118.4	68.6	1458	80.1	1696.5	93.5	1980.4	121.3	2576.9	173.3	4494.1	

Tableau 6: Présentation des débits de crue

Dans le secteur de Bréguières, un transfert de débit se fait entre les bassins versants REAL3 et ARGUILLET1. Le talweg drainant le BV REAL3 est canalisé par un Ø600 mm de pente 1,5% et les débits non collectés par la conduite s'écoulent sur le chemin de Bréguières en direction du BV ARGUILLET 1. Ce fonctionnement hydraulique a été pris en compte dans l'hydrologie de ces bassins versants, il est exposé sur la figure suivante :

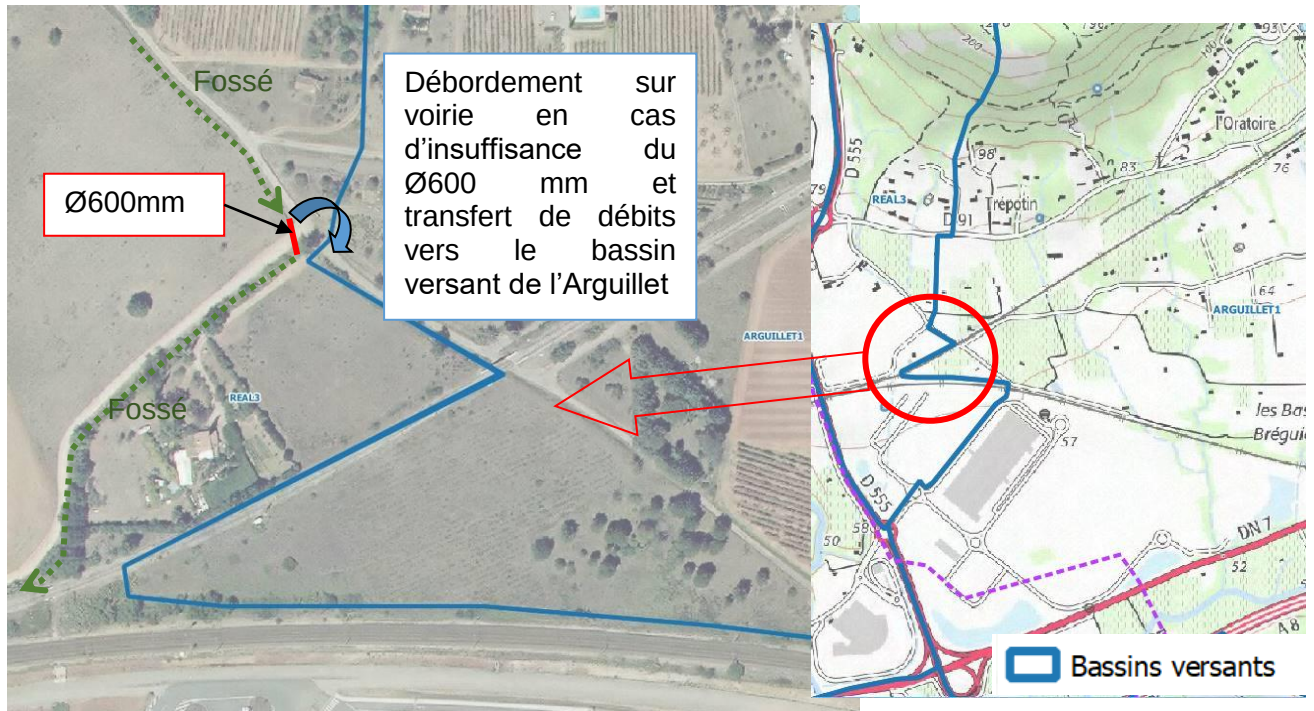


Figure 9 : Fonctionnement hydraulique dans le secteur de Bréguières

Les débits transférés en fonction de l'occurrence sont présentés ci-après :

	transfert de débit de REAL 3 vers ARGUILLET1 (m3/s)
2 ans	0.07
5 ans	1.28
10 ans	1.61
20 ans	2.35
30 ans	2.89
50 ans	3.49
100 ans	4.70

Tableau 7: Débits de crue transférés entre REAL3 et ARGUILLET1

VI.3.6. Tests de sensibilité sur les débits de crue

Des tests de sensibilité sur l'impact des paramètres utilisés pour générer les hydrogrammes de crue ont été réalisés pour la crue centennale sur le bassin versant REAL1.

Le CN et le Lag time ont été augmentés ou diminués de 20%. Les impacts sont présentés ci-après :

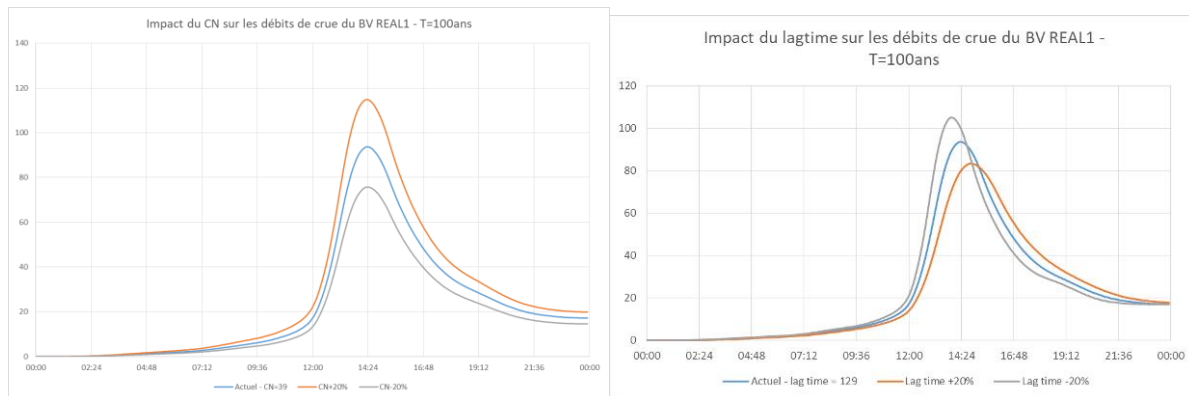


Figure 10 : Impacts du CN et du lag time sur l'hydrogramme de crue centennale du BV REAL1

Les débits et volumes et écarts aux valeurs calculées précédemment sont présentés dans la table suivante :

		BV Real1	Ecart
Superficie (km²)		23.5	
Calculé actuel CN=39 - lag time = 129min	Qp	93.7	
	V	1943	
CN+20% = 47	Qp	114.8	22.5%
	V	2362	21.6%
CN-20% = 32	Qp	75.7	-19%
	V	1582	-19%
Lag time +20% = 155 min	Qp	83.5	-11%
	V	1906	-2%
Lag time -20% = 107 min	Qp	105	12%
	V	1973	2%

Qp Débit de pointe (m³/s)

V Volume de crue (milliers de m³)

Tableau 8: Impacts des tests de sensibilité sur les débits et volumes de crue centennale du BV Real1

Le CN est le paramètre influençant le plus les débits et volumes de crue. Le calage de ce paramètre sur un événement connu assure une bonne représentativité de l'hydrologie.

VI.3.7. Cohérence avec les débits du référentiel hydrologique et du PPRI

Le référentiel hydrologique fourni dans le cadre de l'Action 5 du PAPI fournit une formule de calcul des débits de pointe sur la base de débits pseudo-spécifiques pour les bassins versants d'une superficie de 5 à 50 km². La fiche méthodologique est fournie en annexe 6.

Les débits de pointe ont été calculés pour les bassins versants dans cette gamme de superficie.

BV	Surface (km ²)	Débits de pointe (m ³ /s)									
		5 ans		10 ans		20 ans		50 ans		100 ans	
		Référentiel hydro	Calculés	Référentiel hydro	Calculés	Référentiel hydro	Calculés	Référentiel hydro	Calculés	Référentiel hydro	Calculés
REAL1	23.5	38.7	35.7	47.4	40.5	61.2	53	79.9	72.3	93.6	93.7
STE_CECILE1	6.7	14.3	15.4	17.5	17.5	22.5	22.9	29.4	31.1	34.5	39.5
ARGUILLET1	4.5	10.4	13.7	12.7	15.5	16.4	20.1	21.5	27.2	25.1	34.0
REAL SNCF	31.3	48.7	46.2	59.7	52.3	77.0	68.6	100.6	93.5	117.9	121.3

Tableau 9: Comparatif des débits de pointe issus du référentiel hydro et des hydrogrammes calculés

BV	Surface (km ²)	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
REAL1	23.5	-8%	-15%	-13%	-10%	0.1%
STE_CECILE1	6.7	8%	0.1%	2%	6%	14.5%
ARGUILLET1	4.5	32%	22%	22%	27%	35.2%
REAL SNCF	31.3	-5%	-12%	-11%	-7%	2.9%

Tableau 10: Ecart des débits calculés aux débits du référentiel hydro (selon formule de calcul des débits pseudo-spécifiques)

On dénote une nette différence (+20 à 35%) pour les débits calculés sur le bassin versant de l'Arguillet dont la faible superficie le place en limite d'application de cette formule. Cette dernière aura tendance à diminuer les débits des bassins versants d'une superficie proche de 5km² et à augmenter ceux d'une superficie proche de 50 km².

Pour les autres bassins versants les différences ne dépassent pas 10 à 15%.

D'autre part, les débits spécifiques décennaux et centennaux calculés sont les suivants :

BV	Superficie (km ²)	Rapport Q10/Q100	Débit spécifique (m ³ /s/km ²)	
			10 ans	100 ans
Real1	23.5	2.3	1.7	4.0
Real2	0.7	2.0	6.9	13.7
Real3	0.7	2.1	4.4	9.4
Ste Cecile 1	6.7	2.3	2.6	5.9
Ste Cecile2	0.6	2.2	4.0	8.7
Ste Cecile 3	0.6	2.2	5.0	10.8
Arguillet1	4.5	2.2	3.4	7.6
Real4	1.2	2.2	4.9	10.8
REAL SNCF	31.3	2.3	1.7	3.9

Tableau 11: Débits spécifiques calculés

Un extrait des débits calculés dans le cadre du PPRI de l'Argens à proximité du secteur d'étude est présenté ci-après :

Cours d'eau	Surface du BV (km ²)	QIX100 SCS GRADEX (m ³ /s)	Débit spécifique (m ³ /s/km ²)
Ruisseau des Anguilles (RG)	0.61	6	9.8
Vallon de la Vallée de Gandhi	0.66	10	15.2
Le Riou de la Ville	5.59	44	7.9
Vallon des Prouits	7.9	66	8.4
Sainte Cécile	8.5	62	7.3
Vallon des Deguiers	12.11	68	5.6
Le Blavet	19.07	99	5.2
Ruisseau des Anguilles	20.73	129	6.2
Le Blavet	48.21	185	3.8

Tableau 12: Débits spécifiques issu du PPRI de l'Argens

Le rapport des débits décennaux et centennaux calculés dans le cadre de cette étude sont compris entre 2 et 2.5 ce qui apparait cohérent. D'autre part, les débits spécifiques sont proches des valeurs calculées dans le cadre du PPRI de l'Argens.

VII. Modélisation hydraulique 2D

VII.1. EMPRISE DU MODÈLE

Un modèle unique a été réalisé pour la modélisation des écoulements en crue du Réal et du vallon de Sainte Cécile. L'emprise du modèle a été calée sur l'emprise de l'aléa hydrogéomorphologique sur le linéaire de cours d'eau étudié, elle est présentée ci-après. En aval du collège, l'emprise du modèle est plus limitée que celle de l'aléa en rive droite dans la mesure où les débordements s'écoulent directement dans le lit de l'Argens et ne reviennent pas dans le lit du Réal.

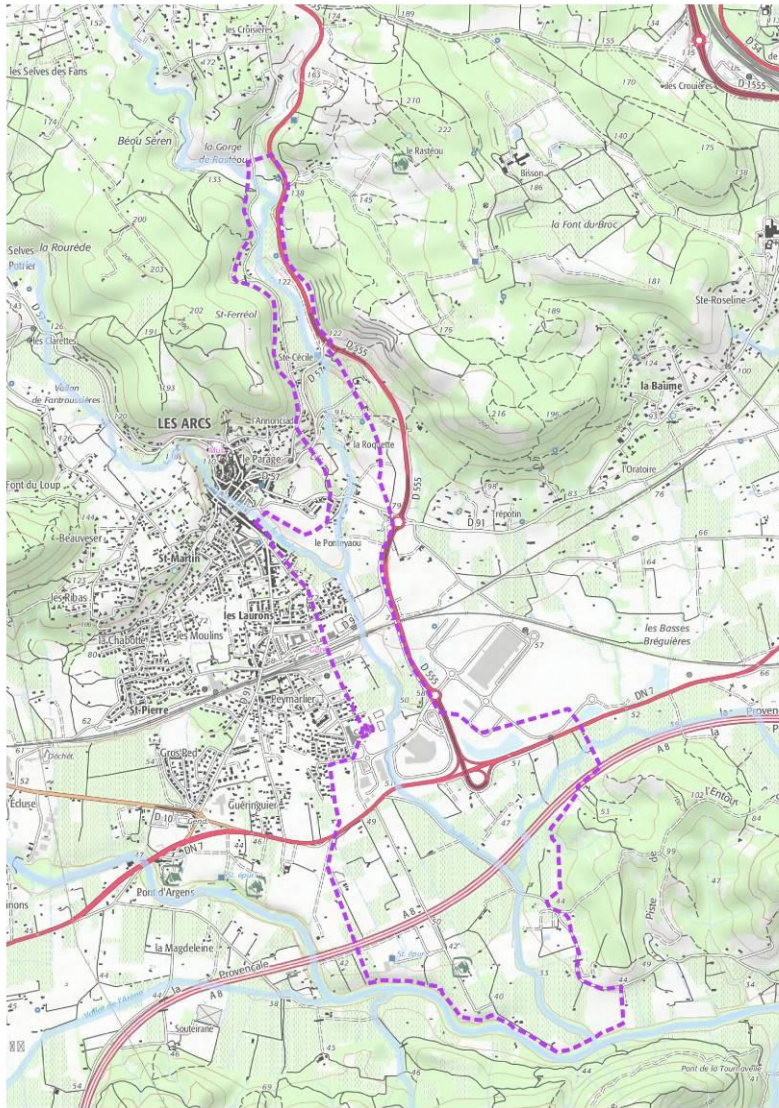


Figure 11 : Présentation de l'emprise du modèle

VII.2. DONNÉES TOPOGRAPHIQUES

Les données topographiques utilisées pour la réalisation du modèle 2D sont les suivantes :

- Le lever LIDAR de 2015 fourni par la DDTM. Dans les secteurs fortement boisés à proximité du lit mineur, les données de ce lever ne sont pas représentatives (points levés sur le houppier des arbres) et elles ont dû être supprimées. Le LIDAR de 2011 présentait le même type de problèmes. Les points utilisés pour la projection du MNT sont ceux en bordure directe des zones supprimées.
- Les profils en travers (26) et levers d'ouvrages (18) réalisés dans le cadre de la présente étude et dont l'implantation est fournie en annexe 1.
- Les plans de récolement ou projet recueillis auprès de différents intervenants et en particulier :

- Les plans de récolement des parkings de l'avenue des Laurons et de la liaison chemin de fer de la ZAC Bréguières fournis par la Communauté d'Agglomération Dracénoise
- Les plans de projet du réaménagement de la balade en Réal, du pont de la Magnanerie, du Réal au niveau du chemin du Bac et les plans DCE de la caserne de pompiers fournis par la mairie des Arcs
- Le plan de bornage de chez Mme LORY

Les profils en travers ont uniquement été utilisés pour représenter la topographie du lit mineur.

VII.3. LE CODE DE CALCUL

Le logiciel de modélisation utilisé pour déterminer le fonctionnement hydraulique sur les secteurs d'étude est TELEMAT-2D. Il est développé par le Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement (LNHE) de la Direction des Recherches et Développement d'EDF.

Ce code de calcul permet la modélisation bidimensionnelle des écoulements à surface libre. Il est basé sur la résolution des équations de Barré de Saint-Venant en utilisant la méthode des volumes finis, ou des éléments finis. La topographie du terrain naturel est discrétisée sous forme de maillage triangulaire et en tout point le programme calcule les hauteurs et la vitesse moyenne sur la verticale.

Ce logiciel intègre les ouvrages particuliers tels que les digues, seuils, déversoirs, etc. Pour chacun d'eux, le modélisateur a le choix des paramètres et du type de formule de manière à optimiser la représentativité du modèle.

VII.4. CONSTRUCTION DES MAILLAGES

Le maillage a été construit par une résolution des algorithmes de la Triangulation de Delaunay. Cette méthode permet d'obtenir une bonne représentation du terrain naturel et de ses irrégularités.

Des lignes de contraintes permettent de forcer la discrétisation des mailles avec une densité donnée et ainsi de s'assurer de la représentativité du maillage au droit des éléments structurants. Ces lignes de structure ont été appliquées avec la densité de points suivante selon les secteurs :

		Taille des mailles
Lit mineur	Réal, Sainte cécile et Arguillet	1 m
Lit Majeur	Bâtis, ouvrages et haut de berge	2 m
	Routes	3 m
	Limite de parcelles	5 m
	Limite de modèle	5 m
	Reste du modèle	25 m

Tableau 13: Densité des lignes de structure

Les bâtiments ont été extrudés du maillage sur la base de la couche bâti du cadastre des Arcs.

Le modèle présente un nombre total de maille d'environ 310 000 mailles. Il est présenté ci-après, les lignes de structures étant représentées en vert :

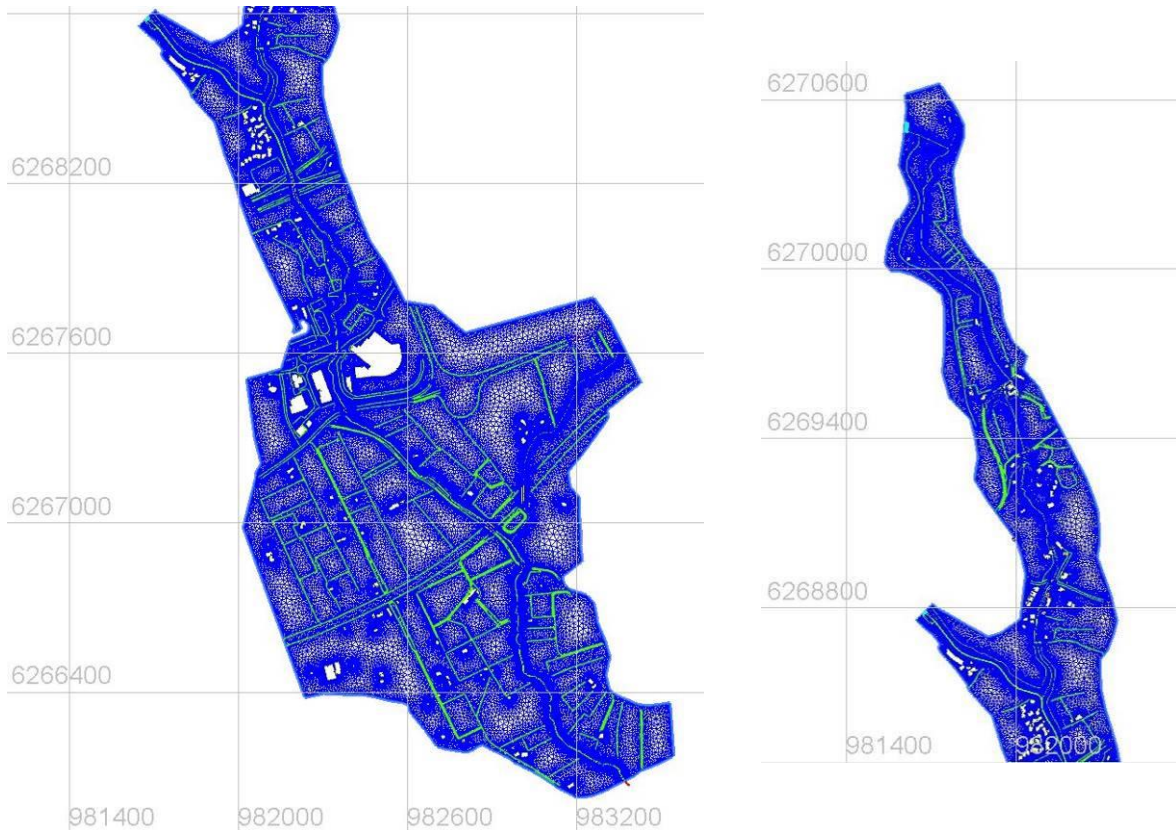


Figure 12 : Présentation du maillage (Réal à gauche et Vallon de Sainte Cécile à droite)
(coordonnées Lambert93)

Les données topographiques détaillées au paragraphe VII.2 ont été utilisées pour l'interpolation des données altimétriques sur le maillage et générer le modèle numérique de terrain (MNT) présenté ci-après :

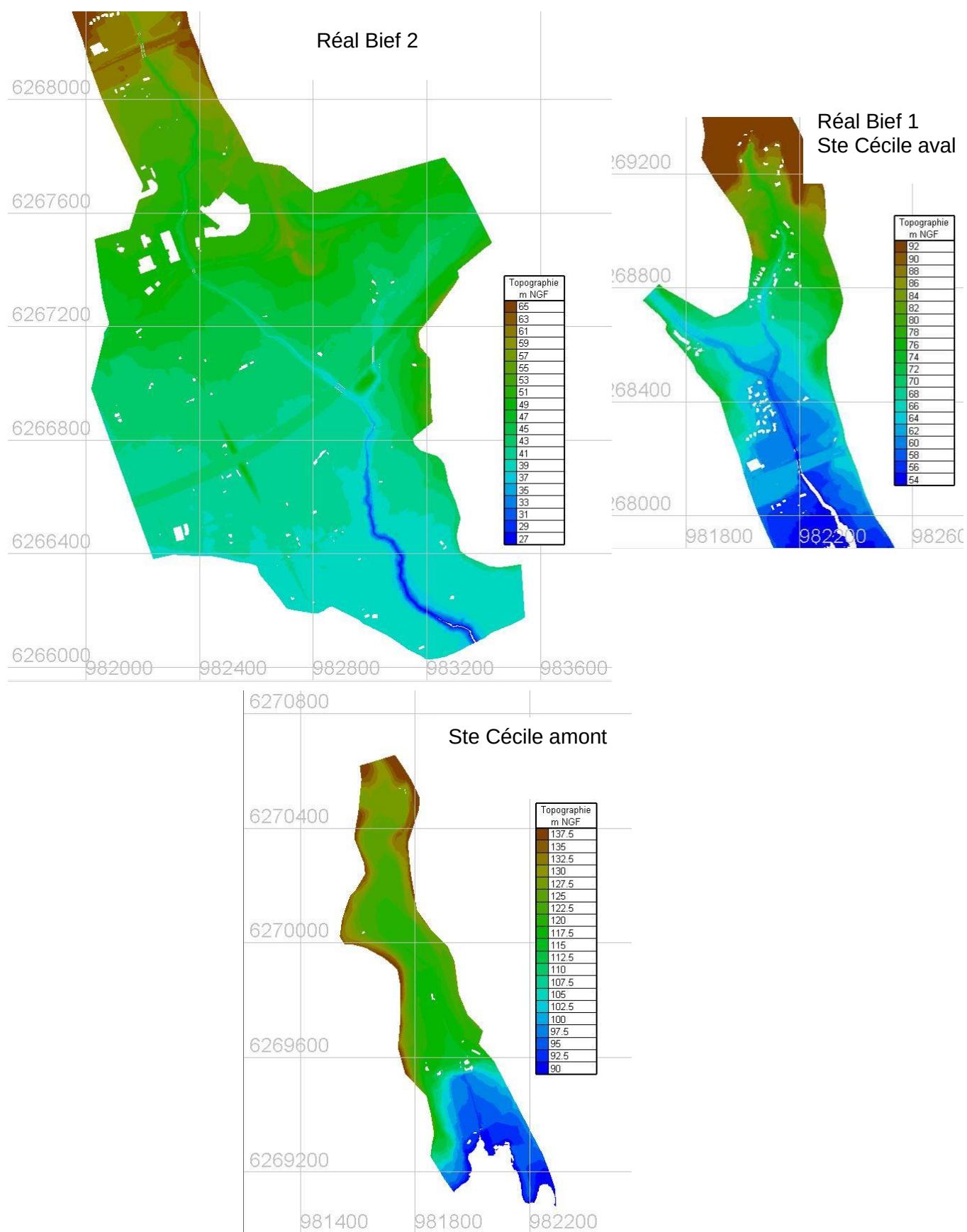


Figure 13 : Présentation du Modèle Numérique de Terrain (coordonnées Lambert93)

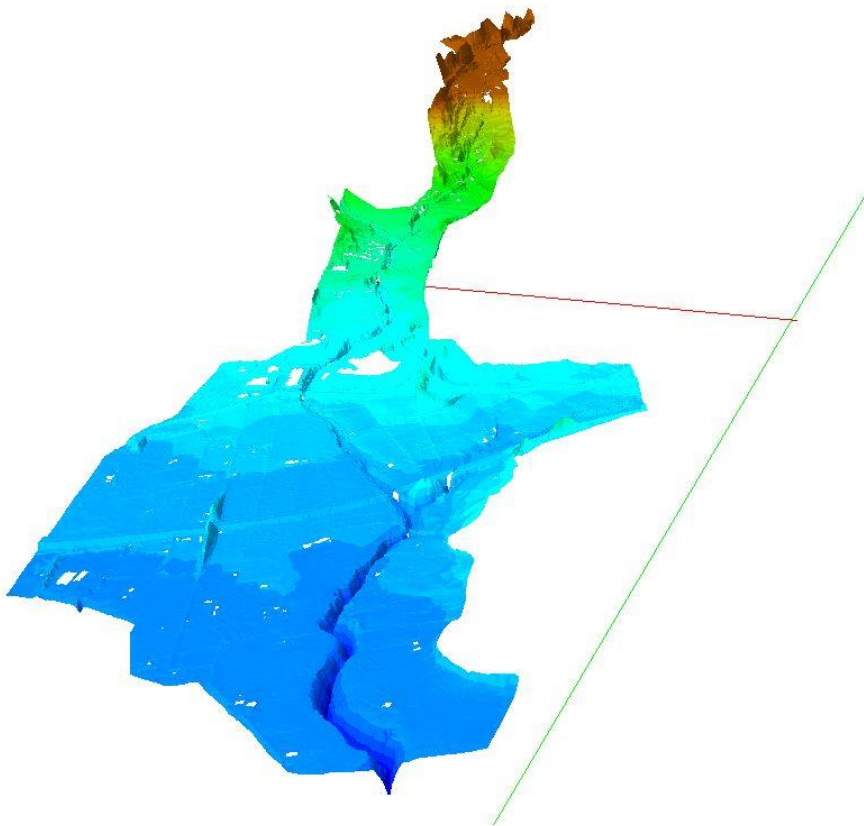


Figure 14 : Vue 3D du MNT

VII.5. PARAMÈTRES HYDRAULIQUES ET CALAGE DU MODÈLE

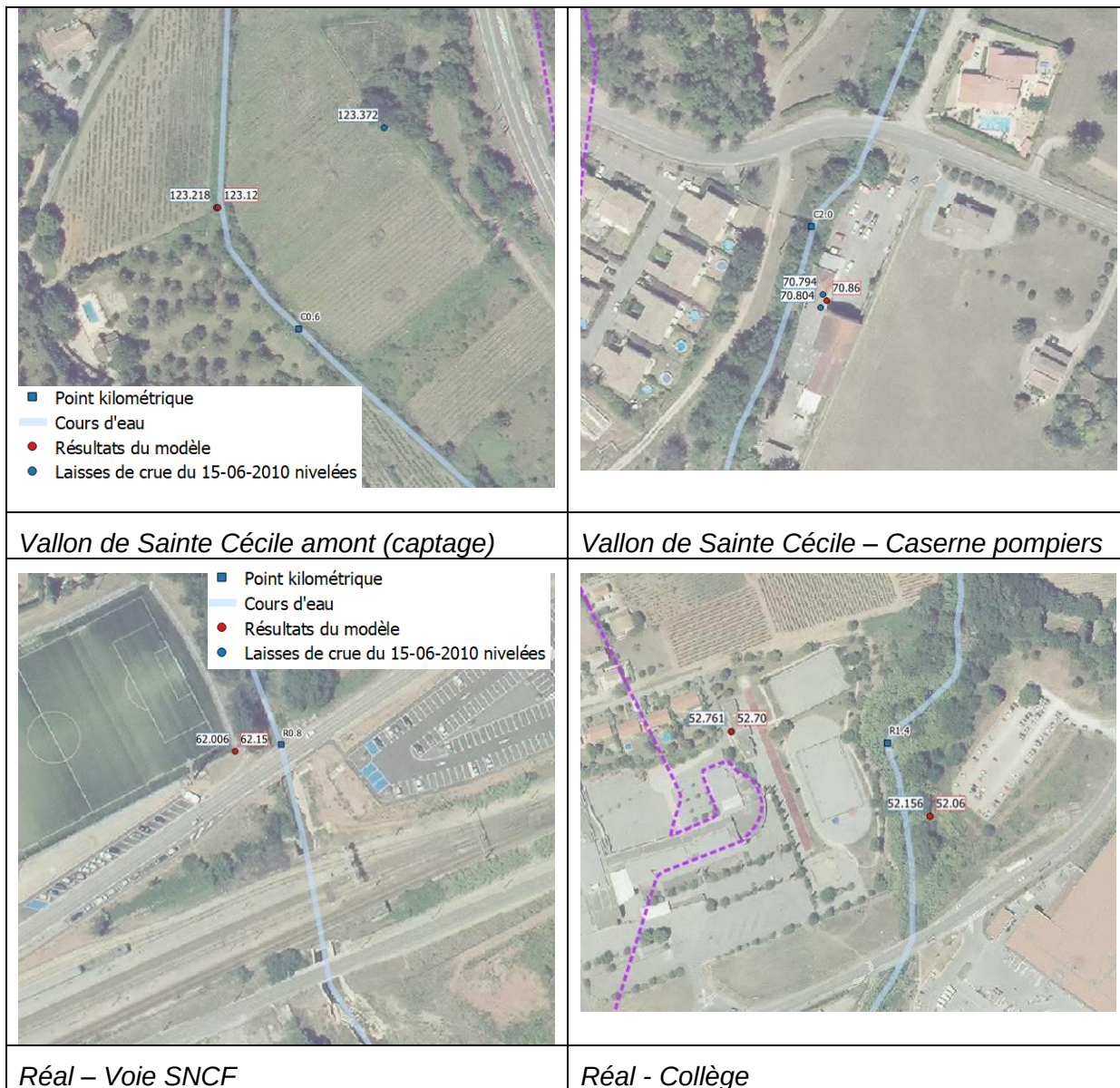
Les coefficients de rugosité (Strickler) sont fixés après expertise de site, analyse des photos aériennes, et ont été ajustés pour le calage du modèle, ils ont les valeurs suivantes :

	Type	Coefficient de Strickler	Exemples secteurs
Lit Mineur	Canal maçonné	50	bief 1
	Canal béton	60	OH SNCF
	Lit naturel fermé	18	Bief 2 collège, Réal aval...
	Lit naturel ouvert	25	Bief 2 amont et aval A8
Lit Majeur	Prairie, friche	22	Balade en réal, plaine agricole aval Réal
	Vignes, vergers	18	Réal bief 2
	Lotissement	5	Rive droite bief 1
	Ripisylve	10	Tout linéaire et lit mineur Sainte cécile amont
	Parking	30	Super U
	Route	55	RD7, RD57, chemin du Bac...

Tableau 14: Coefficients de rugosité retenus (Strickler)

La dimension de l'ouvrage de la SNCF a été ajustée afin d'assurer une bonne représentation des phénomènes de stockage en amont.

Le calage du modèle a été réalisé sur la crue de 2010. Les lignes d'eau en différents points du modèle sont présentées sur la figure suivante en bleu pour les lignes d'eaux observées et en rouge pour les calculées.



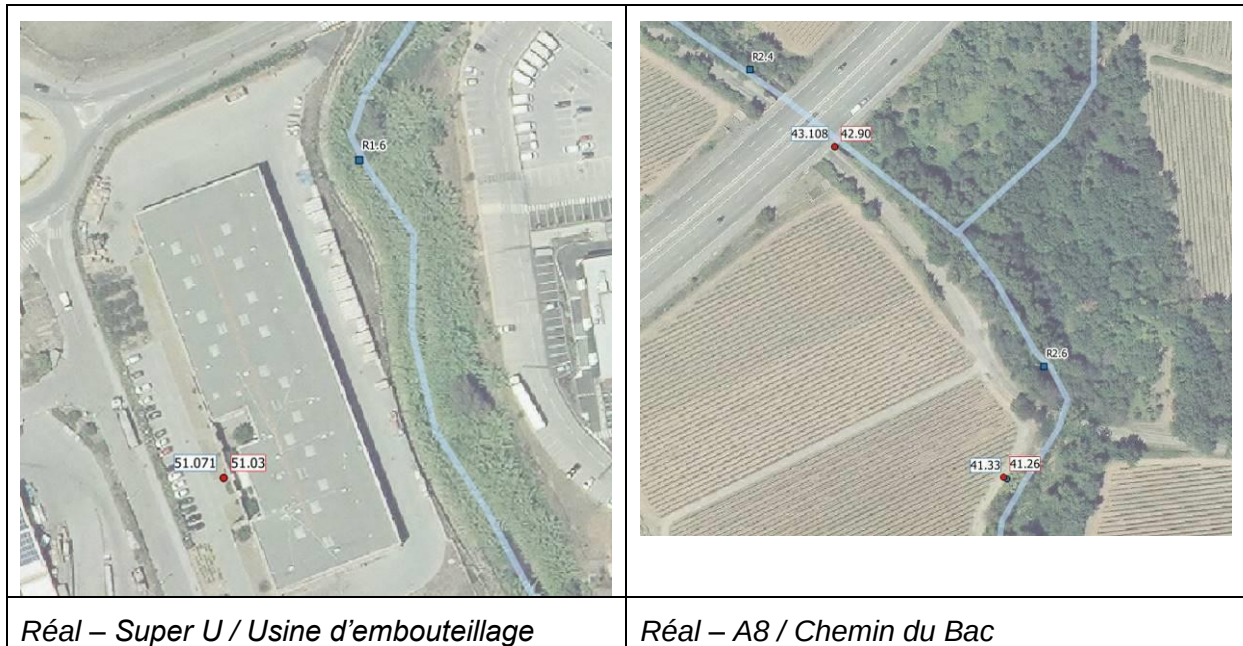


Figure 15 : Points de calage du modèle

Les différences observées sont de l'ordre de 3 à 10cm.

VII.6. CONTRAINTE AVAL

Des tests de sensibilité ont été réalisés sur le niveau de l'Argens en sortie de modèle afin de quantifier les impacts sur la ligne d'eau du Réal aval. Ces tests ont été réalisés pour une crue vicennale du Réal présentant un débit de 83 m³/s en aval de la confluence avec le vallon de l'Arguillet. Au vu de la différence de taille des bassins versants de l'Argens (1730km² au pont d'Argens) et du Réal (39km² à la confluence), une concomitance des pics de crue apparaît très peu probable. Pour la crue du 15 Juin 2010, le décalage entre les pics de crue était d'environ 3h (source PPRI)

Le niveau aval a été testé entre une côte de 28 m NGF et 39 m NGF correspondant au niveau maximal de la crue de Juin 2010 au niveau de la confluence Réal / Argens. Les résultats sont présentés ci-après sous la forme d'un profil en long du cours d'eau avec représentation des lignes d'eau pour différents niveaux dans l'Argens.

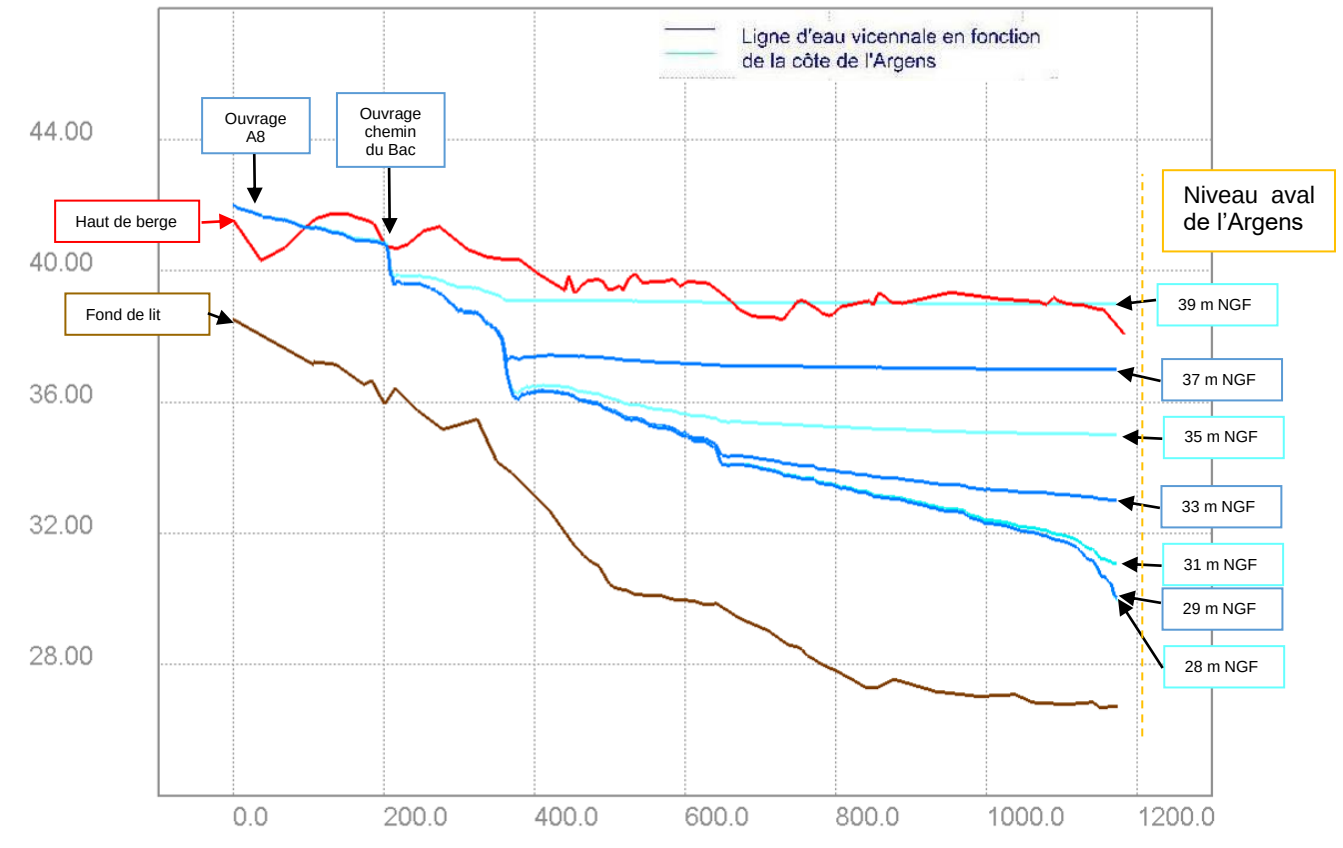


Figure 16 : Lignes d'eau pour une crue vicennale du Réal en fonction du niveau dans l'Argens

La variation du niveau de l'Argens n'occasionne pas de débordements sur la section du Réal en aval de l'A8. La limite de la zone d'influence du contrôle aval de l'Argens est localisée au niveau du pont du chemin du Bac.

