

**ETUDES LOCALES D'AMELIORATION DE LA FONCTIONNALITE
DES COURS D'EAU ET DE REDUCTION DU RISQUE INONDATION
SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU**

Lot 4 – Etude locale du Gapeau dans sa traversée de Solliès-Pont

Mission 1 Expertise hydraulique et hydromorphologique et
analyse du secteur d'étude sur la commune de Solliès-Pont

Septembre 2021



SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG

ETUDES LOCALES D'AMÉLIORATION DE LA FONCTIONNALITÉ DES COURS D'EAU ET DE RÉDUCTION DU RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »

CLIENT

RAISON SOCIALE	Syndicat mixte du bassin Versant du Gapeau
COORDONNÉES	Mairie – Place urbain Sénès 83390 PIERREFEU DU VAR 04.98.16.36.00

SCE

COORDONNÉES	Centre Alta Rocca – Bât G 1120 Route de Gémenos 13400 AUBAGNE E-mail : marseille@sce.fr
INTERLOCUTEUR <i>(nom et coordonnées)</i>	Monsieur VIGNOULLE Olivier Tél. 06.89.73.16.82 E-mail : olivier.vignouille@sce.fr

RAPPORT

TITRE	<i>Etudes locales d'amélioration de la fonctionnalité des cours d'eau et de réduction du risque inondation</i> Lot 4 – Etude du Gapeau dans sa traversée de Solliès-Pont <i>Rapport mission 1</i>
NOMBRE DE PAGES	74
ANNEXES	1
OFFRE DE REFERENCE	20003771 – Edition 2 – Novembre 2020

SIGNATAIRE

REFERENCE	DATE	REVISION DU DOCUMENT	OBJET DE LA REVISION	REDACTEUR	CONTROLE QUALITE
210132	27/07/2021	Edition 1		ADD / LHM	OVI

Sommaire

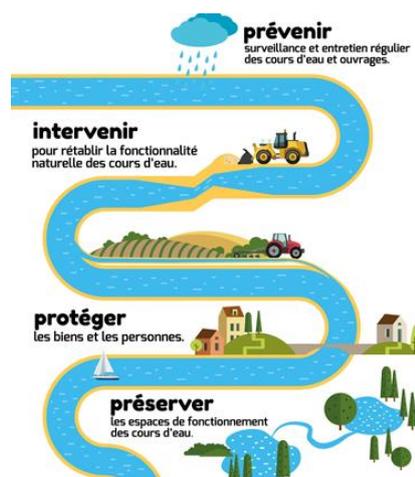
1. Préambule	3
2. Expertise et analyse du secteur d'étude	5
2.1. Analyse des données disponibles	6
2.1.1. Hydrologie et crues historiques	7
2.1.2. Enjeux environnementaux	11
2.2. Principaux enseignements des visites de site et de la rencontre des personnes ressources	18
2.3. Analyse morphodynamique.....	20
2.3.1. Observations morphodynamiques.....	20
2.3.2. Analyse de l'évolution du tracé en plan et en long du cours d'eau	25
2.3.3. Analyse des grandeurs morphodynamiques	33
3. Réalisation d'une modélisation hydraulique du secteur d'étude	39
3.1. Développement du modèle hydraulique	40
3.1.1. Mode opératoire général	40
3.1.2. Conditions aux limites imposées	41
3.2. Calage du modèle hydraulique.....	42
3.2.1. Paramètres de calage retenus	42
3.2.2. Calage du modèle	43
3.3. Exploitation du modèle hydraulique	48
3.3.1. Caractérisation hauteurs et vitesses maximales atteintes en crue	48
3.3.2. Impact du pont de la salle des fêtes et du pont SNCF	49
4. Conclusion et premières pistes de restauration.....	6

1. Préambule

Depuis les inondations de 2014, une réelle dynamique de sauvegarde des milieux aquatiques et de lutte contre les inondations s'est engagée ces dernières années sur le bassin versant du Gapeau. Elle s'est traduite par l'engagement d'un SAGE et d'un PAPI d'intention permettant à la fois de répondre aux exigences des directives nationales et européennes (DCE, DI) et de s'assurer que le développement du territoire puisse se poursuivre en tenant compte des enjeux de la GEMAPI.

GEMAPI

La gestion de l'eau, des milieux aquatiques et la prévention des inondations s'apparente à une gestion d'une partie du grand cycle de l'eau, et notamment les rivières en lien avec les inondations.



Les démarches entreprises s'inscrivent dans les notions de solidarité amont-aval et ont nécessité une meilleure compréhension des phénomènes mis en jeu.

A cet effet, entre 2017 et 2019, le Syndicat a porté une étude fondatrice visant à étudier le fonctionnement naturel des cours d'eau par une approche hydromorphologique, et à préciser le risque inondation des principaux cours d'eau du bassin par une approche hydraulique. Cette étude, menée dans le cadre du PAPI d'intention, a permis de définir un programme d'aménagement et de restauration des cours d'eau : 17 opérations de travaux ont ainsi été proposées et seront réalisées dans le PAPI complet du Gapeau (2020-2026).

L'étude fondatrice a mis en avant les principales causes des inondations : aménagements anthropiques, pression urbaine, altération de la ripisylve et de la fonctionnalité des cours d'eau. Si les principaux secteurs à enjeux ont été identifiés et ont fait l'objet de propositions d'interventions, les dernières inondations survenues en octobre et novembre 2019 sur le bassin versant du Gapeau ont mis en exergue des problématiques d'écoulement et de débordement sur des secteurs spécifiques à enjeux, sur plusieurs affluents du Gapeau notamment le Gapeau dans la traversée de Solliès-Pont (objet du présent lot 4), le Réal Martin dans la traversée de Pierrefeu-du-Var et le Réal Collobrier dans la traversée de Collobrières.

Le lot 4 s'intéresse aux conditions d'évacuation des crues du Gapeau sur le territoire de Solliès Pont. En particulier le linéaire situé entre le pont amont de l'A57 et le pont de la voie SNCF. Ce secteur comprend plusieurs ponts et seuils influençant les conditions de débordements du fleuve, contrôlé latéralement par des protections de berge.

Parmi les ouvrages présents, le pont de la salle des fêtes a mérité une analyse fine de ces conditions d'évacuation. Il semblerait qu'il soit en charge dès une crue d'occurrence 10 ans. Lors des crues de 1999, les embâcles générés avaient limité fortement la section d'écoulement et avaient aggravé les débordements sur le quartier d'habitations riveraines.

Le pont de la voie SNCF mérite également une attention particulière.

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG

ETUDES LOCALES D'AMELIORATION DE LA FONCTIONNALITE DES COURS D'EAU ET DE REDUCTION DU RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »

Deux crues majeures ont impacté le territoire : celle de janvier 1999 de période de retour estimée à 50 ans, celle du 23 novembre 2019 de période de retour 20 ans.



Principaux ouvrages de franchissement intéressant l'étude avec indication de l'emprise du modèle hydraulique développé.

Il est nécessaire dans le cadre du lot 4 du marché d'engager une caractérisation fine de l'aléa inondation permettant d'établir, pour diverses occurrences de crue, qu'elles sont les dynamiques d'écoulement et rôles joués par les divers ouvrages présents notamment les ponts de la salle des fêtes et de la voie SNCF. Cette analyse doit aboutir à la définition de principes d'aménagement favorisant une réduction de l'aléa inondation en améliorant le fonctionnement hydromorphologique du secteur.

Pour cette analyse, une **approche transversale (GEMAPI) et territoriale a été essentielle** au préalable à la réflexion sur les aménagements, à travers les données disponibles sur les attentes, opportunités et points de blocage éventuels du périmètre d'étude. En effet, des solutions d'aménagements uniquement définies sur des paramètres techniques ne donnent qu'une perception réduite des enjeux du territoire et des perceptions des acteurs locaux. Il est donc impératif de les croiser avec les différents usages de l'eau et des milieux terrestres présents.

2. Expertise et analyse du secteur d'étude

Cette toute première étape d'analyse a pour objectif sur le territoire de Solliès Pont de produire une note de synthèse du fonctionnement hydraulique et hydromorphologiques du Gapeau.

Cette expertise s'est appuyée sur :

- ▶ **Un recueil des données disponibles** à savoir :
 - Une analyse critique des études existantes notamment des études hydromorphologiques, des retours d'expérience des crues, des débordements passés.
 - Une analyse hydrologique des études disponibles (notamment le modèle hydrologique HEC-HMS que SCE a restitué en 2016) permettant de constituer les hydrogrammes projet pour les 7 occurrences de crue étudiées lors de l'étude hydraulique (cf. 3).
 - La valorisation des données topographiques, bathymétriques, SIG disponibles, utiles pour caractériser les conditions d'écoulement : semis de points, profils en travers, dimensions des réseaux, caractérisation de l'occupation des sols, dimensions des réseaux structurants enterrés...
- ▶ **Des visites de terrain** permettant de :
 - Reconnaître les points de plus hautes eaux connus,
 - Comprendre les phénomènes de propagation des eaux et en particulier identifier les zones de grands écoulements et les secteurs où les vitesses sont relativement faibles,
 - Appréhender la topographie sur les secteurs où le ruissellement pourrait être à modéliser.
 - Identifier les désordres ayant pu générer ou aggraver des phénomènes de débordements localement (embâcles, etc.),
 - Recenser les laisses de crue,
 - Valider et définir plus précisément les périmètres de modélisation hydraulique si besoin

Les objectifs de cette campagne de terrain étaient multiples et ont dépassé la « simple » problématique hydraulique. Elle a été également l'occasion de :

- Evaluer le gabarit du cours d'eau et de définir les conditions d'écoulement,
 - Recenser l'état des ouvrages structurants sur le réseau hydrographique,
 - De tenir compte, autant se faire que peut, des ouvrages structurants l'évacuation des débordements en lit majeur (remblais, digues, bâtiments, ...), ...
- ▶ **La rencontre des personnes ressource** :

Pour affiner la compréhension des phénomènes mis en jeu, il a été nécessaire de contacter les personnes ressources (représentants de la ville de Solliès-Pont) pour identifier :

 - Les points bloquants (ouvrages limitants, phénomènes à prendre en compte ...),
 - Les facteurs aggravants (zones de remblai en lit majeur, ouvrages de collecte des eaux pluviales sous dimensionnés, endiguement, concomitance des phénomènes, ...),
 - Les études et données topographiques existantes pouvant enrichir notre future analyse hydraulique (schéma d'aménagement, cartographie descriptive des zones inondées, des zones inondables, relevés de PHE, arrêtés CATNAT, REX, ...).
 - Les projets futurs à venir sur le territoire, ...

Ces trois premières étapes d'analyse ont permis :

- ▶ De mieux comprendre la genèse des phénomènes, les dommages occasionnés par les crues historiques,
- ▶ D'établir la nécessité d'investigations complémentaires notamment des investigations topographiques voire géotechniques et hydrogéologique (position de la nappe...),
- ▶ D'identifier les premières pistes permettant l'amélioration des fonctionnalités du cours d'eau et la réduction du risque inondation.

2.1. Analyse des données disponibles

Les données et études existantes valorisées dans cette toute première étape d'analyse ont été les suivantes :

Etudes et documents bibliographiques consultés dans le cadre de l'études locales d'amélioration de la fonctionnalité des cours d'eau et de réduction du risque inondation sur le bassin versant du Gapeau					
Référence	Date	Intitulé	Producteur	Commandé par	Constitution du document
Etudes					
E01	2019	Etudes hydraulique et hydrogéomorphologique sur le bassin versant du fleuve Gapeau et du Roubaud en vue de la réalisation de Plans de Prévention des Risques Inondation et d'un programme d'aménagement et de restauration du bassin versant du Gapeau	Groupement EGIS-EAU/Geopeka/SEPIA/G éorives	SMBVG	- Phase 1 – Analyse du fonctionnement du bassin versant - Phase 2 – Etudes hydraulique et hydrogéomorphologique (partie 1 & 2)
E02	2016	Etude pour la définition d'une stratégie de réduction de l'aléa inondation et détermination des zones naturelles d'expansion des crues du BV du Gapeau	SCE Aménagement & Environnement et AQUA Conseils	SMBVG	
Données topographiques					
T01	2016	Releve topographique pour étude hydraulique	OPSIA	DDTM83	Cahier des ouvrages hydrauliques sur l'ensemble du bassin versant du Gapeau
T02	2020	Lidar 1m		SMBVG	Données Lidar sur les communes de Collobrières, Pierrefeu et Sollies-Pont
T03	2021	Gapeau relevé du 14/04/2021	HYDROTOPO	SMBVG	Relevés topographiques complémentaires sur Collobrières, Pierrefeu et Sollies-Pont
T04	2021	Releve topographique pour étude hydraulique - Gapeau	OPSIA	DDTM83	Description des profils en travers sur le Gapeau
T05	2019	Cahier des profils en travers - Real Martin	OPSIA	DDTM83	Description des profils en travers sur le Real Martin
T06	2018	Cahier des profils en travers - Real Collobrier	OPSIA	DDTM83	Description des profils en travers sur le Real Collobrier

Les enseignements intéressants à valoriser pour cette étude sur Solliès-Pont ont été compilés par thématique :

- ▶ Hydrologie et crues historiques,
- ▶ Hydraulique,
- ▶ Hydromorphologie,
- ▶ Enjeux.

2.1.1. Hydrologie et crues historiques

L'étude d'Egis a eu pour objectif de caractériser le risque inondation et d'analyser le fonctionnement naturel des cours d'eau ainsi que de proposer un schéma d'aménagements et de restauration du Gapeau. Cette étude a été menée en groupement de commande entre l'Etat (DDTM du Var) et le SMBVG, celle-ci vise également à engager la révision des Plans de Prévention des Risques Inondation (PPRI) des communes de Belgentier, Solliès-Pont, Solliès-Ville, Solliès-Toucas, La Crau, La Farlède et Hyères, et l'élaboration du PPRI de Pierrefeu-du-Var.

Pour ce faire, l'étude a porté sur une modélisation hydrologique et hydraulique sur une majeure partie du bassin versant du Gapeau où la problématique a pu traiter.

Le modèle hydrologique développé par EGIS sur le logiciel HEC-HMS, qui se base sur la méthode SCS (Soil Conservation Service) a permis de définir la capacité du bassin à absorber la pluie, l'objectif étant d'atteindre les débits de pointe de la Banque Hydro au droit des stations pour chaque occurrence de crue à partir des hydrogrammes de crue utilisée dans la définition du PPRI.

Le tableau suivant regroupe les débits de pointes modélisés au droit des stations hydrométriques.

Stations	Q2	Q5	Q10	Q20	Q30	Q50	Q100
Le Gapeau à Sainte-Eulalie	154	251	316	377	414	457	692
Le Gapeau à Solliès-Pont	46	73	91	109	119	131	250
Le Réal Martin à la Décapris	90.5	145	182	216	237	261	507
Le Réal Collobrières au Pont de Fer	33	57	72	87	96	106	215

Afin d'affiner les résultats, une construction de pluies de projet a été faite. Celle-ci se repose sur les coefficients de Montana de la station de Cuers Pouveret. Ils sont décrits dans le tableau suivant.

Coefficients de Montana : $h = a \cdot t^{(1-b)}$ avec t en mn et h en mm							
Période de retour		5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
6mn < t < 1h	a	5.605	6.954	8.308	9.169	10.247	11.805
	b	0.502	0.513	0.523	0.529	0.536	0.546
1h < t < 6h	a	9.080	9.629	9.658	9.552	9.200	8.756
	b	0.622	0.596	0.565	0.546	0.518	0.486
6h < t < 24h	a	12.440	18.132	26.561	33.271	44.395	65.736
	b	0.675	0.705	0.739	0.760	0.788	0.829

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG

ETUDES LOCALES D'AMÉLIORATION DE LA FONCTIONNALITÉ DES COURS D'EAU ET DE RÉDUCTION DU RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »

Durée de la pluie en h	Hauteur précipitée en mm					
	5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
0.5	30.5	36.4	42.1	45.5	49.7	55.3
1	42.7	50.3	57.3	61.3	66.2	71.8
2	55.5	66.6	77.5	84.0	92.5	102.6
6	84.0	103.8	125.0	138.2	157.0	180.4
12	105.5	126.3	147.9	161.4	179.1	202.5
24	132.2	154.9	177.2	190.6	207.4	228.0

L'étude de Egis s'est également intéressée aux crues historiques à l'échelle du bassin versant. Les principales crues de ces 50 dernières années sont celles des 16 et 17 janvier 1999, et celle du 19 janvier 2014. Dans le cas de la commune de Solliès-Pont, le modèle s'est basé sur la crue de janvier 1999 qui est la crue la plus importante à l'échelle du bassin versant.

Hydrogramme propagé réévalué INFOWORKS (Solliès-Pont)

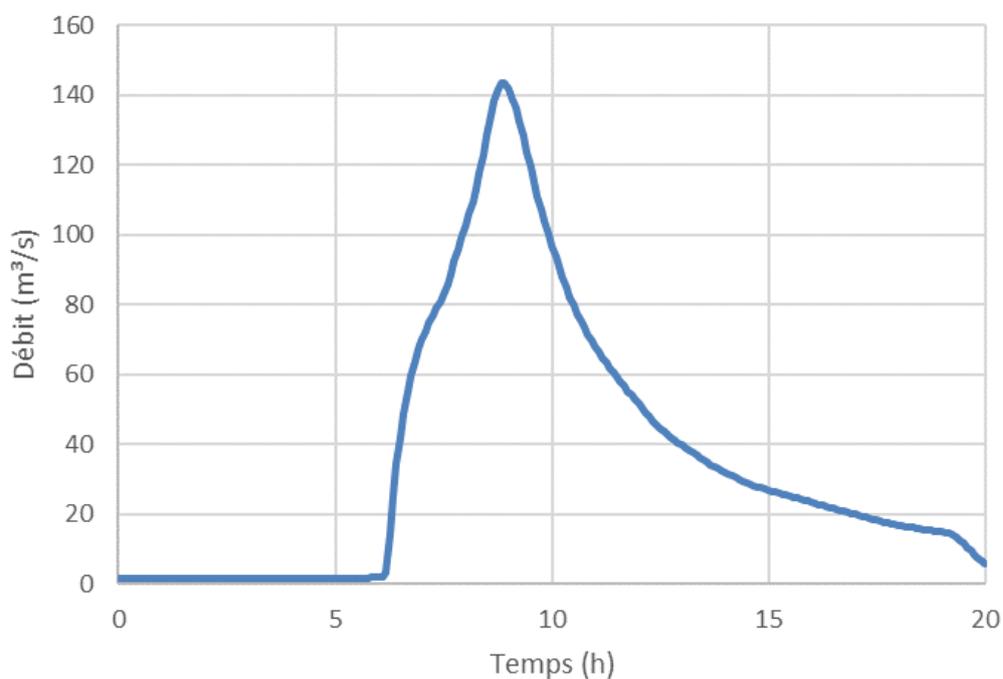


Figure 1 : Hydrogramme injecté à la station de Solliès-Pont pour la crue de 1999

Lors de cet épisode, plusieurs secteurs ont été durement touchés :

► **Lieu-dit « Les Daix »**

Au niveau du lieu-dit «Les Daix », quelques maisons sont exposées au risque d'inondation du Gapeau. Le long de l'impasse des Daix, d'après les quelques témoignages recueillis, les jardins en bordure du Gapeau ont été inondés lors des crues historiques.

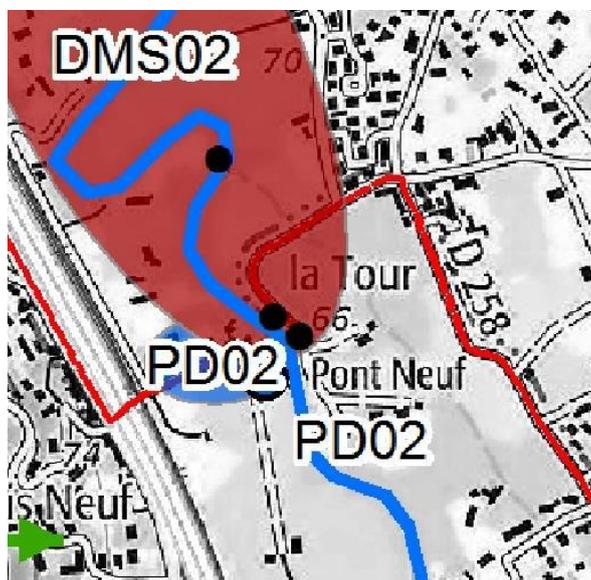


La photo suivante illustre le jardin d'un riverain en rive gauche du Gapeau, (impasse des Daix) dont le jardin était entièrement inondé lors des gros épisodes de crue du Gapeau.