D'autre part, on notera que pour la crue de 2010 le niveau de l'Argens modélisé est de 36 m NGF au passage du pic de crue du Réal et qu'aucun débordement n'est observé dans la zone d'influence de l'Argens, soit en aval de l'ouvrage du chemin du Bac.

Le niveau de l'Argens ne présente pas d'impact sur les débordements du Réal.

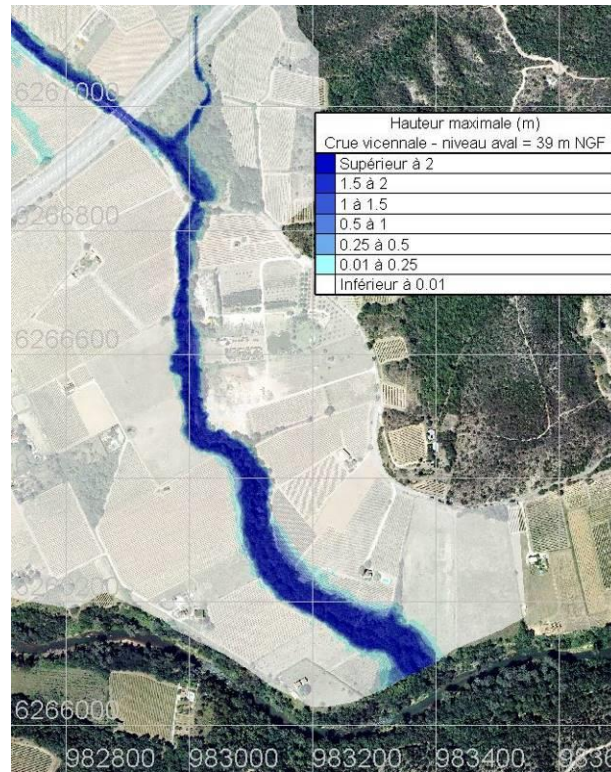


Figure 17 : Hauteurs d'eau pour une crue vicennale

Les niveaux aval retenus sont les suivants en fonction de la période de retour :

- T=100 ans : niveau de 2010, soit 36 m NGF au passage du pic de crue du Réal et 39 m NGF 3h plus tard
- T=50ans : 35,5 m NGF correspondant à une crue d'environ 300 m³/s à pont d'Argens
- T=30 ans et T=20 ans : 35 m NGF
- T=10 ans : 34 m NGF
- T=5 ans et T=2 ans : pas de contrôle aval, niveau = 29 m NGF

VII.7. EXPLOITATION DES RÉSULTATS

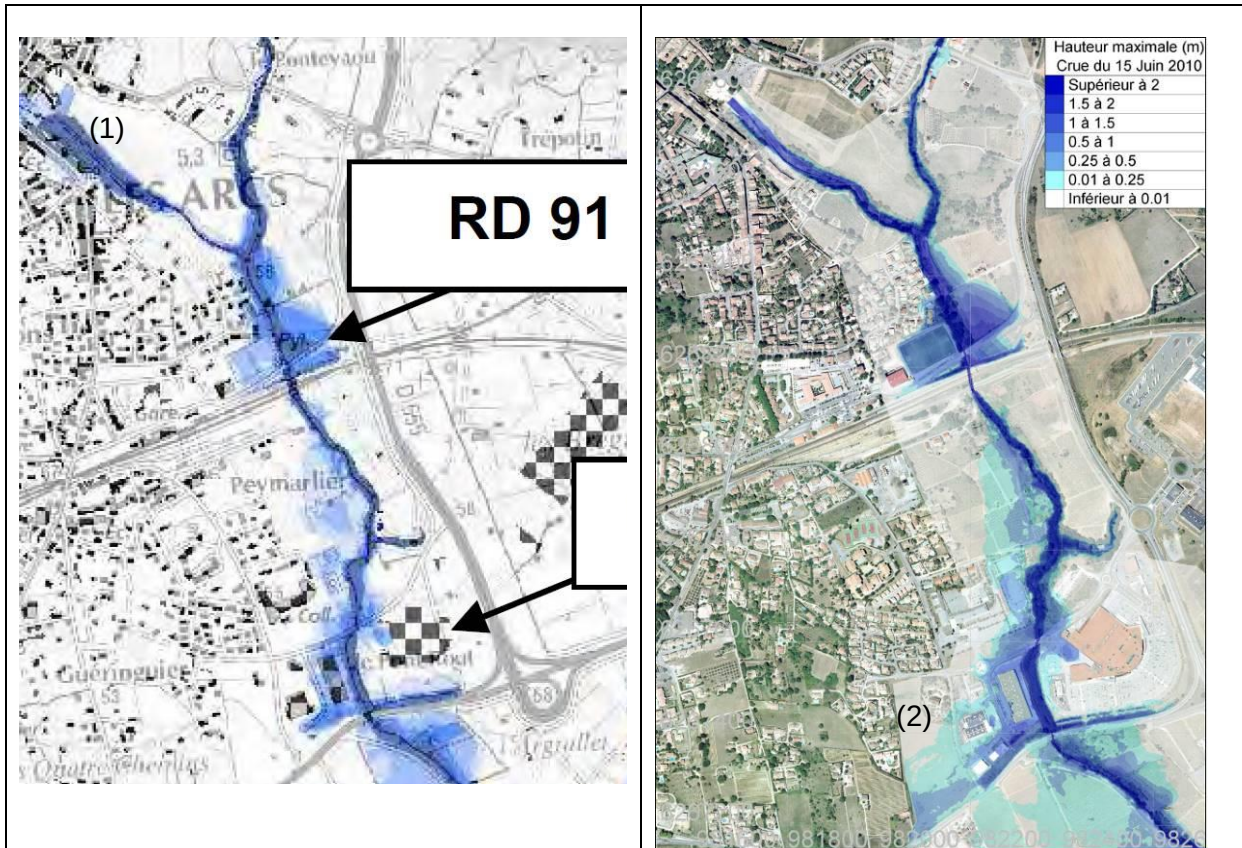
Les cartographies des hauteurs et des vitesses pour toutes les occurrences détaillées au paragraphe VI.3 sont présentés en annexe. Le fonctionnement hydraulique de la zone d'étude est décrit ci-après pour les occurrences 2 ans, 10 ans et 100 ans.

VII.7.1. Comparatif avec les résultats du PPRI

Les cartographies d'aléa du PPRI sur le Réal et le vallon de la Sainte Cécile ont été réalisées pour la crue de référence de Juin 2010.

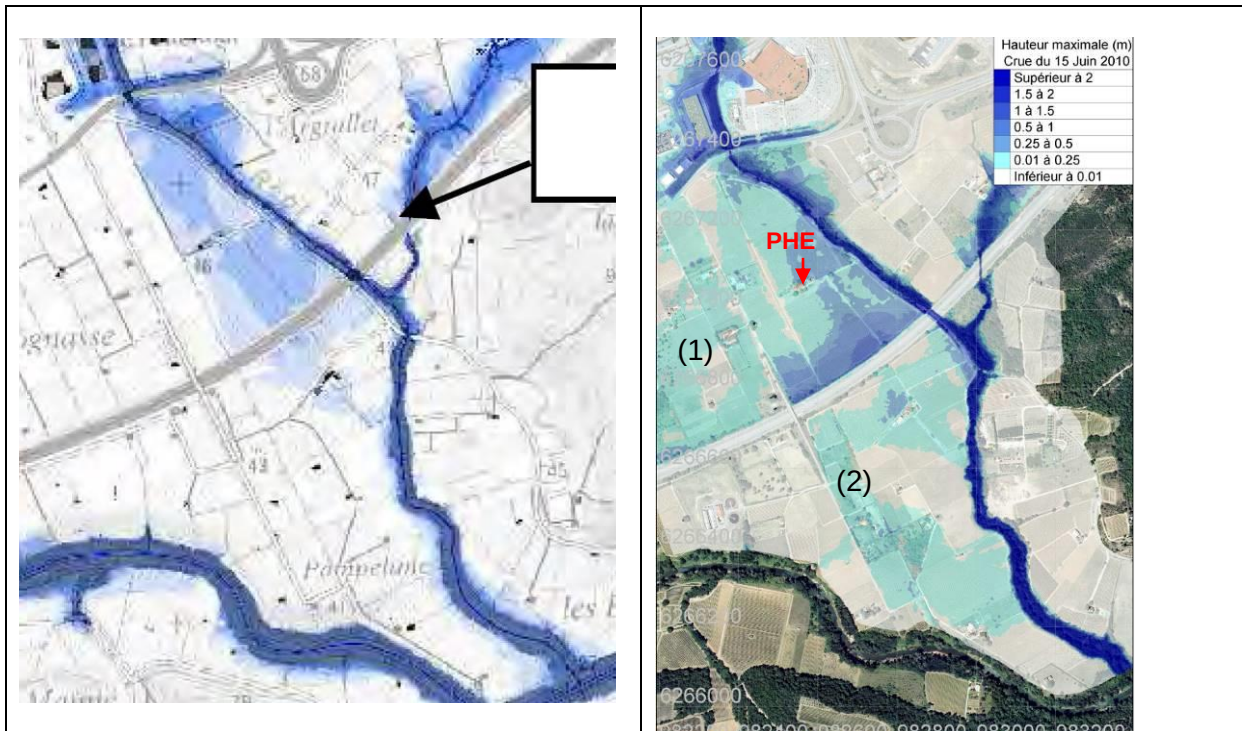
Les cartographies de hauteurs permettant d'apprécier les différences de zones inondées sont comparées à la page suivante.





Réal amont : Les principales différences observées sont les suivantes :

- (1) Une inondation plus importante en rive droite du théâtre de Verdure pour le PPRI. Celle-ci est due au fait que la modélisation du PPRI ne prenait pas en compte le redimensionnement de la partie souterraine pour l'événement de 2010 et cette zone correspond au retour des débordements sur la place dans le lit du Réal.
- (2) Des débordements plus importants sont occasionnés en rive droite en amont de l'ouvrage sous la RD7 dans le présent modèle. Ces derniers sont dus au fait que la section de l'ouvrage de la RD7 soit plus limitante dans les dernières données topographiques.



Réal aval : Les principales différences observées sont les suivantes :

- (1) Une inondation plus importante en rive droite sur le tronçon 2.3. Le modèle 2D ne permet pas de représenter le réseau de fossés dans la plaine agricole et les emprises peuvent donc apparaître plus importantes, toutefois les hauteurs d'eau restent faibles (<10cm). On notera que la côte observée au niveau de la PHE est 15cm plus haut que celle fournie par le modèle de la présente étude et que les zones inondables dans ce secteur ne sont donc pas surestimées.
- (2) En aval de l'A8, les débits provenant de la plaine en amont ont aussi tendance à s'étaler sur des hauteurs de l'ordre de 10cm et avec des vitesses maximales de 0.2 m/s, phénomène non représenté sur les cartes du PPRI. Ces débits retrouvent le Réal en amont de la confluence avec l'Argens.

VII.7.2. Occurrence biennale

i. Le Réal

Pour l'occurrence biennale des débordements sont observés sur la balade en Réal (bief 1). Les vitesses en lit mineur y sont déjà fortes (jusqu'à 3,6 m/s), notamment sur la partie aval du tronçon et au niveau de la confluence avec le Vallon de Sainte Cécile. Les vitesses en champ majeur sont de 0.5 à 1.8 m/s.

Sur le reste du linéaire, les seuls débordements observés sont contenus dans le lit moyen, notamment dans les secteurs suivants :

- Au droit du super U où la piste en haut de berge est inondée, notamment du fait de l'ouvrage de la RD7.
- En aval de la RD7 en rive gauche où un chenal secondaire est activé
- Au niveau de la banquette du secteur réaménagé par la mairie.

Sur l'ensemble du bief 2, les vitesses observées sont de l'ordre de 1.5 à 2 m/s avec quelques zones de mise en vitesse à 3 m/s, à l'exception du bief 2.2 où elles restent inférieures à 2m/s.

ii. Le Vallon de Sainte Cécile

Sur le vallon de la Sainte Cécile des débordements sont observés dans les secteurs suivants :

- Sur le tronçon 1 (amont magnanerie) où la faible capacité du lit mineur avec des vitesses de l'ordre de 1m/s permet un étalement en crue dès cette occurrence.
- Sur le tronçon 3 (impasse de la Valette / OH caserne) les débordements s'étalent sur la totalité du champ majeur avec des hauteurs de 50cm à 1m et des vitesses en lit mineur de 1 à 2 m/s.

Sur le reste du linéaire, les vitesses observées sont plus fortes et atteignent 2.5 à 3 m/s.

iii. Hydrogrammes de crue

Les hydrogrammes de crue enregistrés en différents points du modèle sont présentés sur la figure suivante :

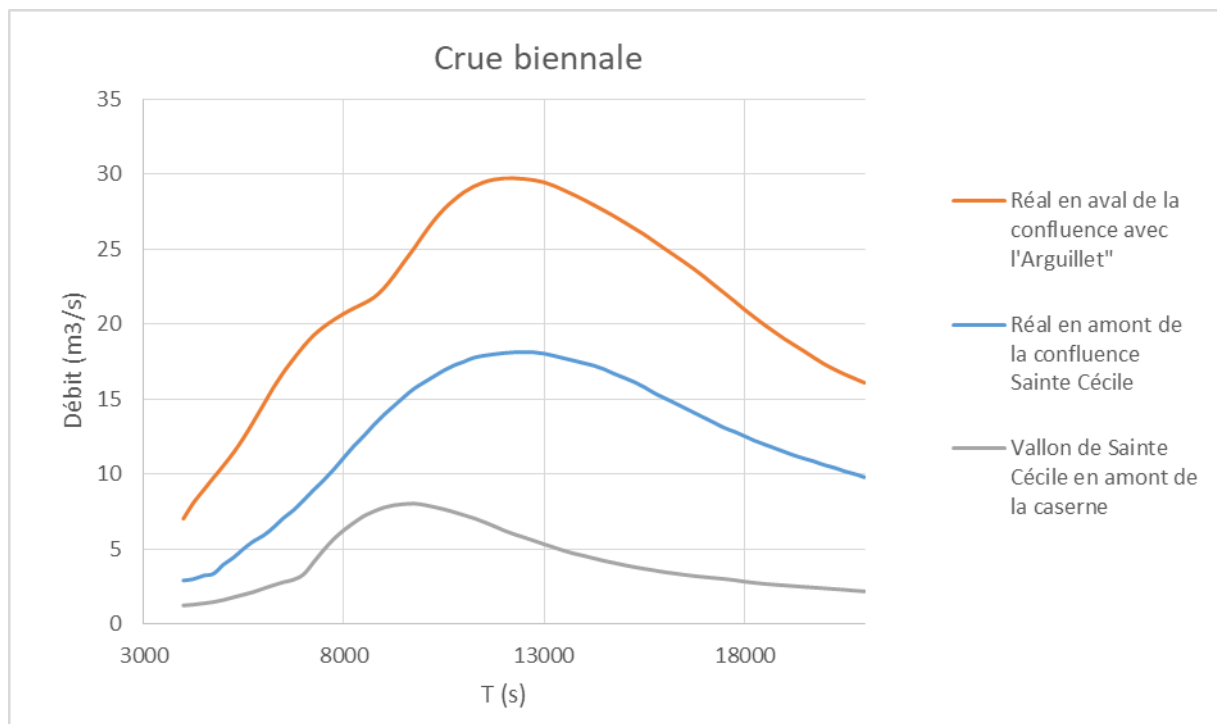


Figure 18 : Hydrogrammes de crue biennale

VII.7.3. Occurrence décennale

i. Le Réal

Pour l'occurrence décennale les zones de débordement sont similaires à celles de l'occurrence biennale et les phénomènes suivants sont observés :

- Des hauteurs d'eau de l'ordre de 1m sur la balade en Réal et des vitesses de 1.5 à 2 m/s avec une mise en vitesse à 3 m/s en aval de la confluence
- Un début de débordement en rive droite en amont de l'ouvrage de la RD7
- Une inondation plus généralisée sur le bief 2.3 avec les premiers débordements sur le chemin du Bac au droit de l'ouvrage SCP et de l'A8

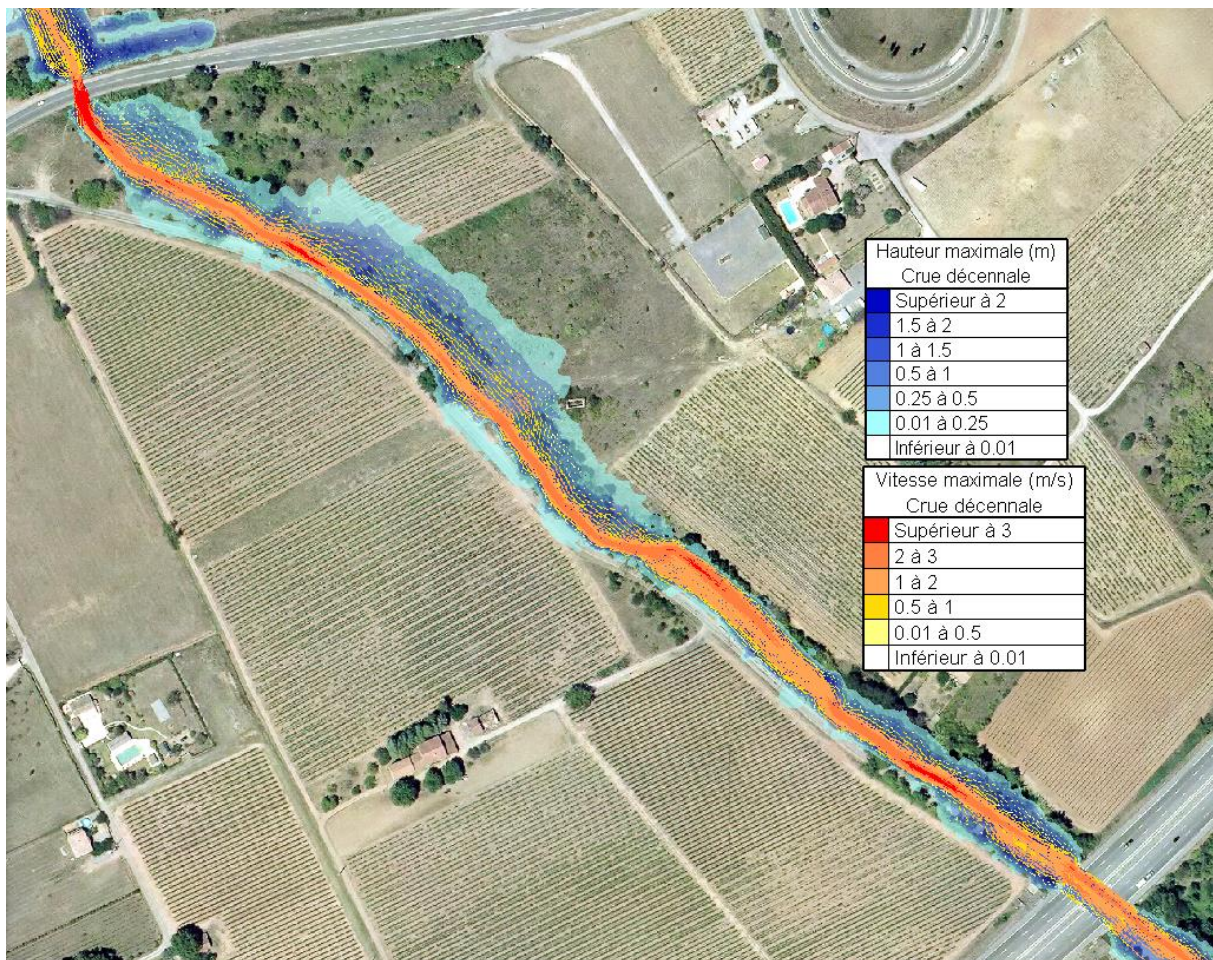


Figure 19 : Hauteurs et vecteurs vitesse sur le bief 2.3

Les vitesses en lit mineur sont de l'ordre de 2.5 m/s à l'exception du bief 1 où elles atteignent 3.5 à 4 m/s en aval de la confluence et du bief 2.2 où la mise en charge de l'OH de la RD7 limite les vitesses à 1,2 m/s.

ii. Le Vallon de Sainte Cécile

Sur le vallon de la Sainte Cécile les débordements observés pour la crue biennale s'aggravent et les phénomènes suivants sont observés :

- Au niveau de la magnanerie les débordements ruissellent sur la route et s'écoulent sur le talus en rive droite pour rejoindre le tronçon 2
- Sur le tronçon 2 des débordements sont observés en rive gauche.
- Le vallon déborde en amont de l'ouvrage de l'impasse de la Valette et les débordements rejoignent la Sainte Cécile par ruissellement sur le talus rive gauche.
- Les vitesses observées sont les suivantes :
 - 0.5 à 1.2 m/s sur le tronçon 1 avec une accélération à 2.5 m/s) au niveau de la dernière vigne en amont de la magnanerie
 - Supérieures à 3m/s au droit de la caserne
 - Sur le reste du linéaire, les vitesses atteignent 2.5 à 3 m/s.

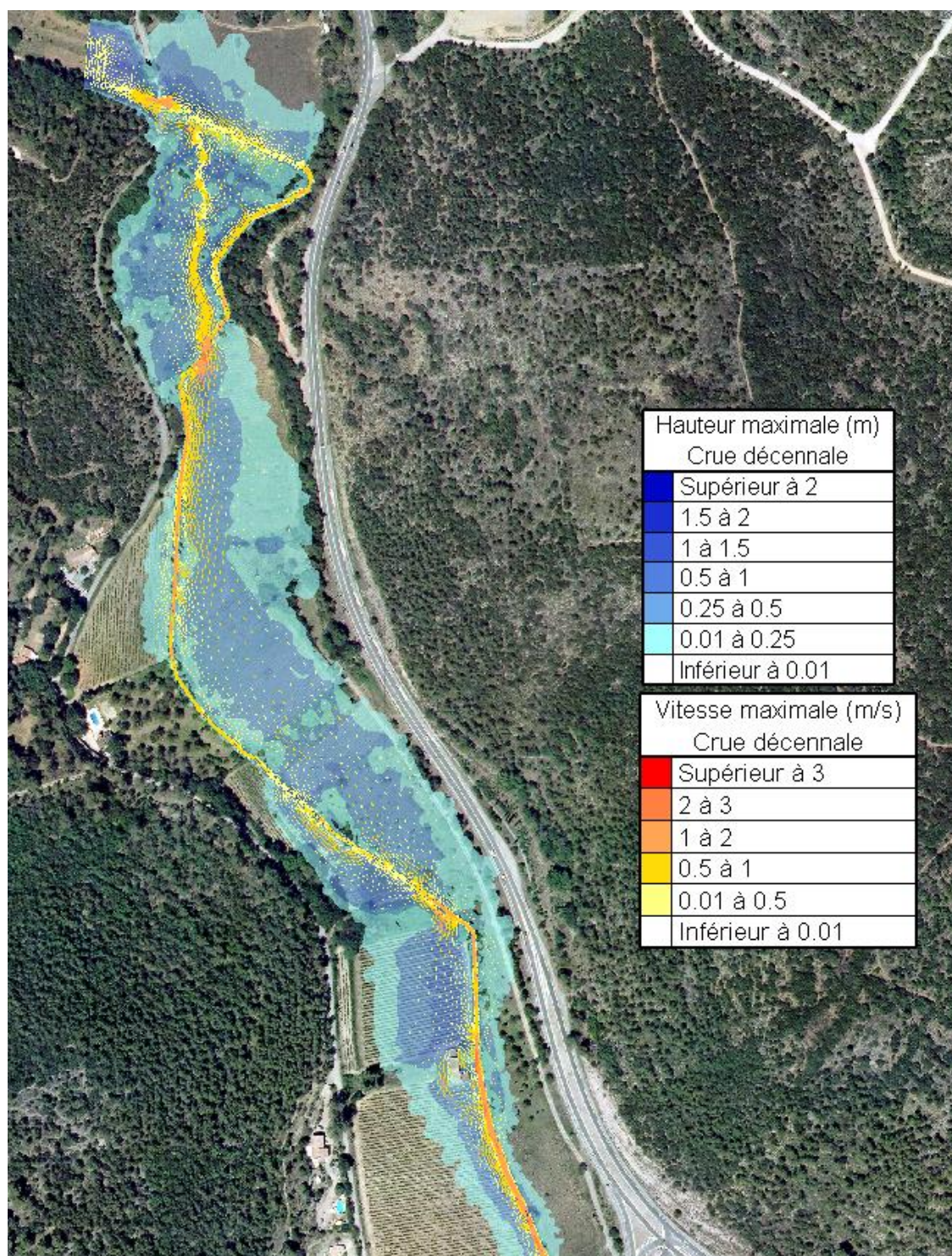


Figure 20 : Hauteurs et vecteurs vitesse sur la Sainte Cécile amont

iii. Hydrogrammes de crue

Les hydrogrammes de crue enregistrés en différents points du modèle sont présentés sur la figure suivante :

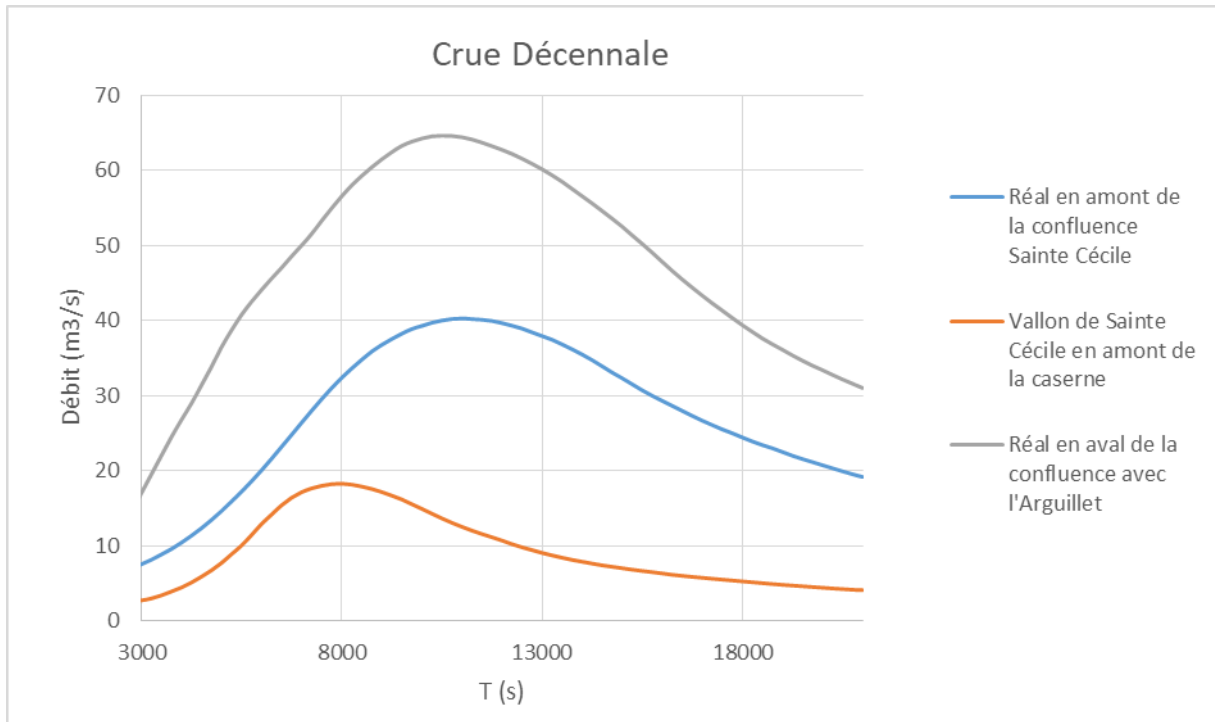


Figure 21 : Hydrogrammes de crue décennale

VII.7.4. Occurrence centennale

i. Le Réal

Pour l'occurrence centennale, en plus des débordements précédemment détaillés, les phénomènes suivants sont observés :

- L'ouvrage de la SNCF entre en charge et des débordements en dehors de la balade en Réal sont occasionnés sur le bief 1 :
 - En rive gauche la totalité du champ est inondé
 - En rive droite les jardins des premières villas sont inondés.
- Sur le bief 2.1, des débordements en rive droite sont observés en amont du seuil ruiné (OH R-6) et empruntent l'axe de l'ancien canal
- L'OH R-7 (bd Peymarlier) entre en charge et des débordements sont occasionnés essentiellement en rive droite en direction de l'usine d'embouteillage. L'insuffisance de l'OH R-8 aggrave ces phénomènes et les débits débordés restent en amont de la RD7 pour s'écouler directement vers l'Argens sans rejoindre le Réal.
- Sur le bief 2.3 les débordements se généralisent en rive droite sur tout le linéaire et viennent se stocker en amont de l'autoroute et se propage vers l'aval pour rejoindre le Réal sur le bief 2.4. En rive gauche en amont du secteur conforté par la commune (risberme), une partie des débordements proviennent de l'amont de la RD7.

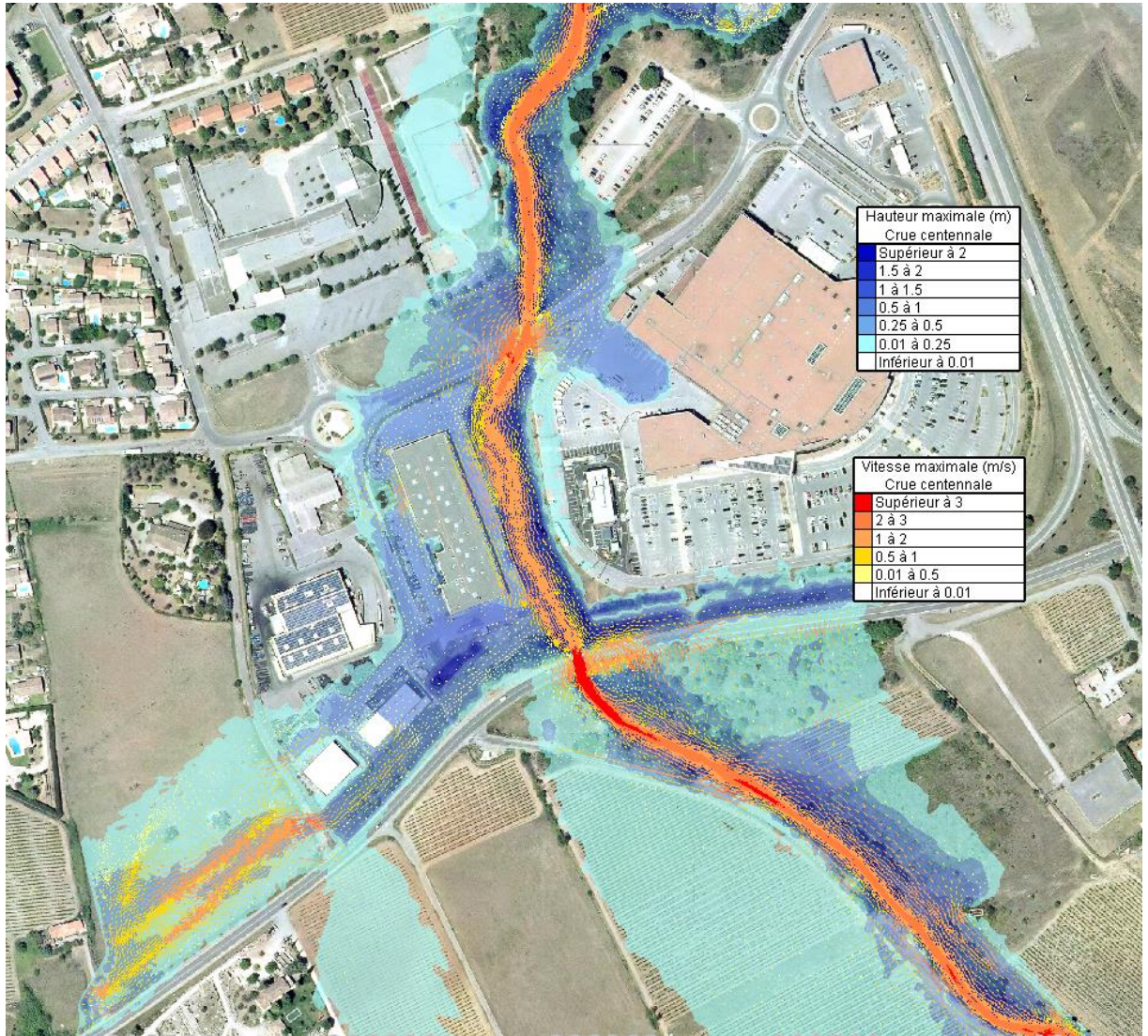


Figure 22 : Hauteurs et vecteurs vitesse dans le secteur du Super U

Les vitesses en lit mineur sont de l'ordre de 2.5 à 3.5 m/s à l'exception du bief 1 où elles atteignent 4 m/s sur une grande partie du linéaire et du bief 2.2 où la mise en charge de l'OH de la RD7 limite les vitesses à 1,5 m/s.

ii. Le Vallon de Sainte Cécile

Sur le Vallon de Sainte Cécile, pour l'occurrence centennale, en plus des débordements précédemment détaillés, les phénomènes suivants, localisés sur les figures ci-après suivantes sont observés :

- Sur le tronçon 2 les débordements sont plus importants et sont en partie alimentés par les ruissellements de la RD57 (1)
- Au niveau de l'impasse de la Valette les débordements en rive gauche se propagent en direction des habitations (2).
- Le seuil sur la parcelle de Mme LORY est contourné par l'amont et des débits transitent en rive gauche à proximité de l'habitation de M. Textoris (3)

- La caserne de pompier est inondée par des débordements provenant depuis l'amont de l'ouvrage (4)
- La parcelle de M. TAMISIER est inondée (5).
- Les vitesses maximales observées sont les suivantes :
 - 5 m/s au droit de la caserne
 - 3.5 m/s sur le tronçon 2
 - 2.5 à 3 m/s en aval de chez M. TAMISIER

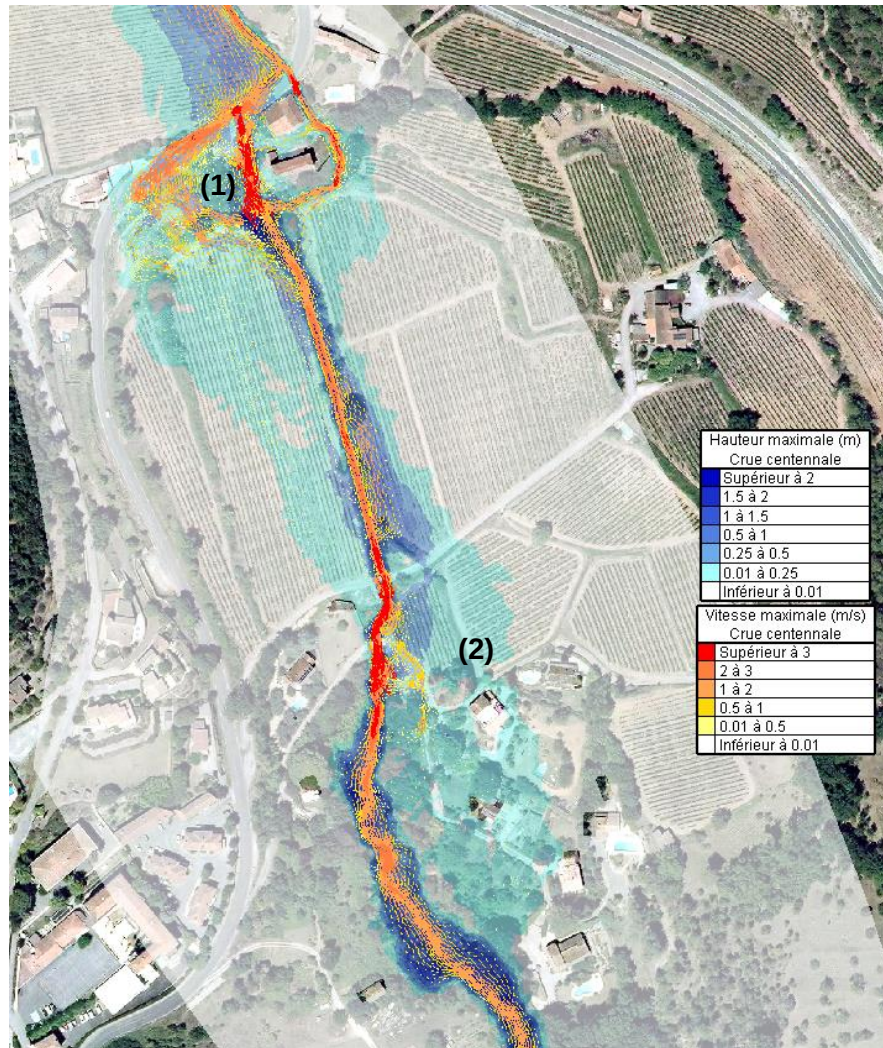


Figure 23 : Hauteurs et vecteurs vitesse sur les tronçons 2 et 3 du vallon de Sainte Cécile