► **Le Pont Neuf**

Au niveau du hameau du Pont Neuf, l'investigation de terrain menée le 11 septembre 2017 a permis de recueillir de nombreux témoignages sur les possibles débordements du Gapeau.



Lors des épisodes de crue historique de 1999 du Gapeau, les débordements ont inondé les premières maisons du Hameau avec des hauteurs observées de plus de 1 m. Les témoignages recueillis ont permis d'établir des premiers repères de PHE comme l'illustre la photo suivante.



De plus, EGIS met en évidence que le Sainte-Christine occasionne des perturbations au niveau de la zone d'activité commercial Sainte-Christine. En effet, le ruisseau est sous-dimensionné voir enterré, ce qui implique de forts débordements lors d'évènements importants. En effet, pour un débit supérieur à 2 m³/s, des débordements se font observés au niveau du pont sous la voie ferrée entre les Terrins et les Laugiers.

Enfin, le quartier des Sénés est situé sur un axe de débordement du Gapeau, ce qui va entrainer fréquemment des risques importants de débordements dans ce secteur. En effet, pour un débit de l'ordre de 90 m³/s au droit de ce secteur, des premiers débordements se font observés.

2.1.2. Enjeux environnementaux

2.1.2.1. Faune et flore patrimoniale

Le bassin versant du Gapeau dispose d'une importante diversité et qualité d'habitat. En 2015, le BE Lindenia a dénombré :

- ▶ 40 habitats d'intérêt communautaires ;
- ▶ 10 habitats déterminants ZNIEFF et 119 espèces floristiques d'intérêt.

Sur la commune de Solliès-Pont, seule une ZNIEFF de type 2 « Collines de Cuers et grotte de Truébis » est interceptée. Ce secteur héberge six espèces animales patrimoniales, dont quatre déterminantes.

- ▶ Quatre espèces de chauves-souris gîtent dans les grottes et cavités de cette zone : le Grand Murin (*Myotis myotis*), le Petit Murin (*Myotis blythii*), le Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersi*) et le Petit Rhinolophe.
- ▶ Une espèce de reptile déterminante est présente : la Tortue d'Hermann (*Testudo hermanni hermanni*), espèce de distribution circumméditerranéenne rare et très localisée en France.

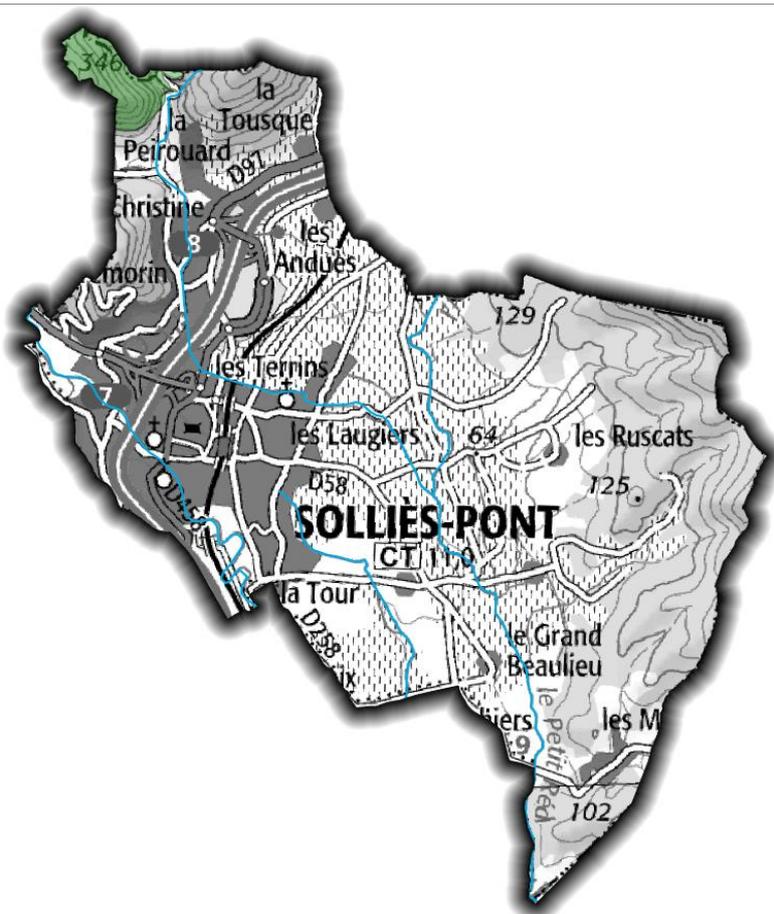


Figure 2 : Localisation des sites de protection à proximité du secteur d'étude (ZNIEFF en vert)

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG

ETUDES LOCALES D'AMÉLIORATION DE LA FONCTIONNALITÉ DES COURS D'EAU ET DE RÉDUCTION DU RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »



Figure 3 : Carte de sensibilité de la tortue d'Hermann dans le secteur de Solliès-Pont

Dans la traversée urbaine, l'état patrimonial des milieux est globalement mauvais du fait de la faible diversité des milieux, de la présence de nombreux seuils et confortements de berge et de l'absence quasi généralisée de ripisylve.

2.1.2.2. Continuité écologique

Une évaluation de l'impact des ouvrages transversaux sur la faune piscicole a été réalisée par l'Association Migrateur Rhône-Méditerranée sur le Gapeau et le Réal Martin. Pour chaque ouvrage, une note de 0 à 4 a été attribuée (4 étant le score le plus défavorable à la montaison des espèces migratrices).

La traversée de Solliès-Pont fait partie des secteurs les plus marqués par l'impact des ouvrages transversaux avec le score le plus défavorable pour la plupart d'entre eux.

L'usage connu de ces principaux seuils sont le maintien du profil en long et l'irrigation.

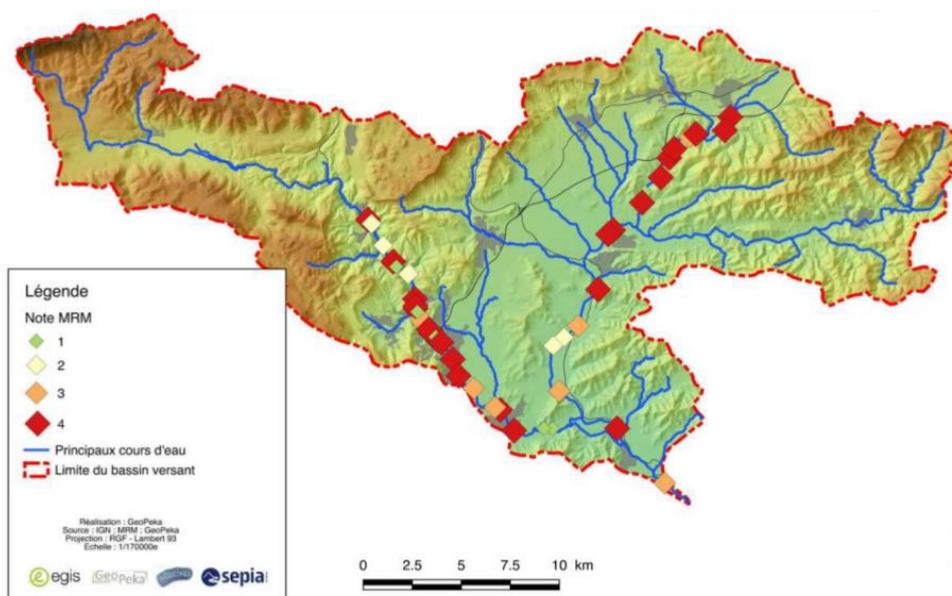


Figure 4 : Evaluation de la continuité écologique sur le bassin versant Gapeau

Le Gapeau à est classé en première catégorie piscicole, l'espèce repère du contexte piscicole est la truite fario. Il fait l'objet d'un suivi annuel par pêche électrique dans le cadre du réseau RHP animé par l'OFB.

Les dernières pêches réalisées durant l'été 2021 par la fédération de pêche du Var au niveau des locaux de la Communauté de Communes de la Vallée du Gapeau (CCVG).

Ces derniers résultats décrivent bien le peuplement piscicole à Solliès-Pont. Le secteur est en limite de première/deuxième catégorie ce qui explique qu'on retrouve quelques truites fario avec ses espèces d'accompagnement Blageon, Chevaine, Vairon et Barbeau méridional. Quelques individus d'anguilles parviennent à coloniser le Gapeau jusqu'à ce secteur malgré la quantité d'ouvrages jugés infranchissables en aval.

En termes de dynamique de population, on retrouve un déséquilibre net avec une domination forte du Vairon et de faibles effectifs de Blageons et truites et une densité moyenne de barbeaux méridionaux (bon équilibre entre adultes et juvéniles). La domination des Vairons met en évidence le désordre hydromorphologique significatif sur ce secteur où le Gapeau manque de dynamique, de courant pour favoriser le développement des cyprinidés d'eau vive.

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG

ETUDES LOCALES D'AMELIORATION DE LA FONCTIONNALITE DES COURS D'EAU ET DE REDUCTION DU RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »

Sur les paramètres physico-chimiques, le secteur est en limite d'aire de répartition de la truite fario avec une eau mesurée à 18.5°C fin Juin malgré l'ombrage efficace sur la station. Sur l'O₂ dissout, les résultats montrent un taux important de 11.25mg/L soit une saturation à 121.3% mettant en évidence la forte photosynthèse (développement algal) sur le secteur qui engendre des sursaturations en O₂ dissout en journée et une augmentation de la consommation par les éléments végétaux durant la nuit (variation jour/nuit forte, facteur de stress pour les poissons les plus sensibles comme la truite et le blageon).

Ce type de phénomène est représentatif d'un secteur contraint par la présence de nombreux seuils et retenues d'eau avec une tendance à la stagnation lorsque le débit est faible.



Figure 5 : Localisation des locaux de la CCVG

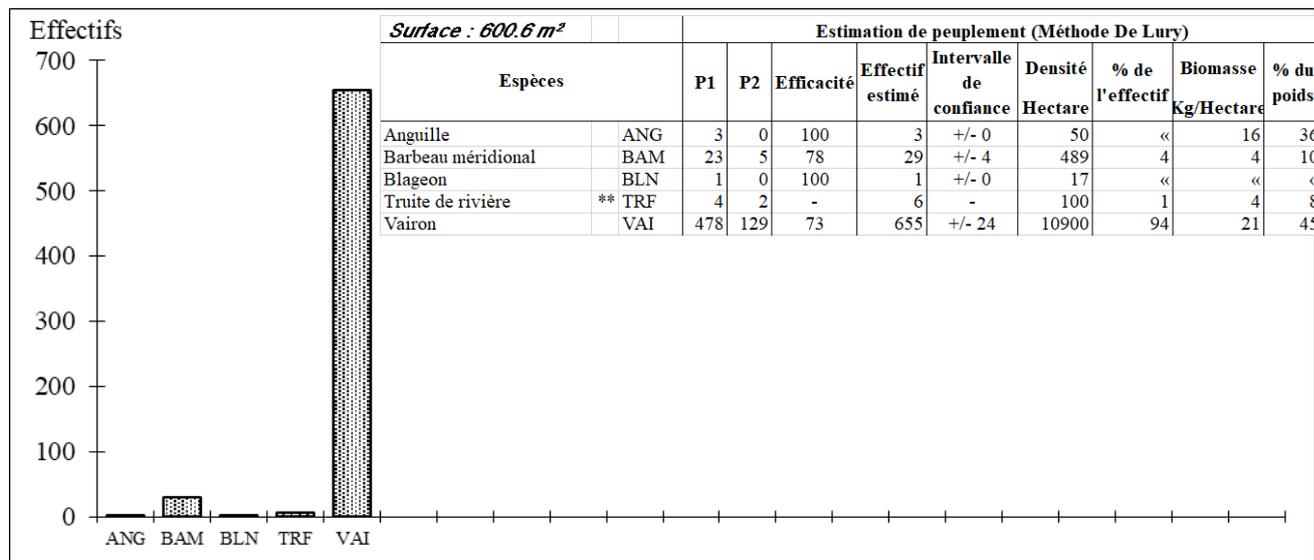


Figure 6 : Résultats de la pêche réalisée le 29 Juin 2021 par la fédération de pêche sur la commune de Solliès-Pont

2.1.2.3. Etat de la ripisylve

La ripisylve (ou végétation rivulaire) assure un rôle essentiel pour le bon fonctionnement hydraulique, biologique et sédimentaire des cours d'eau. D'un point de vue écologique, elle permet notamment le nourrissage, la reproduction, le refuge et la vie pour de nombreuses espèces animales terrestres et aquatiques. Elle joue ainsi un rôle de corridor écologique et participe à l'équilibre bioécologique des ruisseaux. L'ombre apportée par les ripisylves sur les cours d'eau permet de limiter l'augmentation et la température de l'eau et l'eutrophisation.

En 2015, le Lindénia a réalisé un état des lieux complet de la ripisylve du bassin versant du Gapeau. Ce diagnostic a permis de caractériser 5 niveaux d'altération de la ripisylve dans le bassin versant du Gapeau variant de 7% à 37% et répartis comme le montre la figure suivante.

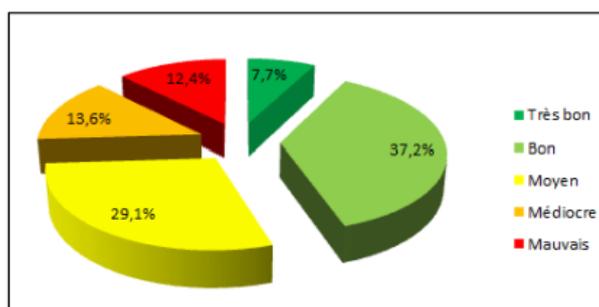


Figure 7 : Etat d'altération de la ripisylve sur le bassin versant du Gapeau (source : Lindénia)

Sur le bassin versant du Gapeau, globalement 45 % de la ripisylve est bien équilibrée et diversifiée et assure un rôle bénéfique vis-à-vis du fonctionnement écologique et morphologique du Gapeau dans les secteurs de tête de bassin versant et du Réal Martin notamment.

D'un point de vue environnementale, la ripisylve du secteur d'étude est immature et déséquilibrée, discontinue ou quasi inexistante par endroit et souvent composée d'essences peu adaptées (renouée

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG

ETUDES LOCALES D'AMELIORATION DE LA FONCTIONNALITE DES COURS D'EAU ET DE REDUCTION DU RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »

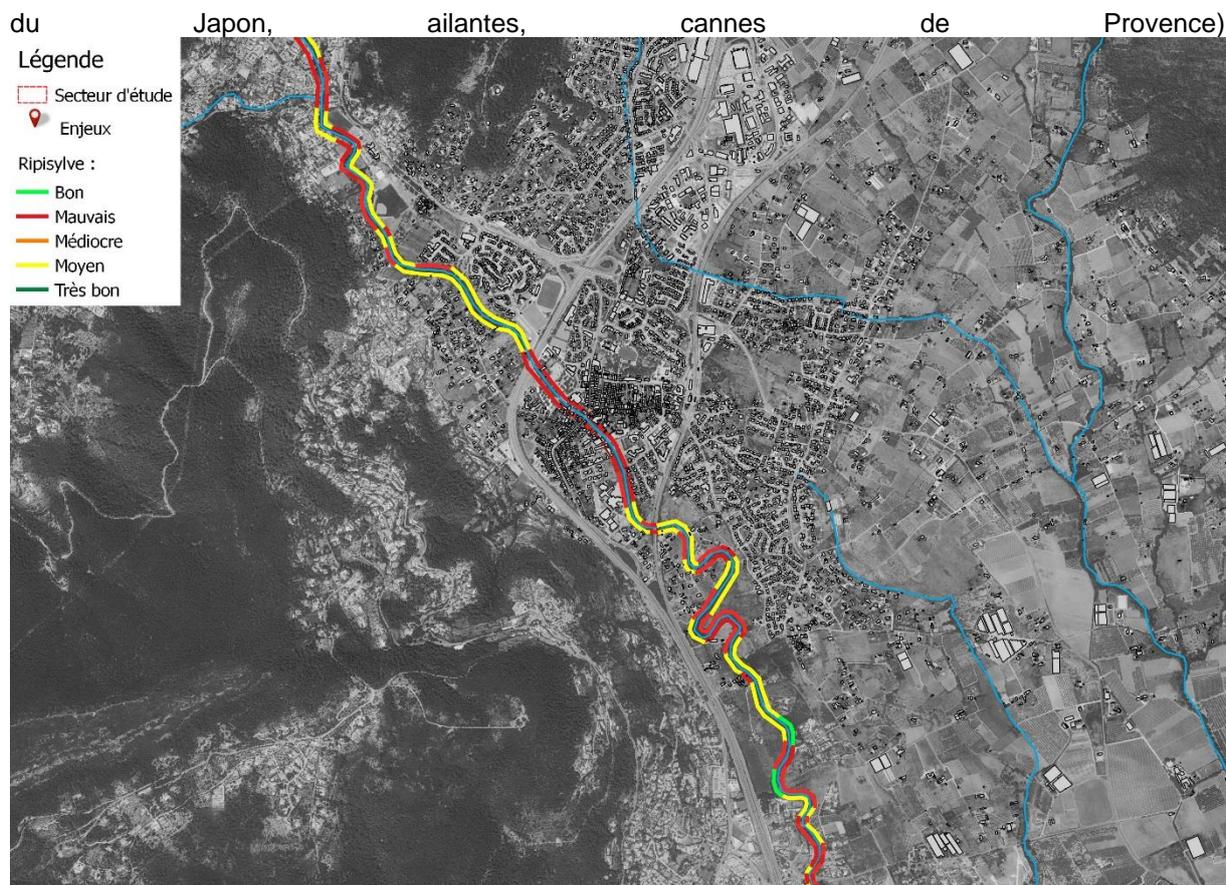


Figure 8 : Etat de la ripsisylve identifié par LINDENIA en 2015.

2.1.2.4. Suivi de la qualité des eaux

Depuis 2016, le SMBVG a mis en place un réseau de suivi de la qualité des eaux sur le bassin versant du Gapeau en plus des trois station RCS existantes de l'Agence de l'eau (RCO/RCS) et affine la connaissance à l'échelle du bassin versant.

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG

ETUDES LOCALES D'AMÉLIORATION DE LA FONCTIONNALITÉ DES COURS D'EAU ET DE RÉDUCTION DU RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »

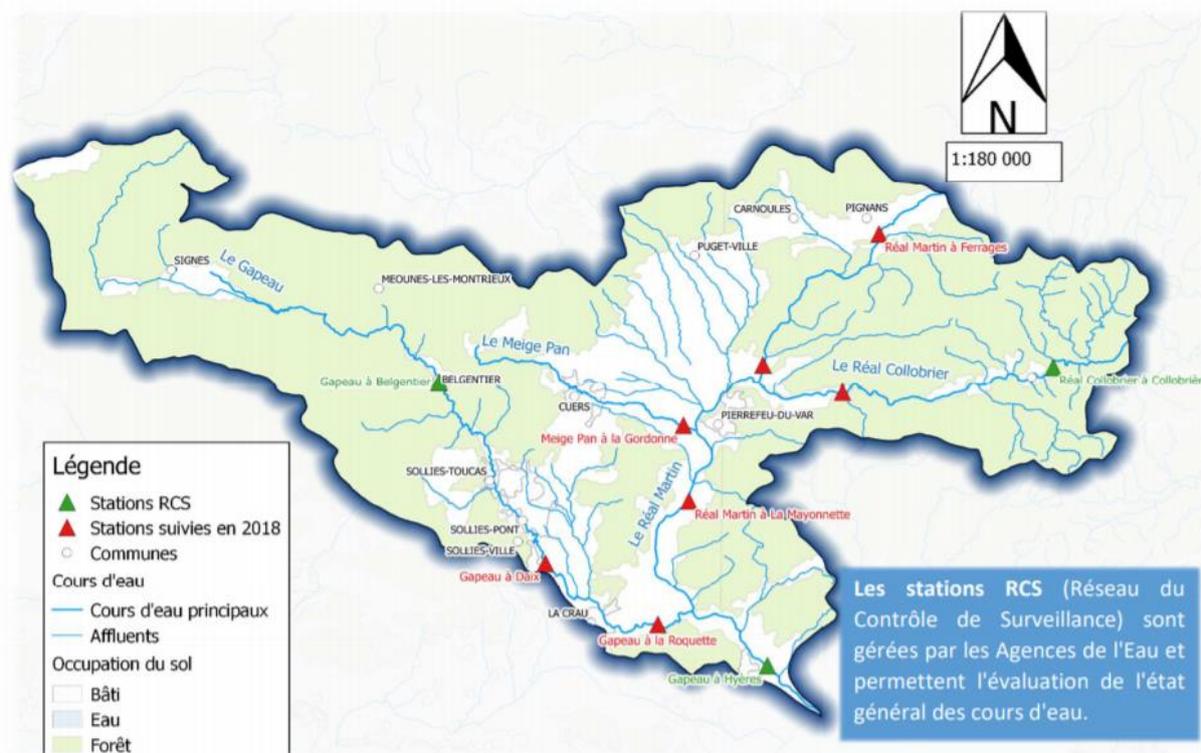


Figure 9 : Localisation des stations de suivi de la qualité des eaux sur le bassin versant du Gapeau – Source SMBVG

Les paramètres suivis sont :

- ▶ Les paramètres physico-chimiques
- ▶ Les indices biologiques
- ▶ La bactériologie et les pesticides

Les conclusions des campagnes de mesures 2020 restent sensiblement les mêmes que pour les campagnes de 2018 à savoir :

« L'ensemble des paramètres mesurés indique une bonne qualité écologique sur le Gapeau à Daix, excepté la présence avérée d'E. coli et d'entérocoques qui représentent le seul signe de perturbation sur cette station, en particulier pour le mois de juin. Compte tenu de la proximité de l'agglomération de Sollies, cette présence est à rapprocher des activités humaines (fosses septiques mal entretenues par exemple). La comparaison avec les années antérieures (2016) indique une certaine stabilité des paramètres physicochimiques ainsi qu'une ainsi qu'une bonne qualité biologique qui se maintient. »

2.2. Principaux enseignements des visites de site et de la rencontre des personnes ressources

Les enseignements obtenus sur le terrain ont été synthétisés en s'intéressant aux enseignements des crues historiques et au recensement des enjeux présents.

Au cours de notre visite de terrain, nous avons pu rencontrer Madame FAYS, présidente fondatrice de l'association départementale « Var Inondations Ecologisme ». Elle a été fondée suite aux inondations catastrophiques de janvier 1999 sur le bassin versant du Gapeau, dans le but de faire poids en faveur des 600 familles sinistrées et de les aider dans leurs démarches.

Lors des échanges plusieurs points noirs ont pu être identifiés :

- ▶ **Pont de la salle des fêtes** : L'ouvrage est en partie responsable des débordements survenus en rive gauche lors de la crue de 1999 et de 2019. La crue la plus impactante sur la commune reste celle de janvier 1999. L'ouvrage est sensible aux risques d'embâcles du fait de sa section réduite (45 m²) par rapport à la section d'écoulement amont (55 à 60 m²).

Lors de la crue de Novembre 2019, pic atteint à 107 m³/s à la station Solliès-Pont [autoroute], l'ouvrage a surversé. (Début de surverse à environ 98 m³/s).

En période de crue, les services techniques de la commune doivent venir démonter les garde-corps du pont pour limiter le piégeage des embâcles (opération nécessitant à minima 45 minutes selon la commune).

Lors de la crue de 2019, tous les garde-corps n'ont pas pu être enlevés aggravant localement les débordements.



Figure 10 : Surverse sur le pont de la Salle des fêtes et débordement en rive gauche lors de la crue de 2019

Après débordement, les écoulements ont suivi la voirie inondant le parking de l'avenue Jean Moulin et l'avenue des Cerisiers où habite madame FAYS. Lors de la crue de 2019, une quarantaine de véhicules stationnés sur le parking ont dû être remorqués hors zone inondable par manque d'anticipation.

Pour une Q10 en centre-ville en amont du pont SNCF, ce sont 7 habitations impactées ainsi que le lotissement le Sarraire, mais aussi la salle des fêtes avec ses parkings. Pour une crue supérieure à une Q20, l'association a dénombré : 80 pavillons résidentiels, 66 logements en immeubles, 1 EHPAD de 60 pensionnaires (+ 20 soignants), 1 crèche avec 26 tout-petits (+ 10 pers), la salle des fêtes et ses parkings, 1 groupe scolaire de 438 enfants (+ 19 profs).

En crue, les eaux du Gapeau ont également tendance à emprunter le canal des arrosants entraînant l'inondation d'autres secteurs situés en contre-bas. Les habitants du quartier indiquent régulièrement un manque d'entretien des ouvrages (présence de limons, et autres obstacles). La présence de nombreux exutoires pluviaux rejetant une partie des eaux de ruissellement dans le canal sont également sources de débordements sur certains secteurs.

- ▶ **Pont de la Candelette ou pont SNCF** : le pont de la SNCF date du XIX^{ème} siècle et permet le franchissement de la ligne liaison TGV entre Marseille et Nice au-dessus du Gapeau. Le pont semble être rapidement saturé (Q10) provoquant la réhausse des niveaux d'eau en amont et la création d'une zone d'expansion liée à la présence du remblai de raccordement au pont jouant ainsi le rôle de barrage. Ce sous-dimensionnement sur-inonde les enjeux situés à proximité à savoir une dizaine d'habitations, une crèche, un groupe scolaire



Figure 11 : Localisation des zones sensibles

Des échanges ont également eu lieu avec les élus de la commune au sujet du pont de la Salle des fêtes. Celui-ci pose à ce jour des problèmes d'exploitation. Sa largeur fonctionnelle n'est pas en adéquation avec les aménagements réalisés de part et d'autre de l'ouvrage (difficulté de croisement) créant des problèmes de sécurité.

Le présent projet pourrait permettre d'appuyer la nécessité de reprise de celui-ci en lien avec les problématiques inondation et exploitation.

2.3. Analyse morphodynamique

2.3.1. Observations morphodynamiques

Une expertise sur site a été réalisée en février 2021 dans des conditions hydrologiques favorables avec un débit estimé à la station hydrométrique de Solliès-pont (Y4604020) à environ 300 L/s ce qui correspond à des conditions d'étiage (25% du module interannuel).

Les principales observations sont reprises ci-après.

Dans un premier temps, l'expertise sur site a permis de se faire une idée des principales pressions sur le fonctionnement du cours d'eau du secteur. Dans ce cadre, ont notamment été observés :

- ▶ L'impact de la route et de l'urbanisation sur la mobilité latérale potentielle du cours d'eau,
- ▶ Les traces de travaux historiques et interventions anthropiques de type recalibrage, rectification de tracé, endiguement etc.,
- ▶ La présence de plusieurs ouvrages de confortement de berge,
- ▶ Plusieurs ouvrages hydrauliques constituant un point dur du profil en long, 9 étant inscrits dans le référentiel des obstacles à l'écoulement (ROE),
- ▶ Ouvrage limitant pour l'écoulement des crues.



Impact de l'urbanisation - Avenue du Maréchal Juin *Micro-seuil situé en aval du chemin du Pont de Pey*

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG
ETUDES LOCALES D'AMELIORATION DE LA FONCTIONNALITE DES COURS D'EAU ET DE REDUCTION DU RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »

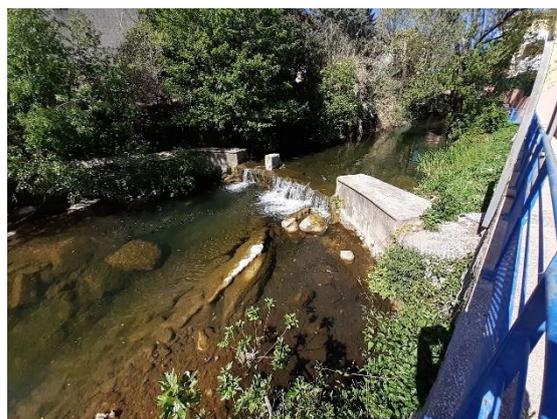
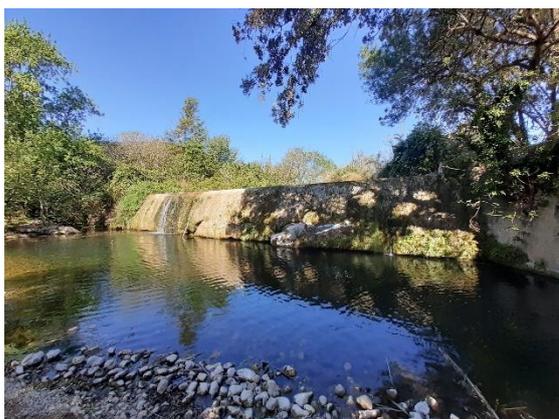


Impact de l'urbanisation avec recalibrage, rectification du tracé en amont de la D458 et au niveau de l'avenue Jean Moulin



Protection de berge en amont des Sénès

Digue en remblais en rive gauche du Gapeau à l'entrée de la zone urbaine



Seuil important sur le Gapeau en amont du centre de Solliès - Barrage des moulins de Monsieur (ROE53707)

Seuil situé entre la D458 et l'avenue Jean Moulin (ROE53202)



Pont de la SNCF limitant



Pont de la salle des fêtes, limitant, surverse pour une Q10

Malgré des indices observés de vitalité de la rivière, ces pressions ont conduit à différents types de perturbations du fonctionnement morphodynamique du cours d'eau et à des altérations des fonctionnalités hydrauliques, morphologiques et écologiques. Nous pouvons citer ici quelques exemples de fonctionnalités et d'altération observées :

- ▶ L'alternance des faciès d'écoulement (alternance radier mouilles), témoignant d'une certaine dynamique fluviale à l'origine de la mise en place de macroformes diversifiées caractéristiques des cours d'eau en bon état morphologique,
- ▶ Les indices d'un transport solide actif et récent (bancs de pierres grossières et de blocs récemment mobilisés (non végétalisés),
- ▶ Des traces visibles d'affleurement de la roche mère, traduisant un possible déficit local de charge solide au regard des capacités de charriage et/ou un surcalibrage du cours d'eau.



Alternance intéressante de faciès d'écoulement entre radier, plat et chenaux lentières et lotiques sur le linéaire d'étude



Exemples de bancs de matériaux et de radiers récemment mobilisés par les crues



Altération de la continuité écologique par le seuil (ROE53258) et le barrage (ROE43247) de la retenue des Capellans

En conclusion de cette première analyse visuelle, le Gapeau sur le secteur de Solliès-Pont semble avoir subi d'importantes pressions d'origine anthropiques :

- ▶ Sur la composante latérale : protections de berges qui entravent la mobilité latérale et endiguement limitant localement les capacités de sollicitation du lit majeur.
- ▶ Sur la composante verticale : perturbation du profil en long par des points durs d'origine anthropiques (seuils).

Ces pressions qui pèsent sur le cours d'eau semblent se traduire par des altérations de la dynamique fluviale, que ce soit du point de vue hydraulique (réduction des capacités de débordement) mais aussi du point de vue sédimentaire (perturbation localisée de l'équilibre dynamique entre les phénomènes d'érosion et les phénomènes de dépôts).

Il convient toutefois de noter que ces perturbations ne sont pas généralisées à l'ensemble du secteur.

En effet, il n'a pas été observé d'incision généralisée, d'atterrissements démesurés, d'envasement important ou de très longues érosions de berges. Ces problématiques de perturbation du transport solide pourront par conséquent être éventuellement traitées au cas par cas.

Une analyse plus fine et quantitative est présentée par la suite. Elle est basée notamment sur l'exploitation des données topographiques produites à proximité.

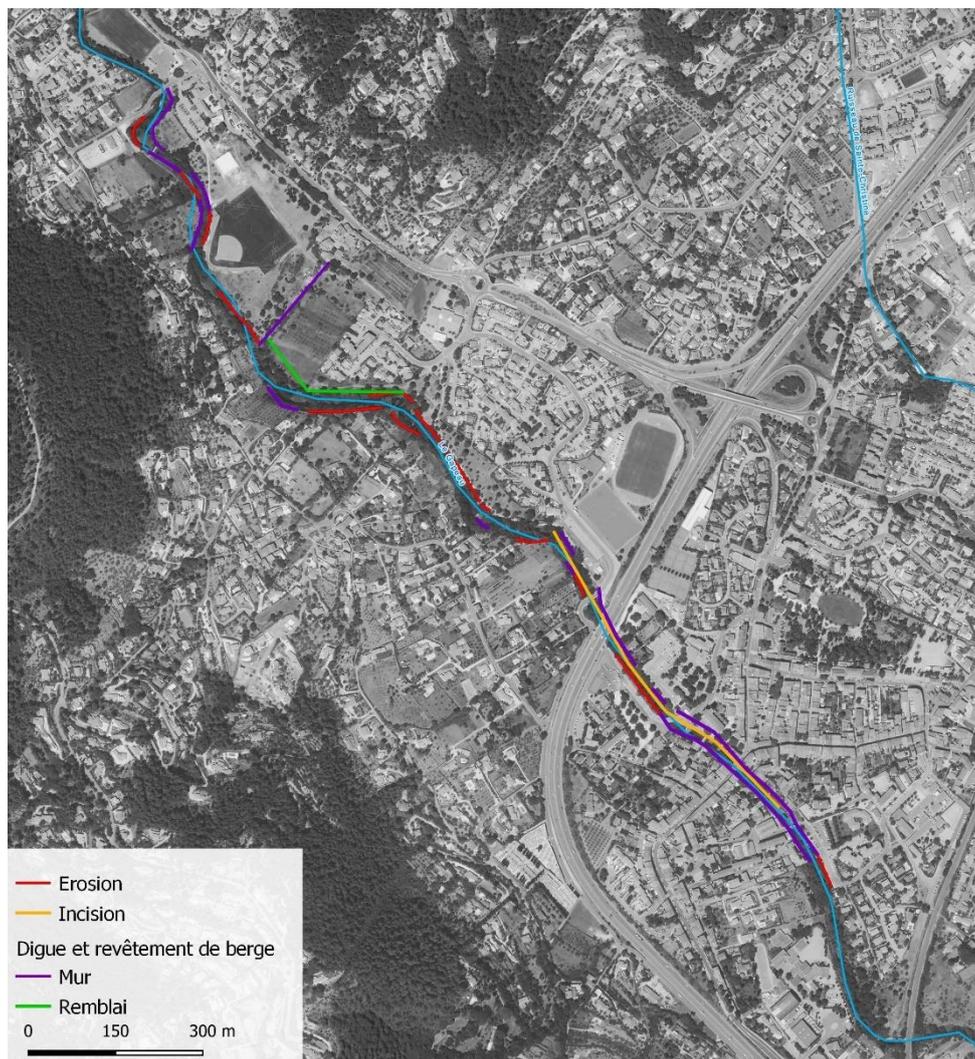


Figure 12 : Résumé des principales observations réalisées sur le terrain.

2.3.2. Analyse de l'évolution du tracé en plan et en long du cours d'eau

2.3.2.1. Données topographiques et géométrie du lit

Afin de définir les grandeurs morphodynamiques du secteur, les données topographiques de la géométrie du lit sont nécessaires. Sur ce secteur, il est proposé d'exploiter spécifiquement les données d'un tronçon d'environ 1600 m, contenant les profils en travers, 124 à 143 réalisés par OPSIA en 2016.

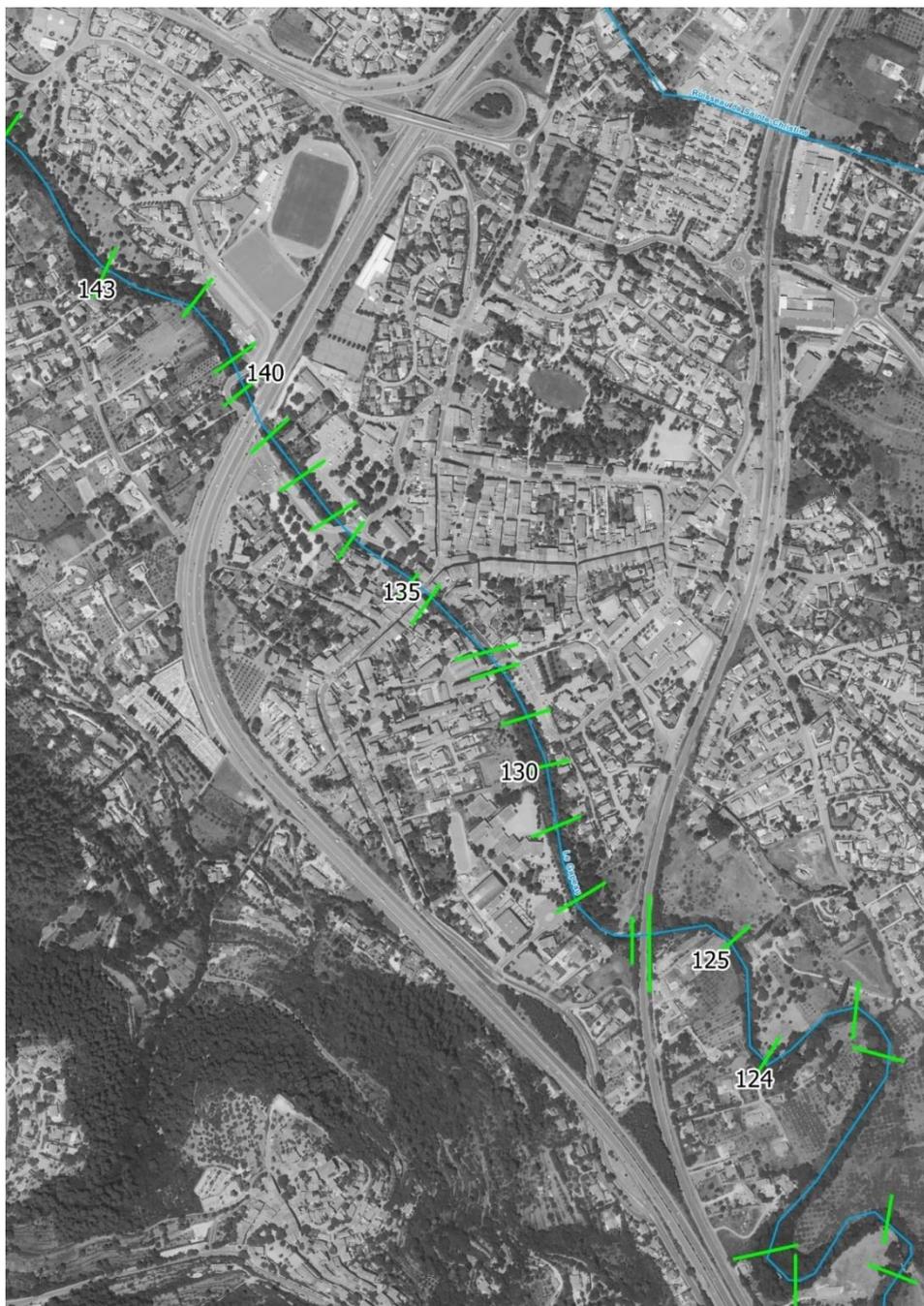


Figure 13 : Localisation des profils en travers exploités

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG

ETUDES LOCALES D'AMELIORATION DE LA FONCTIONNALITE DES COURS D'EAU ET DE REDUCTION DU RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »

139	8.8	16.4	4.1	4.0
140	10.1	19.3	5	3.9
141	10.4	26.15	4.6	5.7
142	13.6	29.3	4.9	6.0
143	18.8	35	8.8	4.0
Moyenne	9.8	22.3	4.1	6.0

Pente moyenne (m/m)	0,00281
Pente moyenne (%)	0.28
Rapport Lpb/Hpb moyen	6.0

L'analyse du rapport des dimensions plein bord Lpb/ / Hpb permet d'apporter des éléments sur la caractérisation de la dynamique du cours d'eau et de son style fluvial. Dans le cas présent, un rapport moyen Lpb/Hpb de 6,0 traduit un style fluvial de type « cours d'eau rectiligne à bancs alternés » avec une géométrie qui se caractérise par des berges plutôt hautes, de l'ordre de 4,0 m en moyenne. On peut néanmoins supposer que la morphologie de référence du cours d'eau se caractériserait par une valeur moyenne plus importante du fait d'un léger encaissement historique en lien avec les pressions présentes (endiguements, incision, etc.)