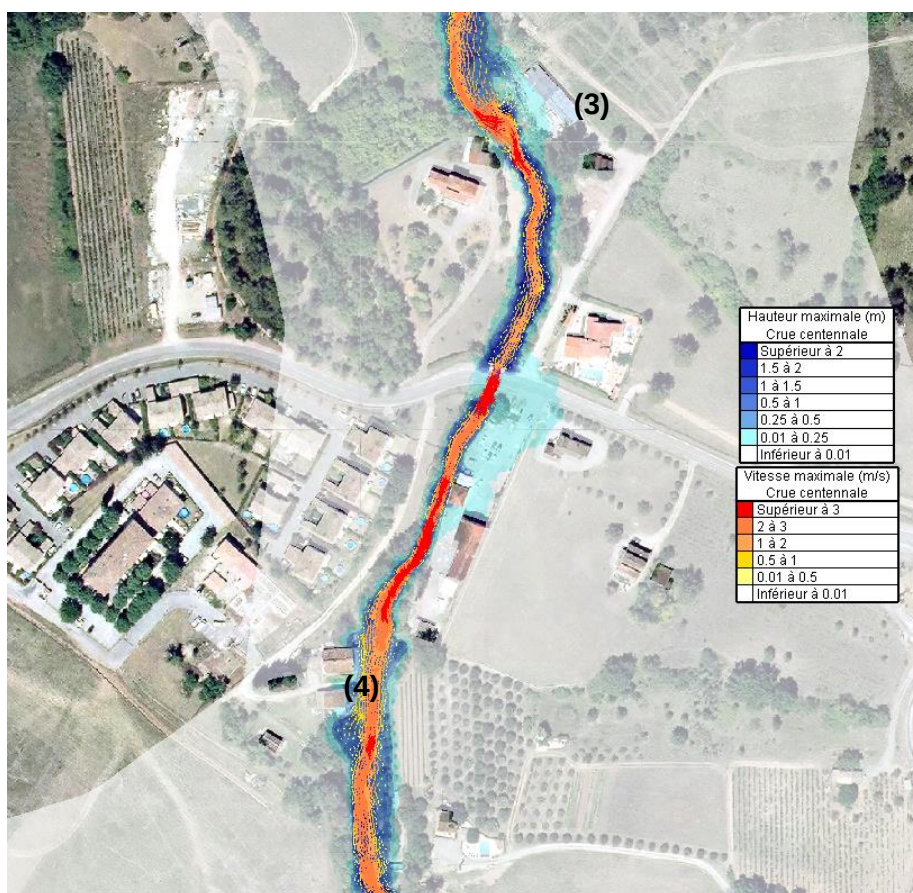


Figure 24 : Hauteurs et vecteurs vitesse sur les tronçons 3 et 4 du vallon de Sainte Cécile

iii. Hydrogrammes de crue

Les hydrogrammes de crue enregistrés en différents points du modèle sont présentés sur la figure suivante :

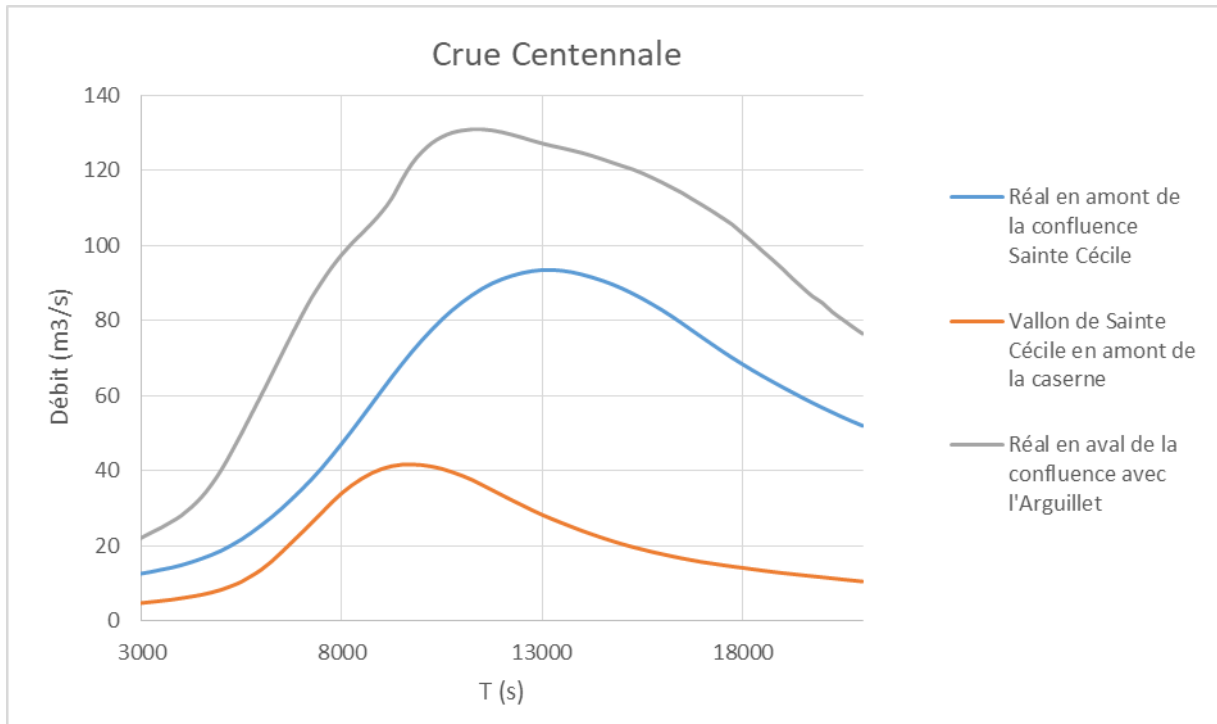


Figure 25 : Hydrogrammes de crue Centennale

VII.7.5. Fonctionnement des zones d'expansion des crues

Les Zones d'Expansion des Crues (ZEC) ont été recensées dans le secteur d'étude dans le cadre de l'action n°30 du PAPI Argens et affluents relative à la préservation et l'optimisation du fonctionnement des ZEC et en particulier :

- La ZEC Real_03 sur le tronçon 1 du vallon de Sainte Cécile classée comme potentiellement aménageable et d'une superficie de 13.54ha
- La ZEC 617 sur les vignes dans le secteur de la Valette et à préserver
- La ZEC Real_04 sur le bief 2.2 du Réal classée comme potentiellement aménageable et d'une superficie de 6.15ha

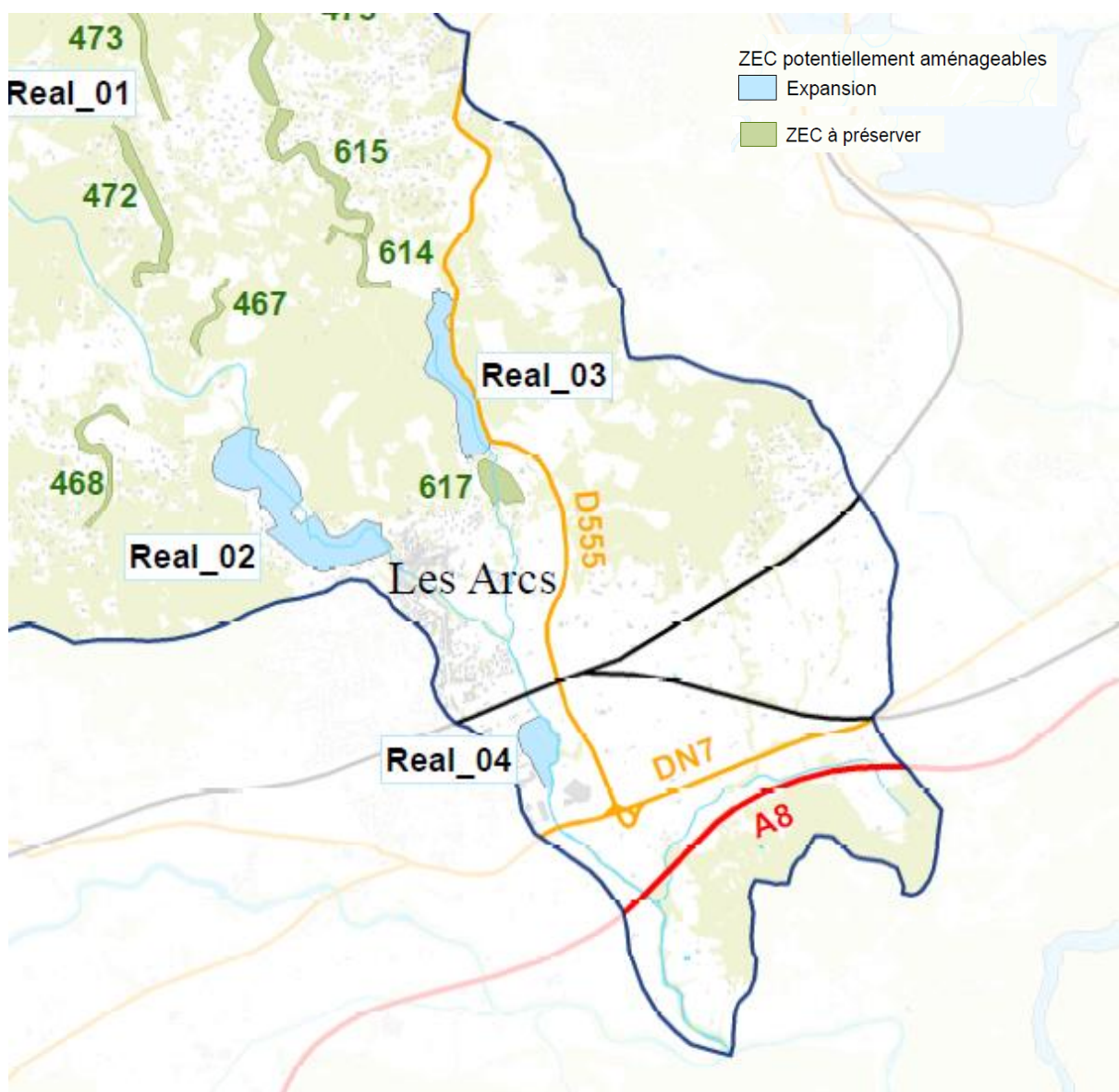


Figure 26 : Présentation des ZEC dans le secteur d'étude (Extrait de l'Atlas Carto de l'action 30 du PAPI)

i. ZEC Real_03

La ZEC Real_03 est actuellement mobilisé dès l'occurrence biennale du fait de la faible capacité du vallon de Sainte Cécile sur ce tronçon. Toutefois, la pente du champ majeur (0.8 à 1.2%) reste trop élevée pour assurer un réel écrêtement des crues et se comporte plus comme une zone de grand écoulement que comme une ZEC, comme présenté sur les hydrogrammes suivants :

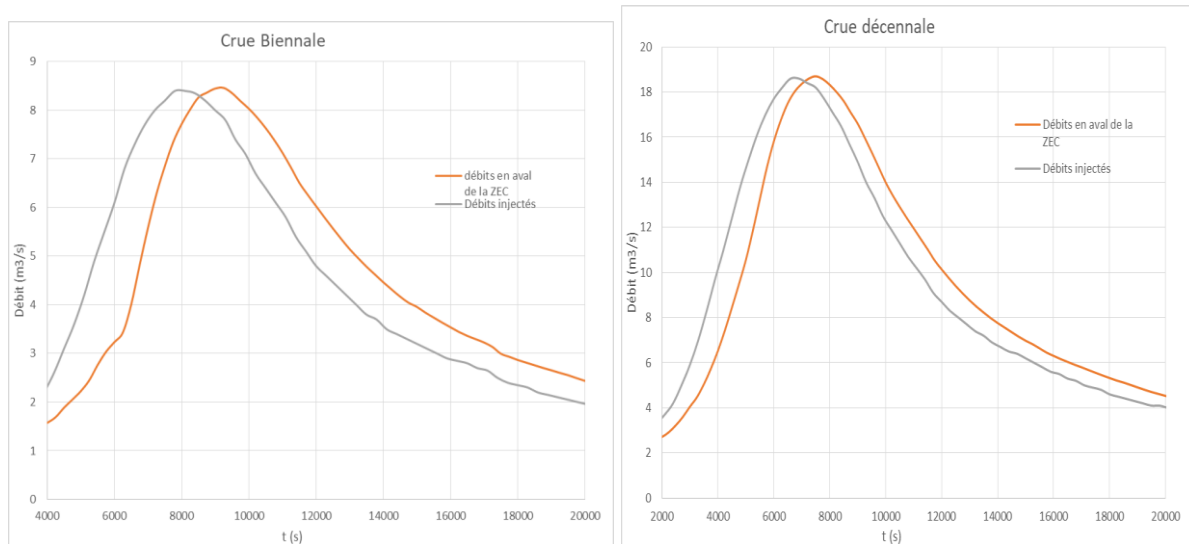


Figure 27 : Impact de la ZEC pour une crue biennale et décennale

L'optimisation de l'efficacité de cette ZEC devra passer par un endiguement du champ majeur sur toute sa largeur pour assurer un stockage en amont. Le dénivelé entre l'amont et l'aval de la ZEC est d'environ 13 m et l'exploitation de la totalité de sa superficie devra passer par la réalisation de plusieurs ouvrages transversaux.

A titre d'exemple, la réalisation d'un ouvrage de 5 m de haut (hors hauteur de surverse) sur 90 m de long au niveau du PK C0.4 permettrait de stocker 59 000 m³ sur 2.9 ha. Un tel volume représente 10% du volume de crue centennale du bassin versant Ste_cecile1 et 2.3% du volume généré au droit de la voie SNCF. Pour une crue de type 2010, le débit du Vallon de Sainte Cécile serait écrêté de 7 m³/s.

En première approche, l'efficacité et la rentabilité d'un tel ouvrage ne semble pas optimale au regard de son coût, des contraintes d'exploitation qu'il représentera et du faible impact sur les enjeux en aval (impacts limités sur le vallon de Sainte Cécile soit essentiellement M. Tamisier et Caserne). Ce postulat sera à confirmer dans les phases suivantes.

ii. ZEC Real_617

La ZEC_617 est classifiée comme une zone d'expansion des crues à préserver. Dans ce secteur les premiers débordements significatifs sont observés dès la crue quinquennale, toutefois, leur étendue reste modeste avec la simple inondation du secteur en rive gauche en amont de l'ouvrage OH C2 sur 15m en lit majeur. Les écoulements rive droite proviennent des débordements au niveau de la RD57 au droit de la magnanerie, ruisselant sur le talus et s'étalant sur la parcelle avec des hauteurs d'eau ici très faibles (<5cm).

Pour la crue de 2010, les débordements atteignent une ampleur plus importante avec une inondation du lit majeur sur une largeur d'environ 60 m mais avec des hauteurs inférieures à 20 cm sur une grande partie de son emprise et une superficie inondée uniquement de l'ordre de 1ha. D'autre part, la pente générale de la ZEC et de 1.5 à 2% et les débordements en champ majeur le ralentissement dynamique est faible, d'autant plus que les rangs de vigne sont orientés dans le sens de l'écoulement.

L'impact de cette ZEC est globalement faible, toutefois un endiguement du vallon de Sainte Cécile sur ce linéaire viendrait aggraver la situation et il convient de préserver cette zone exempte d'endiguement ou de remblais.

On notera que l'emprise figurant dans l'action 30 du PAPI (préservation et optimisation des ZEC) reste très théorique dans la mesure où elle est supérieure à la zone inondable en crue millénaire.

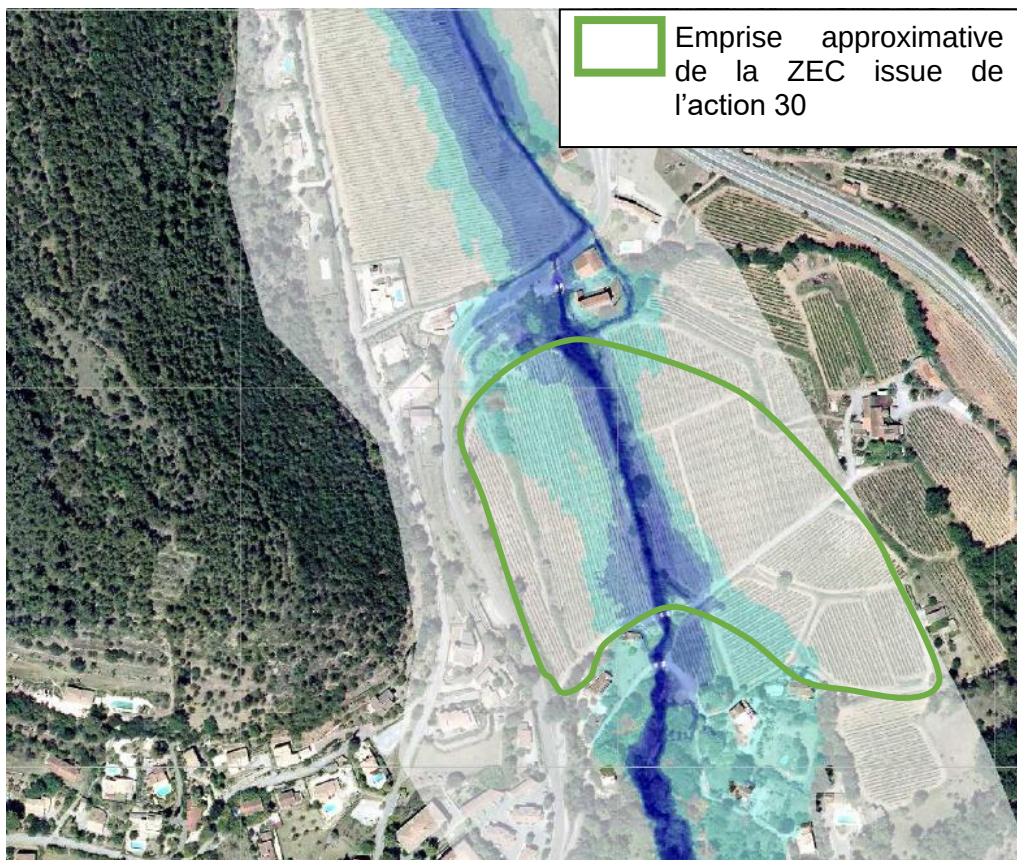


Figure 28 : Présentation de l'emprise théorique de la ZEC et des hauteurs d'eau et zone inondée en crue millénaire

iii. ZEC Real_04

La ZEC Réal_04 est mobilisée à partir de l'occurrence trentennale avec un écoulement très localisé en champ majeur sur une largeur de 15 à 20m. Ce chenal en champ majeur traversant la ZEC entre l'amont du seuil (OH-R6) et le collège suit grossièrement l'ancien tracé du canal alimenté par le seuil R6 et a été vraisemblablement activé lors de la crue de 2010.

Pour la crue de Juin 2010 la superficie mobilisée est d'environ 4ha pour un volume étalé sur la ZEC d'environ 10 000 m³. Pour la crue centennale ce volume est de 4000 m³ ce qui

apparaît très faible au vu des volumes de crues (2,5 millions de m³ en centennale et 4,5 millions pour la crue de 2010).

Au vu de la configuration du site, l'optimisation de cette ZEC pour assurer un stockage important en champ majeur apparaît complexe pour les raisons suivantes :

- Il n'est pas envisageable de réaliser un ouvrage limitant le débit écoulé du Réal en lit mineur au vu des objectifs de l'étude (ouvrage altérant fortement la morphologie du cours d'eau).
- Un simple ouvrage transversal en lit majeur ne permettrait pas de maximiser de manière importante le volume stocké en champ majeur.
- La faible superficie de la ZEC ne permet pas de stocker un volume suffisant pour écrêter les crues (au vu des volumes détaillés précédemment) et d'impacter les enjeux en aval direct.

Toutefois une amélioration de sa mobilisation et de l'étalement en crue pourrait passer par la suppression des remblais en rive droite, notamment au droit de l'ancienne station d'épuration et du Collège.

iv. Zonage des ZEC au Plan Local d'Urbanisme

Source : Règlement du PLU des Arcs

Le zonage au PLU des zones d'expansion des crues est le suivant :

ZEC Real 03 : Zone agricole Ap

Ce type de zone concerne les zones agricoles à forte valeur paysagère et de protection des abords de la RDN7 et de la RD555. Il est rappelé au règlement du PLU que les dispositions du PPRi doivent s'appliquer en zone inondable sur ce type de zone, et notamment les dispositions relatives à la réalisation de remblais. Ces dernières dispositions vont dans le sens de la préservation de la ZEC.

ZEC Real 617 : Zone agricole A

Les mêmes dispositions s'appliquent à cette zone qu'à la précédente.

ZEC Real 04 : 2AUBa

Cette zone concerne les zones d'urbanisation future à vocation principale d'habitat insuffisamment équipée et pour laquelle la commune souhaite maîtriser le développement urbain. En conséquence, l'ouverture de la zone à l'urbanisation ne peut résulter que d'une modification ou d'une révision du P.L.U. Comme pour les ZEC précédentes, les dispositions du PPRi s'appliquent et notamment tout travaux, remblais, constructions et installations de quelque nature qu'ils soient. Environ la moitié de la zone 2AUBa est située en zone inondable et est donc concernée par ces dernières dispositions qui vont dans le sens de la préservation des ZEC.

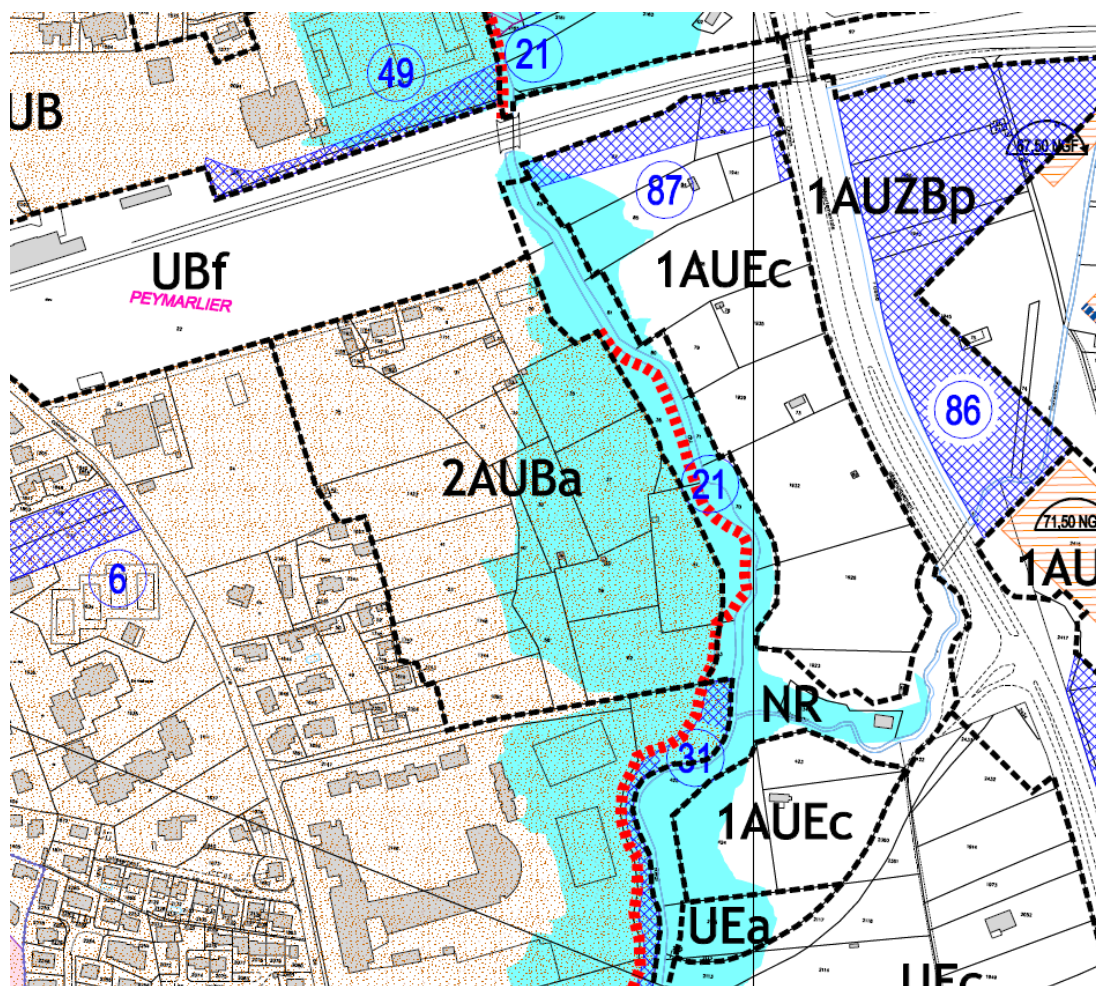


Figure 29 : Zonage du PLU au droit de la ZEC Real_04

VIII.1.2. Cadastre Napoléonien - 1835

Les cartes du cadastre Napoléonien laissent apparaître un tracé en plan des cours d'eau très proche de la situation actuelle.



Figure 31 : Cadastre napoléonien de 1835 aux Arcs (source : archives.var.fr)

Les principales différences que l'on peut identifier sont en lien avec l'usage des cours d'eau et la présence plus importante de canaux et dérivation :

- Sur la partie amont de la Sainte Cécile dans le secteur du captage où le réseau de fossés a pu être mis en place pour le drainage des terres.
- Dans le secteur de la Magnanerie / la Valette pour l'irrigation des terres et l'alimentation de moulins
- Dans la plaine un bief est alimenté par le seuil en aval de la voie SNCF (OH R-6)



Figure 32 : Réseaux de canaux sur le vallon de sainte Cécile amont (gauche) et sur le Réal dans la plaine (droite) (source : archives.var.fr)

VIII.1.1. Analyse des photos aériennes

Les principales évolutions observées sur le Réal et le vallon de Sainte Cécile sont les suivantes :

- Le style fluvial et le tracé en plan général sont restés identiques au cours des 65 dernières années. On notera notamment l'existence du tronçon canalisé sur le Bief 1 dès 1951.
- L'évolution de l'occupation des sols se caractérise par une urbanisation des secteurs agricoles en amont de la voie SNCF dans les années 80 et entre la voie SNCF et la RD7 dans les années 90.
- Une densification et un élargissement de la ripisylve à partir des années 90 notamment entre la RD7 et la voie SNCF et en amont de la Magnanerie sur le vallon de Sainte Cécile.

Les photos aériennes analysées sont présentées à la page suivante :

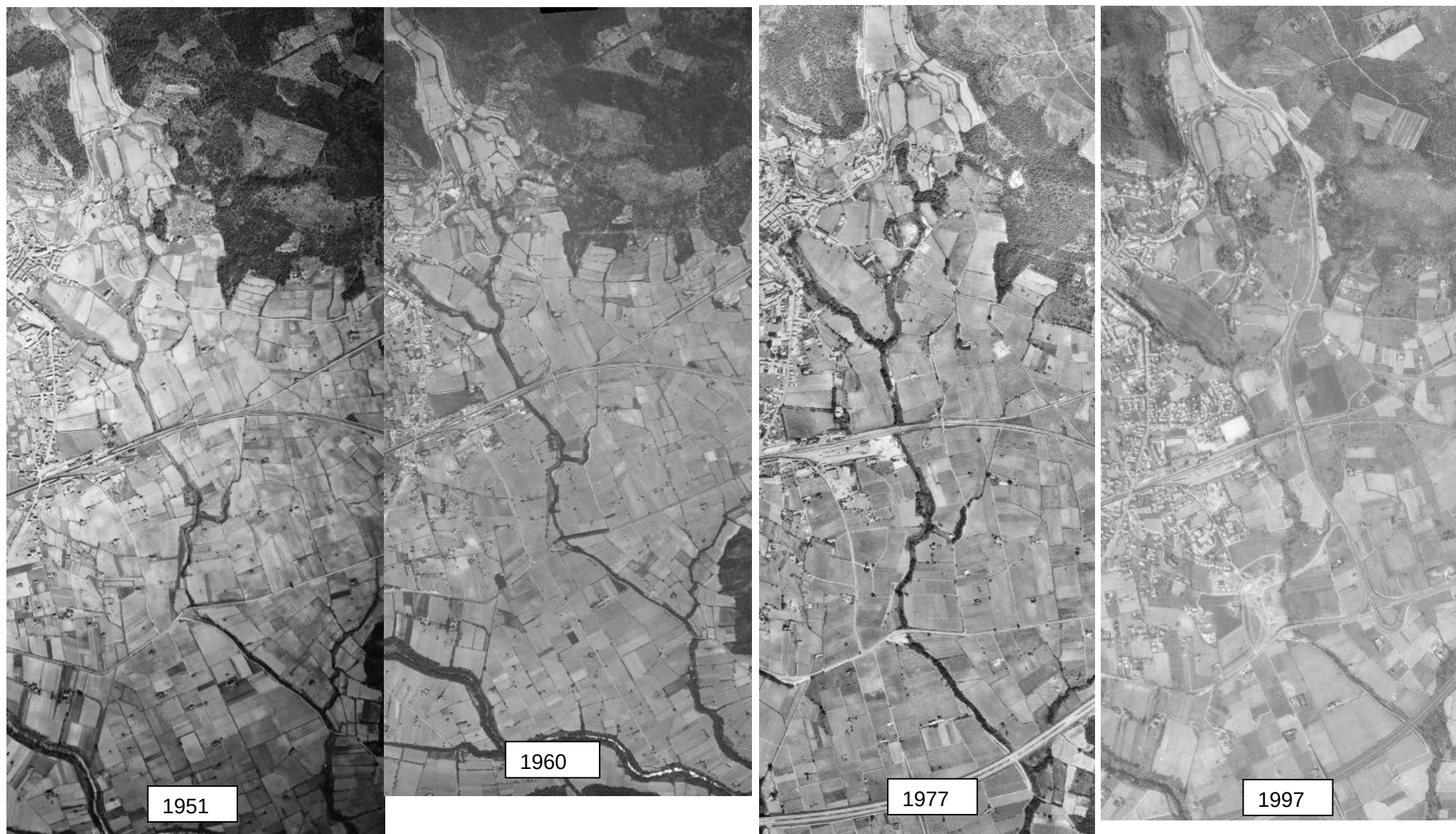


Figure 33 : photos aériennes historiques du Réal et du vallon de Sainte Cécile (source : remonterletemps.ign.fr)



Figure 34 : photos aérienne du Réal Canalisé en 1951

VIII.1.2. Historique d'aménagement du cours d'eau

Les documents historiques analysés permettent d'établir une chronologie sommaire de l'aménagement des cours d'eaux sur la commune des Arcs.

Documents analysés	Ouvrages construits
	Pont de la caserne (OH C-4) et pont de la RD7 (OH R-8)
Carte de l'état major - 1740	
	- Seuil ruiné aval SNCF (OH R-6), - <u>ponts</u> : de la magnanerie (OH C-1), OH C-2, du chemin du Bac (OH R-10)
Cadastre Napoléonien - 1835	
	Pont SNCF (OH R-4)
Carte de l'Etat Major 1852	
	Canalisation du bief 1 du Réal
Cadastre de 1949 et photo aérienne 1951	
Photo aérienne 1972	Pont de l'A8 (OH R-9)
	Seuil particulier aval caserne (OH C-5)
Photo aérienne 1998	Pont Bd Peymarlier (OH R-7)
	Pont RD91 (OH R-8)
Photo aérienne 2003	

Figure 35 : Diagramme chronologique des aménagements sur le Réal et le vallon de la Sainte Cécile

VIII.2. EVOLUTION DU PROFIL EN LONG

i. Présentation des profils en long

Le profil en long du Réal et du Vallon de Sainte Cécile a été réalisé sur la base des profils en travers levés dans le cadre de la présente étude. Il a été complété par les plans topographiques récents, notamment dans le secteur de la caserne de pompier et du chemin du Bac.

D'autre part, un profil en long du Réal a été extrait des données topographiques levées dans le cadre du PPRI (OPSIA, 2011) afin de pouvoir comparer son évolution. Malheureusement aucune donnée plus ancienne n'est existante.

Les profils en long sont présentés à la page suivante.

Profil en long du vallon de la Sainte-Cécile

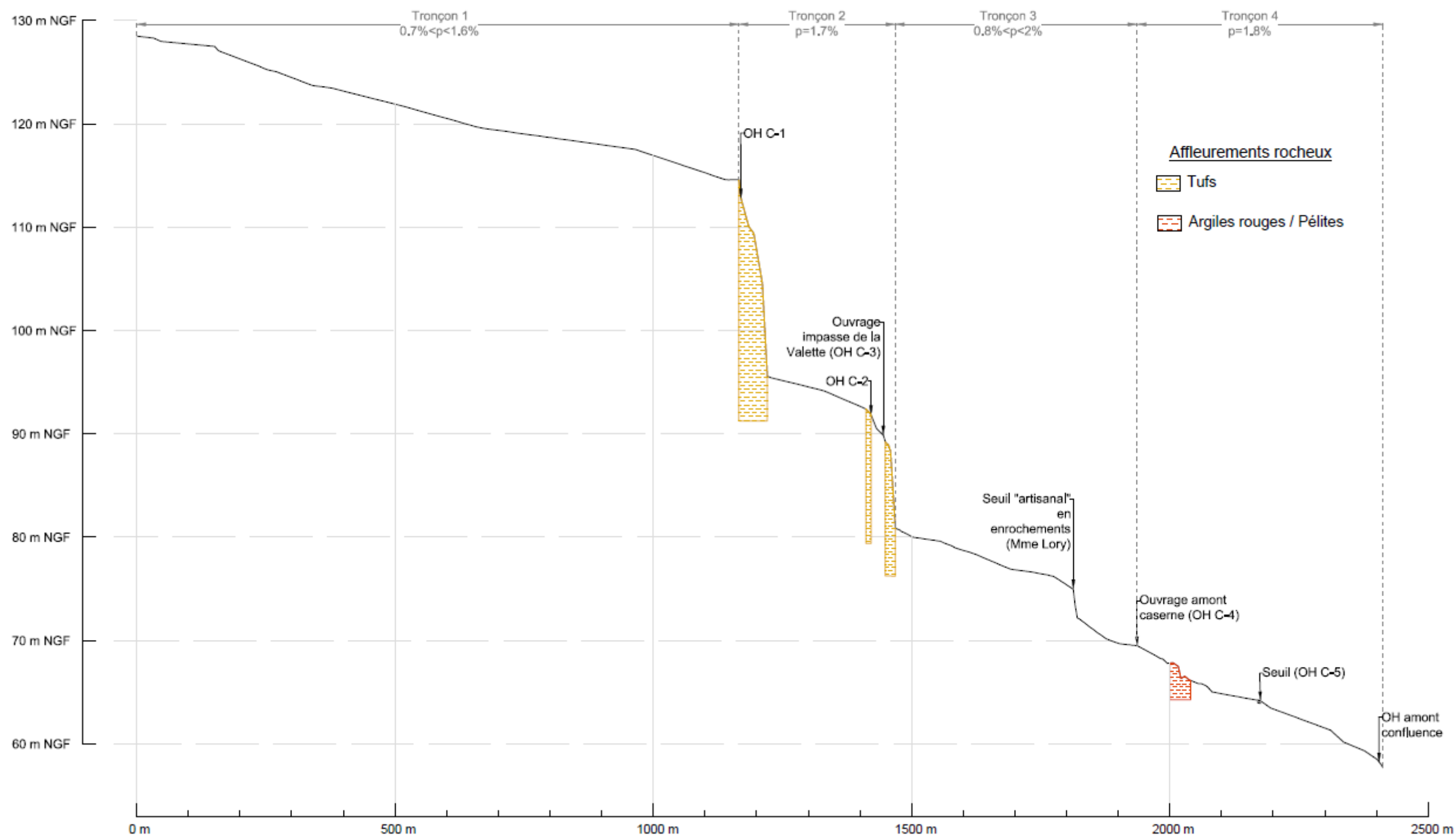


Figure 36 : Profil en long du Vallon de Sainte Cécile

Profil en long du Réal

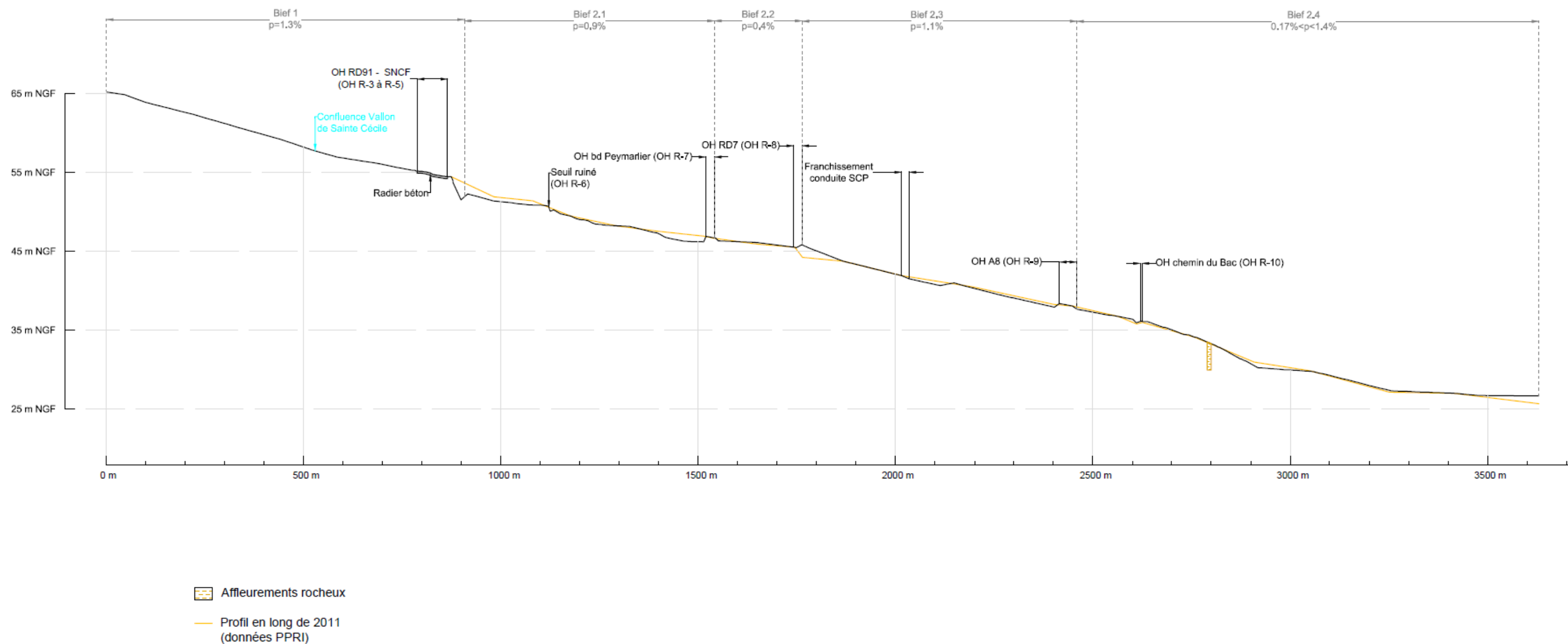


Figure 37 : Profil en long du Réal

Les principales observations sont détaillées ci-après :

- Le profil en long du Vallon de Sainte Cécile est fortement influencé par la géologie du secteur d'étude et ce dernier est marqué par d'importantes ruptures de pentes et chutes notamment dans les secteurs suivants :
 - Au droit de la magnanerie et de la Valette où deux chutes de 20 m et 10 m de haut se succèdent. Ces chutes importantes sont liées à la présence d'affleurements rocheux et à la formation de barrages de travertins
 - Au droit de la caserne de pompiers où la chute est plus progressive et ne présente qu'1,3 m. Cette dernière concorde avec la présence d'argiles rouges à l'affleurement (r_Mo : formation de la Motte)
 - Au PK1.83 (propriétés Mme Lory / Textoris) au niveau du seuil « artisanal » d'une hauteur de 2.2 m réalisé pour stabiliser le profil en long

La présence de ces affleurements fait que l'on retrouve des pentes plus faibles au niveau de la ZEC en amont de la Magnanerie que dans les secteurs à l'aval.

- Le profil en long du Réal est plus homogène puisqu'il présente une pente moyenne de 1.1% pour des pentes par tronçon variant entre 0.9 et 1.4% à l'exception du bief 2.2 (p=0.4%) et de la confluence avec l'Argens (p=0.2%). La rupture de pente sur le bief 2.2 est liée à la présence de l'ouvrage de la RD7 qui représente un verrou.

Globalement le profil en long du Réal est resté stable depuis 2011, toutefois les évolutions suivantes sont observées :

- Un abaissement du fond de lit sur le bief 2.1 en amont du seuil contourné (OH R-6) du fait de l'érosion régressive depuis 2010 (voir paragraphe suivant)
- Un engravement de l'ouvrage de la RD7 lié à l'encombrement du lit en aval (blocs) et de sa capacité limitante. Cet ouvrage avait vraisemblablement été purgé lors de la crue de 2010 du fait de sa mise en charge puis rechargé par de petites crues
- Un léger exhaussement de la côte de fond (20 cm) au niveau de l'ouvrage du chemin du Bac (OH R-10) dû aux apports du glissement en amont du pont
- Un abaissement du fond du lit au PK R2.92. Cette incision localisée concorde avec la présence d'un embâcle et d'une zone d'érosion (voir planche 1.5)
- Un engravement du lit de 80cm à la confluence avec l'Argens.

On notera que dans certains secteurs les différences observées sont liées à une différence d'implantation des profils et de densité de points et ne peuvent donc pas être interprétées, par exemple en amont de l'OH du Boulevard de Peymarlier (OH R-7).

ii. Analyse des secteurs incisés

Le profil en long des principaux secteurs incisés a été analysé dans l'objectif d'identifier les causes principales de ces phénomènes.

Réal

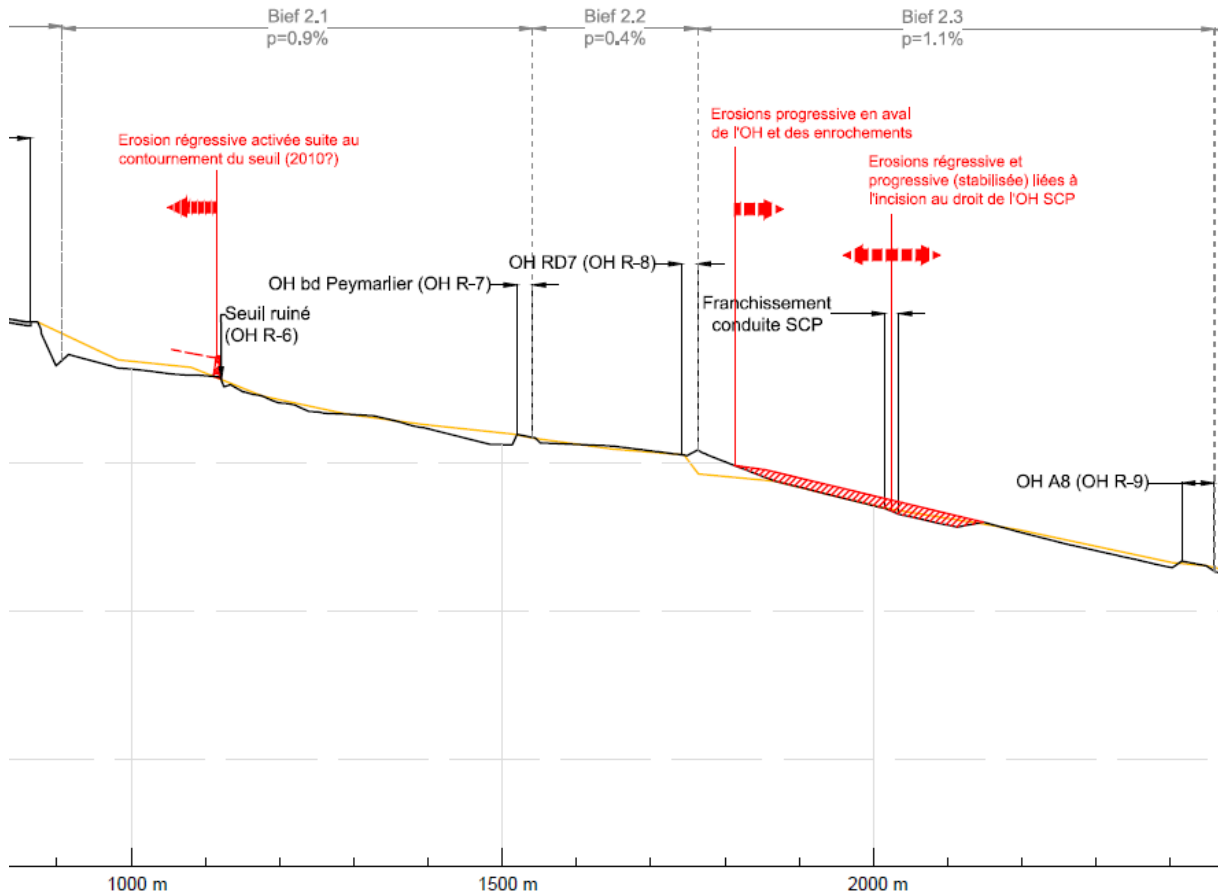


Figure 38 : Profil en long du Réal dans les secteurs incisés

- **Bief 2.1** : Sur ce secteur aucune incision marquée n'a été identifiée lors de l'expertise toutefois une érosion régressive s'est propagée jusqu'en aval des ouvrages du bief 1 du fait du contournement du seuil R-6 et de l'abaissement du fond de lit en ce point. Cet effet a été accentué par la fosse de dissipation générée en 2010 du fait de l'importante mise en charge des ouvrages. L'évolution du profil en long entre 2011 et 2017 est un bon indicateur de ces processus. Cette incision est peu visible sur le terrain du fait de sa propagation dans des matériaux alluvionnaires déposés au cours des 2 derniers siècles dans le remous solide du seuil historique, et non sur un substrat argileux.

	
Aval de l'OH SNCF en 2010 (source : expertise post crue ETRM)	Aval de l'OH SNCF en 2017 avec chute plus importante (construction d'un ouvrage supplémentaire depuis)

Les photos ci-dessus mettent en évidence l'augmentation de la hauteur de chute entre 2010 et 2017 (1.7 m en situation actuelle selon les données topographiques contre 1 à 1.2 m en 2010 selon estimation photo).

- Bief 2.3 : Dans ce secteur les phénomènes d'incision (amont et aval) sont liés aux processus suivants :
 - Une érosion progressive localisée en aval de l'OH de la RD7 (OH R-8) et des blocs d'enrochement dans le lit
 - Une érosion régressive et progressive activée à partir de l'ouvrage de protection de l'adducteur SCP. La concentration des écoulements entre les deux parements d'enrochement a déchaussée la couche de fond par l'aval, activant une incision locale et se propageant vers l'amont. La présence de blocs dans le lit et déplacés vers l'aval est à l'origine de remous générant une érosion progressive localisée.
 - Un affouillement dans la concavité rive droite en aval de l'OH SCP et ayant sapé la butée de pied de l'ouvrage de soutènement du chemin du bac entraînant son glissement

L'ensemble de ces phénomènes d'incision ont été à l'origine de la formation d'embâcles venant eux même aggraver les érosions et ayant fait l'objet de travaux d'enlèvement par le SMA dans le cadre d'une DIG en 2015.

Effondrement du soutènement du chemin du Bac (source : SMA 12/2015)	Sous-cavement et effondrement progressif des blocs de l'OH SCP (06/2017)

Vallon de Sainte Cécile :

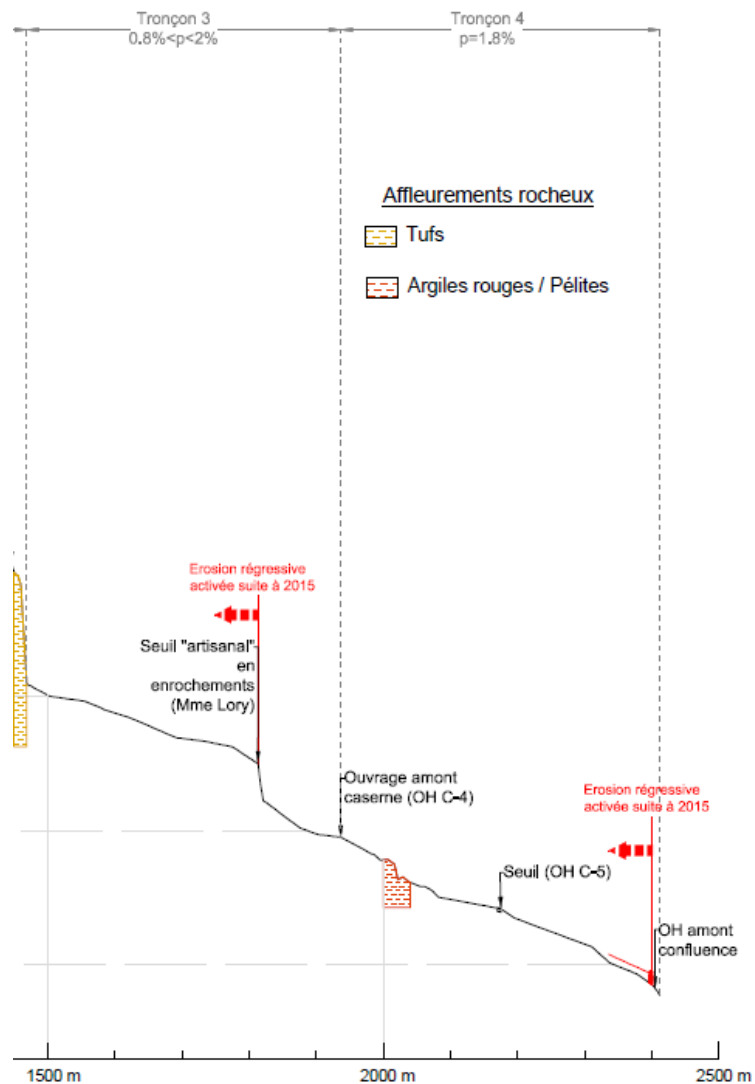


Figure 39 : Profil en long du vallon de Sainte Cécile dans les secteurs incisés

- Tronçon 3 : En amont du seuil « artisanal » au PK C1.82 et d'une hauteur de 2.2 m une incision est existante. Il semblerait que cette incision soit liée à un déplacement du lit du fait de la formation d'un embâcle 70m en amont. Toutefois ce déplacement n'explique pas la chute de 2.2m non stabilisée naturellement et les causes de cette incision n'ont pu être approfondies du fait de l'interdiction de l'un des riverains de pénétrer sur sa parcelle.
- Tronçon 4 : En amont de la confluence avec le Réal un seuil en enrochement était localisé générant une chute d'environ 1m entre le fil d'eau du Vallon de Sainte Cécile et le fil d'eau de l'ouvrage. L'enrochement ayant été en partie endommagé par la crue de 2015 (notamment par la formation d'un embâcle), il a été supprimé dans le cadre des travaux réalisés sur la Balade en Réal. La suppression de cet ouvrage a activé une érosion régressive sur le linéaire en amont du fait de l'approfondissement du fond de lit de 1m.

	
<i>Vue de l'enrochement en amont de la confluence Réal / Sainte Cécile depuis la passerelle (source : SMA 12/2015)</i>	<i>Vue de la passerelle depuis l'emplacement passé de l'enrochement (en rouge) (03/2017)</i>

- Sur le vallon de Sainte Cécile des barrages de travertins de dimensions plus ou moins importantes se forment sur les tronçons 2 à 4 au droit de chutes en lien avec des affleurements ou d'éléments naturels (petits embâcles par exemple) créant des chutes et favorisant la précipitation des carbonates. La rupture de ces derniers peut être à l'origine de phénomènes d'incision localisés.

VIII.3. TYPOLOGIE GÉODYNAMIQUE DES COURS D'EAU

La typologie des cours d'eaux a été définie selon quatre tronçons homogènes détaillés au paragraphe suivant.

VIII.3.1. Puissance spécifique

Les capacités d'ajustement d'un cours d'eau sont fortement dépendantes de sa puissance spécifique, qui correspond au produit de la pente et du débit, ramené à la largeur du cours d'eau.

La puissance spécifique a été calculée pour chacun des tronçons de l'expertise pour les pentes minimales et maximales lorsque des ruptures de pente sont observées. Les hauteurs de chute ne sont pas prises en compte dans le calcul de la pente.

Le débit biennal journalier a été déterminé sur la base d'un ratio de 0.5 fois le débit de pointe biennal. Ce ratio a été déterminé à partir de stations banque hydro proches du Réal.

Les résultats sont présentés ci-après :

		Pente de fond (m/m)	Largeur plein bord (m)	Débit biennal journalier (m3/s)	Débit plein bord (m3/s)	Puissance spécifique (W/m²)	
						Pour le débit biennal journalier	Pour le débit Plein bord
Réal	Bief 1	0.013	2	9.1	17	580	1084
	Bief 2.1	0.009	16	12.85	60	69	324
	Bief 2.2	0.004	13	13.2	15	40	45
	Bief 2.3	0.011	8	13.2	20	178	270
	Bief 2.4	0.002 à 0.014	10.5	14.35	40	23 à 188	64 à 523
Sainte Cécile	tronçon 1	0.007 à 0.016	1.5	4	0.8	173 à 400	35 à 81
	tronçon 2	0.017	2.9	4.2	7	232	391
	tronçon 3	0.008 à 0.02	3	4.2	2.5	109 à 271	65 à 164
	tronçon 4	0.018	10	4.3	17	75	300
Puissance spécifique retenue pour la typologie géodynamique							

Tableau 15: Paramètres de calcul des puissances spécifiques

Sur l'ensemble des quatre tronçons, la puissance spécifique minimale est supérieure au seuil théorique de 35W/m² au-delà duquel les cours d'eau anciennement chenalés ont la capacité à se réajuster morphologiquement.

VIII.3.2. Erodabilité des berges

L'érodabilité des berges a été qualifiée par tronçon dans le cadre de l'expertise de site. Celle-ci repose sur l'analyse des matériaux en berge, de leur cohésion et de la couverture végétale. L'évaluation des deux premiers paramètres se fait sur des berges à nu comme présentées ci-après :



Présentation des points d'érodabilité des berges (de gauche à droite : Réal bief 2.1, 2.4 et Sainte Cécile tronçon 4)

		Matériaux berge	Cohésion	Couverture végétale	Erodabilité
Réal	Bief 1	Limons argileux	Forte	-	Faible à moyenne *
	Bief 2.1	Limons argileux	Forte	Forte	Faible
	Bief 2.2	Limons argileux	Forte	Forte	Faible
	Bief 2.3	Limons argileux	Moyenne à forte	Moyenne à faible	Moyenne
	Bief 2.4	Limons argileux et sableux	Moyenne à forte	Forte	Faible à moyenne
Sainte Cécile	tronçon 1	Limons argileux et sableux	Moyenne à forte	Moyenne à forte	Faible à moyenne
	tronçon 2	Limons argileux	Forte	Moyenne à faible	Faible à moyenne
	tronçon 3	Limons argileux et sableux	Moyenne	Forte	Faible à moyenne
	tronçon 4	Limons argileux et sableux	Moyenne à forte	Moyenne à forte	Faible à moyenne

* en fonction de la couverture végétale projetée

Tableau 16: Erodabilité des berges par tronçon

VIII.3.3. Analyse sommaire du transport sédimentaire

Une analyse qualitative du transport sédimentaire a été menée dans le cadre de la présente étude au paragraphe suivant. Cette analyse met en évidence la présence de stocks alluvionnaire mobilisables en crue sur le bassin versant du Réal.

D'autre part, l'expertise de site a mis en évidence la présence de bancs alluvionnaires non végétalisés indicateurs de l'existence d'une dynamique sédimentaire récente sur la quasi-totalité du linéaire du Réal. Sur le vallon de Sainte Cécile les atterrissements sont moins nombreux, toutefois ceci est aussi en partie lié à la plus modeste taille de son bassin versant.

La dynamique sédimentaire sur le secteur d'étude sera qualifiée de moyenne.

VIII.3.4. Typologie géodynamique

La classification est réalisée selon la grille établie au « manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau » (Agence de l'Eau Seine Normandie, Décembre 2007) présentée ci-dessous :

	1	2	3	4
Puissance – W	< 10 W/m ²	10-30 W/m ²	30-100 W/m ²	> 100 W/m ²
Erodabilité des berges – B	Nulle	Faible	Moyenne	Fort
Potentiel d'apports solides – A	Nul	Faible	Moyen	Fort

Cette typologie permet d'évaluer l'efficacité des travaux de restauration. La typologie pour chacun des sites est la suivante :

		Puissance spécifique	Débit plein bord	Erodabilité des berges	Transport Solide	Typologie
Réal	Bief 1	580	17	Faible à moyenne *	Moyen	W4B2A3
	Bief 2.1	69	60	Faible		W4B2A3
	Bief 2.2	40	15	Faible		W3B2A3
	Bief 2.3	178	20	Moyenne		W4B3A3
	Bief 2.4	23 à 188	40	Faible à moyenne		W4B2A3
Sainte Cécile	tronçon 1	35 à 81	0.8	Faible à moyenne		W3B2A3
	tronçon 2	232	7	Faible à moyenne		W4B2A3
	tronçon 3	65 à 164	2.5	Faible à moyenne		W3B2A3
	tronçon 4	75	17	Faible à moyenne		W4B2A3

Tableau 17: Typologie géodynamique des tronçons

Sur l'ensemble des tronçons la typologie géodynamique caractérise un cours d'eau pour lequel les travaux de restauration s'avèreront efficaces au regard de la forte capacité d'ajustement qu'ils présentent (forte puissance spécifique).

Pour ce type de cours d'eau à forte capacité d'auto-ajustement les préconisations faites en termes de restauration consistent en une simple suppression des obstacles transversaux et longitudinaux, soit les seuils et murs de protection dans le cas des présents cours d'eau. Toutefois une vigilance particulière devra être portée sur les impacts des aménagements de manière à ne pas aggraver d'éventuels phénomènes d'incision. En effet, en cas de déficit sédimentaire et du fait de l'érodabilité des berges faible à moyenne les processus de réajustement du cours d'eau pourraient se traduire par une incision de son lit et non pas une activation de sa dynamique latérale.

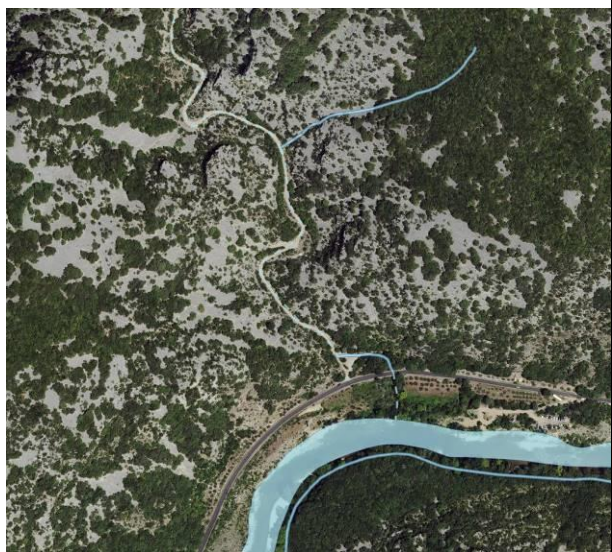
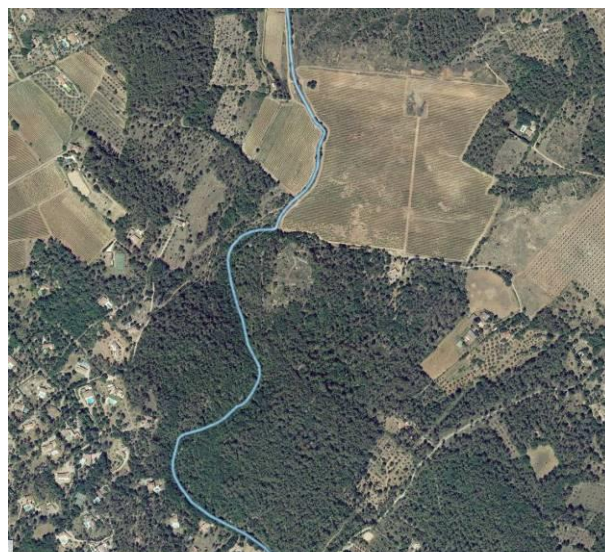
VIII.4. ANALYSE DU TRANSPORT SÉDIMENTAIRE

VIII.4.1. Sources d'apport sédimentaire

L'analyse des sources d'apport sédimentaire repose sur l'étude des photos aériennes, de l'occupation des sols, de la géologie et de l'expertise menée sur le bassin versant du Réal.

Les photos aériennes ne font ressortir aucune zone d'éboulis, ou de versant à nu pouvant représenter une zone d'apport direct de sédiments au cours d'eau. Cette analyse est confortée par l'analyse de l'occupation des sols du bassin versant (Corine Landcover 2012)

qui ne recense aucune zone de roches nues (332. : Éboulis, falaises, affleurements rocheux, y compris des zones d'érosion active, rochers et récifs...)

	
<i>Exemple de zones d'éboulis et falaises en lien direct avec le cours d'eau sur l'Hérault (source : géoportail)</i>	<i>Vue aérienne d'un secteur représentatif du BV Real1 : chênaies vertes, vignobles et habitat diffus.</i>

D'autre part, la faible taille du cours d'eau rend l'identification de bancs alluvionnaires sur la base de photos aériennes impossible.

Sur la carte géologique, trois zones principales d'alluvions récentes (en blanc) illustrées sur la figure ci-après sont identifiées.

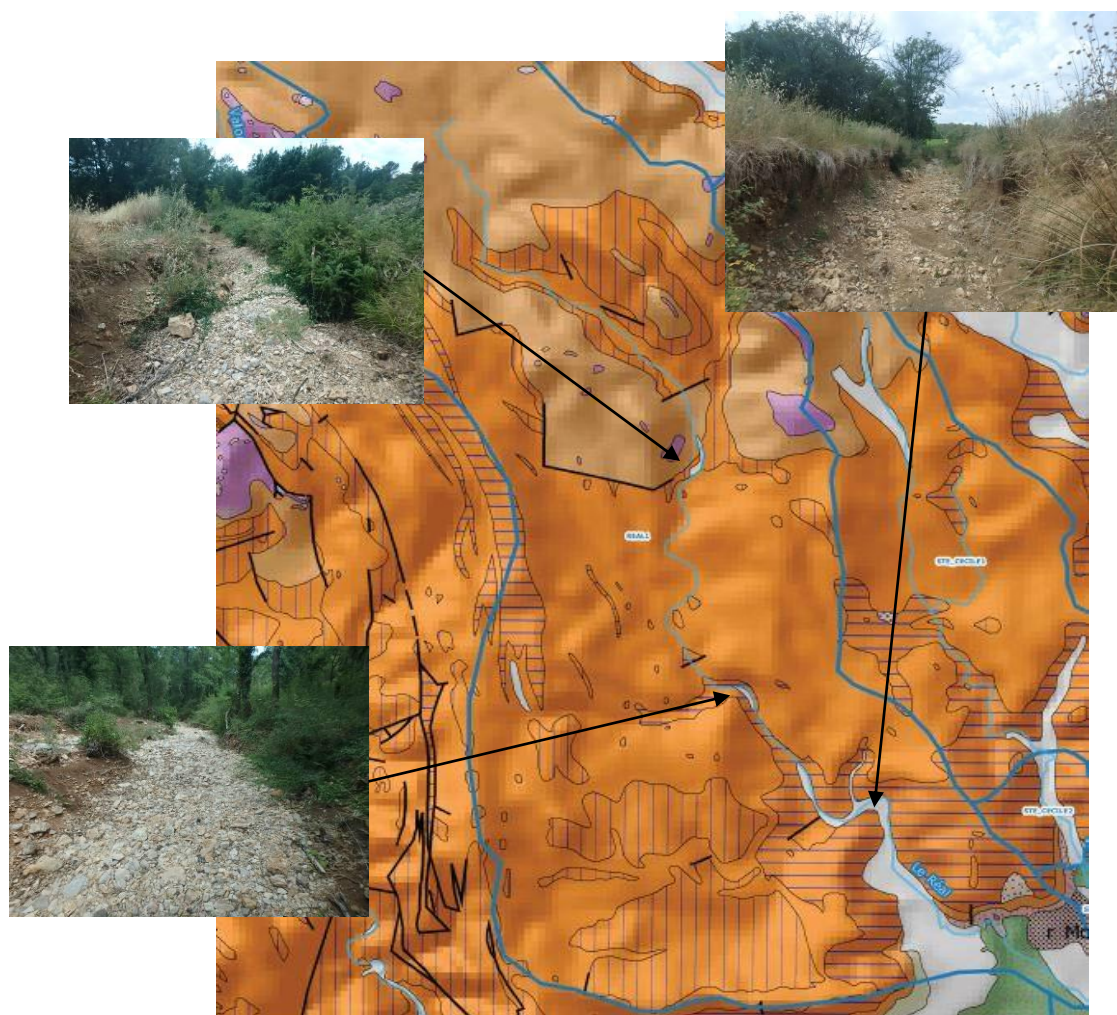


Figure 40 : Carte géologique et photographies des alluvions récentes

Les berges à nu font apparaître des limons sableux à lits de blocs de faible cohésion et facilement mobilisables. En fond de lit on retrouve une couche de pavage de manière intermittente et au gré des conditions hydrauliques, mais sur l'ensemble du linéaire inspecté entre la zone d'alluvion plus en amont et les gorges.



Couche de pavage en fond de lit du Réal

La présence de vignes et de vergers sur le bassin versant peut aussi contribuer à l'apport de sédiments fins par ravinement.

En conclusion, les principales sources d'apport sédimentaires du bassin versant du Réal reposent sur la mobilisation du stock alluvionnaire en berge et du charriage de la charge de fond.

VIII.4.2. Topographie du bassin versant

La morphologie du bassin versant du Réal en amont du périmètre de conception et en particulier la pente du fond de vallée influence fortement les phénomènes de transport solide au droit de la zone d'étude. Le profil en long de fond de vallée du Réal entre la RD 562 en amont et l'entrée dans la section souterraine est présenté ci-après :

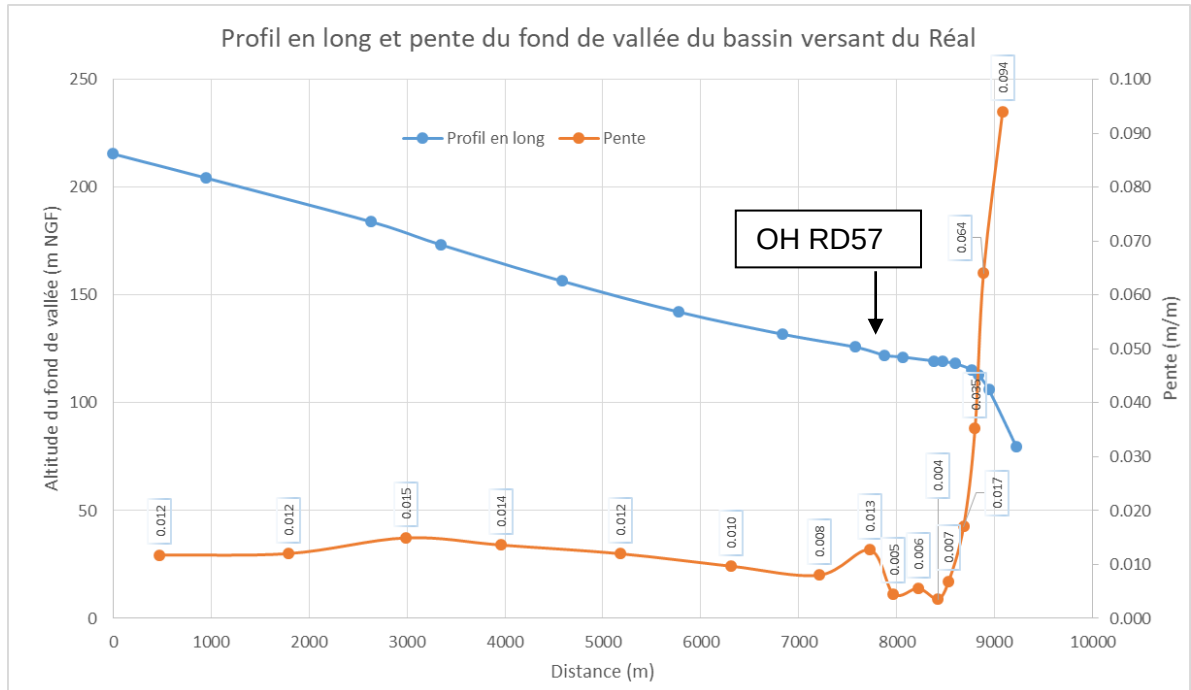


Figure 41 : Profil en long et pente du fond de vallée du bassin versant Real1

La pente sur la quasi-totalité du linéaire est relativement homogène et importante (entre 1.2 et 1.5%). Cette pente diminue fortement à l'approche du vallon de Fantroussière où la largeur de vallée s'élargit de manière notable. Cette diminution de la pente est liée à la présence des barrages de travertins venant « bloquer » le profil en long en amont direct des Arcs. En aval de ce secteur la pente augmente brusquement pour atteindre 10% en amont direct de l'entrée dans la section souterraine.

La diminution de la pente au passage dans la zone humide de Fantroussière (0.4% à 0.2% localement) aura tendance à piéger les sédiments dans ce secteur. Les phénomènes de transport solide sur le périmètre de conception sont ainsi régis par les conditions d'écoulement dans la zone humide qui joue un rôle tampon. La puissance spécifique pour le débit biennal journalier dans ce secteur est de l'ordre de 60 W/m² pour des pentes de l'ordre de 0.4%. Pour des conditions hydrologiques similaires la puissance spécifique du bief 2.2 est de 45 W/m² pour une pente de 0.4% et les capacités de transport solide sont plus faibles qu'en amont, ce qui laisse à penser que ce tronçon présente un risque d'engravement. Toutefois, on notera que les matériaux déposés dans l'ouvrage sont relativement fin (sables et graviers essentiellement) et qu'ils peuvent être remobilisés pour des vitesses de l'ordre de 1 m/s qui sont dépassées dès que ce dernier entre en charge (pour une crue inférieure à la biennale). La mobilisation des sédiments de fond de l'ouvrage aura tendance à augmenter la pente du tronçon et donc sa puissance spécifique. Un approfondissement du lit au niveau de l'ouvrage de 40 cm amènerai la pente du tronçon à 0.57% et sa puissance spécifique à 65W/m². Ce scénario semble réaliste, toutefois il conviendrait de réaliser un sondage complémentaire ou de disposer des plans de construction des ouvrages pour valider cette hypothèse.

VIII.4.3. Analyses granulométriques

Des analyses granulométriques ont été réalisées dans le cadre de l'étude géotechnique. L'objectif des analyses granulométriques est de caractériser les matériaux composant le lit et

les berges et d'appréhender les phénomènes de transport solide sur le secteur d'étude (types de matériaux transportés, vitesse et occurrence de mise en mouvement). D'autre part, elles permettent d'appuyer l'analyse précédente sur les pentes en analysant le tri granulométrique réalisé entre les différents secteurs. L'implantation des sondages est présentée sur la planche 2.

Les principaux points de prélèvement sont présentés sur les photos suivantes :

Amont du bassin versant – Réal	
	
Prélèvement n° 5 en berge	Prélèvement n°6 en fond de lit
	
Prélèvement n°8 en fond de lit	Prélèvement n°18 en fond de lit dans le vallon de Fantroussière (aval de la zone de faible pente)

Périmètre de conception	
	
Prélèvement n°7 sur un radier du vallon de Sainte Cécile (tronçon 2)	Zone de prélèvement n°15 (bief 2.1) sur atterrissement du Réal
	
Prélèvement n°16 sur un radier du Réal (Bief 2.2)	Prélèvements n°19 et 20 sur radier et atterrissement du Réal (Bief 2.4)

Les résultats des analyses granulométriques sont présentés en annexe 2, la D10, D50 et D90¹ des prélèvements réalisés dans le lit est présentée ci-après. La D50 permet d'apprécier la taille médiane de l'échantillon afin de les comparer rapidement.

Aucun prélèvement n'a été effectué sur le bief 1 du fait de l'absence de substrat de fond.

¹ 10, 50 et 90% des particules présentent un diamètre inférieur à cette valeur

		Echantillons	D10 (mm)	D50 (mm)	D90 (mm)	Pente du tronçon
Réal	BV amont	8	1.70	20.2	42	1.2%
		6	3	70.0	>100	1.3%
		18	1.2	55.0	90	1.7%
	Bief 2.1	1	2.1	32.0	>100	0.9%
		15	1.20	35.0	>100	0.9%
	Bief 2.2	3	7	42.0	>100	0.4%
		16*	0.20	7.0	38	0.4%
	Bief 2.4	19	0.45	7.5	36	0.2%
		20	2	17.0	40	0.2%
Sainte Cécile	Tronçon 1	17	0.45	3.20	12	1.3%
		14	0.25	5	70	1.7%
	Tronçon 2	7	0.40	50	>100	1.7%

* Echantillon jugé non représentatif

Tableau 18: Résultats des analyses granulométriques

Dans l'ensemble, la D50 a une tendance à diminuer entre l'amont et l'aval du bassin versant à l'exception de l'échantillon 16 qui présente une valeur faible et ne semble pas représentatif de la fraction grossière des matériaux du lit. Le prélèvement 3 a été réalisé à proximité directe sur un atterrissement de caractéristiques similaires et sa valeur semble plus en cohérence avec les observations de terrain.

L'étendue granulométrique de l'ensemble des échantillons prélevés peut être qualifiée de forte avec une D50 toujours plus de 5 fois supérieure à la D10. Sur le terrain, ces observations se caractérisent par la présence d'une matrice sableuse en présence de graviers et/ou cailloux.

Sur le tronçon 1 du vallon de la Sainte Cécile les prélèvements sont représentatifs de la morphologie du cours d'eau qui est plus assimilée à un fossé agricole et ayant dû faire l'objet de curages et ne disposant pas de substrat de fond. D'autre part en sortie des gorges de la Rastéou, l'absence de lit défini et la faible pente en entrée de zone d'étude aura tendance à piéger une grande partie de la charge sédimentaire.

Nota : Aucun prélèvement n'a été réalisé dans la zone de faible pente sur le vallon de Fantroussière du fait de la profondeur d'eau importante et de l'absence de substrat identifiable.

VIII.4.4. Vitesses d'entraînement

Les vitesses d'entraînement ont été calculées selon la formule détaillée ci-après :

$$V_0 = 2,7.K^{1/4}.y^{1/6}.d^{3/8} \text{ (unités: m, kg, s)}$$

- où :
- K est le coefficient de Strickler global ;
 - y le tirant d'eau ;
 - d le diamètre moyen des grains.

L'estimation de cette vitesse croisée avec les résultats du modèle hydraulique (hauteurs et vitesses) et l'analyse granulométrique permet d'estimer de manière sommaire les fréquences de mise en mouvement des matériaux du lit.

	Réal amont	Bief 2.1	Bief 2.2	Bief 2.4		Sainte Cécile tronçon 2
tirant d'eau (m)	2	1.8	3.5	2.5	2.5	2
D50 (mm)	70	35	42	7.5	17	50
Vitesse d'entraînement (m/s)	2.4	1.7	2.1	1.1	1.5	2.1

Tableau 19: Vitesses d'entraînement sur le Réal et le vallon de Sainte Cécile

Les échantillons du tronçon 1 du vallon de Sainte Cécile n'ont pas été exploités pour le calcul de la vitesse d'entraînement dans la mesure où ils ont été prélevés sur un fond de lit ne comportant pas de substrat (équivalent à un prélèvement en berge).

i. Réal amont

Les vitesses de mise en mouvement pour l'échantillon 6 (D50 = 70mm) sont de l'ordre de 2.1 à 2.4 m/s en fonction de la hauteur d'eau (1 à 2 m). Au niveau de Fantroussière les vitesses d'écoulement plein bord basées sur les profils en travers du PPRI (OPSIA 2011) et de la formule de Manning Strickler sont légèrement supérieures à 1m/s, et de telles vitesses ne permettent l'entraînement que de sédiments d'environ 10mm. Les sédiments plus grossier ne transiteront vers le périmètre de conception que pour une crue débordante supérieure à 5m³/s. On notera toutefois que ce débit est inférieur au débit biennal.

ii. Réal bief 2.1

Sur le bief 2.1 les vitesses d'entraînement des substrats sur lesquelles ont été réalisés les prélèvements (D50=35mm) sont de 1.7 m/s pour une hauteur d'eau en crue biennale. Pour une telle crue les vitesses maximales au droit des prélèvements sont supérieures à 1.8 m/s et situées entre 1.0 et 1.8 m/s sur la largeur du lit mineur. En crue quinquennale les vitesses varient entre 1.8 et 2.5 m/s.

iii. Réal bief 2.2

Les vitesses de mobilisation des matériaux sur ce secteur (D50=42mm) sont de l'ordre de 2.1 m/s pour une hauteur d'eau en crue quinquennale (H=3.5m). Pour une telle crue les vitesses en lit mineur sur le linéaire sont localisées entre 1 et 1.5 m/s et uniquement une faible partie des matériaux inférieure à 12 mm est reprise. Pour des crues plus rares, les vitesses n'augmentent que très faiblement pour atteindre 1.8 m/s pour l'événement de référence du fait du contrôle aval exercé par l'ouvrage de la RD7 en partie engravé par des matériaux fins. On notera que la situation modélisée correspond à la topographie actuelle, toutefois il est probable qu'au cours d'une prochaine crue les matériaux dans l'ouvrage soient remobilisés et ainsi que la section de l'ouvrage et les vitesses en amont en soient augmentées.

iv. Réal bief 2.3

Aucun prélèvement n'a été réalisé sur le bief 2.3 du fait de l'absence de secteurs présentant un substrat homogène et jugé représentatif du tronçon. L'incision importante du lit et la présence de décharges et blocs sont à l'origine de cette hétérogénéité.

v. *Réal bief 2.4*

La mobilisation des alluvions sur le bief 2.4 nécessite des vitesses de l'ordre de 1 à 1.5 m/s. Ces vitesses sont atteintes dès la crue biennale en absence de contrôle aval de l'Argens sur la zone des prélèvements, toutefois les mécanismes de mobilisation / dépôt sur la partie aval du tronçon sont fortement dépendante des crues de l'Argens.

vi. *Sainte Cécile tronçon 2*

La vitesse d'entraînement des matériaux de fond de lit sur ce tronçon (D50 = 50mm) est de 2.1 m/s. Cette vitesse est atteinte entre la crue biennale et la crue quinquennale.