La surlargeur observée au niveau du profil 126 s'explique par l'influence de l'ouvrage de la voie SNCF.

2.3.2.2. Analyse diachronique du tracé en plan

Les photos présentées ci-après permettent de comparer la situation actuelle aux situations passées (analyse diachronique).



Orthophotographie 1950



Orthophotographie actuelle

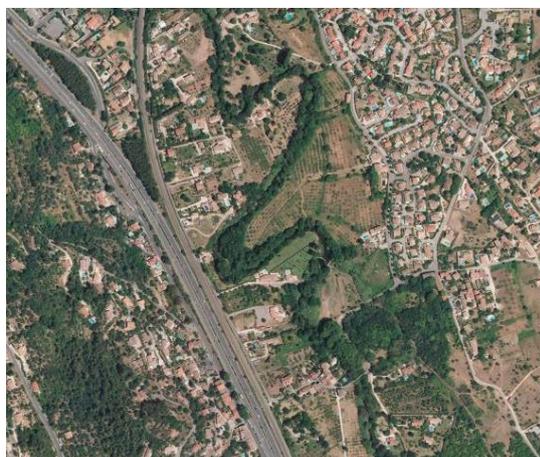
L'analyse des photo aériennes récentes ne met pas en évidence une mobilité latérale importante du cours d'eau entre 1950 et 2018. De plus, des pressions agricoles semblent être présentes en 1950 avant que l'urbanisation ne se développe, ce qui pourrait éventuellement déjà correspondre à une source de pression latérale pour limiter la mobilité du cours d'eau (protection de berge, merlons de curage, etc.)



Ortophotographies de 1950 et actuelle au niveau du pont de l'A57

Les cartes historiques ne permettent pas de conclure à une mobilité historique marquée du cours d'eau dans ce secteur qui semble ne pas avoir beaucoup évolué latéralement au cours du dernier siècle. La comparaison met néanmoins bien en évidence l'aménagement important et l'augmentation du niveau de pression physique dans le lit majeur du cours d'eau.

La carte de l'état-major met en évidence une sinuosité de fond de vallée au 18^{ème} siècle que l'on retrouve toujours actuellement.



Comparaison entre la carte de l'état-major et la photographie aérienne actuelle en amont du pont neuf

De plus, le cadastre napoléonien de 1811 sur la commune de Solliès-Pont semble confirmer la faible mobilité du cours d'eau et la présence de pressions déjà dès le 19^{ème} siècle (vignes, prés, village).

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG

ETUDES LOCALES D'AMELIORATION DE LA FONCTIONNALITE DES COURS D'EAU ET DE REDUCTION DU RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »

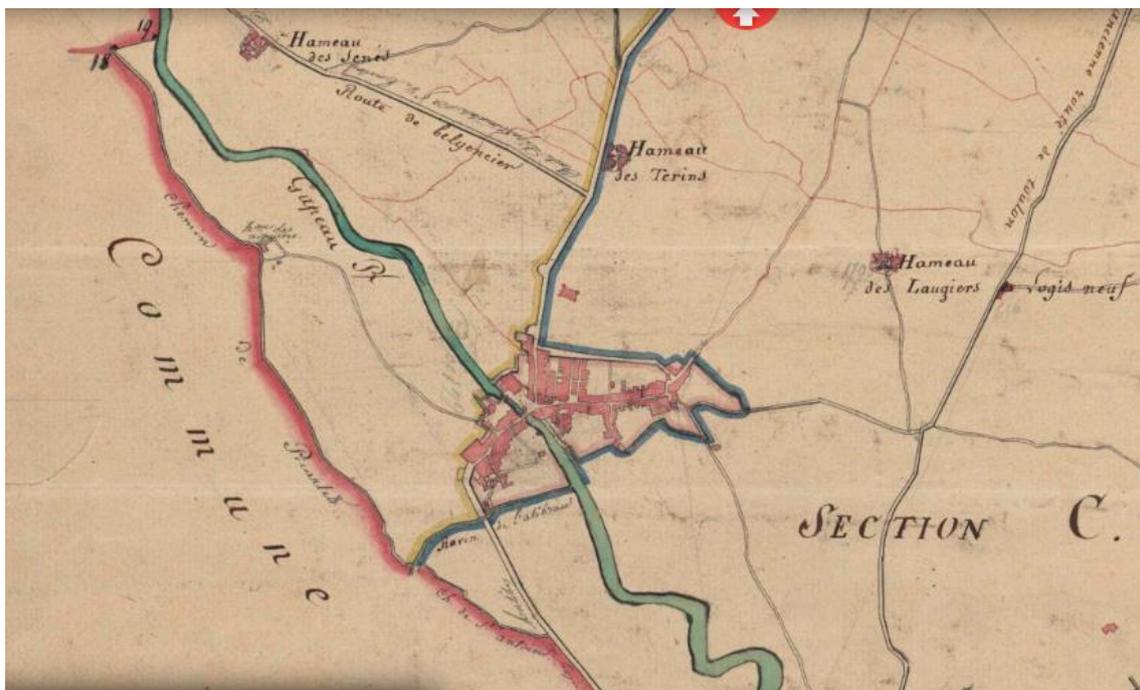


Figure 15 : Extraits du Cadastre Napoléonien de la commune (1811, Archives CD83)

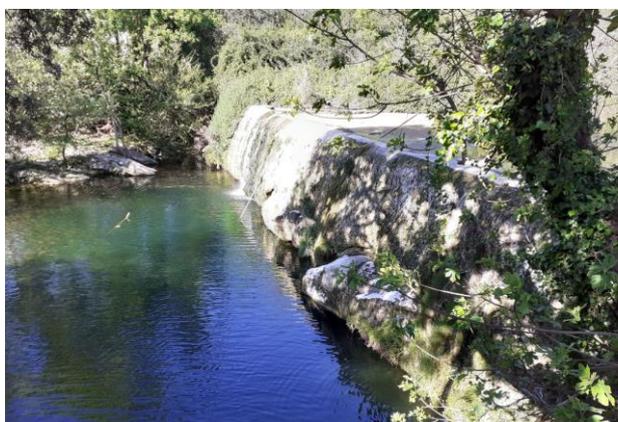
2.3.2.3. Analyse diachronique du profil en long

Le profil en long du Gapeau a été déterminé à partir des levés topographiques levés par OPSIA en 2016 ainsi que des données relevées sur les seuils en 2021 par Hydrotopo. Les données disponibles des Grandes Forces Hydrauliques (GFH) de 1954 ont également été exploitées.

Le profil en long du Gapeau est présenté par la figure suivante. Il met en évidence un profil en escalier du fait des nombreux ouvrages présents avec des pentes relativement faibles (0.4% sur l'amont ; 0.1% à 0.5 % sur l'aval). Cela se traduit par une succession de remous solide et liquide entre les différents ouvrages qui contiennent le stock alluvial des matériaux captés progressivement à l'arrière des seuils.

Cette influence forte des ouvrages sur le profil en long se traduit par un taux d'étagement important de 75,7% sur le périmètre d'étude traduisant le phénomène de profil en escalier.

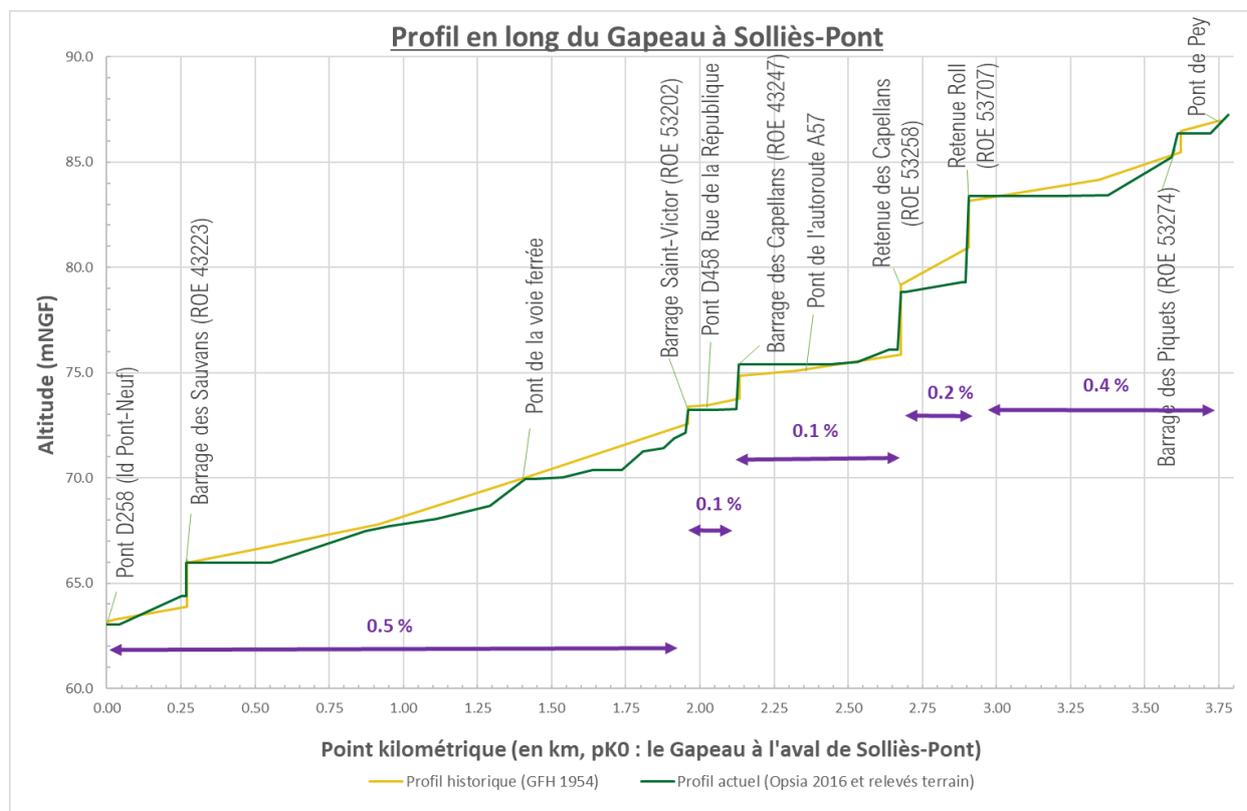
On constate néanmoins que la charge solide de fond reste présente et partiellement mobilisable, correspondant à transport solide actif mais probablement altéré.



Barrage de la retenue ROLL de 3,8 m de hauteur (ROE53707) et Barrage Saint-Victor de 0,85 m de hauteur (ROE53202)



Charge solide de fond mobilisable dans le lit du Gapeau



De nombreux seuils situés dans le lit de la rivière se démarquent par des hauteurs de chute qui peuvent être importantes comme la retenue Roll (ROE 53707) avec une chute de 3,8m.

Ces ouvrages représentent des facteurs de capture sédimentaire en favorisant le dépôt des matériaux dans leur remous solide et liquide. Ils jouent ainsi un rôle dans la stabilisation du profil en long en constituant des points durs limitant les processus érosifs longitudinaux et latéraux. Néanmoins, leur présence peut également créer un déséquilibre de répartition de la charge solide de l'amont vers l'aval du cours d'eau du fait de la rétention des matériaux dans le remous solide, qui peut générer un déficit et des érosions plus importantes à l'aval.

L'exploitation des données topographiques des Grandes forces Hydrauliques (GFH) de 1954, nous ont permis de comparer la situation actuelle du fond du cours d'eau avec la situation il y a 70 ans sur le périmètre d'étude. Le profil en long a été déterminé entre le pont de Pey en amont (pK 3,7) et le Pont de la RD258 en aval (Pont-Neuf, pK 0).

Les résultats de l'analyse comparative exprimés dans la Figure 16 : Evolution du profil en long du Gapeau sur la commune de Solliès-Pont plutôt en évidence l'importante stabilité du profil en long en lien avec la présence des ouvrages. La comparaison des profils permet d'ailleurs de constater que l'ensemble des ouvrages était déjà implanté en 1954, d'où l'ancienneté de l'aménagement de la stabilité du lit.

Par ailleurs, on constate que les variations sont globalement inférieures à + ou - 0,40 m au niveau des points de comparaison. Les écarts plus importants s'expliquent par les incertitudes de la démarche en lien avec le degré moindre de densité et de précision du profil en long de 1954 par rapport au LIDAR de 2016.

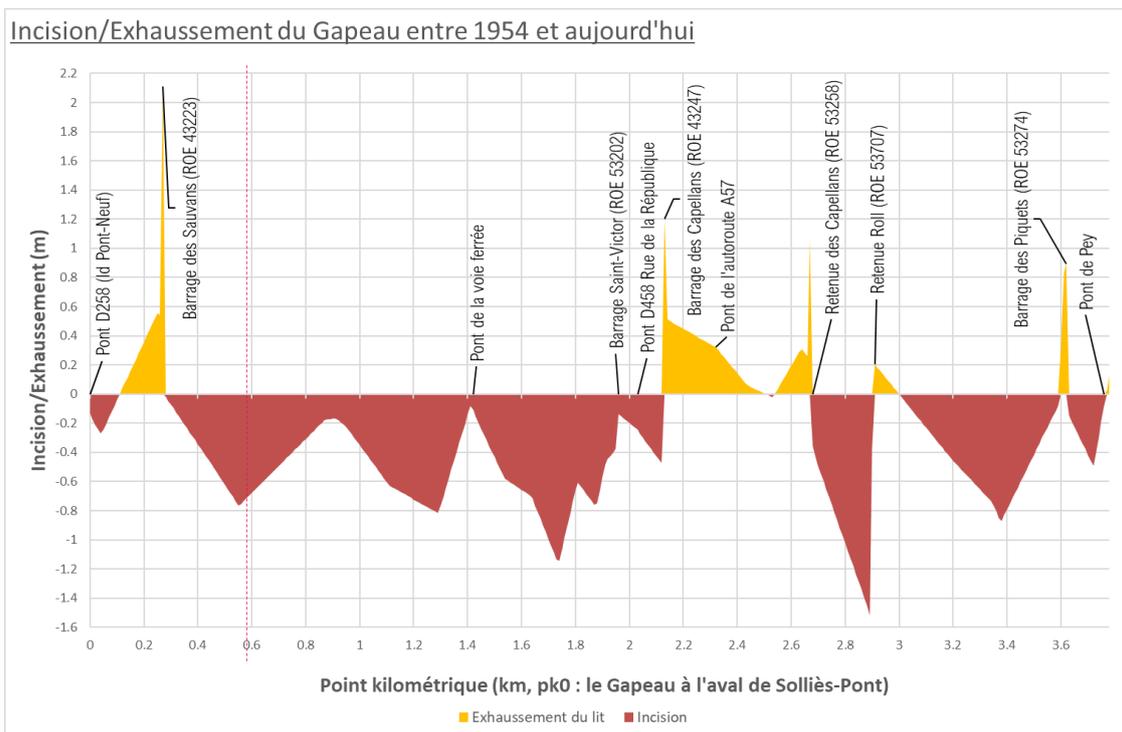
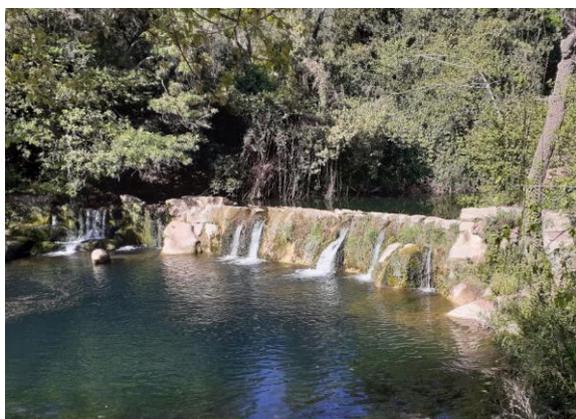


Figure 16 : Evolution du profil en long du Gapeau sur la commune de Solliès-Pont

Les seules évolutions qui nous semblent réalistes depuis 1954 sont les suivantes :

- ▶ Un déstockage léger (entre -0,8 m et -0,2 m) des alluvions présentes historiquement dans le remous solide de la retenue de Roll, soit du fait d'une érosion de la crête de l'ouvrage, soit de travaux de curage de la retenue ;
- ▶ Un déstockage plus important (entre -1,4 m et -0,6 m) des alluvions présentes historiquement dans le remous solide de la retenue des Capellans soit du fait d'une érosion de la crête de l'ouvrage, soit de travaux de curage de la retenue ;
- ▶ Un surstockage de matériaux entre 0,6 m et 0,2 d'épaisseur sur 300 m dans le remous du barrage des Capellans.



Seuil de la retenue des Capellan de 2,0 m de hauteur (ROE53258) et Barrage des Capellans 1,7 m de hauteur (ROE43247)

2.3.3. Analyse des grandeurs morphodynamiques

Dans le cadre de ce paragraphe, les interprétations et analyses sur la morphologie et le transport solide des cours d'eau ont été réalisées sur la base de données récoltées lors des investigations de terrain et des données topographiques existantes.

2.3.3.1. Géométrie plein bord

Au premier abord, il est intéressant de comparer les capacités hydrauliques du cours d'eau à plein bord avec les valeurs hydrologiques des occurrences de crue Q2 et Q10. On constate rapidement que le lit actuel présente des capacités majoritairement supérieures à Q10, ce qui peut confirmer l'effet de « sur-calibrage » observé lors des investigations de terrain.

La diminution progressive des capacités plein bord jusqu'à la salle des fêtes s'expliquent par la diminution de la pente du cours d'eau associée à la présence des remous solides imposés par les ouvrages, notamment les barrages des Capellans (ROE43247) et de Saint-Victor (ROE53202).

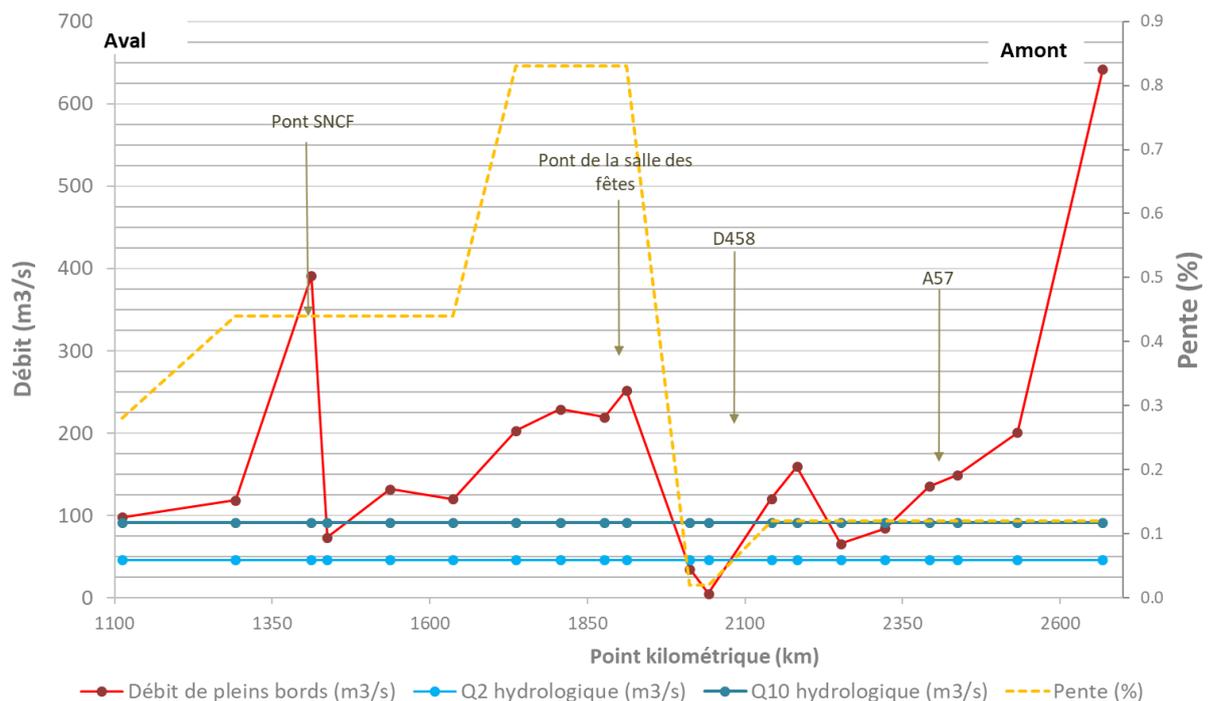


Figure 17 : Profil en long des capacités hydrauliques du Gapeau sur le périmètre d'étude

2.3.3.2. Puissances spécifiques et forces tractrices

La puissance spécifique (ω) décrit l'énergie développée par le cours d'eau pour une crue morphogène. Elle est donnée par l'équation définie :

$$\omega = \gamma \cdot Q_{pb} \cdot i \cdot w^{-1}$$

ω : puissance spécifique (W/m^2)

γ : poids volumique de l'eau ($\gamma = \rho \cdot g = 9\,810 \text{ kg} \cdot m^{-2} \cdot s^{-2}$)

Q_{pb} : débit de plein bord (m^3/s)

i : pente moyenne de la ligne d'eau considérée équivalente à la pente du fond du lit (m/m)

w : largeur du lit à plein bord (m)

Il a été démontré depuis de nombreuses années que les capacités d'ajustement d'un cours d'eau étaient en grande partie fonction de sa puissance spécifique. Ainsi, des cours d'eau à faible puissance ($10 - 15 \text{ W/m}^2$) peuvent présenter une activité géodynamique relativement importante si leurs berges ne sont pas ou peu cohésives. A l'inverse, des cours d'eau plus puissants ($40 - 50 \text{ W/m}^2$), mais coulant dans une plaine alluviale composée de sédiments plus cohésifs (argiles, limons, sables limoneux), sont moins actifs. Au-dessus de 100 W/m^2 , il peut être considéré que la nature des berges n'est plus un paramètre discriminant (BIOTEC & Malavoi, 2006).