VIII.4.5. *Conclusions*

Les principales conclusions de l'étude de transport solide sont les suivantes :

- Les sources d'apport sédimentaire sur le Réal reposent essentiellement sur la mobilisation des stocks sédimentaires en berge et du charriage de la charge de fond.
- La diminution de pente du profil en long du Réal en amont de la zone de gorges est à l'origine d'un piégeage des sédiments et contrôle la taille des sédiments transportés sur le périmètre de conception. Cette configuration limite le risque d'engravement sur le linéaire d'étude à l'exception du bief 2.2 disposant d'une capacité de transport moindre dans la configuration actuelle de l'ouvrage de la RD7.
- Sur le vallon de Sainte Cécile en sortie des gorges de la Rastéou les mêmes phénomènes sont observés avec une diminution des capacités de transport solide liée à l'absence de lit marqué dans une vallée large et avec une végétation dense.
- La D50 sur les échantillons prélevés passe de 70-50mm sur le Réal en amont de Fautroussière à 35-40mm sur les biefs 2.1 et 2.2 pour atteindre 7 à 17 mm sur l'aval du Réal.
- Les faibles vitesses sur le bief 2.2 (liées à l'OH RD7) contribuent à l'engravement de ce tronçon. Néanmoins les phénomènes d'auto-curage de l'ouvrage en crue conduiraient à un équilibre limitant ces risques.

VIII.5. EXPERTISE DE TERRAIN ET SYNTHESE

VIII.5.1. *Méthodologie de l'expertise*

L'ensemble du secteur d'étude, a été parcouru à pied aux mois de Mai et Juin 2017 :

- 3600 m sur le Réal entre le théâtre de Verdure et la Confluence avec l'Argens
- 2400 m sur le vallon de Sainte Cécile

Lors de cette expertise, le lit mineur et les berges sont inspectés afin de déterminer l'ensemble des caractéristiques de chaque tronçon, telles que présentées ci-dessous.

Concernant la végétation, aucun inventaire exhaustif n'est réalisé. La reconnaissance permet d'identifier les principales espèces d'arbres et arbustes en présence qui peuvent avoir un rôle positif ou négatif sur la stabilité des berges. D'autre part les principales espèces invasives ont été recensées (Cannes de Provence, Bambou, Ailante, Robinier)

Les résultats de l'expertise et les principales conclusions de l'analyse hydromorphologique sont présentés sur les planches 1.1 à 1.5 et sur les fiches tronçon et ouvrages ci-après.

VIII.5.2. Fiches tronçons

Cours d'eau	<i>Le Réal</i>	Extrémité amont/Aval		<i>Théâtre de verdure / aval voie SNCF</i>	
N° de tronçon	<i>Bief 1</i>	Bornage		<i>PK-R0 à R0.9 km</i>	
Linéaire	<i>0.900 km</i>	Planches graphiques		<i>1.2</i>	
Débit plein bord	17 m³/s (<Qp 2ans)	Pente	1.3%	Puissance spécifique plein bord	1084 W/m²
Description générale	Tronçon composé d'un canal 2 x 2 m radier béton et bajoyers maçonnés avec une banquettes sur laquelle sont localisés les regards d'eaux usées du réseau s'écoulant sous le Réal. Le bief se termine par une série d'ouvrages à radier béton (RD91, SNCF et voie ferrée Bréguières) et par une rampe en enrochements liaisonnés permettant de retrouver le niveau aval. Dans certains secteurs, le haut de canal est plus haut que le champ majeur constituant un endiguement, notamment en rive droite entre les PK-R0.23 et R0.33. Quatre passerelles reposant sur les bajoyers permettent le franchissement piéton du Réal sur ce linéaire et une du Vallon de Sainte Cécile au niveau de la confluence. Le Réal est bordé d'une promenade en revêtement stabilisé séparée du cours d'eau par des clôtures rigides. La puissance spécifique sur ce tronçon est particulièrement élevée du fait de la forte pente du tronçon (p=1.25%) et du débit important écoulé sur une faible section.				
Principales altérations	➤ Tronçon entièrement artificialisé, chenalisé et uniformité des vitesses et faciès d'écoulement ➤ Présence d'ouvrages à radier béton venant bloquer le tracé en plan et le profil en long du cours d'eau ➤ Endiguement par le canal dans certains secteurs ➤ Présence d'un réseau d'eaux usées dans le lit ➤ Absence de ripisylve connectée au cours d'eau				
Evolutions morphologiques probables	En l'absence d'intervention sur le canal rectangulaire les principales évolutions prévisibles se caractériseront par des érosions en champ majeur en limite de terrasse dans les extrados ou à l'interface avec le canal. Le profil en long actuel est stabilisé par le radier sur l'ensemble du linéaire et les ouvrages en aval.				
Faciès d'écoulement	Plat courant exclusif Conditions d'écoulement uniformes avec fortes vitesses même à faible débit liées à l'uniformité de la pente et de la section d'écoulement.				
Impacts de la morphologie du cours d'eau	Sur le risque inondation	Canal rectangulaire de capacité limitée et dont les débordements en champ majeur se propagent avec une forte énergie.			

	Sur RNAOE	le	La morphologie du Réal représente le principal facteur limitant pour l'atteinte des objectifs environnementaux. Les faciès d'écoulement et l'artificialisation des berges et du lit empêchent l'installation de toute biocénose aquatique et la connexion du lit avec une ripisylve.
			
<i>Limite amont du bief 1 : fosse de dissipation</i>		<i>Endiguement rive droite</i>	
			
<i>Ouvrages en aval</i>		<i>Tronçon aval</i>	

Cours d'eau	<i>Le Réal</i>	Extrémité amont/Aval		Aval voie SNCF/OH Peymarlier (R-7)	
N° de tronçon	<i>Bief 2.1</i>	Bornage		PK-R0.9 à R1.52 km	
Linéaire	0.620km	Planches graphiques		1.3	
Débit plein bord	60 m³/s (Qp 20 à 30ans)	Pente	0.9%	Puissance spécifique plein bord	330 W/m²
Description générale	Tronçon au lit mineur naturel avec une succession de petits atterrissement et quelques petites érosions en berge témoins de l'activité morphodynamique du cours d'eau. Une ripisylve est présente en berge mais avec une densité importante de cannes de Provence qui a tendance à fermer le milieu. La présence de remblais et décharge en champ majeur limite la dissipation de l'énergie en crue et exhausse la ligne d'eau ce qui se caractérise par une puissance spécifique encore élevée.				
Principales altérations	➤ Seuil (OH R-6) ruiné sans aucun usage actuel ➤ Cannes de Provence en massifs sur tout le linéaire ➤ Remblais en lit majeur (ancienne STEP, collège et rive droite) ➤ Décharge sauvage (PK R1.3) apportant des décombres dans le cours d'eau au grès des crues				
Evolutions morphologiques probables	Décalage du lit en rive gauche au droit du seuil R-6 avec potentielle légère incision mais le profil en long est proche du profil d'équilibre.				
Facès d'écoulement	<u>Radier</u> / <u>Plat courant</u> / Fosse de dissipation / <u>Plat lentique</u> / mouille de concavité Facès découlement diversifiés avec présence de blocs sur tout le linéaire contribuant à cette diversité				
Impacts de la morphologie du cours d'eau	Sur le risque inondation	Les remblais constituent le principal facteur aggravant du risque d'inondation avec une plus forte concentration des écoulements et une dissipation de l'énergie en crue plus faible. Leur présence supprime tout débordement en rive gauche.			
	Sur le RNAOE	Le seuil ruiné constitue un facteur limitant avec une activation d'érosions en aval direct et une perturbation récurrente du milieu successive à chaque petite crue. L'emportement d'encombrants provenant de la décharge peut être à l'origine de pollutions du milieu (plastiques, électroménager, huiles...)			
					
Mur d'enrochement en rive droite (PK R0.9)		Banc de galet en rive droite (PK R1.06)			



Importante érosion au droit du contournement du seuil (OH R-6)



Lit du Réal (PK R1.32) en aval de la décharge sauvage à la confluence

Cours d'eau	<i>Le Réal</i>	Extrémité amont/Aval		Aval OH Peymarlier (R-7) / OH RD7 (R-8)	
N° de tronçon	<i>Bief 2.2</i>	Bornage		PK-R1.52 à R1.76 km	
Linéaire	0.240km	Planches graphiques		1.3	
Débit plein bord	15 m³/s (sous influence de l'OH de la RD7)	Pente	0.4%	Puissance spécifique plein bord	45 W/m²
Description générale	Tronçon au droit de l'Hyper U dont la configuration est proche de celle du tronçon précédent, avec un tracé sinueux et une succession de petits atterrissements. Ce tronçon se caractérise par l'absence totale de ripisylve et une forte densité de Cannes de Provence sur l'ensemble du linéaire. Le réseau d'eaux usées passe en haut de berge où se trouve une piste d'entretien protégée par un mur banché sur tout le linéaire. Un rejet de laitance de béton a été identifié lors de l'expertise le 23 Mai 2017 par une conduite pluviale provenant de l'usine d'embouteillage en rive droite.				
Principales altérations	➤ Présence de remblais en rive droite et gauche sur tout le linéaire ➤ Haut de berge droite artificialisée ➤ Cannes de Provence sur tout le linéaire provoquant la fermeture complète du milieu ➤ Fréquence des rejets depuis l'usine à vérifier				
Evolutions morphologiques probables	Autocurage de l'ouvrage de la RD7 en cas de début de mise en charge (crue biennale à quinquennale) et remobilisation des sédiments stockés en amont.				
Faciès d'écoulement	Faciès découlement plus uniforme avec une alternance Plat lentique / Plat courant. Tronçon s'asséchant partiellement à l'étiage				
Impacts de la morphologie du cours d'eau	Sur le risque inondation	L'ouvrage de la RD7 aggrave les débordements sur ce tronçon et le risque au droit des enjeux en rive droite.			
	Sur le RNAOE	L'installation exclusive de cannes de Provence limite fortement la diversité du milieu.			
					
Atterrissement (PK R1.63)		Rejet de laitance de l'usine d'embouteillage (PK R1.72)			



Piste d'entretien du réseau EU



Substrat de fond de lit

Cours d'eau	<i>Le Réal</i>	Extrémité amont/Aval		Aval OH RD7 (R-8)/OH A8 (R-9)	
N° de tronçon	<i>Bief 2.3</i>	Bornage		PK-R1.76 à R2.45 km	
Linéaire	0.690km	Planches graphiques		1.4	
Débit plein bord	20 m³/s	Pente	1.1%	Puissance spécifique plein bord	270 W/m²
Description générale	Tronçon avec des berges et un lit essentiellement naturels mais dont la morphologie est plus altérée que les deux tronçons précédents. Les 150 premiers mètres se caractérisent par la présence d'un volume important de décombres en berge ou au milieu du lit (probablement issus de remblais de berges) et d'ouvrages de protection « artisanaux » successivement érodés. On retrouve des blocs d'enrochement métriques en milieu de lit qui viennent perturber les écoulements en crue et limiter la continuité piscicole ponctuellement. On retrouve localement des ouvrages de protection au droit du franchissement de la conduite d'eaux brutes de la SCP (PK R2.03, voir fiche ouvrage), ou plus en aval dans le secteur conforté par la mairie suite à la crue de 2010 (PK R2.2). L'ensemble du tronçon est bordé par le chemin du Bac historiquement présent au même endroit depuis le XIXème siècle. D'importantes érosions ont été activées lors de la crue de Juin 2010 dont une a été confortée et l'autre se caractérise par une berge subverticale ayant réduit l'emprise du chemin et menaçant sa stabilité. Sur ce tronçon la ripisylve est peu dense et discontinue du fait des phénomènes d'érosion (notamment incision avec assèchement des racines) et des aménagements réalisés récemment sans replantation. Sur une grande partie du linéaire les phénomènes d'incision récents ont mis à nu le socle argileux qui en l'absence de végétation et combinés au piétinement par les sangliers sont à l'origine d'un relargage de fines et d'un léger envasement du lit jusqu'en amont du seuil de l'autoroute.				
Principales altérations	➤ Encombrants dans le lit et en berge sur les 150 premiers mètres se retrouvant en grande partie dans le lit ➤ Ouvrage de la SCP générant une incision en aval et réduisant la section d'écoulement ➤ Erosions ponctuelles de berges rive droite fragilisant le chemin en haut de berge (risque de suppression de la voie de communication) ➤ Absence de ripisylve sur berges raides sur certains secteurs ➤ Piétinement de sanglier / terriers de ragondins à l'origine de relargage de fines.				
Evolutions morphologiques probables	Aggravation des érosions au droit de l'OH SCP avec possible contournement en cas de nouveau glissement de l'un des parements. Recul du haut de berge rive droite au niveau des loupe de glissement sur la route en l'absence de stabilisation de la berge. Recharge sédimentaire des secteurs incisés en cas de stabilisation de l'OH SCP, notamment en amont et aval de ce dernier.				
Faciès d'écoulement	<u>Chenal lentique</u> / Radier / Plat lentique / Plat courant / Mouille de concavité Écoulement fortement impacté par la présence d'enrochements dans le lit. La présence de faciès lenticques est souvent liée à l'incision, notamment du fait des nombreux embâcles formés lors de la crue de 2015 sur ce tronçon (notamment en amont de l'A8)				
Impacts de la morphologie du cours d'eau	Sur le risque inondation	Aggravation du fait de l'obstruction du lit par l'ouvrage SCP			
	Sur le RNAOE	Berges raides et l'absence de ripisylve limitent les potentialités écologiques du secteur.			

	
<i>Blocs métriques en milieu de lit (PK R1.86)</i>	<i>Décombres et déchets en berge (PK R1.84)</i>
	
<i>Franchissement de la conduite SCP (PK R2.03)</i>	<i>Erosion en bordure directe du chemin du Bac (PK R2.11)</i>
	
<i>Incision sur 50 cm (PK R2.13)</i>	<i>Piétinements de sangliers et absence de ripisylve (PK R2.2)</i>

Cours d'eau	<i>Le Réal</i>	Extrémité amont/Aval	Aval OH A8 (R-9) /Confluence Argens		
N° de tronçon	<i>Bief 2.4</i>	Bornage	PK-R2.45 à R3.65 km		
Linéaire	1.200km	Planches graphiques	1.4 et 1.5		
Débit plein bord	40 m³/s	Pente	0.17 à 1.4%	Puissance spécifique plein bord	64 à 523 W/m²
Description générale	Tronçon aux berges et au lit naturel présentant de nombreuses marques de morphodynamisme (érosions, atterrissement) et avec une bonne diversité de faciès d'écoulement. La ripisylve y est dense et diversifiée sur la majorité du linéaire et est à l'origine de cette dynamique d'érosion/dépôt. Toutefois, on retrouve une quantité importante de décombres dans le lit aux PK R2.55, 2.8 et 3.0 issus de remblais ou dépôts sauvages réalisés en berges et emportés par les crues. On retrouve un barrage de travertin en amont d'un affleurement rocheux à proximité du PK R2.8				
Principales altérations	➤ Remblais et dépôts sauvage en berge de déchets et décombres se retrouvant dans le lit suite à l'érosion du pied de berge				
Evolutions morphologiques probables	Erosion du remblai rive droite au niveau de la fosse de dissipation au PK R2.8. Mobilité du lit dans l'emprise du lit moyen au grès de la formation d'embâcles. Profil en long globalement à l'équilibre mais possible autocurage du lit et augmentation de la pente de fond au niveau de la confluence en cas de crue du Réal non concomitante avec l'Argens.				
Faciès d'écoulement	Rapide / <u>Radier</u> / <u>Plat Courant</u> / Fosse de dissipation / Mouille de concavité / Plat lentique				
Impacts de la morphologie du cours d'eau	Sur le risque inondation	Zone inondable contenue dans le lit moyen d'une largeur de 30 à 50 m et avec des hauteurs de berge importantes (plus de 10 m)			
	Sur le RNAOE	-			
					
Remblai rive droite et fosse de dissipation en pied (PK R2.8)		Décombres en aval (PK R2.83))			



Embâcle et érosion de berge (PK R2.91)



Atterrissement (PK R3.54)

Cours d'eau	Le Vallon de Sainte Cécile	Extrémité amont/Aval		Sortie des gorges du Rastéou / amont RD57	
N° de tronçon	1	Bornage		PK-C0.0 à C1.15 km	
Linéaire	1.150km	Planches graphiques		1.1	
Débit plein bord	0.8 m³/s	Pente	0.7 à 1.6%	Puissance spécifique plein bord	35 à 81 W/m²
Description générale	Sur ce tronçon le vallon de Sainte Cécile s'écoule d'une zone d'expansion des crues (ZEC). Le cours d'eau s'apparente à un fossé agricole trapézoïdal relativement rectiligne et dont le tracé a été modifié il y a plusieurs siècles pour permettre l'exploitation des terres agricoles. Un merlon et un muret en pierre barrent l'axe de la vallée aux PK C0.1 et C0.3 venant ainsi favoriser le stockage en cas de débordement. Sur l'extrême amont (PK C0.15 à C0.3) le milieu est complètement fermé, le lit peu marqué (étalement des écoulements) et l'accès au cours d'eau est très difficile. Plus en aval, la présence de ripisylve est rare et l'on retrouve essentiellement une végétation buissonnante en bordure du vallon de Sainte Cécile. Sur ce tronçon le cours d'eau ne s'écoule que de manière intermittente (absence d'écoulement mi-mai)				
Principales altérations	➤ Cours d'eau rectifié et relativement rectiligne ➤ Ripisylve peu développée dans certains secteurs ➤ Endiguement localisé				
Evolutions morphologiques probables	Peu d'évolutions probables, profil en long à l'équilibre				
Faciès d'écoulement	Pas d'écoulement permanent				
Impacts de la morphologie du cours d'eau	Sur le risque inondation	Lit mineur de faible capacité favorisant l'étalement en crue			
	Sur le RNAOE	-			
					
Vue du vallon de Sainte Cécile (PK C0.4)		Muret en travers de l'axe de la vallée (PK C0.1))			



Passage du vallon de Sainte Cécile au milieu de la Digue
(PK C0.3)



Vue du vallon de Sainte Cécile (PK C0.86)

Cours d'eau	Le Vallon de Sainte Cécile	Extrémité amont/Aval		Route de Sainte Cécile (RD57) / Aval impasse de la Valette	
N° de tronçon	2	Bornage		PK-C1.15 à C1.48 km	
Linéaire	0.330km	Planches graphiques		1.1	
Débit plein bord	7 m³/s	Pente (hors chutes)	1.7%	Puissance spécifique plein bord	391 W/m²
Description générale	Tronçon rectiligne traversant des parcelles de vignes et se caractérisant par la présence de deux barrages en travertin à l'affleurement aux limites amont et aval et à l'origine de chutes de 20m et 10 m respectivement. D'autres petits barrages sont présents sur le linéaire, notamment sous et entre les ouvrages C-2 et C-3. Un petit seuil béton en mauvais état de 10 à 20 cm de haut et vraisemblablement utilisé pour un prélèvement agricole est localisé au PK C1.4. Certains secteurs en bordure directe de parcelles agricoles sont entièrement dépourvus de végétation ou uniquement couverts de ronciers, probablement du fait d'un entretien trop fréquent de la végétation. Une conduite de trop-plein provenant du captage des Arcs alimente le Vallon de la Sainte Cécile en limite amont de ce tronçon.				
Principales altérations	➤ Chenalisation du cours d'eau (forte puissance spécifique) ➤ Eutrophisation dans la fosse de dissipation en aval de la chute				
Evolutions morphologiques probables	Peu d'évolutions probables. Profil en long stabilisé en amont comme en aval par des barrages de travertins.				
Faciès d'écoulement	Radier / Chenal lentique / Plat courant / Cascade / Chute / Fosse de dissipation				
Impacts de la morphologie du cours d'eau	Sur le risque inondation	Lit rectiligne et recalibré générant une accélération dynamique des crues.			
	Sur le RNAOE	-			
					
Petit seuil pour prélèvement agricole (PK C1.4)		Substrat du lit au PK C1.28			

	
<i>Secteur chenalisé avec eaux stagnantes, absence de végétation ou ronciers</i>	<i>Vue du barrage de travertin en aval (PK C1.48) et eutrophisation de la fosse</i>

Cours d'eau	<i>Le Vallon de Sainte Cécile</i>	Extrémité amont/Aval		<i>Aval Impasse de la Valette / Boulevard de la Liberté</i>	
N° de tronçon	3	Bornage		PK-C1.48 à C1.97 km	
Linéaire	0.490km	Planches graphiques		1.1	
Débit plein bord	2.5 m³/s	Pente (hors chutes)	0.8 à 2%	Puissance spécifique plein bord	65 à 164 W/m²
Description générale	En partie amont du tronçon, un volume important de décombres (parpaings, briques, enrobé...) est présent en aval et dans la fosse de dissipation de la chute. La berge rive gauche a été remblayée suite à la crue de 2010 pour le confortement de l'impasse de la Valette et il semblerait que les matériaux présent dans le lit soient issus de ce remblai (confortement ou antérieur). Entre les PK C1.5 et C1.75 le lit est peu marqué, la pente est faible et on distingue plusieurs chenaux d'écoulement avec un fonctionnement morphodynamique à l'équilibre. En aval de ce secteur, une incision importante est activée sur une hauteur supérieure à 40 cm et venant buter sur le seuil réaménagé sur la propriété de Mme LORY (PK C1.82). Un embâcle localisé en limite amont de l'incision pourrait être à l'origine d'une déviation du lit mineur suite à la crue de 2010 et à l'activation d'une érosion progressive. Une autre hypothèse pourrait être celle de la rupture d'un barrage de travertin ou d'un seuil existant au droit de l'ouvrage en enrochements actuel, toutefois aucun indice de leur présence n'a été identifié. L'extrême aval de ce tronçon se caractérise par des berges hautes et raides avec des marques d'érosion et laissant peu de place au vallon de la Sainte Cécile. Cette configuration laisse présager un remblai historique pour l'aménagement des habitations attenantes.				
Principales altérations	➤ Remblai et dépôt sauvage en berge de déchets et décombres se retrouvant dans le lit ➤ Incision en amont du seuil de Mme Lory (PK C1.82) ➤ Ouvrage en enrochements (Mme Lory) en saillie dans le cours d'eau. ➤ Remblais rive droite et gauche en aval (PK C1.85)				
Evolutions morphologiques probables	Possible érosion régressive en amont du seuil de Mme Lory en cas de rupture de ce dernier avec éventuelle propagation jusqu'en amont du tronçon sans atteindre d'enjeux.				
Faciès d'écoulement	<u>Radier</u> / <u>Chenal lentique</u> / Plat lentique / Rapide / Chute / Fosse de dissipation				
Impacts de la morphologie du cours d'eau	Sur le risque inondation	Bon étalement en crue et ralentissement dynamique en amont du seuil de Mme LORY. Remblais sur la partie aval augmente la concentration des écoulements.			
	Sur le RNAOE	Les importants volumes de décombres dans en aval de la chute empêchent le développement de biocénoses aquatiques de qualité.			

	
<i>Décombres en aval de la chute (PK C1.49)</i>	<i>Enrochements et front de stabilisation de l'incision (PK C1.85)</i>
	
<i>Incision sur substrat argileux (PK C1.8)</i>	<i>Berge haute et érodée en pied</i>

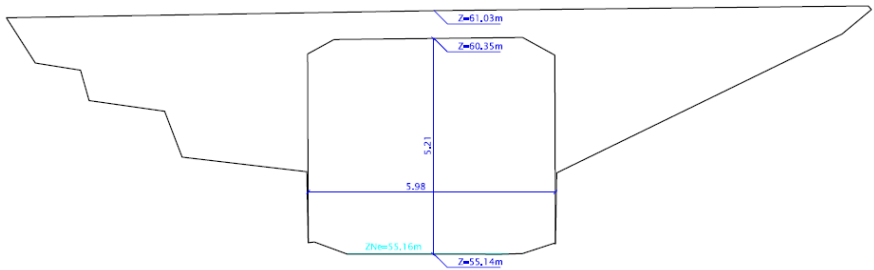
Cours d'eau	Le Vallon de Sainte Cécile	Extrémité amont/Aval		Boulevard de la Liberté / Confluence	
N° de tronçon	4	Bornage		PK-C1.97 à C2.42 km	
Linéaire	0.450km	Planches graphiques		1.1	
Débit plein bord	17 m ³ /s	Pente (hors chutes)	1.8%	Puissance spécifique plein bord	300 W/m ²
Description générale	Tronçon anthropisé incisé sur la quasi-totalité du linéaire et en particulier : • Au droit de la caserne de pompier où le socle en argiles rouge est visible. Ces érosions sont en partie liées à la rupture d'un seuil en 2010 en limite amont de la caserne, mais aussi à la chenalisation liée aux murs de soutènement de la caserne dont la fondation était à nu (en cours de confortement) • En aval de la caserne, un petit seuil béton pour le passage d'une conduite d'eaux usées est suspendu au-dessus du substrat • En limite aval du tronçon en amont de la confluence. Dans ce secteur on retrouve quelques Un rejet direct d'eaux usées dans le cours d'eau est présent depuis la caserne de pompiers. Deux ouvrages particuliers viennent bloquer la mobilité du cours d'eau en aval de la caserne, un mur d'enrochement chez M. TAMISIER et assurant la protection de son habitation et un seuil plus en aval (OH C-5) Sur la partie aval du tronçon le milieu est totalement fermé par des Cannes de Provence, mais aussi une roselière recouvrant entièrement le lit.				
Principales altérations	➤ Incision quasi généralisée sur le tronçon ➤ Etalement de la ligne d'eau chez M. Tamisier ➤ Seuil de M. Brunet (C-5) ➤ Fermeture du milieu ➤ Rejet direct d'eaux usées depuis la caserne				
Evolutions morphologiques probables	Incision sur l'aval du tronçon non stabilisée et pouvant se propager potentiellement jusqu'aux affleurements de la caserne, notamment en cas de déstabilisation du seuil de M. Brunet.				
Facès d'écoulement	<u>Plat courant</u> / <u>Chenal lentique</u> / <u>Radier</u> / Plat lentique / Rapide / Fosse de dissipation				
Impacts de la morphologie du cours d'eau	Sur le risque inondation	Le seuil de M. Brunet a tendance à exhausser la ligne d'eau en amont.			
	Sur le RNAOE	L'étalement de la ligne d'eau en amont du seuil contribue au réchauffement des eaux.			

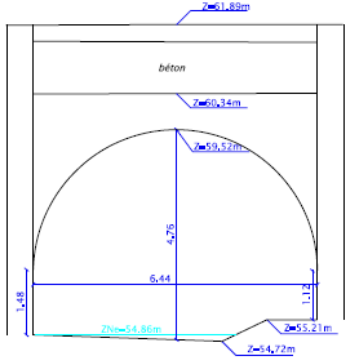
	
<i>Affleurement d'argilites au droit de la caserne (PK C2.05)</i>	<i>Passage d'une canalisation d'eaux usées (PK C2.07))</i>
	
<i>Etalement de la ligne d'eau et phragmites chez M. Tamisier (PK C2.1)</i>	<i>Incision sur la partie aval (PK C2.35)</i>

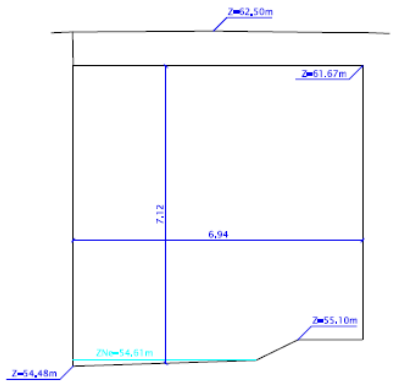
VIII.5.3. Fiches ouvrages

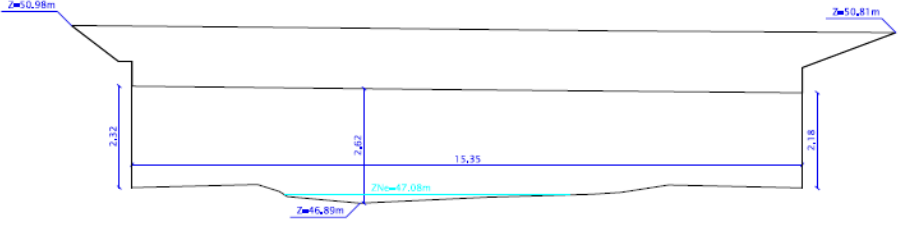
i. Les ponts

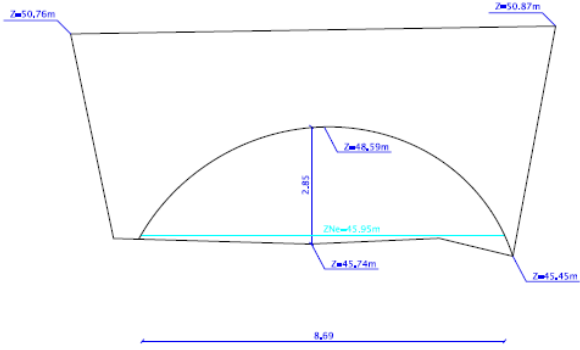
Le Réal

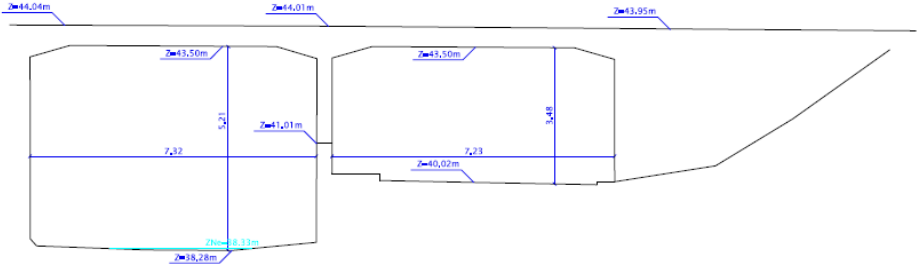
Ouvrage avenue des Laurons (OH R-3)			
Localisation	PK-R0.8	Type	Ouvrage béton en portique fermé
Géométrie	14/06/2017 Vue Amont  Section hydraulique = 30.6 m²		
Franchissabilité piscicole :	Infranchissable : lame d'eau étalée sur toute la largeur de l'ouvrage	Impact transport sédimentaire :	Ouvrage transparent
Usages	Franchissement D91	Date de construction	1998-2003
Commentaires	La structure même de l'ouvrage ne permet pas d'envisager une suppression du radier ainsi le rétablissement de la continuité piscicole passera par un réaménagement du radier (barrettes, déflecteurs, macrorugosité, ou dalles microplot en fonction des objectifs) Ouvrage non limitant par rapport à l'ouvrage en aval. Débordement occasionné pour une crue centennale du fait de l'insuffisance de l'ouvrage SNCF.		
 2017/05/23		 2017/05/23	
Vue générale depuis l'amont		Vue en direction de l'amont	

Ouvrage SNCF (OH R-4)			
Localisation	PK-R0.84	Type	Ouvrage maçonné
Géométrie	14/06/2017 Vue Amont  Section hydraulique = 25.4 m²		
Franchissabilité piscicole :	Infranchissable : lame d'eau étalée sur toute la largeur de l'ouvrage	Impact transport sédimentaire :	Ouvrage transparent
Usages	Franchissement Voies SNCF	Date de construction	1832-1835
Commentaires	Ouvrage avec radier dans le prolongement du précédent avec banquettes en rive droite dont la section hydraulique est limitante par rapport celui amont. Le réaménagement d'un substrat sur le radier sera nécessaire pour rétablir la continuité piscicole (dans la continuité de l'aménagement du radier amont). Ouvrage prolongé vers l'amont avec poutres béton. Début de mise en charge de l'ouvrage pour une crue de 120 m³/s (légèrement inférieure à la centennale). Surverse au-dessus du remblai SNCF pour une crue millénaire.		
			
Vue générale depuis l'amont		Vue intérieure de l'ouvrage depuis l'amont	

Ouvrage voie Ferrée ZAC Bréguières (OH R-5)			
Localisation	PK-R0.88	Type	Ouvrage béton en portique fermé
Géométrie	14/06/2017 Vue Amont  Section hydraulique = 48.3 m²		
Franchissabilité piscicole :	Infranchissable : lame d'eau étalée sur toute la largeur de l'ouvrage	Impact transport sédimentaire :	Ouvrage transparent
Usages	Franchissement Voie ferrée ZAC Bréguières	Date de construction	2015-2016
Commentaires	Ouvrage avec radier dans le prolongement des précédents avec banquettes en rive droite. Le réaménagement d'un substrat sur le radier sera nécessaire pour rétablir la continuité piscicole (dans la continuité de l'aménagement du radier amont). Chute réaménagée en enrochements liaisonnés en aval (Seuil aval SNCF) Ouvrage non limitant par rapport à l'ouvrage précédent.		
			
Vue générale depuis l'amont		Vue générale depuis l'aval	

Ouvrage Bd Peymarlier (OH R-7)			
Localisation	PK-R1.52	Type	Ouvrage béton en portique ouvert
Géométrie	14/06/2017 Vue Amont  Section hydraulique = 25.2 m²		
Franchissabilité piscicole :	Franchissable	Impact transport sédimentaire :	Ouvrage transparent, mais dépôt d'atterrissement en rive droite du fait de son orientation
Usages	Franchissement Boulevard Peymarlier	Date de construction	1998
Commentaires	Poutres et dalle béton reposant sur des voiles béton armé avec radier naturel. Dépôt d'un atterrissement en rive droite lié à sa localisation dans un méandre et transversal au cours d'eau avec des pertes de charges induites par la configuration du mur rive gauche en aval. Début de débordement entre une crue décennale et vicennale.		
 2017/05/23		 2017/05/23	
Vue générale depuis l'amont		Vue générale depuis l'aval	

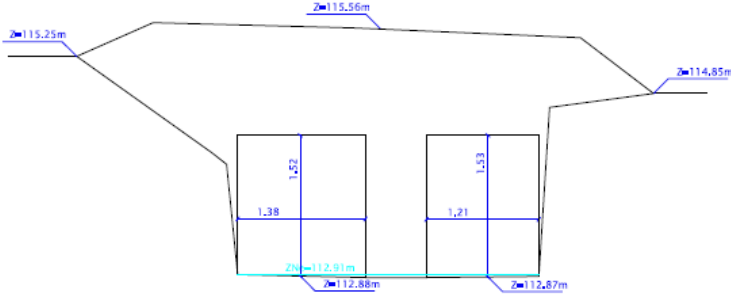
Ouvrage RD7 (OH R-8)			
Localisation	PK-R1.76	Type	Ouvrage d'art maçonné
Géométrie	14/06/2017 Vue Amont  Section hydraulique = 15.8 m²		
Franchissabilité piscicole :	Franchissable	Impact transport sédimentaire :	Ouvrage transparent malgré une tendance à l'engravement
Usages	Franchissement RD7	Date de construction	Ouvrage existant en place en 1740 (possible reconstruction depuis)
Commentaires	Epaufures sur le bandeau amont et le parapet liées aux chocs d'embâcles mais sans instabilité apparente de la voûte. Ouvrage prolongé en aval par des poutres et dalle béton reposant sur des culées enduites de nature inconnues (agglomération ?). Radier naturel avec substrat fin. Fil d'eau de l'ouvrage entre 1m et 1,5 m plus bas en 2011. Engrèvement probablement lié à l'encombrement du lit en aval (présence de blocs métriques dans le lit). Début de mise en charge pour un débit de l'ordre 55 m³/s (environ Q5) et débordement au-dessus de la RD7 en rive gauche pour Q20 (en prenant en compte l'engravement actuel)		
			
Vue générale depuis l'amont		Vue générale depuis l'aval	

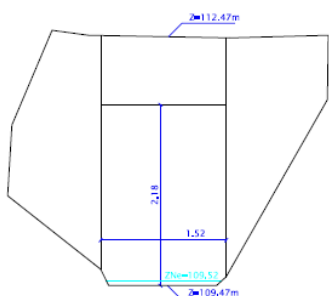
Ouvrage de l'A8 (OH R-9)			
Localisation	PK-R2.42	Type	Ouvrage béton en portique
Géométrie	14/06/2017 Vue Amont  Section hydraulique = 62 m²		
Franchissabilité piscicole :	Infranchissable à débits courants du fait de la présence du seuil amont	Impact transport sédimentaire :	Ouvrage transparent, retenue en amont du seuil comblée
Usages	Franchissement A8	Date de construction	1972
Commentaires	Radier naturel, mais le seuil en amont est à réaménager (échancrure) pour assurer la continuité piscicole. Ce seuil assure très certainement le passage d'un réseau dont la localisation est à valider. Débordements en direction du chemin du Bac et mobilisation de la seconde ouverture à partir de la crue biennale		
			
Vue de l'intérieur de l'ouvrage vers l'amont		Vue générale depuis l'aval	
			
Vue du seuil amont		Vue du seuil amont lors de l'épisode pluvieux du 28/06/2017	

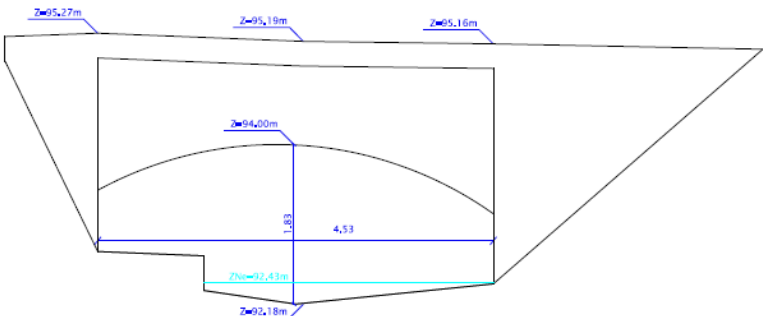


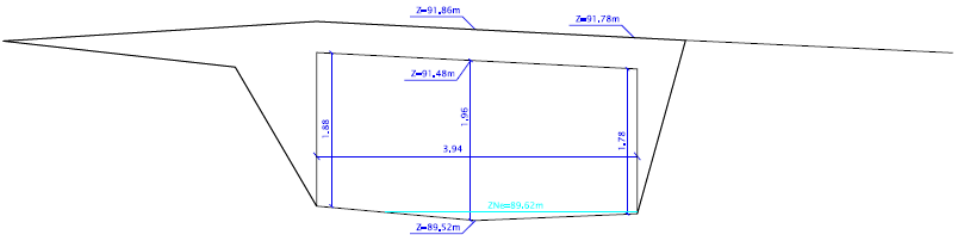
Vallon de Sainte Cécile

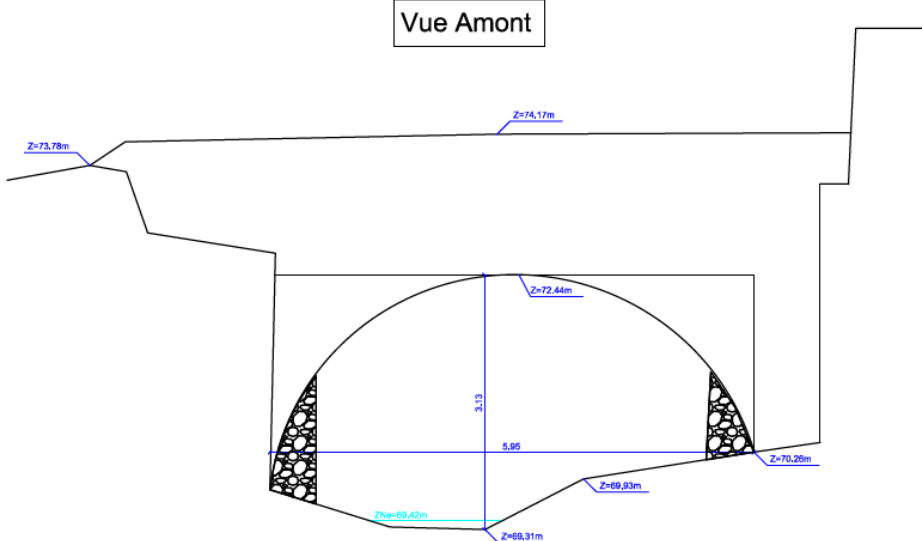
OH C-1			
Localisation	PK-C1.15	Type	Ouvrage maçonné
Géométrie	14/06/2017 Vue Amont Section hydraulique = 1.1 m²		
Franchissabilité piscicole :	Continuité naturelle non assurée en aval	Impact transport sédimentaire :	Ouvrage transparent
Usages	Franchissement RD57	Date de construction	-
Commentaires	Présence d'un canal et à l'intérieur de l'ouvrage vraisemblablement pour l'alimentation des moulins de la magnanerie. Ouvrage de décharge déconnecté de l'axe principal du vallon de Sainte Cécile par un déversoir en gros béton et planche de coffrage. Section hydraulique limitée mais fonctionne en parallèle avec l'OH C-1bis pour le passage sous la RD57.		
Vue intérieure de l'ouvrage depuis l'amont		Vue de l'ouvrage depuis l'amont	

OH C-1bis			
Localisation	PK-C1.18	Type	Ouvrage maçonné + dalle béton
Géométrie	24/07/2017 Vue Amont  Section hydraulique = 3.9 m²		
Franchissabilité piscicole :	Continuité naturelle non assurée en aval	Impact transport sédimentaire :	Ouvrage transparent
Usages	Franchissement RD57	Date de construction	-
Commentaires	Ouvrage qui repose sur un barrage de travertins Section hydraulique limitée causant des débordements dès l'occurrence quinquennale. Ouvrage fonctionnant en parallèle avec l'OH C-1 pour le passage sous la RD57.		
			
Vue intérieure de l'ouvrage depuis l'amont		Vue de l'ouvrage depuis l'amont	

OH C-1ter			
Localisation	PK-C1.2	Type	Ouvrage cadre
Géométrie	24/07/2017		
	Vue Amont  Section hydraulique = 3.3 m²		
Franchissabilité piscicole :	Continuité naturelle non assurée en aval	Impact transport sédimentaire :	Ouvrage transparent
Usages	Franchissement chemin d'accès magnanerie	Date de construction	2014-2015
Commentaires	Section hydraulique limitée débordant dès l'occurrence quinquennale, réduction de section par rapport à l'OH précédent.		
			
Vue de l'ouvrage depuis l'amont			

OH C-2			
Localisation	PK-C1.43	Type	Ouvrage maçonné
Géométrie	14/06/2017 Vue Amont  Section hydraulique = 6.2 m²		
Franchissabilité piscicole :	Continuité naturelle non assurée en aval	Impact transport sédimentaire :	Ouvrage transparent
Usages	Franchissement chemin particulier	Date de construction	1740-1835
Commentaires	Ouvrage reposant sur des travertins, petits barrages présents à l'intérieur de l'ouvrage. Elargissement « artisanal » en parpaings et poteaux électriques en amont. Début de débordement en rive gauche à partir de la crue trentennale.		
			
Vue de l'ouvrage depuis l'aval		Vue de l'ouvrage depuis l'amont	

Ouvrage Impasse de la Valette (OH C-3)			
Localisation	PK-C1.46	Type	Ouvrage béton
Géométrie	14/06/2017 Vue Amont  Section hydraulique = 7.4 m²		
Franchissabilité piscicole :	Continuité naturelle non assurée en aval	Impact transport sédimentaire :	Ouvrage transparent
Usages	Franchissement impasse de la Valette	Date de construction	-
Commentaires	Ouvrage reposant sur des travertins en amont direct d'une chute naturelle de 10m. Insuffisance de l'ouvrage à partir de la crue trentennale mais début de débordement en rive gauche en amont lié à une insuffisance de capacité du lit dès la décennale.		
			
Vue de l'ouvrage depuis l'aval		Vue intérieure de l'ouvrage (vers l'amont)	

Ouvrage du bd de la Liberté (OH C-4)			
Localisation	PK-C1.95	Type	Ouvrage d'art maçonné
Géométrie	14/06/2017 Vue Amont  Section hydraulique = 12.6 m² (voûte) / 11.7 m² avec réduction de section aval		
Franchissabilité piscicole :	Franchissable au droit de l'ouvrage	Impact transport sédimentaire :	Ouvrage transparent
Usages	Franchissement boulevard de la Liberté	Date de construction	Ouvrage existant en place en 1740 (possible reconstruction depuis)
Commentaires	Ouvrage voûte élargi en amont et aval avec ouvrage de type PIPO (Passage Inférieur à Portique Ouvert) et radier naturel. L'élargissement aval s'est fait avec une réduction de largeur et le raccordement à la maçonnerie se fait avec des pierres non appareillées avec un risque de déstabilisation. La franchissabilité piscicole en aval est limitée du fait de la présence d'une chute supérieure à 50 cm à l'emplacement d'un ancien seuil emporté par la crue de 2010, et d'une autre série de chutes plus en aval au droit de la caserne. Début de mise en charge pour un débit de 25 m³/s (Q20) et débordement pour la crue centennale (43 m³/s)		
			
Vue de l'ouvrage depuis l'aval		Vue de la réduction de section interne à l'ouvrage	

ii. Autres ouvrages

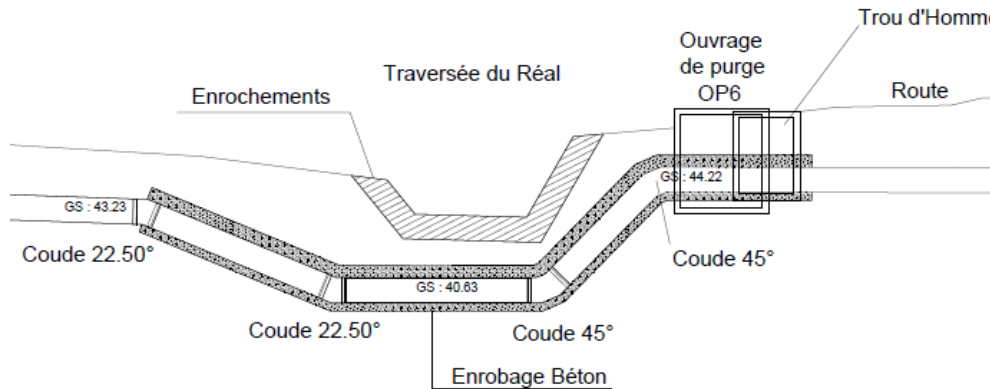
Les seuils et autres ouvrages localisés sur le linéaire d'étude font l'objet d'une description au travers des fiches ouvrages ci-après :

Le Réal

Seuil aval SNCF					
Localisation	PK-R0.9	Matériaux	Enrochements liaisonnés		
Hauteur de seuil	1.8 m	Longueur	8 m	Côte arase	54.44 m NGF
Franchissabilité piscicole :	Infranchissable à l'exception de l'anguille	Transport sédimentaire :	Transparent		
Usages / Rôle	Stabilisation ouvrages en amont	Désordres identifiés	Importante fosse de dissipation en aval		
Remous liquide	-	Date de construction	2014		
Commentaires	Pente générale du parement de 10 à 15% avec raidissement et petite chute sur la partie haute. Lame d'eau de quelques cm étalée sur toute la largeur du seuil rendant impossible le franchissement piscicole par des espèces autres que l'anguille. Nécessité de concentrer les écoulements sur une partie du seuil et d'aménager la rugosité pour assurer la continuité piscicole. Aménagement de cet ouvrage à réaliser sous réserve du réaménagement du radier des ouvrages en amont et du bief 1.				
					
Vue de du pied d'ouvrage depuis le haut de berge		Vue de la partie haute du seuil			



OH R-6					
Localisation	PK-R1.14	Matériaux	Maçonnerie / pieux bois / carapace béton		
Hauteur de seuil	2 m	Longueur	15 m	Côte arase	52.16 m NGF
Franchissabilité piscicole :	Seuil ruiné - Franchissable	Transport sédimentaire :	Transparent, retenue pleine		
Usages / Rôle	Aucun usage actuel Usage historique alimentation canal en rive droite (irrigation et/ou moulin)	Désordres identifiés	Seuil entièrement contourné par la gauche et ruiné. A fait l'objet de confortements du parement aval et une rehausse en béton avant sa ruine.		
Remous liquide	-	Date de construction	1740-1835		
Commentaires	Seuil ne faisant l'objet d'aucun usage actuel et donc à effacer				
					
Vue de la crête de seuil		Vue du seuil depuis l'amont			
					
Vue du seuil depuis la rive gauche		Fosse de dissipation en aval du seuil			

Ouvrage SCP			
Localisation	PK-R2.02 à R2.04	Type ouvrage	Ouvrage de protection de berge en enrochement liaisonnés
Franchissabilité piscicole :	Seuil ruiné - Franchissable	Date de construction	2012-2013
Usages / Rôle	Protection d'un adducteur d'eau brute du réseau SCP	Désordres identifiés	Ouvrage dans un état de ruine avancé. Incision importante et glissement des deux parements dans le lit. Accumulation de blocs sur la partie aval, sous cavement des parements et instabilité d'ensemble.
Commentaires	Ouvrage à l'origine d'une réduction de section ayant activé une incision malgré la présence de blocs en fond. L'abaissement du fond de lit au droit de l'ouvrage a occasionné un glissement des deux parements et un sectionnement de la conduite de purge en Ø600mm. Les enrochements présentent un risque majeur d'effondrement et donc d'obstruction totale de la section d'écoulement. Les blocs de fond se sont accumulés vers l'aval occasionnant d'importants remous en crue aggravant les phénomènes d'érosion en aval de l'ouvrage. La génératrice supérieure de l'adducteur est à 1,3 m du fond de lit actuel, les risques de mise à nu de la conduite restent donc limités à court terme. Néanmoins, les désordres occasionnés dans les environs immédiats de l'ouvrage nécessitent une réfection de l'ouvrage de manière moins impactante pour la morphologie du cours d'eau et afin d'éviter toute aggravation de la situation		
			
Plan de récolement de l'ouvrage (vue amont vers aval)			
			
Vue de l'ouvrage depuis l'amont		Vue des blocs en aval et sous-cavement du parement rive droite	

 A wide-angle photograph showing a small stream flowing through a grassy field. A low, rustic stone wall runs along the left bank of the stream, extending into the distance. Bare trees are visible in the background under an overcast sky.	 A close-up photograph of a stone structure built into a grassy bank. It features a dark, circular opening, likely a culvert or a small bridge. The structure is made of rough-hewn stones and is surrounded by tall grass and some shrubs.
<i>Vue générale de l'ouvrage</i>	<i>Vue du front de glissement en rive droite et gauche</i>

Le vallon de Sainte Cécile

Seuil et enrochements de Mme Lory / M. Textoris			
Localisation	PK-C1.82	Type ouvrage	Ouvrage de protection en enrochement libre
Franchissabilité piscicole :	Infranchissable	Date de construction	-
Usages / Rôle	Protection des berges de la propriété de Mme LORY et stabilisation du profil en long	Désordres identifiés	Ouvrage récent n'ayant pas été réalisé dans les règles de l'art : • Absence de bêche de pied • pente raide supérieure à 1/1 • blocs mal imbriqués et de forme arrondie • Aucun agencement des blocs du « seuil » et faible diamètre
Commentaires	Cet ouvrage est localisé en extrados d'un méandre gauche marqué et est donc exposé à de fortes sollicitations du cours d'eau. De plus, l'augmentation localisée de la pente va être à l'origine de la formation d'une fosse de dissipation en pied de « seuil » et de la déstabilisation du mur d'enrochement qui n'est pas ancré en fond de lit. Cet ouvrage en l'état n'apparaît pas comme pérenne à moyen terme et risque d'aggraver les sollicitations en rive opposée.		
			
Vue de l'ouvrage depuis l'amont		Vue des blocs en aval et sous-cavement du parement rive droite	

OH C-5 (M. BRUNET)					
Localisation	PK-C1.9	Matériaux	Parement béton		
Hauteur de chute	0.5 m	Longueur	Déversoir : 4m Totale : 12m	Côte arase	64.25 m NGF
Franchissabilité piscicole :	Infranchissable	Transport sédimentaire :	Transparent, retenue pleine		
Usages / Rôle	Usage particulier pour création d'une « mare » et prise d'eau à vocation irrigation agricole (arboriculture (oliviers et fruitiers))	Désordres identifiés	Affouillement important en aval		
Remous liquide	30 m	Date de construction	Entre 1972 et 1998, ouvrage détruit en 2010 et reconstruit suite à la crue		
Commentaires	Le seuil a été créé suite à la destruction de l'ancien canal d'irrigation rive gauche. Un quai (mur en pierre sèche liaisonné) avec banc a été aménagé en amont du seuil en avancée dans le cours d'eau. Le débit est restitué en aval via une conduite Ø400mm en partie obstruée.				
					
Vue du de l'affouillement en aval		Vue générale du seuil depuis l'amont			
					
Vue de l'arase béton et du parement amont		Quai particulier en avancée dans le cours d'eau			

VIII.5.4. Ripisylve et espèces invasives

L'état général de la ripisylve a été caractérisé sur l'ensemble du linéaire d'étude et les principaux foyers d'espèces invasives recensées. Les résultats sont présentés sur les planches 6.1 à 6.5.

Les principales espèces rencontrées sont les suivantes :

Végétation			
	Espèces	Présence	
		Réal	Vallon de Sainte Cécile
ARBRES	Frêne à feuilles étroites	X	X
	Peuplier blanc	X	
	Peuplier noir	X	X
	Aulne glutineux		X
	Erable champêtre	X	X
	Saule Blanc	X	X
	Platane	X	
	Figuier	X	X
	Orme champêtre	X	X
	Noisetier commun	X	X
	Noyer commun	X	X
ARBUSTES	Sureau noir	X	X
	Cornouiller male	X	X
	Saule drapé		X
	Laurier sauce	X	X

Les principales plantes invasives recensées et dont les foyers ont été localisés sur les planches sont les suivantes :

- Le Robinier faux acacia
- La Canne de Provence
- Le Bambou
- L'Ailante

L'espèce envahissante la plus problématique sur le linéaire d'étude est la Canne de Provence qui est à l'origine d'une fermeture du milieu de l'obstruction de la section d'écoulement et empêche l'installation d'une ripisylve équilibrée. Les secteurs suivants sont concernés :

- L'aval du bief 2.1 en rive droite au droit du collège
- Le bief 2.2 qui est entièrement colonisé
- L'amont du bief 2.3 sur le Réal
- Le vallon de Sainte Cécile en amont direct de la confluence

IX. Pré-diagnostic écologique

IX.1. MÉTHODOLOGIE

La réalisation de ce pré-diagnostic écologique concernant le Réal et le ruisseau de Sainte-Cécile a fait intervenir deux étapes :

- 1 Consultation/analyse de la bibliographie (atlas de répartition d'espèces...) et de bases de données (outil GeoIDE-carto de la DREAL PACA, base de données communale de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN), base de données SILENE (Faune et Flore), base de données Faune PACA, site internet de l'Observatoire Naturaliste des Ecosystèmes Méditerranéens (ONEM)) ;
- 2 Prospections de terrain par 3 naturalistes de Biotope (une botaniste, un fauniste spécialiste de la faune terrestre et un fauniste spécialiste de la faune aquatique). Les prospections ont été réalisées les 26 et 27 juin 2017 (botanique et faune terrestre) et le 6 juillet 2017 (faune aquatique).

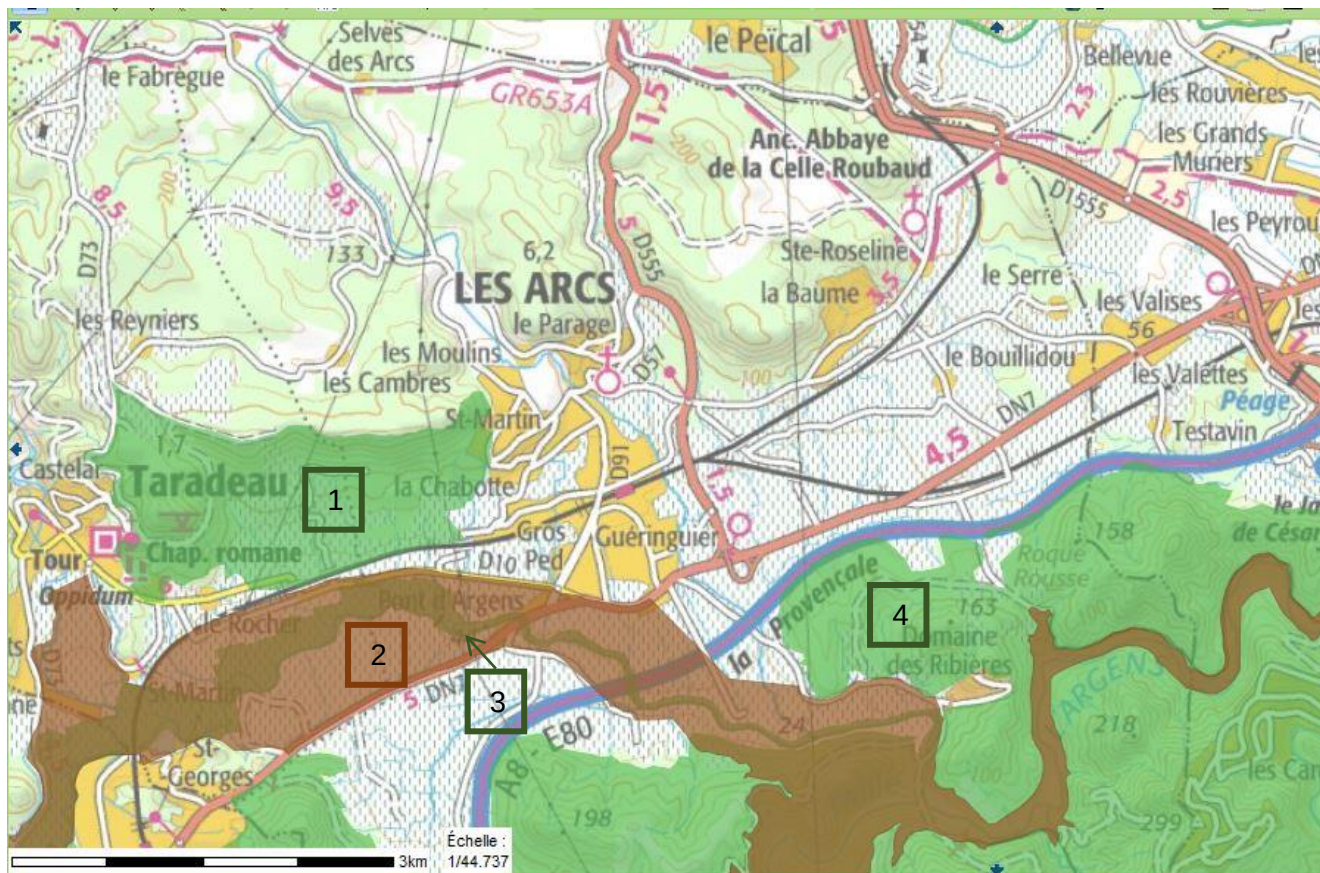
IX.2. ZONAGES D'INVENTAIRE ET RÉGLEMENTAIRES, SRCE (TVB)

SRCE : Schéma Régional de Cohérence Ecologique / TVB : Trame Verte et Bleue

La zone d'étude est concernée par les zonages d'inventaire et réglementaires suivants :

- Le site Natura 2000 FR9301626 « Val d'Argens », qui recouvre l'extrême aval du Réal (derniers 600 mètres avant la confluence avec l'Argens, soit environ la moitié aval du tronçon « Réal 5 ») ;
- L'inventaire varois relatif aux frayères et aux zones d'alimentation ou de croissance de la faune piscicole au sens du L.432-3 du Code de l'Environnement : le Réal est concerné du pont SNCF à la confluence avec l'Argens en raison de la présence potentielle de frayères du Barbeau méridional *Barbus meridionalis* (NB : lors des prospections de terrain il n'a pas été observé cette espèce mais des barbeaux fluviaux *Barbus barbus*, espèce introduite dans le bassin-versant de l'Argens, ainsi que quelques poissons attribuables à des hybrides Barbeau méridional X Barbeau fluviale).
- Les zonages « Tortue d'Hermann » issus du Plan National d'Actions en faveur de l'espèce (zones de sensibilités). Concernant cet aspect un point spécifique est effectué dans les fiches descriptives ci-après quand les tronçons sont dans ou à proximité de zones à enjeu.
- Le SRCE PACA au titre de l'action 6 visant à mettre en œuvre le SDAGE Rhône Méditerranée et en particulier à préserver et restaurer l'espace de bon fonctionnement (dont l'espace de mobilité) et les boisements alluviaux (6A-01 et 6A-02), restaurer la continuité biologique et les flux sédimentaires (6A-03 à 08), notamment pour les grands migrateurs.

Les principaux zonages sont présentés ci-après :



- 1 : ZNIEFF2 n° 930020265 Plaine et colline de Taradeau
- 2 : site Natura 2000 FR9301626 « Val d'Argens » (ZSC)
- 3 : ZNIEFF2 n° 930012479 Vallée de l'Argens
- 4 : ZNIEFF2 n° 930012516 Maures

Figure 42 : Zonages réglementaires et d'inventaires à proximité de la zone d'étude

Le bief 1 du Réal entre le Théâtre de verdure et la confluence avec le Vallon de Sainte Cécile (sur un linéaire de 550m) est classé en Espace Naturel Sensible (ENS) et a été acquis par le Conseil Départemental du Var en 1995.

D'autre part, aucune zone humide n'est recensée sur la zone d'étude comme présenté sur la cartographie d'inventaire des zones humides présentée ci-après :

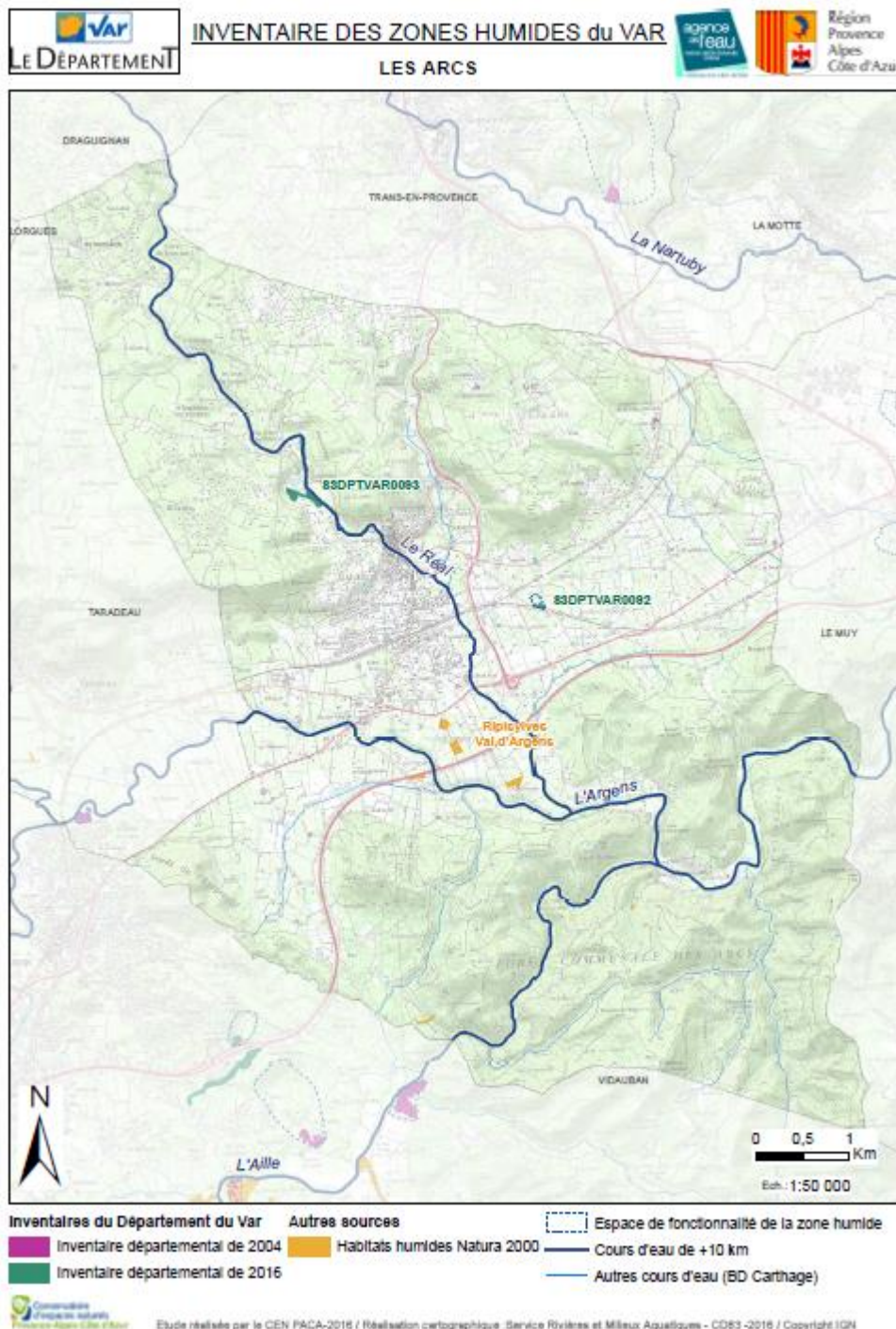


Figure 43 : Inventaire des zones humides du département du Var

Les deux zones humides localisées sur la commune sont hors périmètre d'étude.

Toutefois les ripisylves du Réal sont recensées dans l'inventaire des zones humides du Var en tant que ripisylves de cours d'eau de plus de 10 km.

En effet, les ripisylves en bon état de conservation correspondent à des habitats caractéristiques de zones humides au sens de l'arrêté du 24 juin 2008 (modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009) qui précise la méthodologie et les critères pour la délimitation des zones humides sur le terrain (articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement).

Un espace peut être considéré comme zone humide au sens du Code de l'Environnement dès qu'il présente les critères suivants :

(1) Sa végétation, si elle existe, est caractérisée :

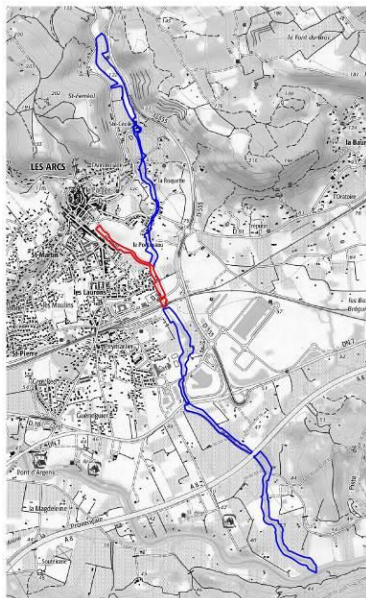
- soit par des « habitats » caractéristiques de zones humides, identifiés selon la méthode et la liste correspondante figurant à l'annexe 2.2. de l'arrêté,
- soit par des espèces indicatrices de zones humides, liste d'espèces figurant à l'annexe 2.1 + liste additive d'espèces arrêtée par le préfet si elle existe,

(2) Ses sols correspondent à un ou plusieurs types pédologiques parmi ceux mentionnés dans la liste figurant à l'annexe 1.1 et identifiés selon la méthode figurant à l'annexe 1.2.

Ainsi les ripisylves, roselières, prairies humides et même peuplements de Canne de Provence identifiés sur la zone d'étude correspondent à des habitats caractéristiques de zones humides (« H » de l'annexe 2.2. de l'arrêté). L'analyse des sols au niveau de ces habitats permettrait de valider complètement le caractère « humide » de ces surfaces.

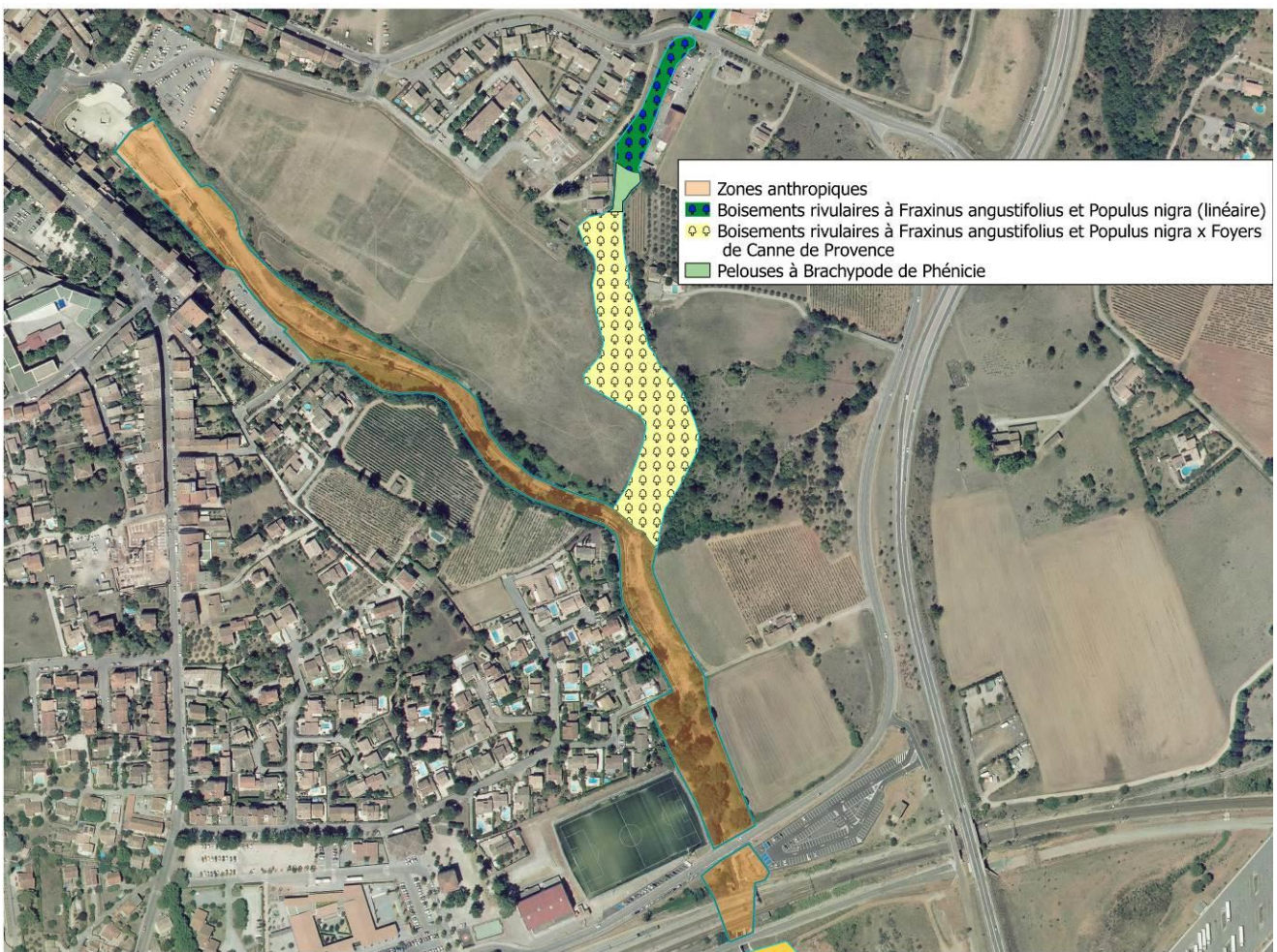
IX.3. FICHES DESCRIPTIVES PAR TRONÇONS HOMOGÈNES

Réal 1 (Bief 1)



Habitats et flore : Intérêt global du tronçon très faible

- Habitats : il s'agit d'habitats artificialisés aménagés sous forme de coulée verte pour accueillir le public (parc). Le ruisseau est entièrement canalisé, dépourvu sur ses rives de ripisylve. Seuls quelques grands arbres (*Pinus pinea*, *Fraxinus angustifolia*, *Quercus pubescens*) occupent les hauteurs du talus sous forme de bosquet ou de de linéaire. Peuplement plus ou moins fournis sans pour autant présenter un intérêt floristique.
- Flore : Diversité réduite composée d'espèces communes. Aucune espèce patrimoniale n'est pressentie.

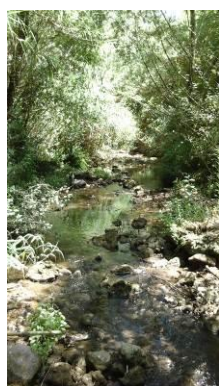
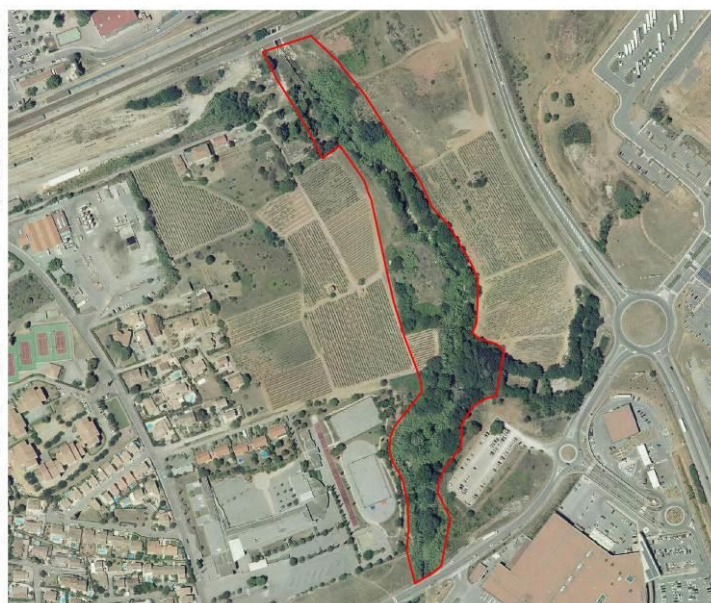
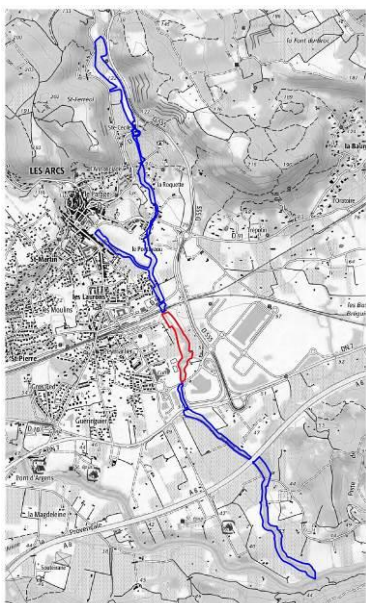


Faune : Intérêt global du tronçon très faible

- Insectes : aucun habitat favorable à la Diane *Zerynthia polyxena*, papillon patrimonial et protégé n'a été mis en évidence sur ce tronçon. Seules quelques libellules communes ont été observées et il n'existe pas de potentialité de présence d'espèces remarquables. Concernant les espèces protégées, seuls quelques grands chênes présents sur la partie aval sont susceptibles d'accueillir des larves de Grand Capricorne, *Cerambyx cerdo*.