Pour le Gapeau à Solliès-Pont, la cohésion des berges peut être assez variable avec une érodabilité faible à forte selon les secteurs. En effet, les lithologies observées sur le terrain laissent néanmoins constater une tendance à une faible érodabilité des berges du fait de la présence régulière d'horizons de matrices limoneuses et/ou argileuse denses dans les berges qui assurent une forte cohésion. La tendance historique des berges à se verticaliser sous l'effet de l'érosion plutôt que de favoriser des anses d'érosion latérales traduit également ce phénomène de cohésion des rives.

Dans le cadre de notre analyse, les débits d'occurrence Q2 et Q10 ont été retenus pour l'évaluation de la puissance spécifique.

On constate que les valeurs de puissance pour Q2 varient autour de 110 W/m^2 [5 ; 350] et autour de 180 W/m^2 [5 ; 620] pour Q10. Ces ordres de grandeurs traduisent la forte variabilité de la dissipation de l'énergie du cours d'eau en crue avec :

- ▶ une faible capacité d'ajustement du cours d'eau dans le secteur amont des remous solides des ouvrages en association avec la réduction locale de la pente (puissance spécifique pour $Q2 < 40 \text{ W/m}^2$;
- ▶ des capacités d'auto-ajustement importantes en aval du barrage de Saint-Victor qui peuvent traduire des phénomènes d'érosion latérales structurant (puissance spécifique pour $Q2 > 100 \text{ W/m}^2$) ;.

La conclusion de l'étude de 2018 qualifiant le tronçon de « adynamique » nous semble ainsi à relativiser avec des capacités, certes limitées dans les zones de remous des ouvrages, mais intéressantes et potentiellement structurantes en aval.

Par ailleurs, sous l'effet de la forte densité d'aménagements le long des berges (digues, protection de berge, etc.), le passage des crues s'est traduit par une intensification du déséquilibre naturel du cours d'eau du fait de l'impossibilité pour celui-ci d'ajuster naturellement sa morphologie (largeur plein bord, largeur de fond, atterrissements, etc.). Cette situation a accentué le phénomène d'incision du fond et de tri granulométrique (pavage partiel du fond) dans un contexte probable au déficit de matériaux (apports amont, forte cohésion des berges, etc.)

La force tractrice que subissent les matériaux du lit et des berges est exprimée par la relation suivante :

$$\tau = K \cdot \gamma \cdot R \cdot i$$

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG

ETUDES LOCALES D'AMELIORATION DE LA FONCTIONNALITE DES COURS D'EAU ET DE REDUCTION DU RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »

τ : Force tractrice (N/m²)

K : Coefficient de sinuosité

γ : Poids unitaire de l'eau ($\gamma = \rho \cdot g = 9\,810$ N/m³)

R : Rayon hydraulique (m)

i : Pente du lit (m/m)

Les ordres de grandeurs correspondant aux limites d'arrachement des matériaux sont les suivants : 100 N/m² pour des berges enherbées ; 250 N/m² pour une berge boisée naturellement ou par techniques végétales ; 350 N/m² pour des enrochements (AGRCQ, 2016). Il convient toutefois de manipuler ces seuils avec prudence dans la mesure où, selon les contextes, de grandes variations peuvent être observées. Par exemple, une ripisylve bien en place et de qualité peut atteindre des résistances plus élevées ; à contrario, des enrochements mal posés et sans sabot présenteront finalement une résistance bien plus faible.

Sur le périmètre d'étude, les forces tractrices ont été évaluées à partir du débit d'occurrence de la crue décennale (Q10). Les valeurs obtenues varient autour de 90 N/m² [5 ; 220] traduisant des forces moyennes d'arrachement suffisantes pour déstabiliser une berge mise à nue mais pas suffisantes pour déstabiliser un ouvrage de protection à court terme, mis à part localement.

Ces résultats sont cohérents avec nos observations de terrain, qui ont mis en évidence des érosions latérales ponctuelles et des phénomènes érosifs et de transport solide actifs mais souvent limités à la composante longitudinale du cours d'eau se traduisant ainsi majoritairement par un tassement du lit mineur.

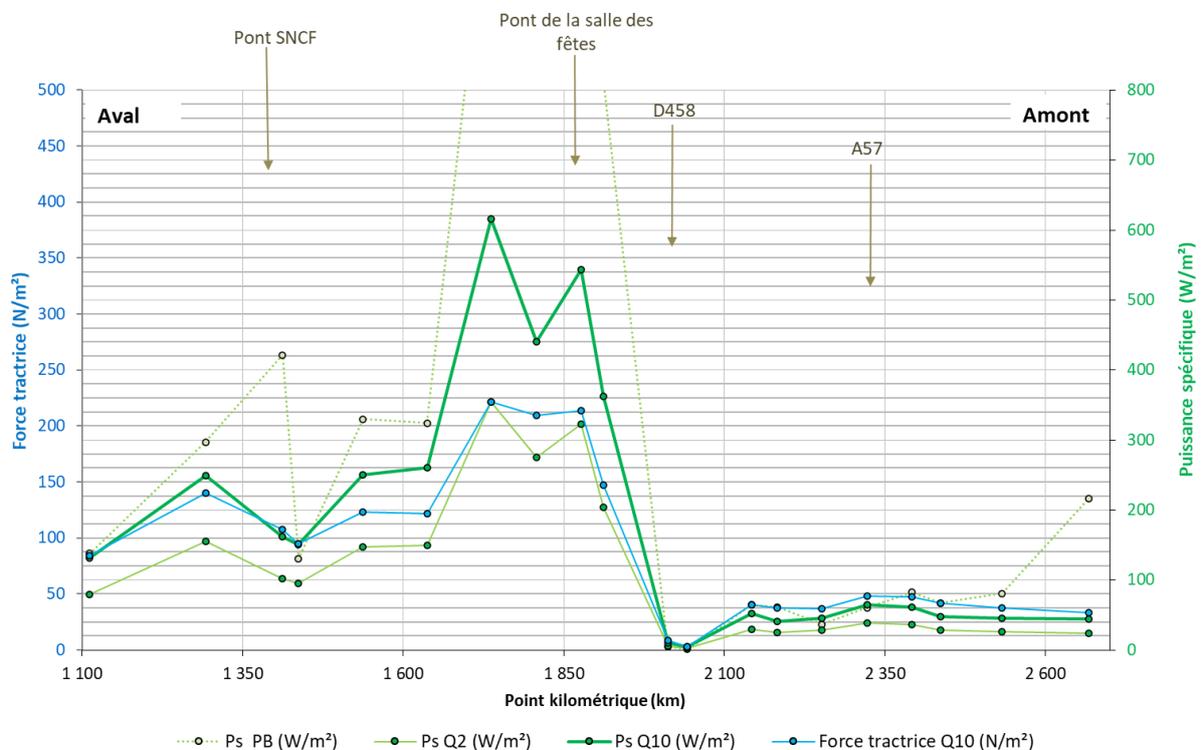


Figure 18 : Profil en long des puissances spécifiques du Gapeau sur le périmètre d'étude

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG

ETUDES LOCALES D'AMELIORATION DE LA FONCTIONNALITE DES COURS D'EAU ET DE REDUCTION DU RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »



Erosion latérale en rive droite au niveau des Sénès



Observation du phénomène de tri granulométrique des éléments les plus grossier sur un atterrissement



Zone de dissipation intéressante du cours d'eau en rive droite par sollicitation de la terrasse alluviale (Fy) en crue



Indice d'incision légère du cours d'eau par la mise à nue du système racinaire des arbres

2.3.3.3. Transport solide

La première étape a consisté à caractériser la granulométrie du substrat du cours d'eau sur le périmètre d'étude. Pour cela trois stations de mesures ont été retenues pour la réalisation du protocole Wolman permettant de quantifier la taille des matériaux présents dans le lit. La figure suivante présente la localisation des stations et les résultats en termes de diamètres caractéristiques.

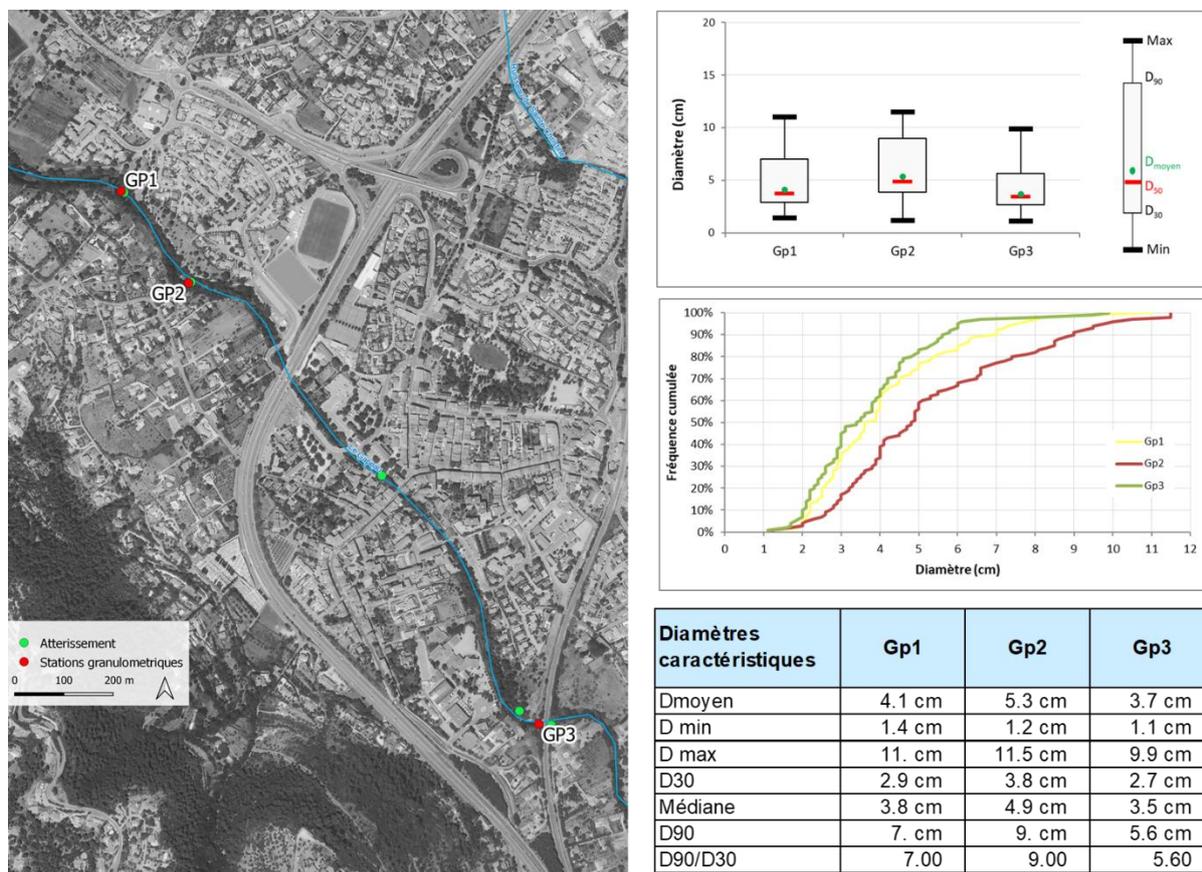


Figure 19 : Résultats du protocole Wolman sur les 3 stations granulométriques

Les résultats des trois stations sont globalement homogènes avec des Dmoy respectivement de 4.1 cm, 5.3 cm et de 3.7 cm pour Gp1, Gp2 et Gp3. Ces résultats traduisent bien les observations de terrain avec des gammes dominantes de cailloux fins (1,6-3,2 cm) et grossiers (3,2-6,4 cm) et de pierres fines (6,4-12,8 cm).

Le transport sédimentaire du Gapeau a ensuite été analysé sur la base de la formule de Shields simplifiée ($D_{max} = 10 \times h \times i$). Cette formule permet d'estimer la taille maximale de grain mobilisé (D_{max} en mètre) pour une hauteur d'eau h (évaluée sur la base de la formule de Manning-Strickler et des profils en travers réalisés lors de nos investigations, en mètre) et une pente i (estimée sur la base des données topographiques disponibles et des tronçons SYRAH, en mètre/mètre). Cette méthode permet ainsi de déterminer les fractions granulométriques mobilisables jusqu'au débit de plein bord et les points de rupture du transport solide.

Cette analyse met évidence que le cours d'eau est capable, en moyenne, sur le secteur de déplacer par charriage des matériaux de diamètre moyen 6.4 cm [0.3 ; 15.2] pour la crue d'occurrence biennale et de diamètre moyen 9.2 cm [0.3 ; 22.6] pour la crue d'occurrence décennale.

Si l'on compare ces résultats aux D50 et D90 mesurés au niveau des stations Wolman, de même que pour les puissances spécifiques, on constate une rupture dans les capacités de transport solide en aval du barrage de Saint-Victor du fait de l'influence des ouvrages :

- ▶ En amont du fait des réductions de pentes en lien avec les points durs du profil en long (barrage, seuil, etc.), les capacités de transport solide pour la Q2 atteignent difficilement le D50 mesuré avec un diamètre maximal transité de 2.4 cm [0.3 ; 3.5]. Cette situation peut expliquer l'effet de stockage et de ralentissement de la charge solide de fond ($D > D50$) dans les secteurs de remous lors des décrues ;
- ▶ Sur l'aval, c'est l'inverse, on constate alors que le cours d'eau peut théoriquement mettre en mouvement plus de 90% ($D_{max} > D90$) de la charge de fond présente dès le passage de la crue biennale un diamètre maximal transité de 10.9 cm [6.0 ; 15.2]. Cette situation se traduira par une tendance plus forte à l'érosion et à l'incision par exemple.

Ces résultats sont cohérents avec les observations de terrain qui mettent en évidence des atterrissements remobilisés lors de crues récentes et dont les matériaux dominants sont des cailloux grossiers et des pierres fines.

Néanmoins le phénomène de transport solide généralisé est ici à nuancer du fait de l'absence d'apports solides et d'une charge de fond mobilisable continue le long du cours d'eau. Ce déficit sédimentaire peut à la fois s'expliquer par des facteurs naturels (fin de l'ère glaciaire, reboisement des versants, cohésion de berges, etc.) et des facteurs de pressions anthropiques (stabilisation des versants, protection de berge, barrage, etc.). Sur ce secteur le poids des pressions anthropiques n'est pas négligeable notamment à travers les digues, les protections de berges présentes et les seuils.

Ce « surplus » d'énergie propre aux capacités de charriage se retrouve ainsi dans les phénomènes d'érosion latérales ponctuelles et à travers le tassement du fond du cours d'eau, parfois jusqu'au substratum.

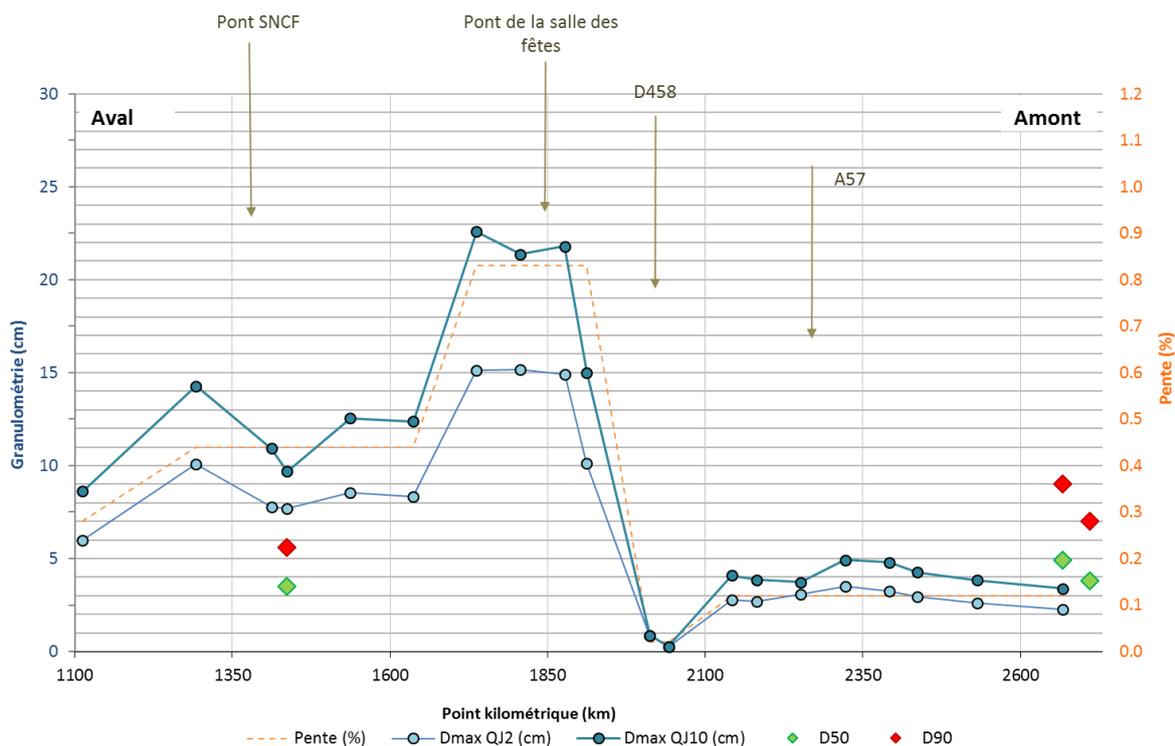
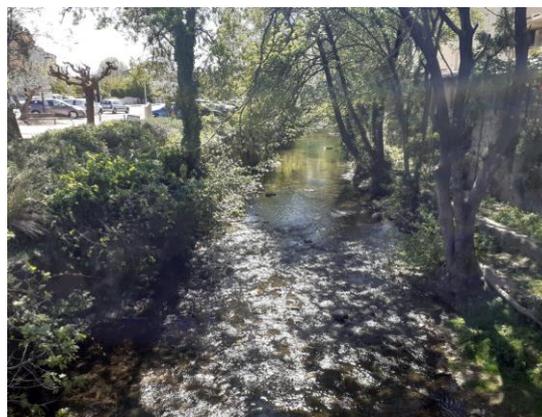


Figure 20 : Profil en long des diamètres maximaux des matériaux transités lors des crues



Atterrissement mobilisable en rive droite et tendance au pavage du fond du radier dans le chenal central



Secteur en aval immédiat du barrage de Saint-Victor avec banalisation et incision du lit du cours d'eau

3. Réalisation d'une modélisation hydraulique du secteur d'étude

Cette phase d'analyse repose sur le développement d'un modèle mathématique d'écoulement. Elle doit permettre de :

- ▶ Comprendre les phénomènes mis en jeu lors des crues du Gapeau permettant de définir des actions de restauration hydromorphologique adaptées ou encore les niveaux de protection de certains ouvrages hydrauliques,
- ▶ Définir les principes d'aménagement permettant de lutter efficacement contre les crues,
- ▶ Etablir et démontrer l'efficacité des aménagements proposés,
- ▶ Nourrir l'analyse multicritère des scénarii,

Le modèle hydraulique a été développé à l'aide du progiciel XP-SWMM couplé à TUFLOW, préféré au progiciel HEC-RAS du fait de la complexité du territoire étudié (nombreux ouvrages, nécessité de modéliser un bras de décharge, ...)