- Amphibiens/reptiles : le tronçon est peu intéressant et n'accueille que des espèces communes et ubiquistes (mise en évidence du Lézard des murailles et de la Couleuvre de Montpellier). Il s'agit cependant d'espèces protégées. La probabilité de présence d'espèces remarquables (Cistude d'Europe, Tortue d'Hermann...) est très faible à nulle.
- Oiseaux : Observation d'espèces communes : Bergeronnette grise et des ruisseaux, Hirondelle de fenêtre et Martinet noir. Cette partie du cours est toutefois peu favorable aux oiseaux en tant que zone d'alimentation et de reproduction (à l'exception de quelques grands arbres présents sur l'aval).
- Mammifères : A l'exception de quelques grands arbres présents sur l'aval et pouvant accueillir l'Ecureuil roux (observé) et des gîtes pour les chiroptères (espèces protégées), le tronçon présente très peu d'intérêt pour les mammifères.
- Poissons : le milieu aquatique très artificialisé ne semble pas accueillir une faune piscicole.

Réal 2 (Bief 2.1)



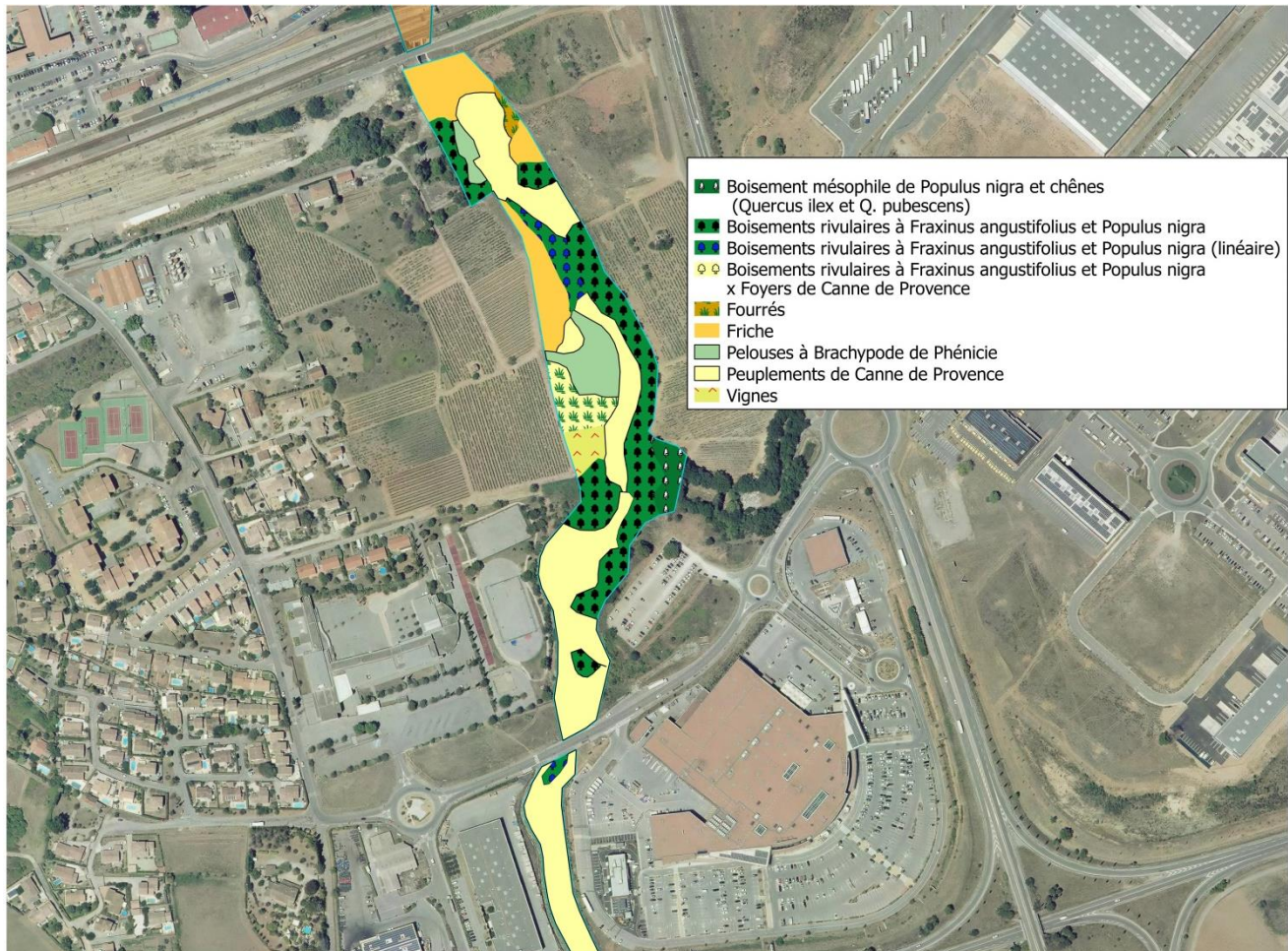
Habitats et flore : **Intérêt global du tronçon faible**

- Habitats : un boisement rivulaire se maintient en rive gauche, dominé par le Peuplier noir (*Populus nigra*) et le Frêne à feuilles étroites (*Fraxinus angustifolia*). En s'éloignant du cours d'eau le boisement évolue vers un boisement à tendance mésophile structuré par des chênes relativement âgés (*Quercus pubescens* et *Quercus ilex*).

Le boisement rivulaire méditerranéen appartient au *Populion albae* et est considéré d'intérêt communautaire au titre de Natura 2000. L'état de conservation est ici dégradé marqué par la présence d'espèces exotiques envahissantes (Robinier, Canne de Provence) qui témoigne un caractère secondaire et un milieu fragilisé.

La rive droite est très dégradée, la ripisylve y est absente remplacée par des habitats pionniers (groupement apparenté aux pelouses à Brachypode de Phénicie, friche) en mélange avec de nombreux foyers de Canne de Provence.

- Flore : Diversité réduite composée d'espèces communes. Cependant *Anemone coronaria*, espèce protégée en PACA, est potentielle dans les secteurs de pelouses à Brachypode de Phénicie. Espèce connue sur la commune (Base de données du CBN Méditerranée, SILENE). *Alcea biennis*, protégée en PACA, pourrait aussi fréquenter les terrains enfrichés.

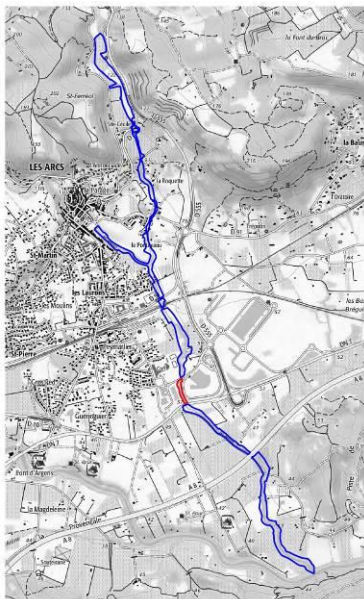


Faune : **Intérêt global du tronçon modéré**

- Insectes : seules quelques libellules communes ont été observées et sont connues du tronçon (Faune PACA). La présence d'espèces patrimoniales et/ou protégées est peu probable. Concernant les espèces protégées, il pourrait exister de façon très ponctuelle de petites surfaces d'habitat favorable à la Diane *Zerynthia polyxena* (lisières fraîches) et quelques grands arbres sont susceptibles d'accueillir des larves de Grand Capricorne, *Cerambyx cerdo*.
- Amphibiens/reptiles : le tronçon est moyennement intéressant du fait de son isolement et de son état de conservation non optimal (Canne de Provence...). Il accueille très probablement des espèces communes comme la Rainette méridionale, le Lézard vert occidental ou la Couleuvre vipérine (mise en évidence de la Grenouille rieuse). Il s'agit cependant d'espèces protégées. La probabilité de présence d'espèces remarquables est modérée (présence possible de la Cistude d'Europe en lien avec la présence d'une population sur l'aval).

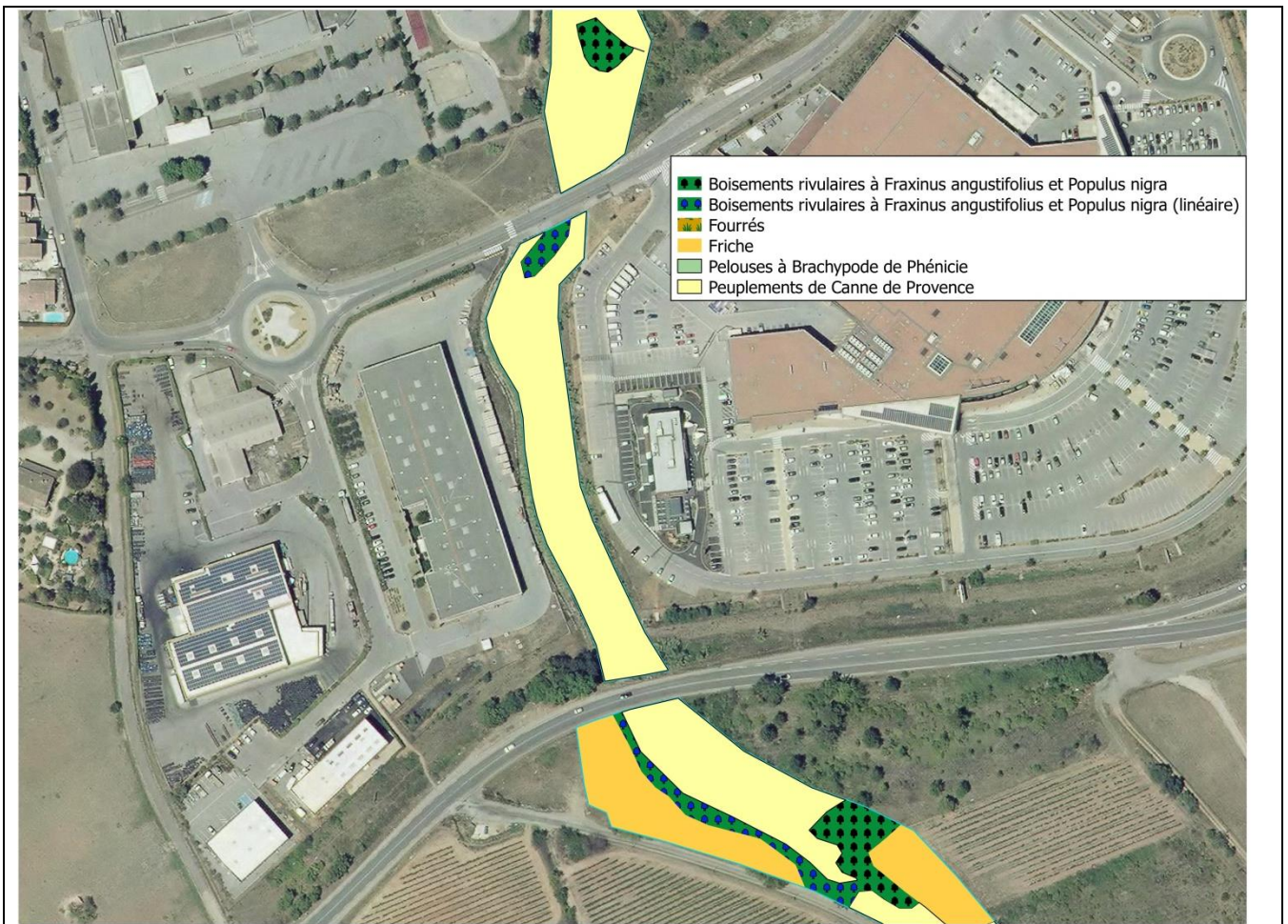
- Oiseaux : Observation d'espèces communes : Lorient, Faucon crécerelle, Choucas des tours et Martinet noir. Concernant les espèces remarquables un nid d'Hirondelle rousseline est signalé sous le pont de l'autoroute sur la base de données Faune PACA. La présence de grands arbres est favorable à l'installation d'oiseaux cavernicoles : Rollier d'Europe, Petit-duc, Huppe fasciée.... L'intérêt du tronçon est défini comme assez fort en raison de la présence d'hirondelle rousseline et la potentialité Rollier d'Europe.
- Mammifères : quelques grands arbres pourraient accueillir des gîtes pour les chiroptères (espèces protégées). Le tronçon présente toutefois un intérêt modéré pour les mammifères.
- Poissons : les habitats aquatiques, assez variés, accueillent un cortège du domaine intermédiaire (Goujon, Chevaine, Barbeau fluviatile et hybrides Barbeau fluviatile X Barbeau méridional). Une espèce remarquable est présente en faible quantité, le Blageon.

Réal 3 (Bief 2.2)



Habitats et flore : **Intérêt global du tronçon très faible**

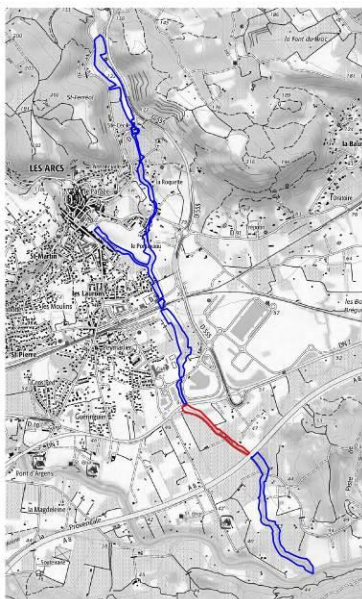
- Habitats : nette dominance des peuplements de Canne de Provence sur les deux rives. Absence totale de ripisylve.
- Flore : la Canne de Provence tend à banaliser le milieu au détriment de la flore locale. Diversité très appauvrie. Aucune espèce patrimoniale/protégée n'a été observée et n'est pressentie.



Faune : Intérêt global du tronçon très faible

- Insectes : seules quelques libellules communes ont été observées. La présence d'espèces patrimoniales et/ou protégées est peu probable. Aucun habitat favorable à la Diane *Zerynthia polyxena* ou au Grand Capricorne *Cerambyx cerdo* n'a été mis en évidence sur ce tronçon.
- Amphibiens/reptiles : le tronçon est peu intéressant du fait de son isolement et de son mauvais état de conservation (envahissement par la Canne de Provence...). Il accueille très probablement malgré tout quelques individus d'espèces communes et ubiquistes (Grenouille rieuse...). Il s'agit d'espèces protégées. La probabilité de présence d'espèces remarquables est faible (présence possible de la Cistude d'Europe, au moins en transit, en lien avec la présence d'une population sur l'aval).
- Oiseaux : Observation d'espèces communes : Choucas des tours et Martinet noir. Ce tronçon est très peu favorable aux oiseaux en tant que zone d'alimentation et de reproduction.
- Mammifères : le tronçon présente un intérêt faible pour les mammifères (corridor de déplacement pour les chauves-souris ?).
- Poissons : les habitats aquatiques sont assez homogènes et lenticques, ce qui n'est pas favorable au cortège du domaine intermédiaire identifié en amont et en aval. Le Blageon, espèce remarquable, n'a pas été observé sur ce tronçon.

Réal 4 (Bief 2.3)

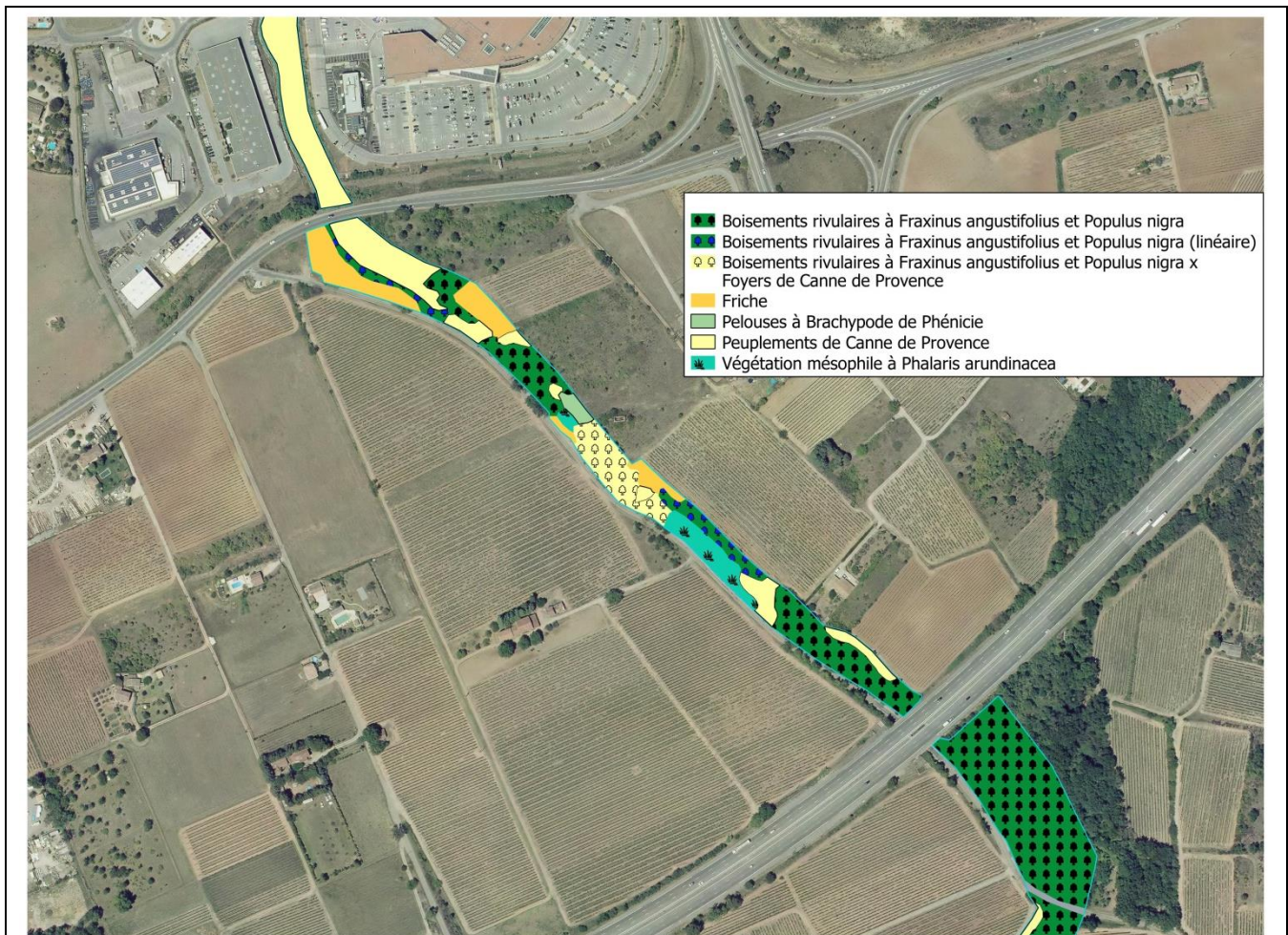


Habitats et flore : **Intérêt global du tronçon faible**

- Habitats : même si la diversité en termes d'habitats paraît plus importante, le boisement rivulaire est réduit à un simple linéaire fragmenté colonisé par une forte densité de Canne de Provence qui diminue considérablement l'intérêt floristique des milieux. Ces « tâches » de boisements rivulaires sont peu typées et déstructurées pour être considérées d'intérêt communautaire. L'état de conservation est en définitive mauvais.

Les zones non couvertes par des boisements sont colonisées par une végétation herbacée pionnière.

- Flore : Diversité réduite composée d'espèces communes. Aucune espèce patrimoniale/protégée n'a été observée et n'est pressentie.

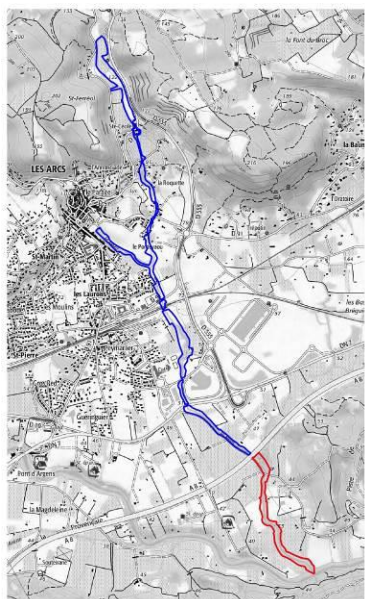


Faune : **Intérêt global du tronçon assez fort**

- Insectes : de nombreuses libellules communes ont été observées et sont connues du tronçon (Faune PACA). La présence d'espèces patrimoniales et/ou protégées est possible (Cordulie à corps fin, protégée, Cordulie méridionale, très rare/patrimoniale). Concernant les autres espèces protégées, il pourrait exister de façon très ponctuelle de petites surfaces d'habitat favorable à la Diane *Zerynthia polyxena* (lisières fraîches) et quelques grands arbres sont susceptibles d'accueillir des larves de Grand Capricorne, *Cerambyx cerdo*.
- Amphibiens/reptiles : le tronçon est assez intéressant bien que son état de conservation ne soit pas optimal (Canne de Provence, protections de berge...). Il accueille très probablement des espèces communes comme la Grenouille rieuse, la Rainette méridionale, le Lézard vert occidental ou la Couleuvre vipérine. Il s'agit cependant d'espèces protégées. La Cistude d'Europe, espèce remarquable, a été mise en évidence sur l'aval du tronçon (un individu en insolation sur un tronc tombé dans l'eau). La probabilité de présence d'autres espèces remarquables est modérée (présence possible de la Tortue d'Hermann bien que le secteur ne soit pas dans une zone de sensibilité notable/majeure, et présence possible du Lézard ocellé au niveau des berges érodées/aménagées sans ripisylve).
- Oiseaux : Observation d'espèces communes et d'un Rollier en vol (nidification sur le tronçon ?). La présence de grands arbres est favorable à l'installation d'oiseaux cavernicoles. L'intérêt du tronçon est défini comme assez fort en raison de la potentialité Rollier d'Europe.

- Mammifères : quelques grands arbres pourraient accueillir des gîtes pour les chiroptères (espèces protégées). Le tronçon présente un intérêt modéré à assez fort pour les mammifères (il s'agit au minimum d'un corridor de déplacement).
- Poissons : les habitats aquatiques, assez variés, accueillent un cortège du domaine intermédiaire (Chevaine, Barbeau fluviatile et hybrides Barbeau fluviatile X Barbeau méridional). Une espèce remarquable est présente en faible quantité, le Blageon.

Réal 5 (Bief 2.4)



Habitats et flore : **Intérêt global du tronçon assez fort**

- Habitats : sur ce tronçon la ripisylve est assez épaisse et bien représentative des boisements rivulaires méditerranéens rattaché au *Populion albae* considérés d'intérêt communautaire au titre de Natura 2000. Le Peuplier blanc, le Peuplier noir et le Frêne à feuilles étroites s'étagent sur un sous-bois assez fourni caractéristique des bords de cours d'eau (*Ulmus communis*, *Acer monspessulanus*, *Laurus nobilis*...). Des espèces herbacées méso-hygrophiles à hygrophiles (plus on s'approche du cours d'eau) complètent le cortège.

Ponctuellement des dégradations sont notées profitant à l'installation d'espèces exotiques envahissantes (déboisements, gravats). Ces dégradations restent plutôt anecdotiques et le boisement apparaît globalement en bon état de conservation sur les deux rives.

- Flore : La richesse floristique demeure peu élevée au sein des boisements mais se compose toutefois d'espèces caractéristiques. Les ripisylves abritent rarement des espèces protégées.

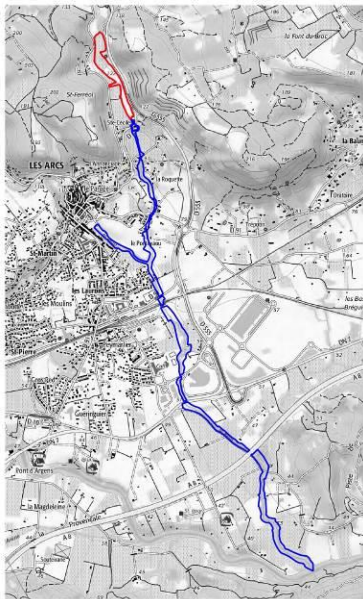


Faune : **Intérêt global du tronçon fort**

- Insectes : de nombreuses libellules communes ont été observées et sont connues du tronçon (Faune PACA). La présence d'espèces patrimoniales et/ou protégées est probable (surtout Cordulie à corps fin, protégée, mais aussi potentiellement Cordulie méridionale, très rare/patrimoniale). Concernant les autres espèces protégées, les lisières fraîches sont favorables à la Diane *Zerynthia polyxena* et de nombreux grands arbres sont susceptibles d'accueillir des larves de Grand Capricorne, *Cerambyx cerdo*.
- Amphibiens/reptiles : le tronçon est intéressant (potentialités d'accueil importantes, quiétude) et relativement bien conservé. Il accueille très probablement de nombreuses espèces communes (ont été contactées la Grenouille rieuse et la Couleuvre vipérine). Il s'agit cependant d'espèces protégées. La Cistude d'Europe, espèce remarquable, a été mise en évidence deux fois sur le tronçon (individus en insolation). La probabilité de présence d'autres espèces remarquables est assez forte (présence possible de la Tortue d'Hermann, notamment car une zone de sensibilité notable est présente 100 à 200 m à l'est, et présence possible du Lézard ocellé au niveau des lisières avec les vignobles).

- Oiseaux : observation d'espèces communes, de rolliers et de plusieurs guêpiers à proximité du cours d'eau (probabilité de présence d'une petite colonie de guêpiers dans les parcelles près du cours d'eau). Le Rollier d'Europe et la Tourterelle des bois sont probablement nicheurs dans les grands arbres de la ripisylve. Il existe en outre des données de Chouette chevêche, Petit-duc et Pie-grièche écorcheur sur ce secteur dans Faune PACA. L'intérêt du tronçon est défini comme fort en raison des potentialités de présence d'espèces remarquables et de son intérêt en tant que zone de nidification et d'alimentation pour les oiseaux. La présence de parcelles agricoles à proximité du cours d'eau et la quiétude de la zone renforcent son intérêt.
- Mammifères : les nombreux grands arbres pourraient accueillir des gîtes pour les chiroptères (espèces protégées). Le tronçon présente un intérêt fort pour les mammifères (zone refuge et corridor de déplacement).
- Poissons : les habitats aquatiques sont variés et nombreux. Ils accueillent un cortège du domaine intermédiaire (Goujon, Chevaine, Barbeau fluviatile et hybrides Barbeau fluviatile X Barbeau méridional). Une espèce remarquable est présente en quantité, le Blageon. Une espèce à fort enjeu patrimonial a été observé, l'anguille européenne, toutefois ce tronçon ne représente pas de fortes potentialités en terme d'habitats.

Sainte-Cécile 1 (Tronçon 1)

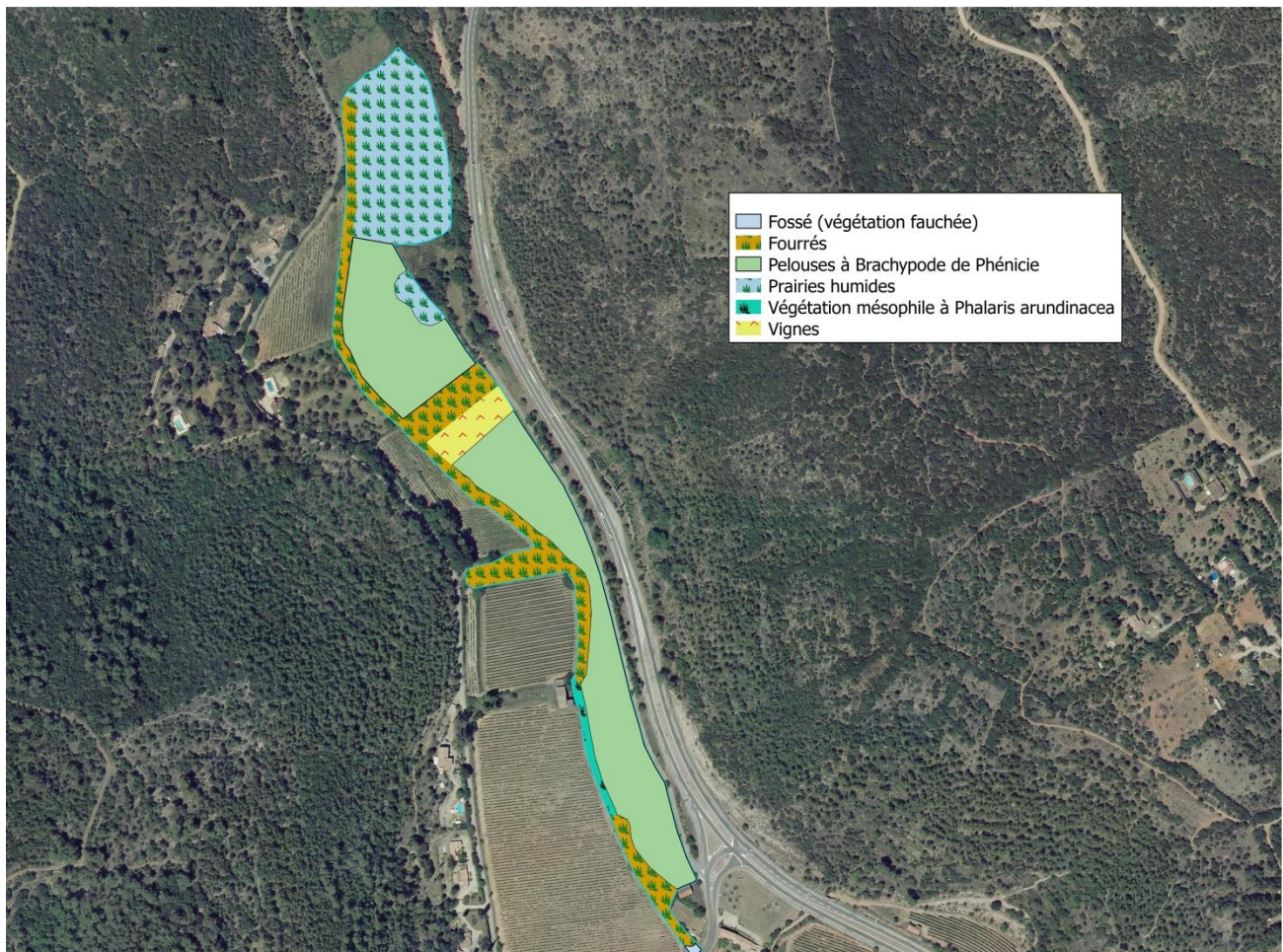


Habitats et flore : **Intérêt global du tronçon fort**

- Habitats : l'intérêt en termes d'habitats sur ce tronçon se concentre :
 - le long du cours d'eau qui est colonisé par des fourrés arbustifs (ronces, Orme, Noisetier...) en mélange avec un groupement mésohygrophile à hautes herbes. Ce groupement herbacé avec *Althaea officinalis* présent sous forme d'ourlet se rattache à l'habitat d'intérêt communautaire « Mégaphorbiaies mésotrophes collinéennes » (code Natura 2000 : 6430-1). Cette formation est très fragmentaire en région PACA (Les habitats naturels humides de la région PACA, M. Barbero, 2006) ;
 - au niveau des prairies humides qui s'étendent au nord du tronçon dominées par *Scirpoides holoschoenus* accompagné de *Holcus lanatus*, *Poa trivialis*, *Festuca arundinacea*, *Phalaris arundinacea*... La diversité est assez faible mais ces prairies humides restent rares et en régression en région PACA. Cette formation est considérée d'intérêt communautaire (code Natura 2000 : 6420 « Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes du *Molinio-Holoschoenion* »)

Des faciès moins humides apparentés aux pelouses à Brachypode de Phénicie couvrent d'importantes surfaces en rive gauche plus en retrait du ruisseau. Il s'agit vraisemblablement d'une végétation post-culturelle en cours de fermeture par des ligneux.

- Flore : diversité modérée pouvant accueillir des espèces patrimoniales : *Anemone coronaria*, espèce protégée en PACA, dans les secteurs de pelouses à Brachypode de Phénicie (Base de données du CBN Méditerranée, SILENE), *Alcea biennis*, protégée en PACA, liée aussi aux pelouses, *Ophioglossum vulgatum* et *Bellevia romana*, protégés en droit français au sein des prairies humides, *Leucojum aestivum*, protégé en France, potentiel en bordure du ruisseau.



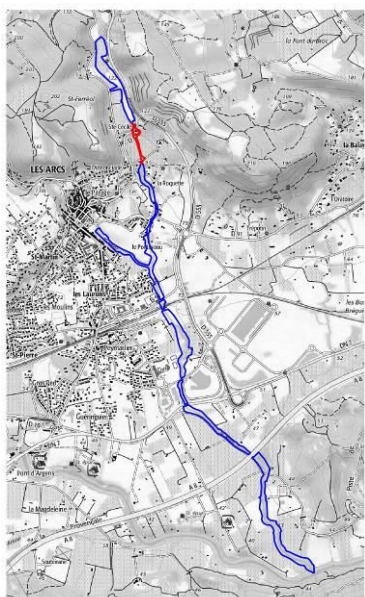
Faune : **Intérêt global du tronçon fort**

- Insectes : ce tronçon temporaire n'a pas d'intérêt pour les libellules. En revanche de nombreuses lisières fraîches, des fossés et une prairie humide correspondent à des habitats favorables à la Diane (papillon patrimonial protégé).
- Amphibiens/reptiles : le tronçon est intéressant (potentialités d'accueil importantes, quiétude). Il accueille très probablement de nombreuses espèces communes mais protégées. La probabilité de présence d'espèces remarquables est forte ; la Tortue d'Hermann se reproduit dans le secteur et la densité de l'espèce est moyenne (zone de sensibilité notable), le Lézard ocellé est probable en lisière des vignobles et dans le lit temporaire. Enfin, le Seps strié est

potentiel au niveau des zones sèches où l'herbe est dense (friches/pelouses).

- Oiseaux : observation d'espèces communes et de rapaces dont la Bondrée apivore en chasse (nidification potentielle à proximité sur les versants boisés : Circaète, Milan, Epervier, ...). Le Rollier d'Europe est aussi susceptible d'exploiter la zone (nidification en lisière des boisements). Enfin, des espèces remarquables comme les pies-grièches peuvent nicher au niveau des zones ouvertes (buissons/haies au milieu des friches). L'intérêt du tronçon est défini comme fort en raison des potentialités de présence d'espèces remarquables et de son intérêt en tant que zone de nidification et d'alimentation pour les oiseaux.
- Mammifères : les zones ouvertes et en particulier les secteurs humides sont potentiellement des zones de chasse pour les chauves-souris qui gisent dans les environs (chauves-souris arboricoles et anthropophiles). Le tronçon présente ainsi un intérêt modéré à fort pour les mammifères.
- Poissons : /

Sainte-Cécile 2 (Tronçon 2)

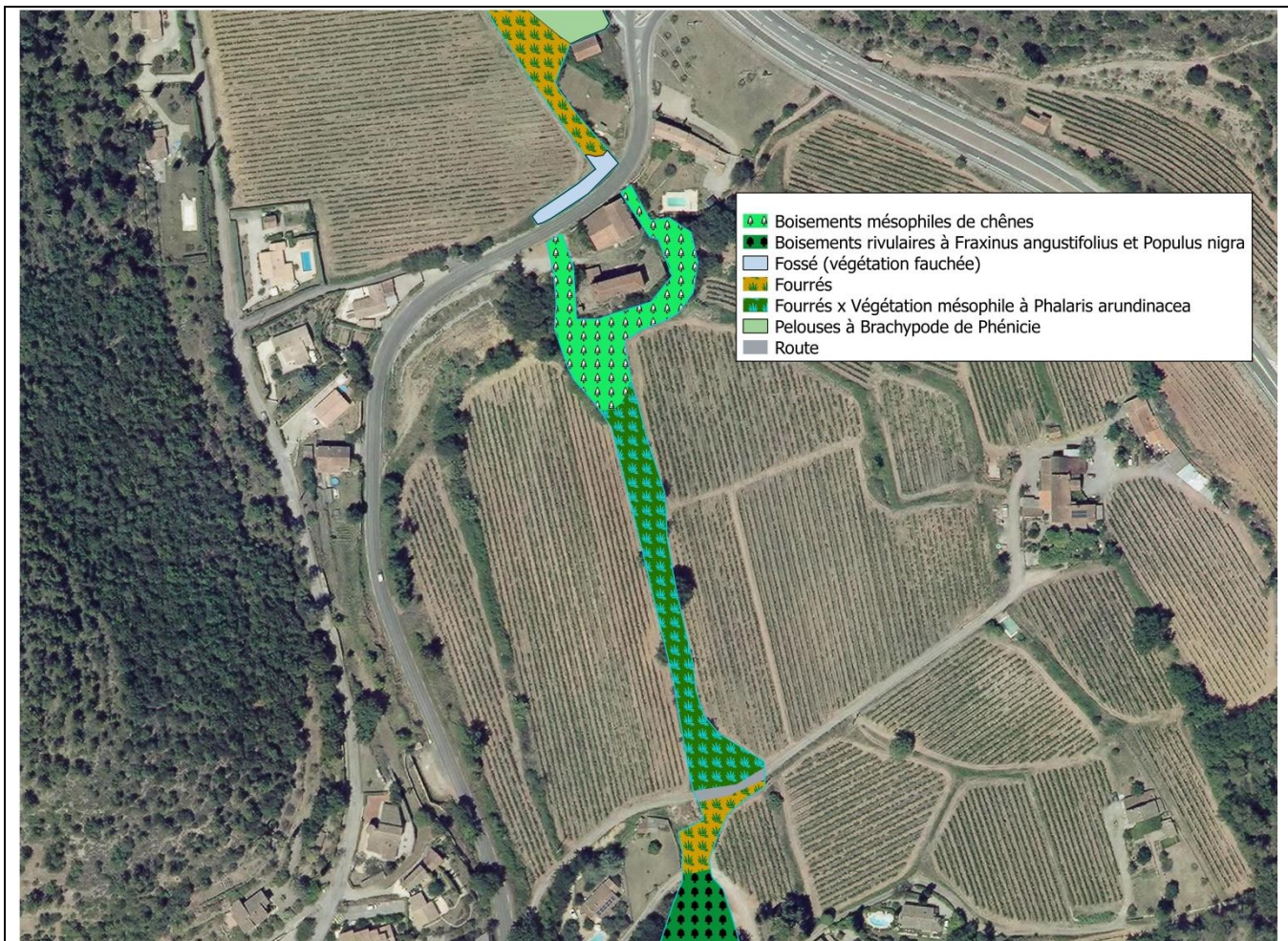


Habitats et flore : **Intérêt global du tronçon faible**

- Habitat : la ripisylve est ici réduite un linéaire buissonnant (Ronce, Prunellier, Noisetier, Figuier) assorti d'une strate herbacée dense, mésophile donnant un aspect de mégaphorbiaie, composée de lianes et de hautes herbes répandues en bordure de ruisseau de la plaine agricole méditerranéenne (*Phalaris arundinacea*, *Scirpoides holoschoenus*, *Dorycnium herbaceum*, *Clematis vitalba*...)

De grands arbres, majoritairement des chênes verts (*Quercus ilex*) mais des robiniers ceignent la propriété au nord du tronçon sans vraiment constituer un boisement fonctionnel écologiquement (absence de véritable sous-bois, mur de près de 2m de haut).

- Flore : Diversité réduite composée d'espèces communes. Aucune espèce patrimoniale/protégée n'a été observée et n'est pressentie.

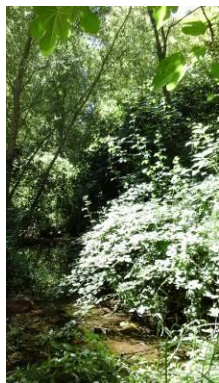
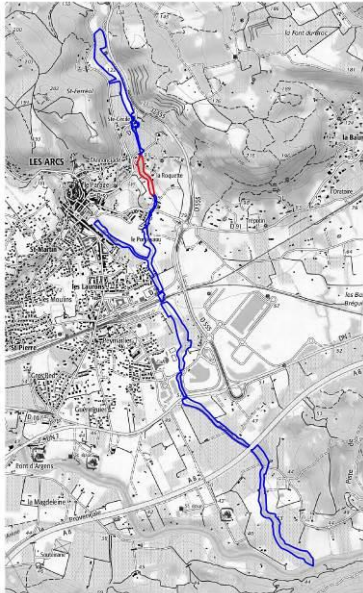


Faune : **Intérêt global du tronçon faible**

- Insectes : seules quelques libellules communes ont été observées (reproduction locale ? présence uniquement en maturation ?). La présence d'espèces patrimoniales et/ou protégées est peu probable. Seuls quelques grands arbres sont susceptibles d'accueillir des larves de Grand Capricorne, *Cerambyx cerdo*.
- Amphibiens/reptiles : le tronçon est peu intéressant du fait de sa petite taille et de son état de conservation non optimal (recalibrage, Canne de Provence...). Il accueille très probablement quelques espèces communes comme la Rainette méridionale ou le Lézard vert occidental. Il s'agit cependant d'espèces protégées. La probabilité de présence d'espèces remarquables est faible.
- Oiseaux : Observation d'espèces communes : Bergeronnettes grise et des ruisseaux. Concernant les espèces remarquables quelques grands arbres sont favorables à l'installation d'oiseaux cavernicoles : Rollier d'Europe, Petit-duc, Huppe fasciée.... L'intérêt du tronçon est défini comme faible à modéré.
- Mammifères : les quelques grands arbres pourraient accueillir des gîtes de chiroptères (espèces protégées). Le tronçon présente toutefois un intérêt modéré pour les mammifères (il s'agit probablement uniquement d'un corridor de déplacement).

- Poissons : /

Sainte-Cécile 3 (Tronçon 3 amont)

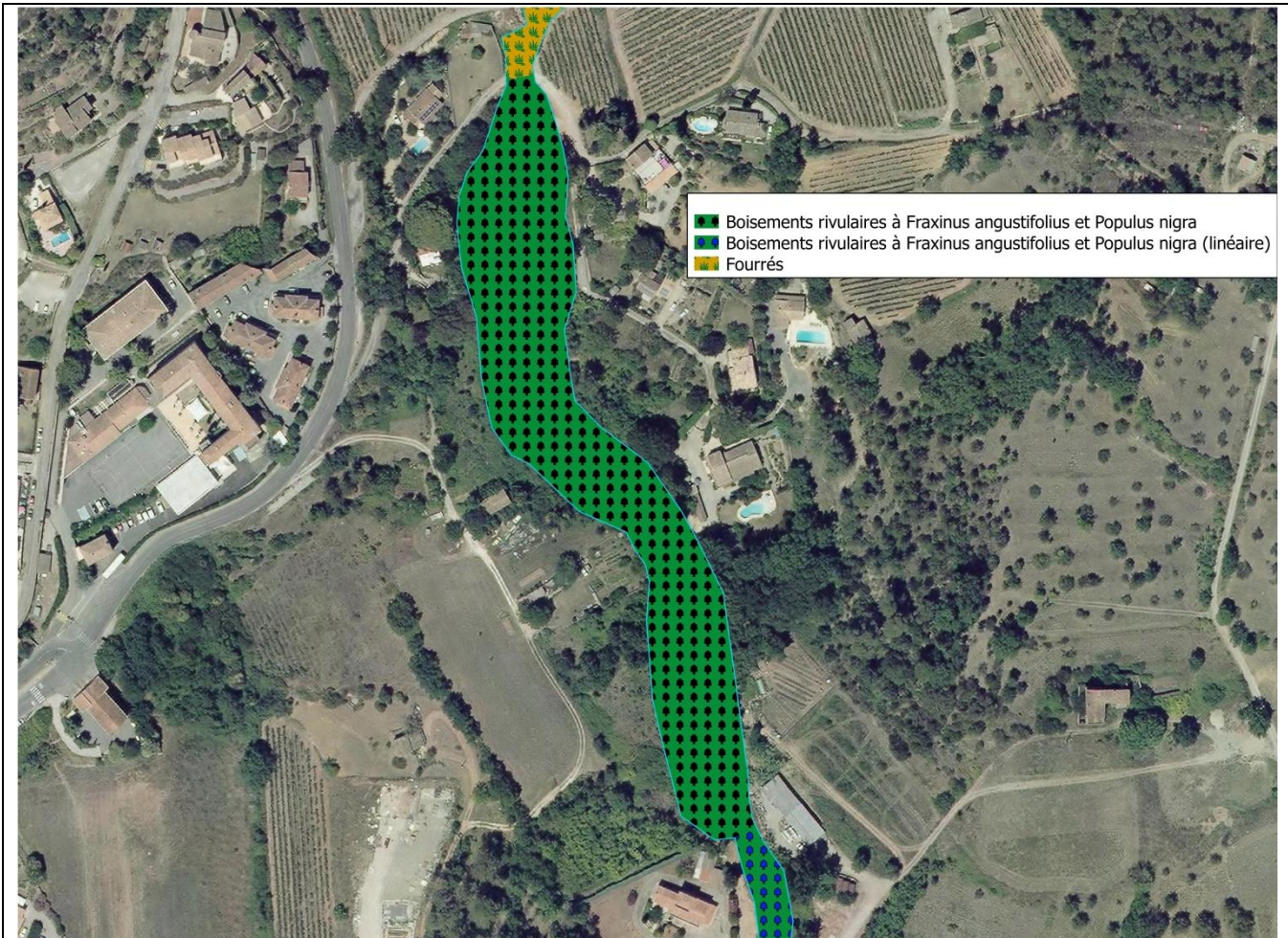


Habitats et flore : **Intérêt global du tronçon faible**

- Habitat : Tronçon à dominante boisée. Cette ripisylve à Peuplier noir est très dégradée (espèces exotiques envahissantes : Bambou, Robinier, dépôts de gravats dans le lit mineur). Toutefois il s'agit d'un habitat d'intérêt communautaire au titre de Natura 2000 (« Forêts galeries à *Salix alba* et *Populus alba* », code Natura 2000 : 92A0). Des communautés à petites herbacées hygrophiles (*Helosciadium nodiflorum*) ponctuent les abords immédiats du ruisseau.

Ces végétations sont répandues dans la région.

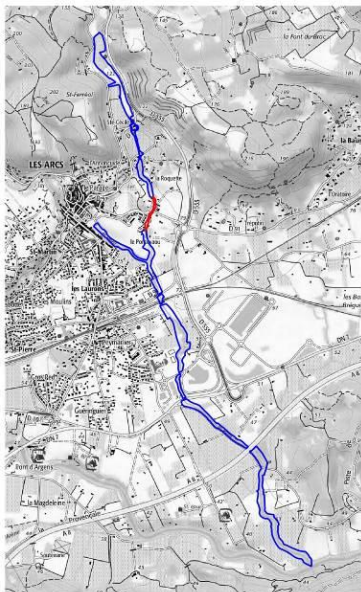
- Flore : Lot d'espèces communes et la présence d'espèces exotiques envahissantes marque la fragilité du milieu et souligne son état dégradé. Aucune espèce patrimoniale/protégée n'a été observée et n'est pressentie.



Faune : **Intérêt global du tronçon modéré**

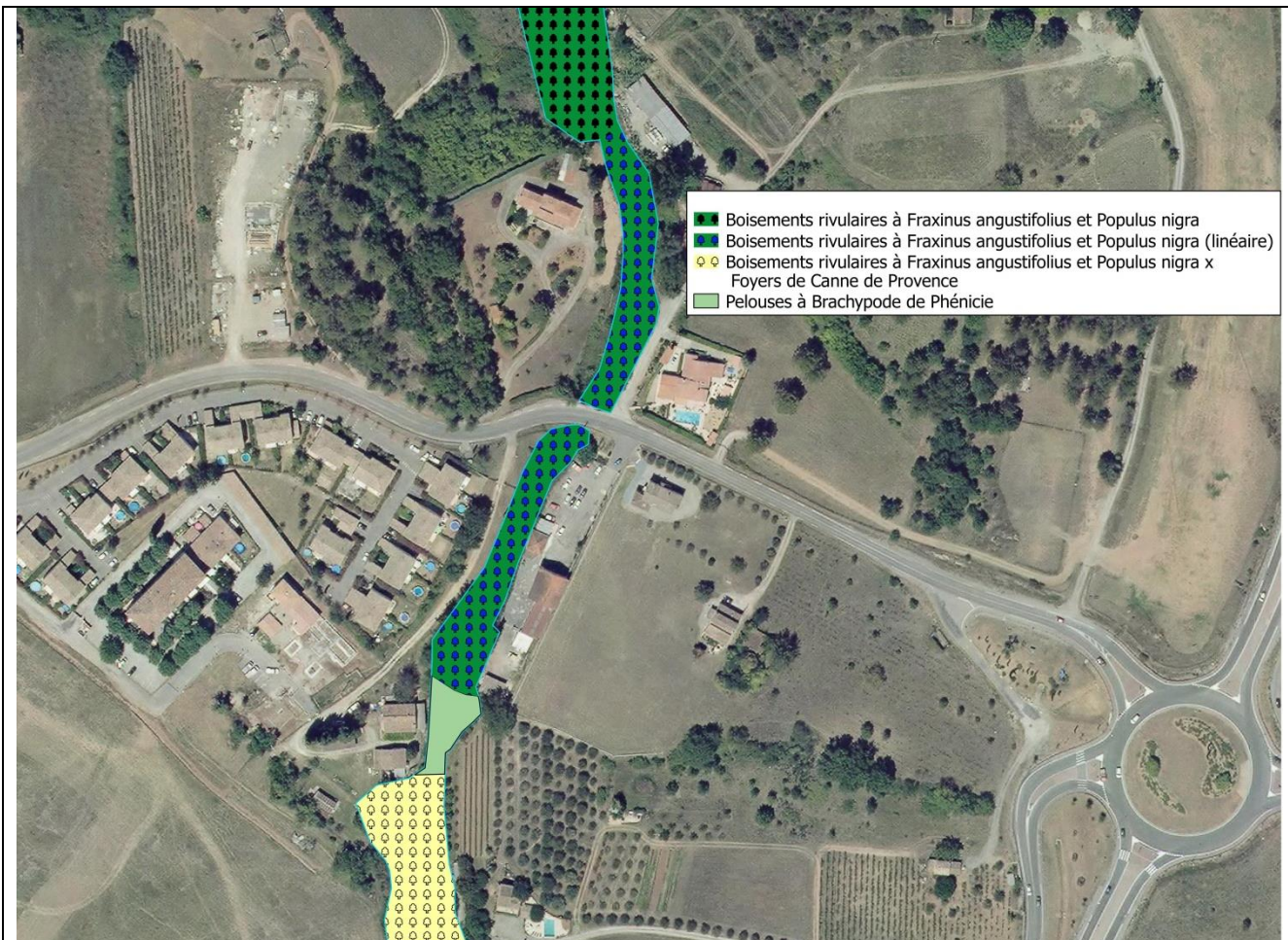
- Insectes : seules quelques libellules communes ont été observées (reproduction locale ? présence uniquement en maturation ?). A l'exception des nombreux grands arbres susceptibles d'accueillir des larves de Grand Capricorne, *Cerambyx cerdo* la présence d'espèces patrimoniales et/ou protégées est peu probable.
- Amphibiens/reptiles : le tronçon est assez intéressant en raison d'une capacité d'accueil non négligeable et d'une certaine quiétude. Cependant il n'accueille très probablement que des espèces communes (mais protégées) comme la Rainette méridionale, le Lézard vert occidental, des couleuvres....
- Oiseaux : Observation d'espèces communes : Tourterelle des bois.... La présence de grands arbres est favorable à l'installation d'oiseaux cavernicoles : Rollier d'Europe, Petit-duc, Huppe fasciée.... L'intérêt du tronçon est défini comme modéré (intérêt non négligeable en tant que zone de nidification et d'alimentation pour les oiseaux).
- Mammifères : comme pour les oiseaux les grands arbres pourraient accueillir des gîtes de chiroptères (espèces protégées). Le tronçon présente un intérêt modéré pour les mammifères (habitat de vie et corridor de déplacement).
- Poissons : /

Sainte-Cécile 4 (Tronçon 3 aval et Tronçon 4 amont)



Habitats et flore : Intérêt global du tronçon très faible

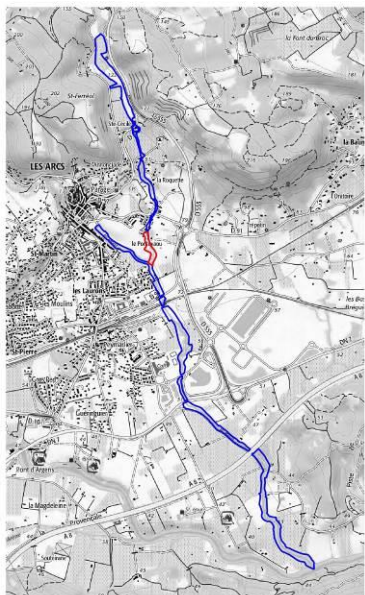
- Habitat : la ripisylve se restreint sur ce tronçon à un fin linéaire boisé (Frêne, Chêne pubescent, Robinier) pas suffisamment typé et très dégradé pour être considéré d'intérêt communautaire. Absence de berge en rive gauche dans la partie aval (mur de 2 m de haut > caserne de pompiers). Par endroits, le Roseau colonise le cours d'eau. En rive droite, des berges sablonneuses en pente douce sont colonisées par une végétation à *Phalaris arundinacea*. Habitats en mauvais état de conservation
- Flore : Diversité floristique appauvrie et présence d'espèces exotiques envahissantes. Aucune espèce patrimoniale/protégée n'a été observée et n'est pressentie.



Faune : Intérêt global du tronçon très faible

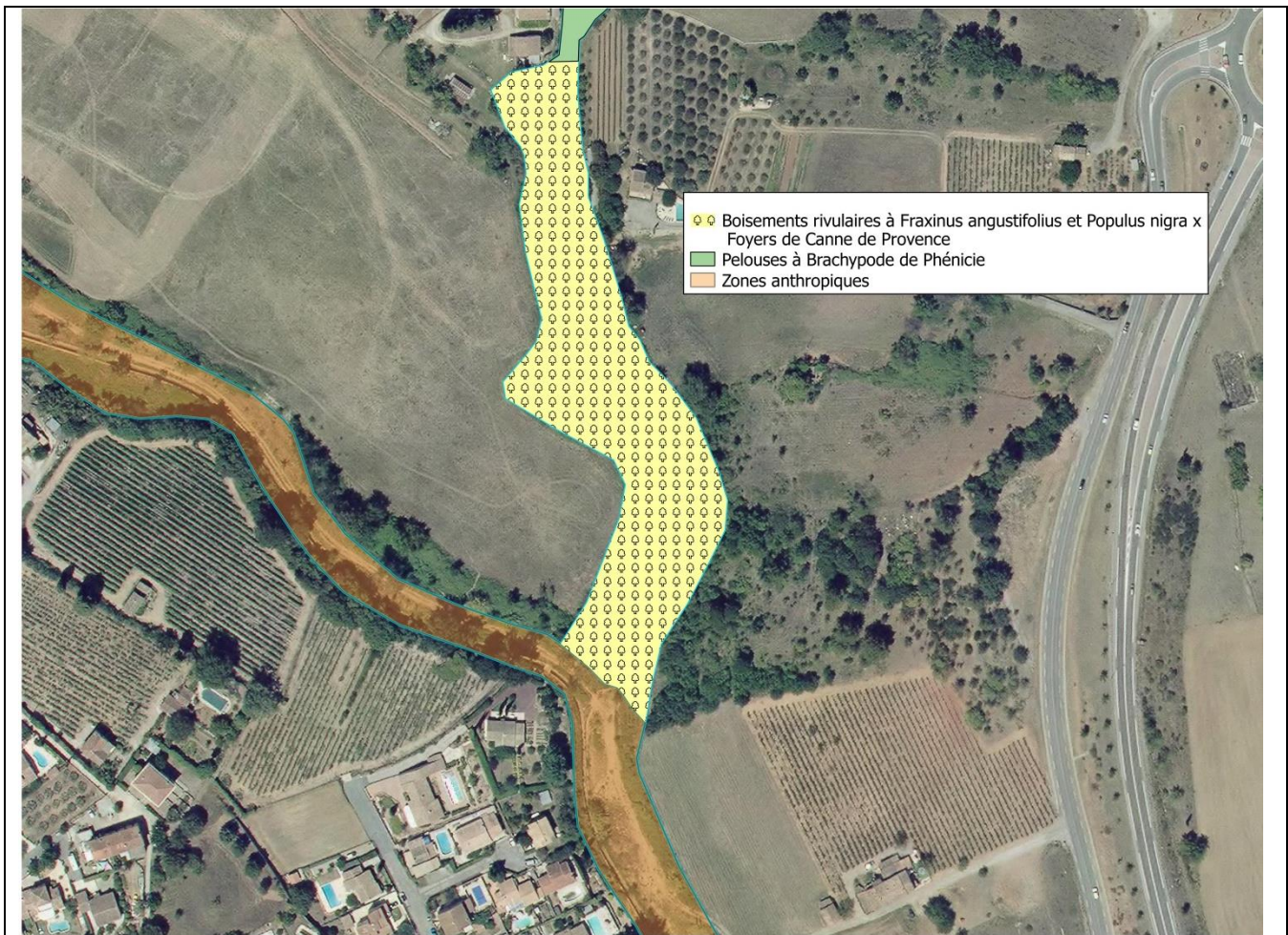
- Insectes : seules quelques libellules communes ont été observées (reproduction locale ? présence uniquement en maturation ?). La présence d'espèces patrimoniales et/ou protégées est très peu probable.
- Amphibiens/reptiles : le tronçon est peu intéressant du fait de sa petite taille et de son état de conservation non optimal (recalibrage, Canne de Provence...). Il accueille très probablement quelques espèces communes comme la Rainette méridionale, en faible densité. Il s'agit cependant d'espèces protégées. La probabilité de présence d'espèces remarquables est très faible.
- Oiseaux : observation d'espèces communes : Fauvette à tête noire, Martinet noir.... L'intérêt du tronçon est défini comme faible (fourrés assez denses n'accueillant que des espèces communes).
- Mammifères : le tronçon présente un intérêt très faible pour les mammifères (corridor de déplacement ?).
- Poissons : /

Sainte-Cécile 5 (Tronçon 4 aval)



Habitats et flore : **Intérêt global du tronçon faible**

- Habitat : Même si le socle d'espèces de boisement rivulaire du *Populion albae* est présent (*Fraxinus angustifolia*, *Ulmus minor*, *Cornus sanguinea*, *Laurus nobilis*, *Carex pendula*...), la forte colonisation de la Canne de Provence atteste d'un milieu instable et très dégradé. Ce boisement peut néanmoins être considéré comme un habitat d'intérêt communautaire au titre de Natura 2000 (« Forêts galeries à *Salix alba* et *Populus alba* », code Natura 2000 : 92A0).
- Flore : Diversité floristique appauvrie et présence d'espèces exotiques envahissantes. Aucune espèce patrimoniale/protégée n'a été observée et n'est pressentie.



Faune : **Intérêt global du tronçon modéré**

- Insectes : seules quelques libellules communes ont été observées (celles-ci semblent se reproduire localement, certaines zones étant en eau de manière pérenne). Concernant les espèces protégées, il pourrait exister de façon très ponctuelle de petites surfaces d'habitat favorable à la Diane *Zerynthia polyxena* (lisières fraîches) et quelques grands arbres sont susceptibles d'accueillir des larves de Grand Capricorne, *Cerambyx cerdo*.
- Amphibiens/reptiles : le tronçon est assez intéressant en raison d'une capacité d'accueil non négligeable et d'une certaine quiétude. Cependant il n'accueille très probablement que des espèces communes (mais protégées) comme la Rainette méridionale ou le Lézard vert occidental (mise en évidence de la Grenouille rieuse et du Lézard des murailles).
- Oiseaux : Observation d'espèces communes : Geai des chênes, Serin cini, Martinet noir et Choucas des tours. La présence de quelques grands arbres est favorable à l'installation d'oiseaux cavernicoles: Rollier d'Europe, Petit-duc, Huppe fasciée.... L'intérêt du tronçon est défini comme faible à modéré (intérêt local en tant que zone de nidification et d'alimentation pour les oiseaux).
- Mammifères : comme pour les oiseaux les quelques grands arbres pourraient accueillir des gîtes de chiroptères (espèces protégées). Le tronçon présente un intérêt faible à modéré pour les mammifères (habitat de vie et corridor de déplacement).

- Poissons : /

IX.4. CONCLUSIONS

Cf. carte de synthèse de l'intérêt écologique des tronçons ci-après

Les tronçons situés dans et en périphérie immédiate des Arcs (zones urbanisées) sont ceux qui possèdent le moins d'intérêt écologique car les plus dégradés (Sainte-Cécile 2 à 5 et Réal 1 à 3). C'est bien entendu sur ceux-ci que des efforts de restauration doivent être portés. A contrario le tronçon Sainte-Cécile 1 situé tout en amont et le tronçon Réal 5 situé tout en aval sont globalement en bon état de conservation et accueillent de façon avérée ou potentielle des espèces de flore et de faune patrimoniales et/ou protégées. D'éventuels travaux d'aménagement ont de grandes chances de se heurter à des contraintes écologiques et/ou réglementaires fortes, pouvant les remettre en cause.

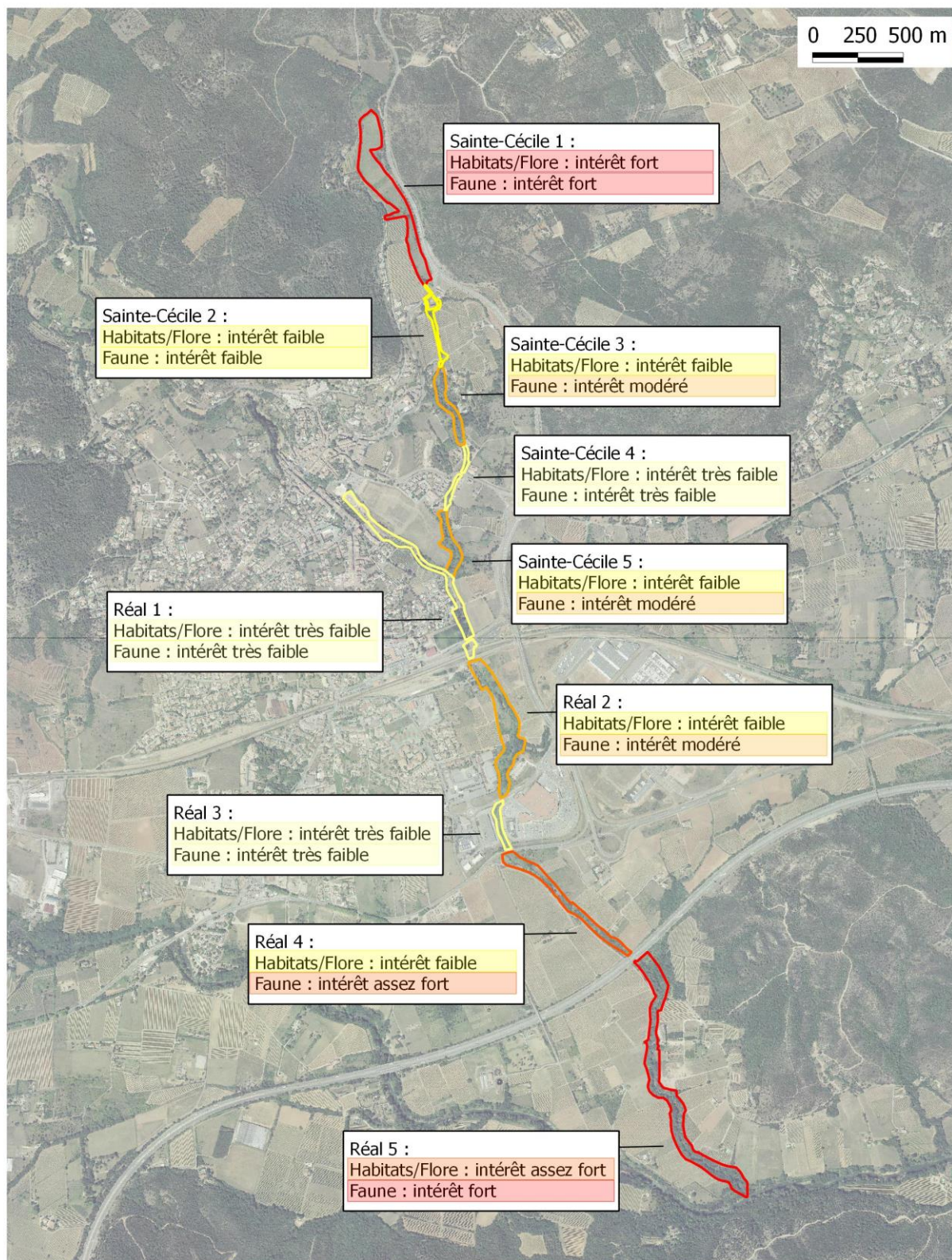
En ce qui concerne les tronçons les plus dégradés, qui présentent un intérêt écologique très faible à faible (Sainte-Cécile 2 et 4, Réal 1 et 3), les travaux de restauration nécessaires, bien que d'ampleur très importante, ne se heurteront pas à des contraintes écologiques (présence d'espèces banales). En revanche, il est probable que certaines contraintes réglementaires, localisées, imposent la mise en œuvre de mesures d'évitement/réduction d'impacts simples (période de travaux adaptée par exemple) afin que le projet soit compatible avec la préservation d'espèces protégées communes (amphibiens, reptiles, Ecureuil roux...). La faisabilité des travaux semble assurée, d'autant plus que ceux-ci seront à l'origine d'une plus-value écologique évidente.

Enfin, les tronçons présentant un intérêt modéré à assez fort (Sainte-Cécile 3 et 5, Réal 2 et 4), qui nécessiteraient des actions de restauration conséquentes (lutte contre les espèces envahissantes, renaturation/diversification ponctuelles des berges et du lit...), pourraient se heurter à des contraintes écologiques (ponctuelles ou concernant la totalité d'un tronçon). Des contraintes réglementaires sont à attendre et celles-ci sont susceptibles de contrarier le projet (adaptations ponctuelles nécessaires de celui-ci). Des inventaires spécifiques complémentaires réalisés à la bonne saison permettront de préciser les contraintes, notamment en termes de localisation (préalable nécessaire à la réalisation de dossiers réglementaires d'autorisation de travaux).



Synthèse de l'intérêt écologique des tronçons

Etude sur la restauration hydromorphologique du Réal et du Vallon de St Cécile



Source et cartographie : Biotopie, 2017

X. Synthèse du diagnostic et préconisations

La synthèse du diagnostic est faite sous forme d'une table présentée à la page suivante et intégrant les principales altérations et préconisations d'aménagement par tronçon.

Cours d'eau	Tronçon	Altérations / problématique	Préconisations
Réal	Bief 1	- Tronçon entièrement artificialisé, chenalisé et uniformité des vitesses et faciès d'écoulement - Présence d'ouvrages à radier béton venant bloquer le tracé en plan et le profil en long du cours d'eau - Endiguement par le canal dans certains secteurs - Présence d'un réseau d'eaux usées dans le lit - Absence de ripisylve connectée au cours d'eau	Les préconisations d'aménagement sur le bief 1 du Réal recoupent celles déjà identifiées dans les dernières expertises et études de l'ENS consistant à supprimer l'ouvrage maçonné et recréer un lit naturel à proximité. Les préconisations complémentaires et contraintes identifiées dans le diagnostic sont les suivantes : - Les contraintes hydrauliques sur la balade en Réal sont fortes (2m/s en lit majeur dès la crue décennale) et le recours à une végétation et à des ouvrages de génie végétal adaptés sera nécessaire. Le recours à du génie minéral ou mixte pourra s'avérer nécessaire au droit du lotissement en rive droite en fonction du devenir du canal maçonné. - Le réseau d'eaux usées a été sorti du chenal béton sur une partie du linéaire (au droit du lotissement en construction). Ce dernier devra être redéplacé si un lit est créé sur l'actuelle balade en Réal. - En situation actuelle, on retrouve 4 passerelles franchissant le Réal, une sur la Sainte Cécile au niveau de la confluence et 1 passage de réseau sur linteau béton au-dessus du lit. Le rétablissement de franchissements piétonniers pérennes sur un lit naturel dans ce secteur à fortes sollicitations et non impactant pour la morphologie du cours d'eau sera coûteux. Il apparaît donc important d'optimiser le nombre de franchissements à rétablir et le tracé en plan des cheminements. A titre d'exemple, le passage du cheminement en rive droite permettrait de supprimer toutes les passerelles. - Elargissement du champ majeur au niveau de la confluence Réal / Sainte Cécile. - Le rétablissement de la continuité piscicole sur la série d'ouvrages en aval devra passer par l'aménagement des radiers (macrorugosité, barrettes, déflecteurs), toutefois cela passera par une légère diminution de la section de l'ouvrage.
		Objectifs à valider - Rétablissement de la continuité piscicole avec l'aval et espèces cibles (aménagement des radiers et du seuil aval) - Nombre de passerelles à rétablir	
Réal	Bief 2.1	- Seuil (OH R-6) ruiné sans aucun usage actuel - Cannes de Provence en massifs sur tout le linéaire - Remblais en lit majeur (ancienne STEP, collège et rive droite) - Décharge sauvage (PK R1.3) apportant des décombres dans le cours d'eau au grès des crues - Risques d'altération de la morphologie du cours d'eau en cas de reprise du projet de galerie commerciale en rive gauche	- Effacement du seuil contourné (OH-R6). Le profil en long en amont ayant déjà été stabilisé suite au contournement, aucune mesure d'accompagnement liée au relargage des matériaux ne sera nécessaire. - Suppression des massifs de Cannes de Provence sur le linéaire avec évacuation des rhizomes et matériaux et replantation de ripisylve. Les massifs sont souvent implantés dans des secteurs remblayés pour lesquels l'évacuation des matériaux de remblai pourra être intégrée. Cette démarche pourra notamment être intégrée dans le cadre de l'aménagement des cheminements en mobilité douce en rive droite. - Plan d'entretien de la ripisylve en amont de l'ouvrage. - Evacuation des matériaux de la décharge sauvage et des principaux encombrants dans le lit. - Eviter tout aménagement nouveau impactant la morphologie du cours d'eau mur de protection, bâti, remblai...) dans son espace morphologique optimal (bande de 10 m partir du haut de berge actuel). - Le projet de l'ENSP de balade en Réal sur ce secteur prévoit la réalisation d'une passerelle directement en sortie de l'ouvrage SNCF. Cette zone étant soumise à de très fortes sollicitations hydrauliques comme l'a pu le montrer les impacts de la crue de 2010, le franchissement devra être aménagé au-dessus de la côte des plus hautes eaux.
Réal	Bief 2.2	- Cannes de Provence sur tout le linéaire- Fréquence des rejets depuis l'usine à vérifier- Potentiel engrèvement du tronçon	- Suppression des massifs de Cannes de Provence sur tout le linéaire avec évacuation des rhizomes et plantation de ripisylve étagée. - Plan d'entretien sur 3 ans pour éviter toute reprise des cannes de Provence - L'aménagement d'un second ouvrage en risberme sous la RD7 présenterait la double utilité d'assurer la continuité du cheminement mobilité douce vers le chemin du Bac et d'augmenter la capacité d'écoulement en crue pour accélérer le transit sédimentaire sur le bief 2.2.
Réal	Bief 2.3	- Encombrants dans le lit et en berge sur les 150 premiers mètres se retrouvant en grande partie dans le lit - Ouvrage de la SCP générant une incision en aval - Absence de ripisylve sur certains secteurs - Piétinement de sanglier / terriers de ragondins à l'origine de relargage de fines. - Franchissabilité piscicole du seuil en amont de l'OH A8 non assurée pour les faibles débits.	- Enlèvement des encombrants, blocs, en berge et dans le lit et de l'enrochement en rive gauche sur les 150 premiers mètres du bief. - Suppression des massifs de Cannes de Provence avec évacuation des rhizomes et plantation de ripisylve étagée dans ce même secteur. - Déconstruction de l'ouvrage de protection SCP et mise en place de protections de berges plus souples et reculées par rapport au lit mineur - Retalutage de berge et plantation d'une ripisylve étagée dans le secteur récemment réaménagé par la Mairie (PK R2.2) avec stabilisation du pied de berge de la risberme. - Recul du Chemin du Bac et retalutage de berge avec plantation de ripisylve au niveau du virage avec loupes d'érosions - Aménagement d'une échancrure dans le seuil ou d'un contre seuil en fonction de la présence / profondeur de réseau.

Cours d'eau	Tronçon	Altérations / problématique	Préconisations
Réal	Bief 2.4	- Remblai et dépôt sauvage en berge de déchets et décombres se retrouvant dans le lit	- Evacuation des décombres en berge et dans le lit aux PK R2.8 et R3.0 - Enlèvement des remblais les plus récents en berge au PK R2.8 avec recul du haut de berge, retalutage et plantation de ripisylve
Sainte Cécile	tronçon 1	- Cours d'eau rectifié et relativement rectiligne - Ripisylve peu développée dans certains secteurs - Zone d'expansion des crues (zone de grand écoulement)	- Sur ce secteur, l'absence d'écoulement permanent ne justifie pas la mise en œuvre d'actions de restauration telles qu'un reméandrage ou la plantation de "ripisylve". Toutefois il conviendrait de laisser évoluer naturellement le cours d'eau sur les parcelles ne faisant l'objet d'aucun usage et de préserver ces espaces. - L'aménagement de la zone d'expansion des crues en amont ne semble pas nécessairement avantageux au vu de l'importance des ouvrages à mettre en œuvre (digue supérieure à 5m sur 90 m de long) et du faible niveau d'impact sur des enjeux très localisés, notamment pour la crue de 2010 : * -10 à 15 cm sur la ligne d'eau au droit de la caserne * -20 cm en amont de la voie SNCF * -5 cm au niveau du Super U La mise en œuvre de mesures de protection localisées semblerait plus adaptée au contexte.
		Objectifs à valider	- Aménagement de la zone d'expansion des crues à étudier
Sainte Cécile	tronçon 2	- Chenalisation du cours d'eau (forte puissance spécifique) - Eutrophisation dans la fosse de dissipation en aval de la chute	- Identifier les causes de l'eutrophisation en aval de la chute (pollution organique agricole ou domestique?) - Retalutage des berges avec plantation de ripisylve de manière à créer une zone tampon avec les vignes ou à minima maintenir les berges en l'état en limitant les pratiques de débroussaillage (sensibilisation des riverains). - Evacuation des décombres en berge droite en aval de l'OH C-2
Sainte Cécile	tronçon 3	- Remblai et dépôt sauvage en berge de déchets et décombres se retrouvant dans le lit - Incision en amont du seuil (PK C1.82) - Ouvrage en enrochements (Mme Lory) en saillie dans le cours d'eau. - Remblais rive droite et gauche en aval (PK C1.85)	- Evacuation des décombres en aval de la chute sur 50 à 60 m - Aménager la berge rive gauche en aval de la chute pour éviter le départ de nouveaux décombres (stabilisation en génie mixte et/ou recul du chemin en haut de berge). - Sensibilisation riverains parcelle D1190 en rive droite en aval de la chute sur l'entretien de la ripisylve (coupe rase) et sur les remblais. - Ouvrage chez Mme Lory à surveiller et engager une concertation avec les propriétaires pour éviter la réalisation d'ouvrages plus impactants en cas de dégradation suite à une crue. La propagation de l'incision en amont n'impactera pas directement d'enjeux, il ne semble donc pas adapté de mettre en œuvre des aménagements pour la stabilisation du profil en long sur ce secteur. A valider en fonction de l'approfondissement du diagnostic en accord avec les propriétaires. - Suppression des cannes de Provence et déchets en berge chez M. TEXTORIS et replantation d'une ripisylve. . Retalutage éventuel à valider en fonction de l'approfondissement du diagnostic en accord avec les propriétaires
Sainte Cécile	tronçon 4	- Incision quasi généralisée sur le tronçon - Etalement de la ligne d'eau chez M. Tamisier lié au remou solide du seuil en aval - Enrochement légèrement en saillie dans le cours d'eau sur un extrados de méandre avec risque d'affouillement de l'ouvrage - Seuil C-5 premier obstacle à la continuité écologique sur la Sainte Cécile. - Fermeture du milieu - Rejet direct d'eaux usées depuis la caserne	- Effacement du seuil C-5 et du quai directement en amont. L'érosion régressive pourrait se propager avec une profondeur de 40cm en limite aval de l'enrochement de M. Tamisier pour retrouver le niveau du lit actuel sur sa limite amont, et les impacts sont à surveiller. La propagation de l'incision permettra d'obtenir un lit d'étiage plus défini au niveau de la parcelle de M. TAMISIER. - Rejet d'eaux usées à raccorder au séparatif (à priori réalisé lors des travaux pour la stabilisation des berges) - Projet de passerelle en amont de la confluence à réaliser de préférence au-dessus de la côte des plus hautes eaux. - Suppression des cannes de Provence et évacuation des rhizomes au niveau de la confluence.

Planches graphiques