Les étapes clés de mise en œuvre ont été :

- ▶ La description des dimensions du lit mineur, des ouvrages structurants influençant l'écoulement (lit mineur, ponts, seuils, ...)
- ▶ La caractérisation du relief et des conditions d'écoulement au sein des lits majeurs, des zones inondables,
- ▶ L'affectation de coefficients de rugosité (coefficient de Manning, de Strickler), de pertes de charge adaptés permettant de définir la propension des territoires à freiner voire accélérer les écoulements,
- ▶ Le calage du modèle à partir des informations obtenues lors de la première étape d'analyse (crues réelles observées, ...), en veillant à tenir compte des conditions d'écoulement à l'époque de la survenance des crues, des débordements. Lors de cette phase de calage, des valeurs représentatives, usuellement retenus, des coefficients de rugosité (Strickler) ont été retenus. Il ne s'agit pas de vouloir « à tout prix » caler le modèle au mépris de la non-vraisemblance des paramètres retenus. Toutes différences obtenues avec des résultats antérieurs (notamment étude EGIS) ou les écarts avec des laisses de crue ont été expliqués.

3.1. Développement du modèle hydraulique

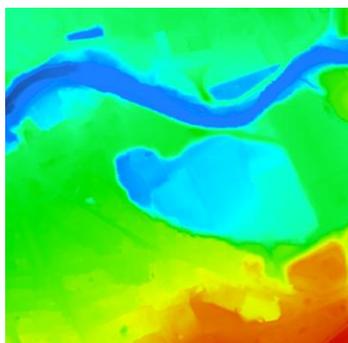
3.1.1. Mode opératoire général

Le développement du modèle hydraulique s'est appuyé sur un travail de prétraitement particulièrement important :

- ▶ Compilation des données topographiques existantes pour constitution d'un modèle numérique de terrain,
- ▶ Valorisation des visites de site de la mission 1 pour intégration à cette « maquette numérique » des obstacles à l'écoulement pouvant influencer les conditions d'évacuation des eaux.

L'ensemble de ces données ont été compilées sous SIG, certaines étant saisies directement dans le modèle hydraulique et exportées au format shape.

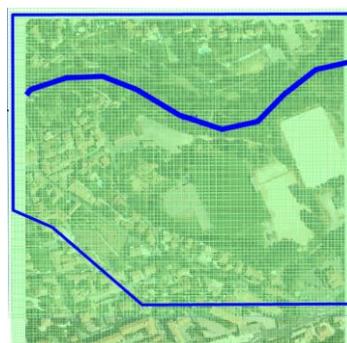
Classiquement, le processus de développement du modèle hydraulique 1D/2D peut être résumé par les six étapes suivantes :



Constitution du MNT dans le progiciel de modélisation hydraulique



Analyse des conditions d'écoulement à partir des photos aériennes



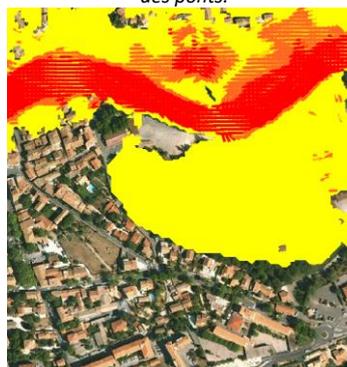
Définition du maillage de calcul, de l'aire d'étude en 2D et représentation en 1D des ponts.



Prise en compte des bâtiments pour calculs hydrauliques de propagation. Définition des coefficients de rugosité

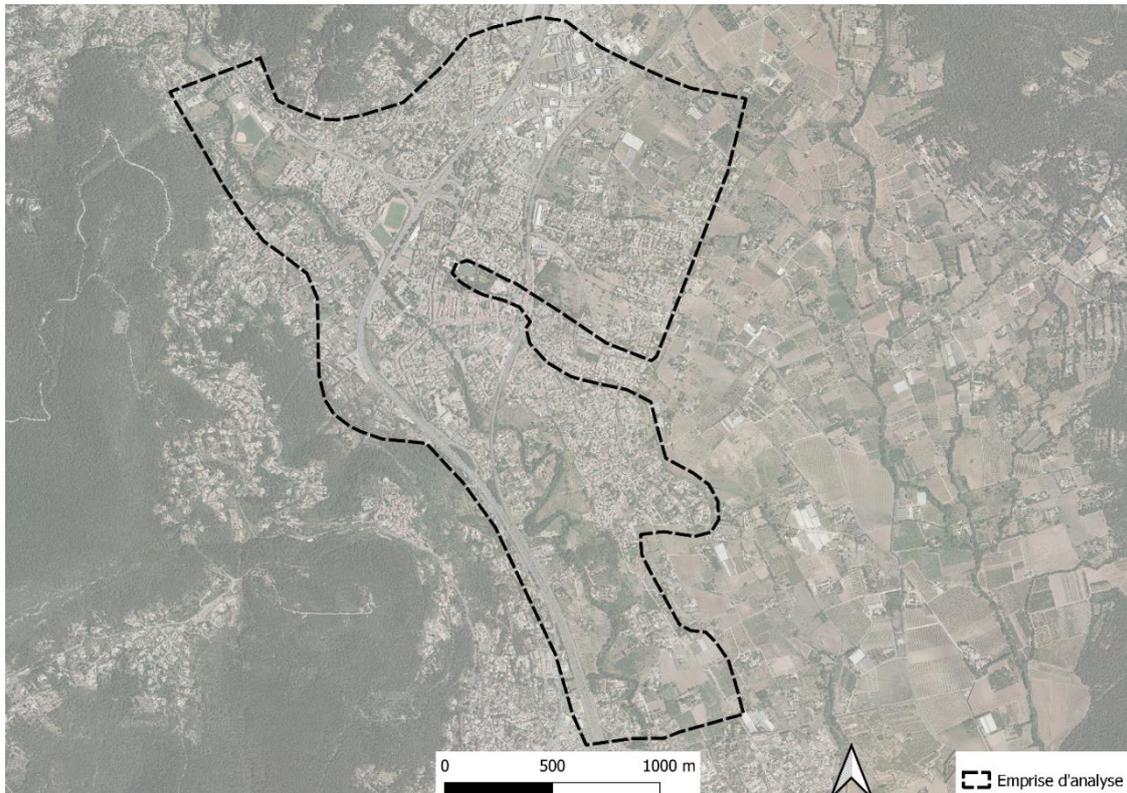


Résultats des modélisations – Hauteurs de submersion ($H < 0,2$ m, H entre 20 et 50 cm, H entre 50 cm et 1 m, H entre 1,0 m et 2,0 m, $H > 2$ m) – Cartographie automatique



Résultats des modélisations – Vitesses d'écoulement ($V < 0,5$ m/s, V entre 50 cm/s et 1 m/s, $V > 1$ m/s) – Cartographie automatique

Présentation, étape par étape, du processus de constitution du modèle d'écoulement 2D



Emprise du modèle hydraulique développée sur la commune de Solliès-Pont pour le lot 4.

3.1.2. Conditions aux limites imposées

Comme indiqué au paragraphe 2.1, les débits de crue pour les sept périodes de retour d'analyse ont été injectés au sein du modèle mathématique 2D de façon graduelle.

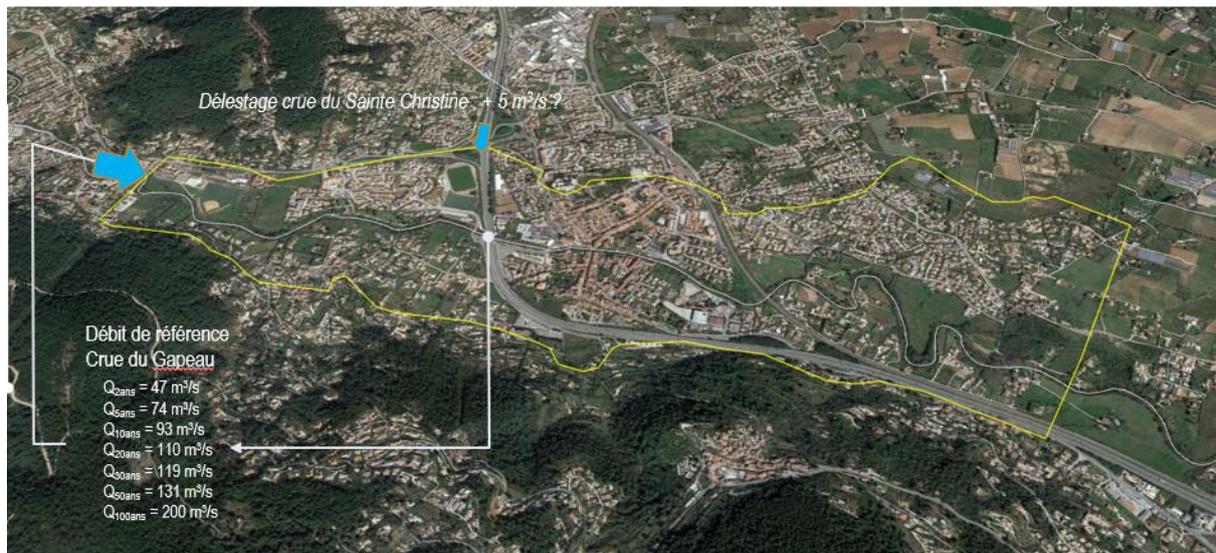


Figure 21 : Débits de pointe de crue du Gapeau injectés dans le modèle hydraulique avec indication des "surplus de débit" liés au débit du Sainte-Christine (m³/s)

En aval du modèle, un régime uniforme d'écoulement du Gapeau en crue a été retenu.

3.2. Calage du modèle hydraulique

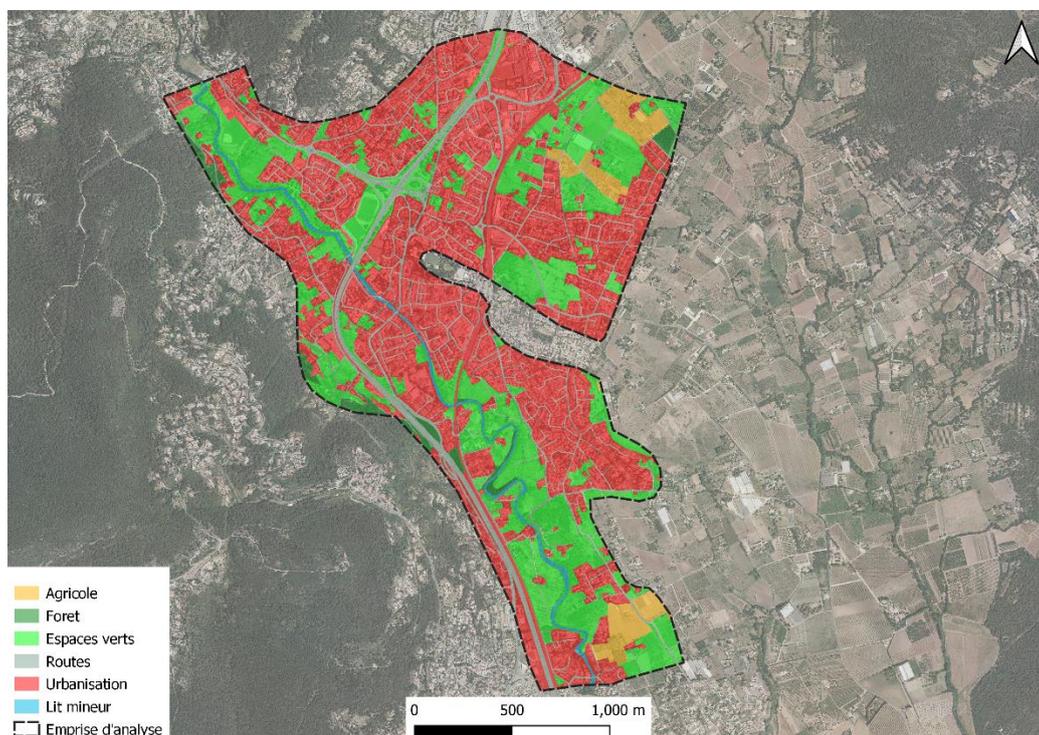
3.2.1. Paramètres de calage retenus

Les paramètres de calage sont conditionnés dans le tableau suivant et sont identiques à ceux utilisés par EGIS [E01].

Tableau 1 : Paramètre de calage des modèles hydraulique

Type de sol	Coefficient de Manning ($s/m^{1/3}$)	Coefficient de Strickler (K)
Lit mineur	0.04	25
Ouvrages en béton	0.02	50
Végétation (Forêt, espaces verts)	0.2	5
Routes	0.02	50
Espaces urbains	0.1	10

Une cartographie reprenant les coefficients de Manning selon l'occupation du sol est présente par la suite.



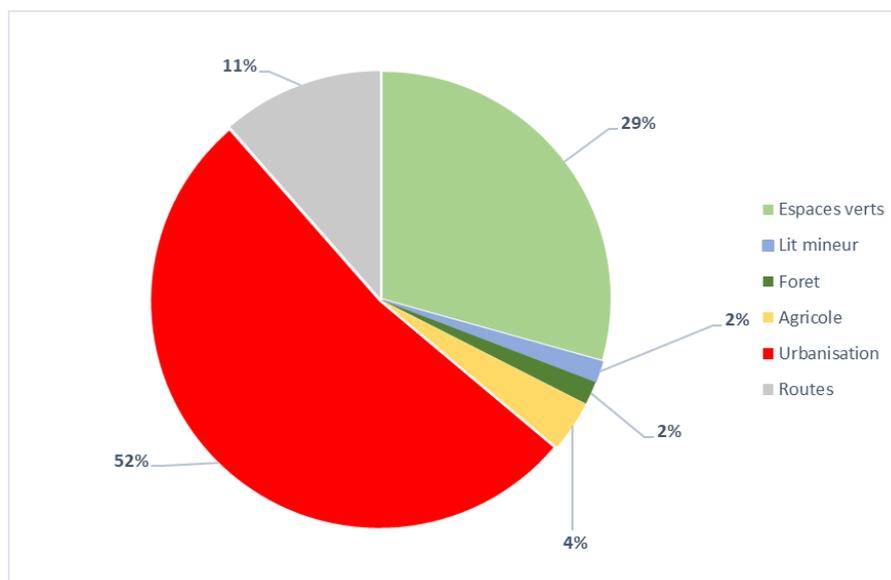


Figure 23 : Répartition de l'occupation du sol sur l'emprise d'analyse

Au sein de l'emprise d'analyse, la surface la plus importante est la zone urbaine de Solliès-Pont avec une répartition de 52% par rapport à la surface totale. Ensuite, la surface des espaces-verts représente 29% de la surface de l'emprise d'analyse. Ensuite, on retrouve les routes qui représentent une surface totale de 11%. La surface agricole est quant à elle peu représentée au sein de la zone d'étude avec une surface totale qui représente 4%. Enfin, la zone forestière représente seulement 2%.

3.2.2. Calage du modèle

Le modèle hydraulique a été calé à partir de la crue de janvier 1999 en comparant les résultats avec :

- ▶ les PHE observées lors de la crue sur le territoire de la commune de Solliès-Pont.
- ▶ La courbe de tarage de la station hydrométrique installée en amont direct du pont de l'autoroute
- ▶ les résultats d'une crue Q100 obtenu par EGIS [E01]

3.2.2.1. Comparaison avec PHE

Les figures suivantes établissent un comparatif entre les PHE mesurées sur le terrain ou, les témoignages reçus sur l'épisode, les hauteurs maximums calculées par EGIS lors de son étude hydraulique sur le bassin versant, et les PHE calculées par le modèle hydraulique développé pour l'occasion.

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG

ETUDES LOCALES D'AMELIORATION DE LA FONCTIONNALITE DES COURS D'EAU ET DE REDUCTION DU RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »

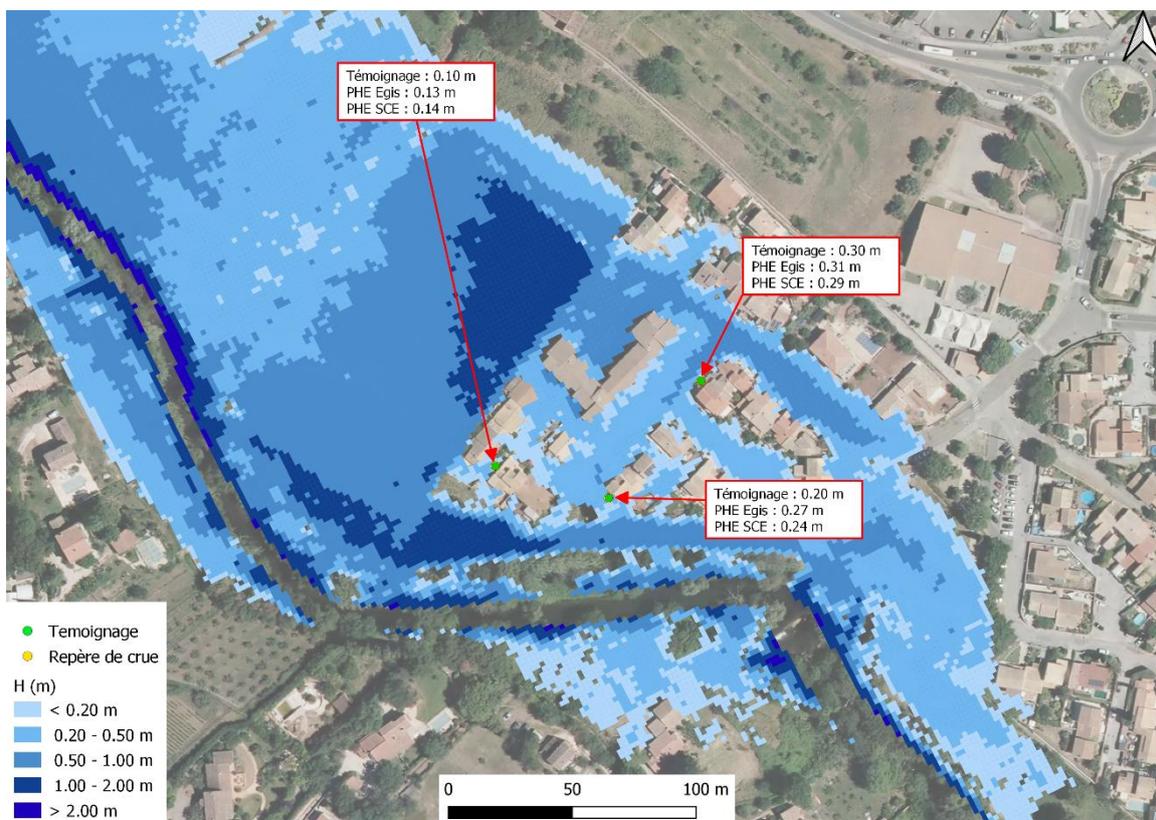


Figure 24 : Témoinages reçus par EGIS sur le quartier des Sènès

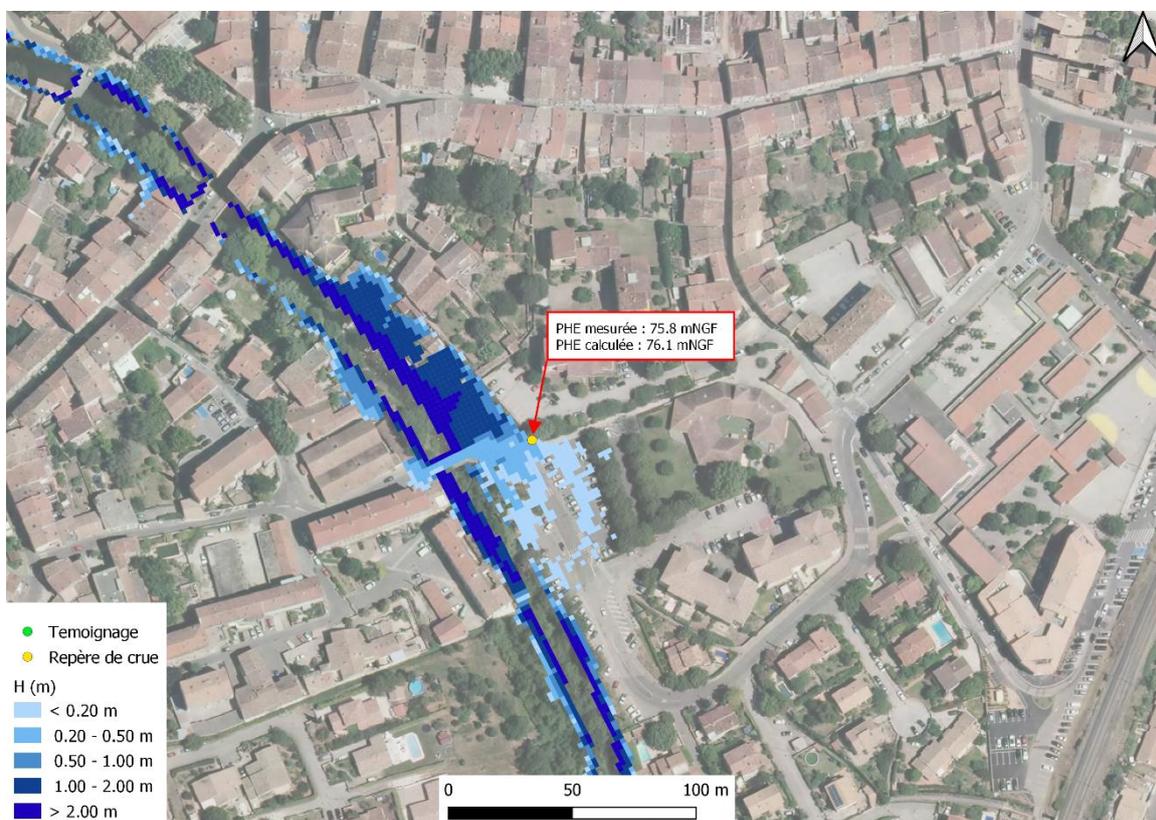


Figure 25 : PHE au droit du pont de la salle des fêtes

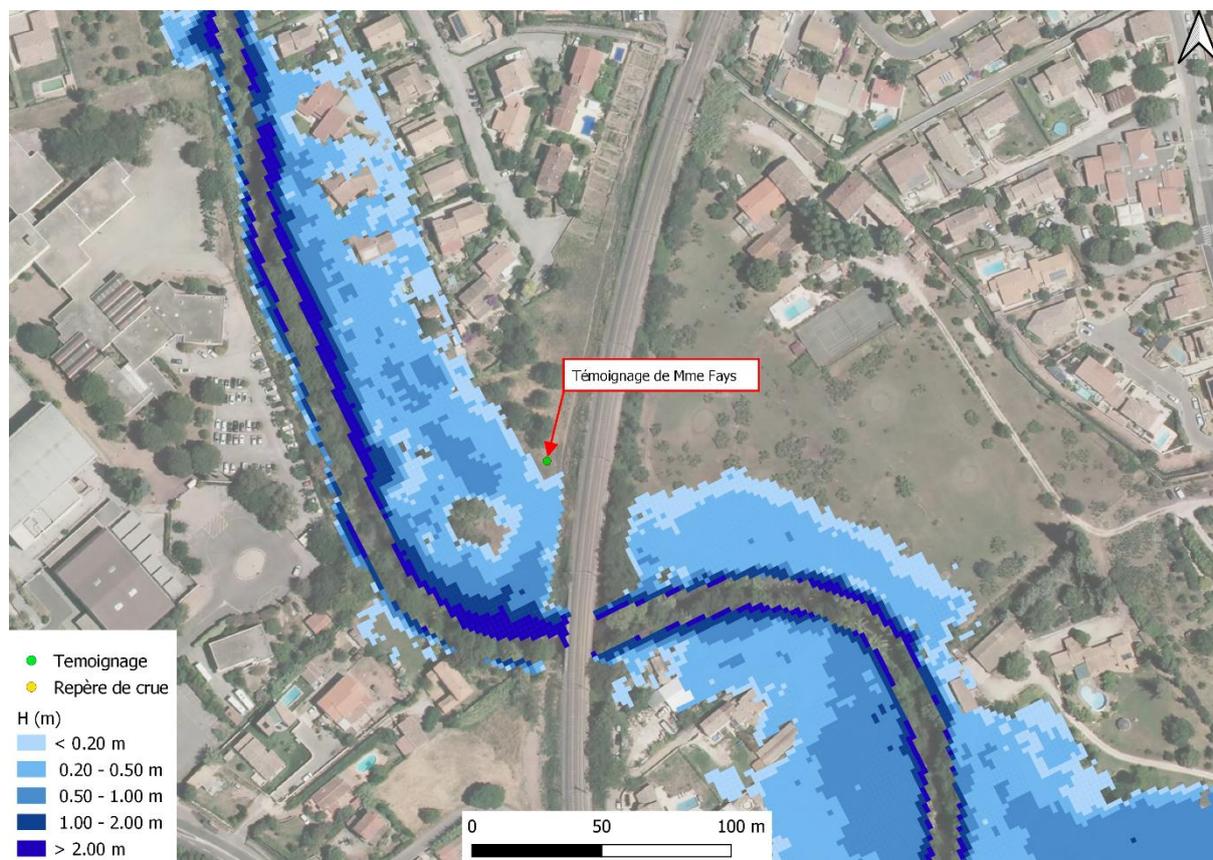


Figure 26 : Témoignage de Mme FAYS

L'analyse entre les PHE mesurées, calculées dans les études précédentes et celles calculées avec le modèle spécialement développé montrent des résultats très satisfaisant au niveau du quartier des Sénès.

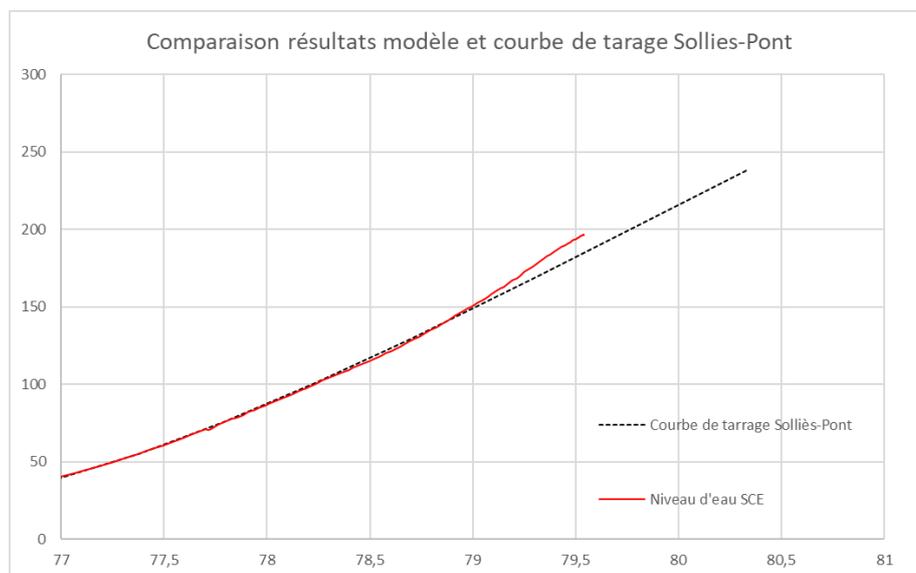
Au droit du pont de la salle des fêtes, la PHE calculée est 30cm au-dessus de celle mesurée sur le terrain ce qui reste acceptable principalement du fait que le risque embâcle est toujours difficile à modéliser. Au niveau de l'avenue Jean Moulin, les faibles hauteurs d'eau identifiées est sans doute due au manque de précision du MNT dans ce secteur ne permettent pas de mettre en évidence les écoulements le long de l'avenue des Cerisiers où habite madame FAYS.

Au regard des incertitudes liées à la précision des témoignages et des mesures, les résultats de modélisation semblent témoigner d'un calage satisfaisant du modèle pour retranscrire l'événement.

3.2.2.2. Comparaison avec courbe de tarage

Après extraction des données de la banque HYDRO au niveau de la station hydrométrique installée à Solliès-Pont (Y4604020 Le Gapeau à Solliès-Pont) les résultats du modèle montrent des résultats très concordants jusqu'à 150 m³/s.

Au-delà de ce débit, un point d'inflexion est identifiable. Comme précisé dans l'étude d'EGIS, au-delà de ce débit, il est difficile de valider de manière certaine la loi hauteur/débit de la banque HYDRO du fait des débordements possibles plus en amont non pris en compte dans l'extrapolation de la courbe de tarage modélisée.



3.2.2.3. Comparaison avec Q100 EGIS

La comparaison des emprises et niveaux d'eau obtenus lors d'une crue centennale Q100 = 250 m³/s, crue de référence prise en compte dans le nouveau PPRI en cours d'approbation, est présentée sur les figures suivantes :

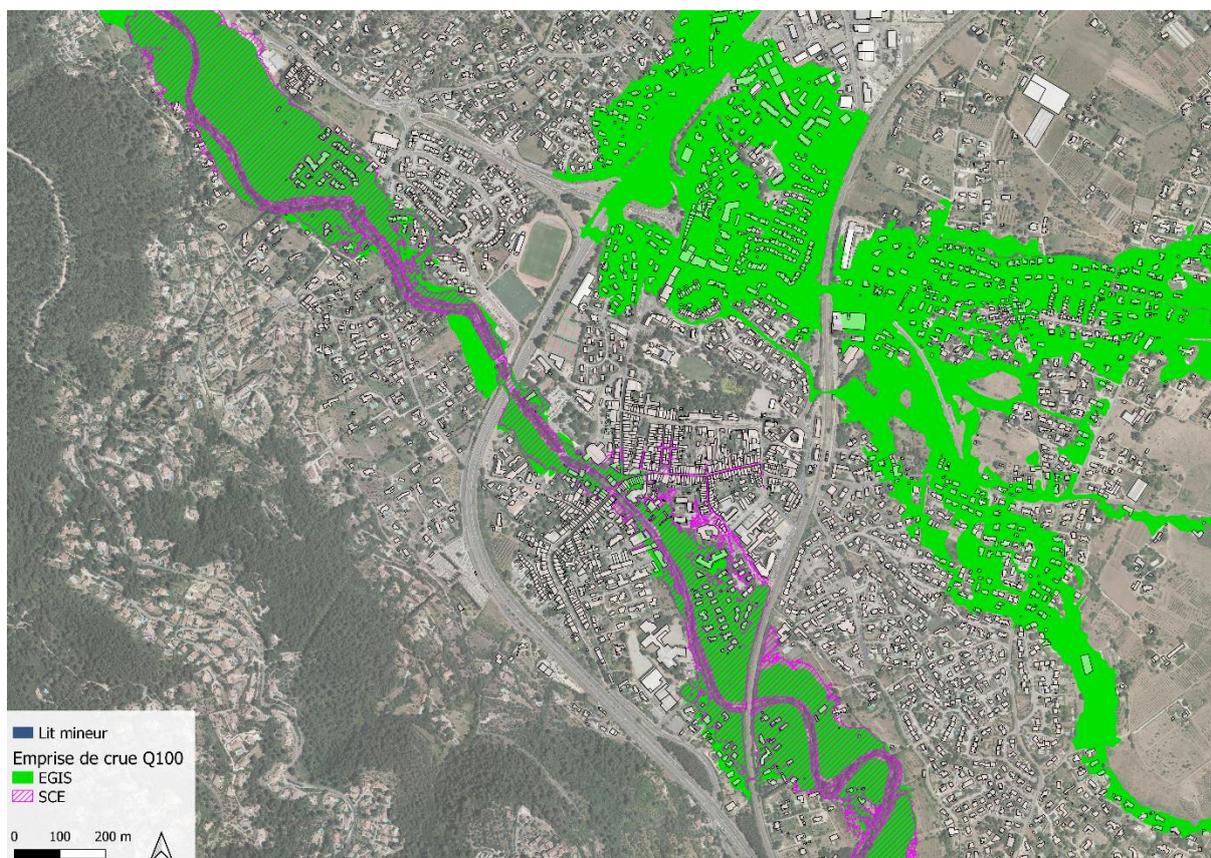
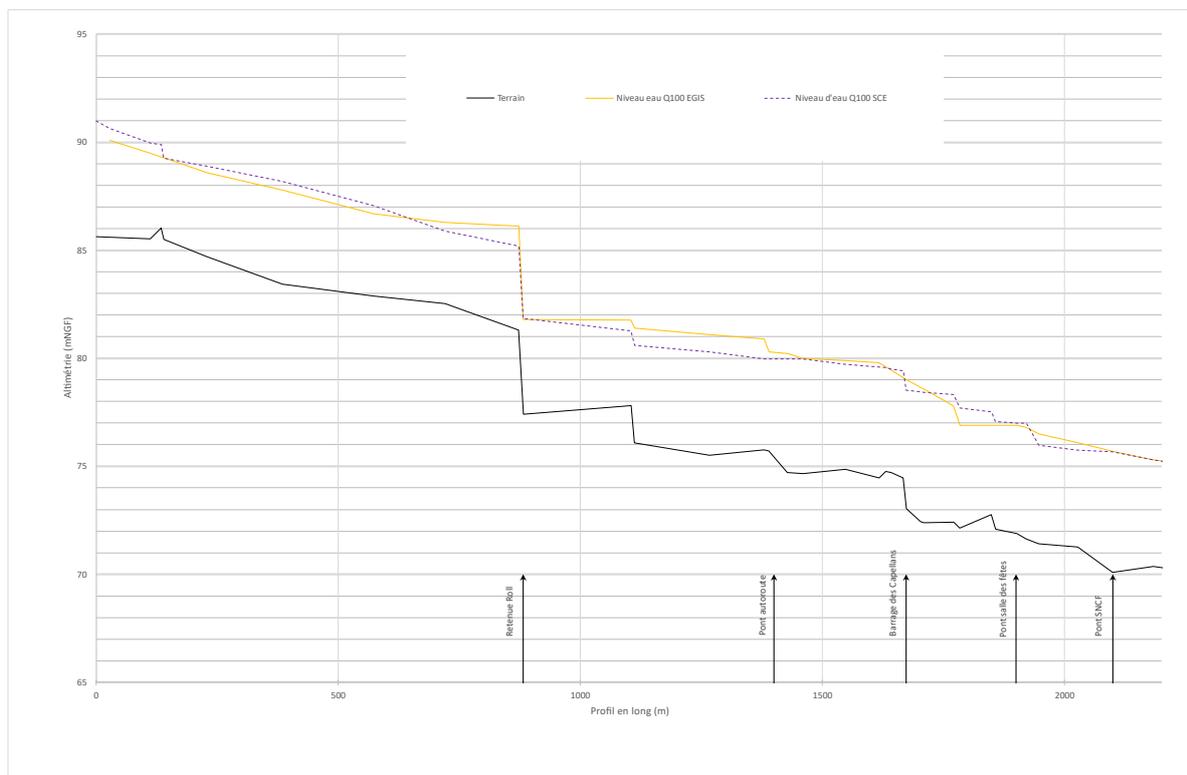


Figure 27 : Comparaison des emprises de crues centennales entre EGIS et SCE



La comparaison entre les résultats obtenus par EGIS et SCE est considéré satisfaisante. Quelques différences sont à noter et peuvent s'expliquer de la façon suivante :

- ▶ Dans le centre urbain, des débordements sont à noter au niveau de certaines voiries qui inondent une partie de la commune. Ces débordements sont dus à l'intégration des bâtiments dans notre modèle et qui jouent un rôle de barrage contrairement au modèle d'EGIS où un coefficient de porosité est appliqué aux bâtiments.
- ▶ En amont de la retenue de Roll (quartier Sénès), en considérant les hauteurs d'eau en lit majeur, les résultats sont sensiblement équivalents avec ceux d'EGIS. Le profil en long présente lui les lignes d'eau dans le lit mineur.
- ▶ Les différences les plus notables sont celles en amont de l'autoroute avec des débordements en rive droite que le modèle SCE n'identifie pas. L'absence d'enjeux dans ce secteur ne remet pas en cause les résultats du modèle.

3.3. Exploitation du modèle hydraulique

Le modèle hydraulique développé a été exploité pour caractériser les dynamiques, établir les grandeurs maximales atteintes lors des crues du Gapeau sur l'emprise d'analyse pour 7 périodes de retour :

3.3.1. Caractérisation hauteurs et vitesses maximales atteintes en crue

Les caractéristiques d'écoulement (hauteurs et vitesses atteintes) ont été extraites du modèle pour les temps suivants :

- ▶ T = 2 ans : 2 h
- ▶ T = 5 ans : 4 h
- ▶ T = 10 ans : 6 h
- ▶ T = 20 ans : 8 h
- ▶ T = 30 ans : 10 h
- ▶ T = 50 ans : 12 h
- ▶ T = 100 ans : 16 h.

Les cartographies présentées en annexe 1 reprennent l'ensemble des résultats à travers les périodes de retour citées ci-dessus.

Les enjeux semblent être impactés dès un événement d'occurrence 5 ans. Plus l'occurrence est importante, et plus les enjeux touchés sont importants surtout au droit du centre-ville de la commune.

Il est important de rappeler que le modèle ne permet pas de retranscrire les éventuels débordements provoqués par le canal des arrosants et/ou le dysfonctionnement du réseau d'eau pluvial identifiés lors des précédents événements selon les dires de madame FAYS.

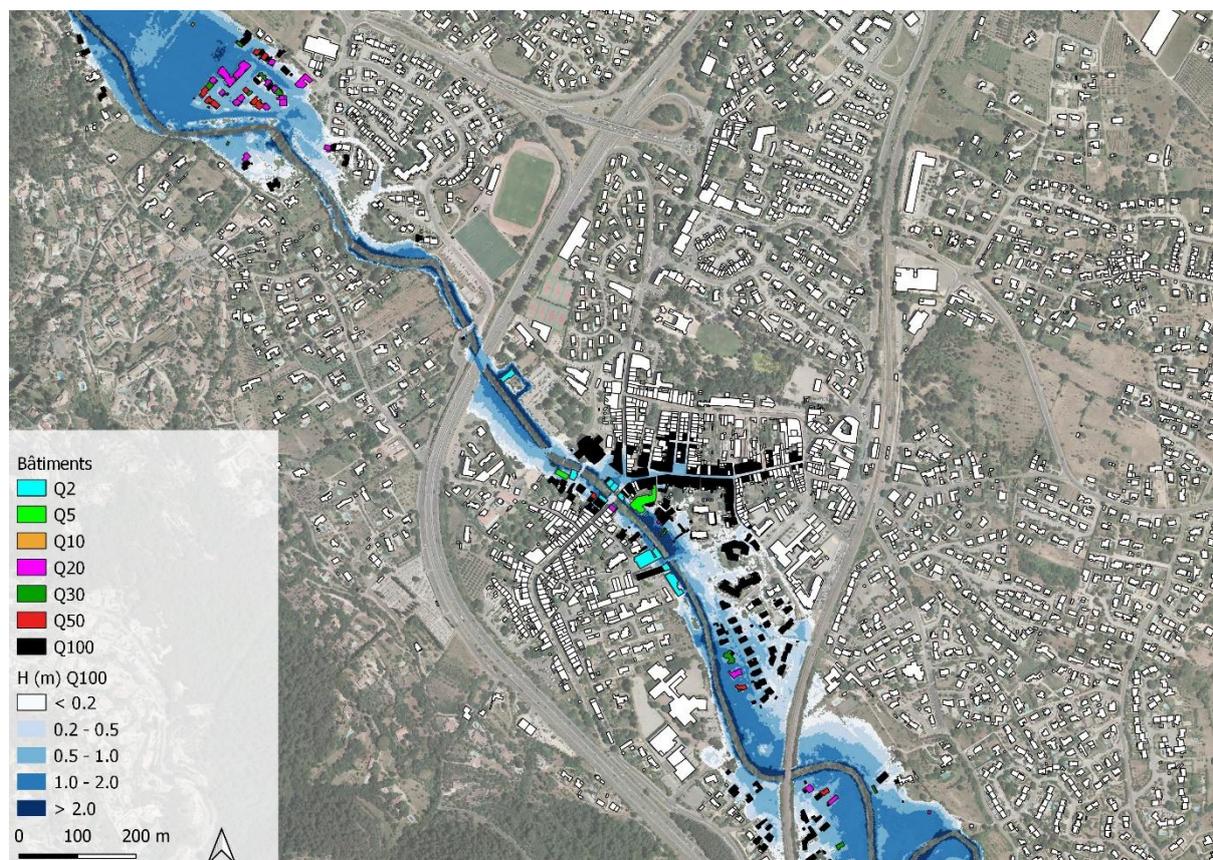


Figure 28 : Enjeux impactés en fonction des occurrences de crues

3.3.2. Evolution des écoulements à travers la commune

Au sein de la commune de Solliès-Pont, il nous a semblé intéressant de comprendre comment on tendance à évoluer les écoulements au travers trois secteurs à enjeux importants qui sont :

- ▶ Le quartier des Sénès
- ▶ Le Centre-ville
- ▶ La sortie du centre-ville au droit du Pont SNCF

Les axes d'écoulement ont été définis sur la crue d'occurrence centennale afin de nous permettre de comprendre la propagation d'un tel évènement au sein de la commune de Solliès-Pont.

3.3.2.1. Le quartier des Sénès

Une cartographie reprenant l'emprise inondable d'une crue centennale est présente par la suite. Celle-ci s'intéresse exclusivement au quartier des Sénès.

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG
ETUDES LOCALES D'AMELIORATION DE LA FONCTIONNALITE DES COURS D'EAU ET DE REDUCTION DU
RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »

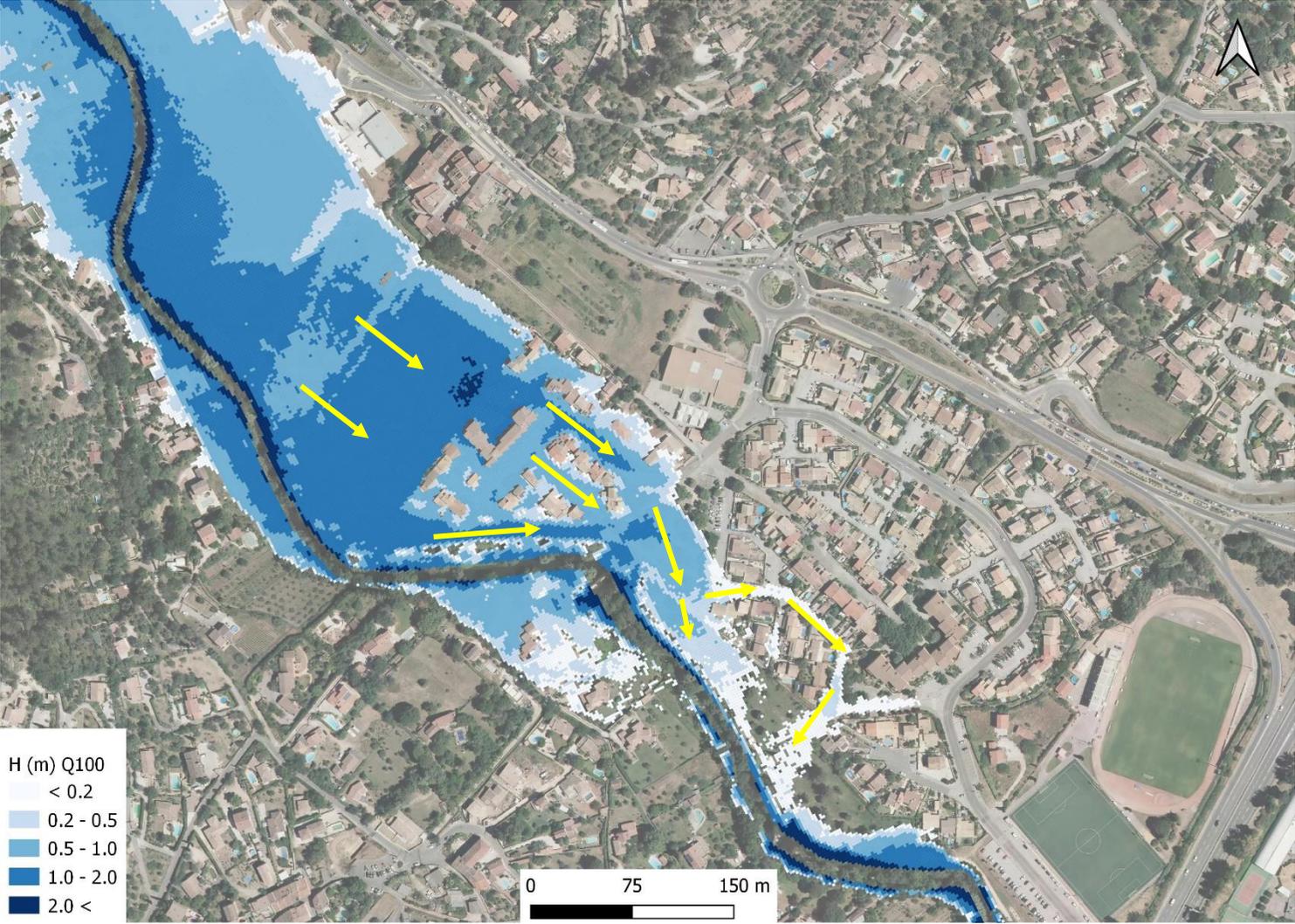


FIGURE 29 : EVOLUTION DES ECOULEMENTS AU TRAVERS D'UN EVENEMENT CENTENNAL SUR LE QUARTIER DES SENES

Au droit de cette zone, les écoulements se font observer essentiellement en rive gauche du Gapeau. Ils sont provoqués par des débordements se produisant en amont au niveau du complexe sportif des Sénès. Ces débordements évoluent donc au travers les champs et terrain de la commune avant de venir impacter le quartier des Sénès. Ces écoulements sont notamment contraints par la présence d'une digue installée en rive gauche du Gapeau ne facilitant pas la connexion lit mineur/majeur. Quelques débordements sont également à noter en rive droite.

3.3.2.2. Le centre-ville

Une cartographie reprenant l'emprise inondable d'une crue centennale est présente par la suite. Celle-ci s'intéresse exclusivement au centre-ville.

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG
ETUDES LOCALES D'AMELIORATION DE LA FONCTIONNALITE DES COURS D'EAU ET DE REDUCTION DU
RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »



Figure 30 : Evolution des écoulements au travers d'un évènement centennal dans le centre-ville

Tout comme en amont, les écoulements sur le secteur du centre-ville se produisent essentiellement par la rive gauche du Gapeau. Au droit de l'église de Solliès-Pont, le pont semble submergé, ce qui contraint les écoulements à s'immiscer dans les rues du Centre-ville, notamment dans la rue Gabriel Péri. Cet ouvrage semble limitant ce qui favorise les débordements dans le centre urbain.

Le pont de la salle des fêtes est le plus limitant. Ce pont provoque des débordements en rive gauche qui vont s'immiscer sur le parking et impacter les maisons plus en aval. Tout comme le centre-ville, les débordements ne pouvant pas rejoindre le Gapeau sont donc contraints à s'écouler par ruissellement au travers la commune.

3.3.2.3. Sortie du centre-ville au droit du Pont SNCF

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG
ETUDES LOCALES D'AMELIORATION DE LA FONCTIONNALITE DES COURS D'EAU ET DE REDUCTION DU
RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »

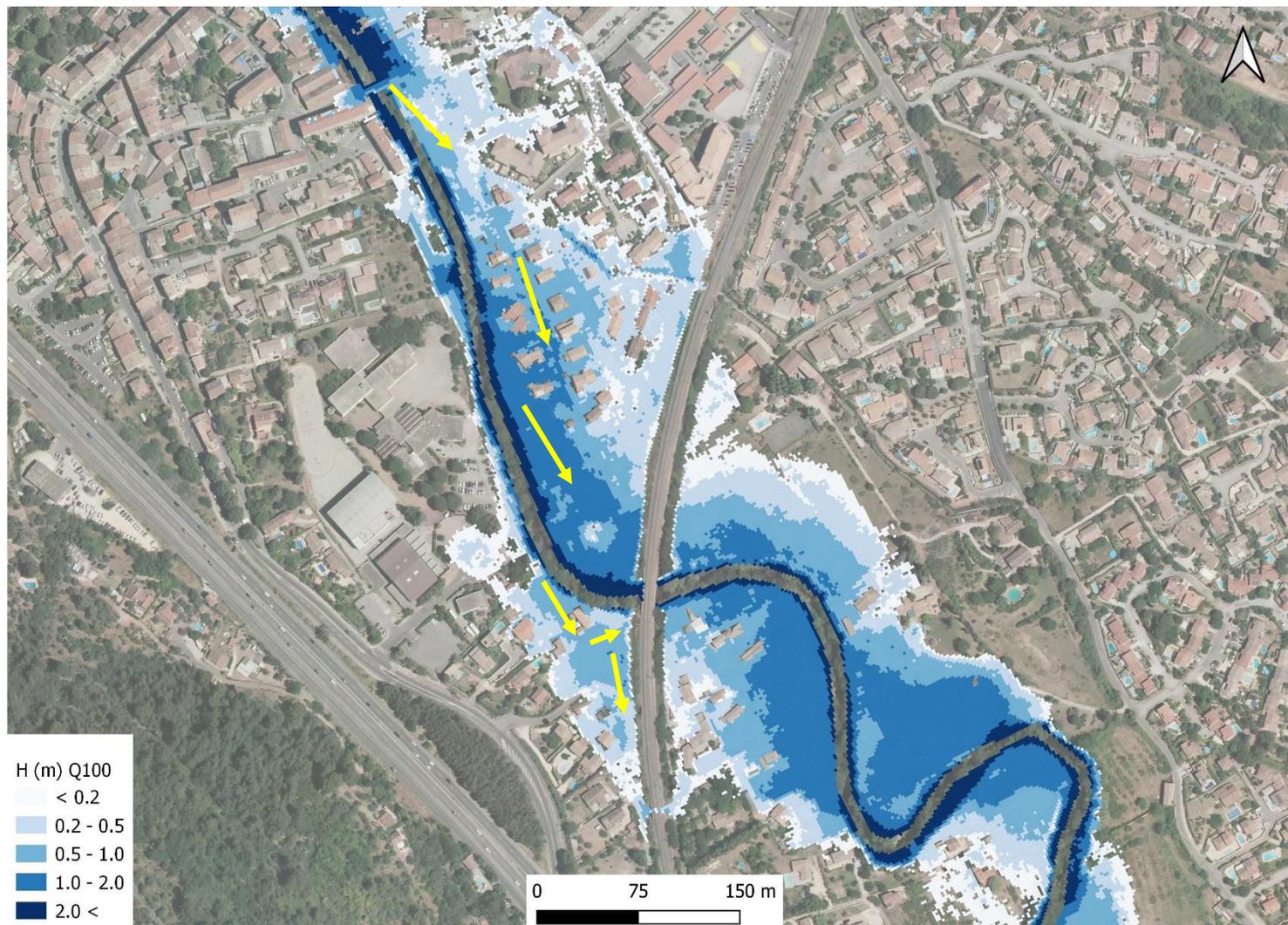


Figure 31 : Evolution des écoulements au travers d'un évènement centennal au droit du pont SNCF

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG

ETUDES LOCALES D'AMELIORATION DE LA FONCTIONNALITE DES COURS D'EAU ET DE REDUCTION DU RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »

Les écoulements, au sein de ce secteur, sont contraints par le remblai SNCF. Bien que dimensionner pour faire passer un débit supérieur à 250 m³/s, la présence du remblai dans l'extrados du méandre ne ralentit pas les écoulements qui ont tendance à vouloir s'écouler en rive droite.

Les débordements en rive gauche sont également contraints pour rejoindre le lit mineur entraînant une retenue en amont de l'ouvrage.

Le tableau ci-après reprend les capacités d'évacuations des ouvrages (débit maximal transitant au travers du pont et débit de début de mise en charge de l'ouvrage).

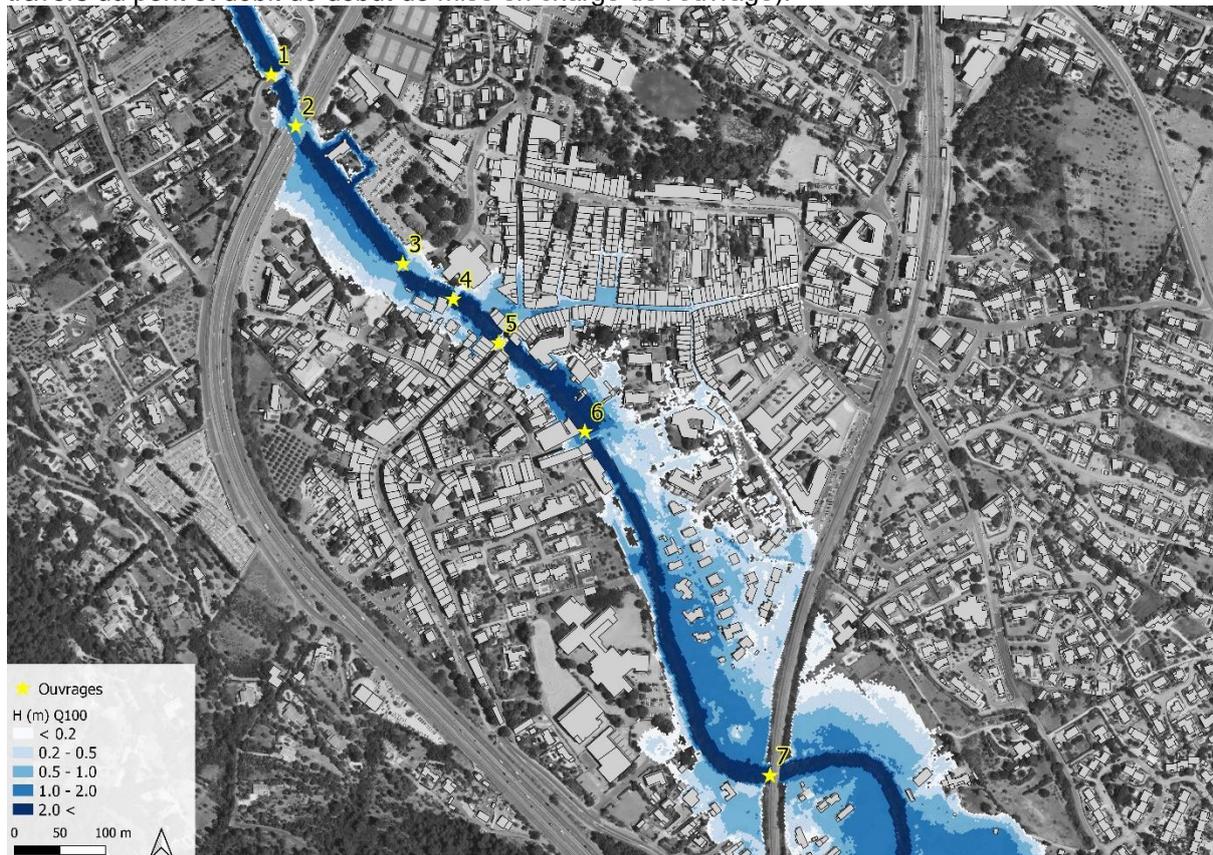


Figure 32 : Capacité d'évacuation des ponts pour un événement centennial

Tableau 2 : Débits caractéristiques des ouvrages

Ouvrage	Débit max transitant au travers du pont	Débit de début mise en charge
1	>250	/
2	>250	/
3	>250	120
4	>250	180
5	>250	120
6	130	85
7	>250	/

3.3.3. Impact du pont de la salle des fêtes et du pont SNCF

Les résultats indiquent qu'à partir d'une crue décennale (Q10 = 93 m³/s + 5 m³/s de délestage par le Sainte Christine) le pont de la salle des fêtes est en limite de surverse ce qui confirme les dires de Madame FAYS.

Pour le pont SNCF, sa capacité d'évacuation est supérieure à la crue centennale. L'ouvrage en lui-même n'a aucun impact sur les écoulements. Seule la présence du remblai ferroviaire, installé transversalement au lit majeur, est problématique. En crue, les écoulements en lit majeur doivent réemprunter le lit mineur (sous le pont) pour franchir ce verrou hydraulique ce qui provoque une accumulation d'eau en amont du remblai identifié dès la crue décennale.

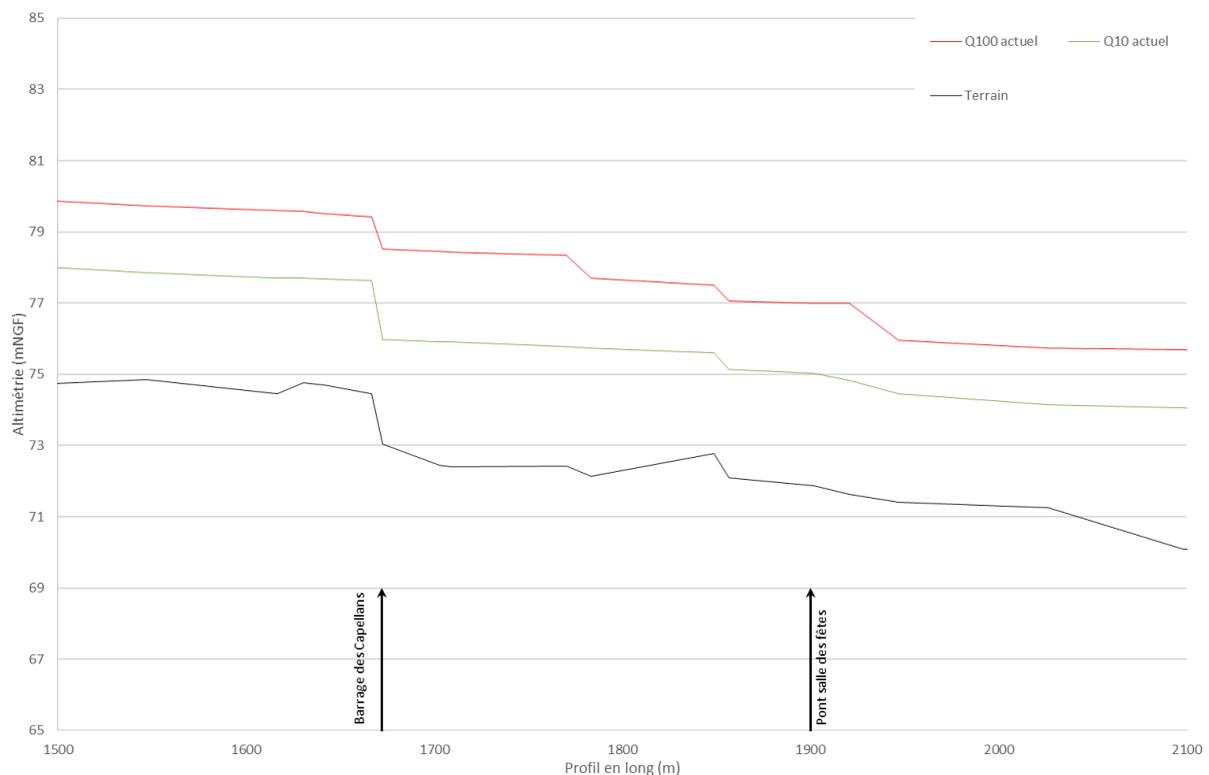


Figure 33 : Profil en long du Gapeau pour une Q10 et Q100

De manière à préciser l'influence du pont de la salle des fêtes sur les écoulements, de nouvelles modélisations ont été réalisées sans sa présence.

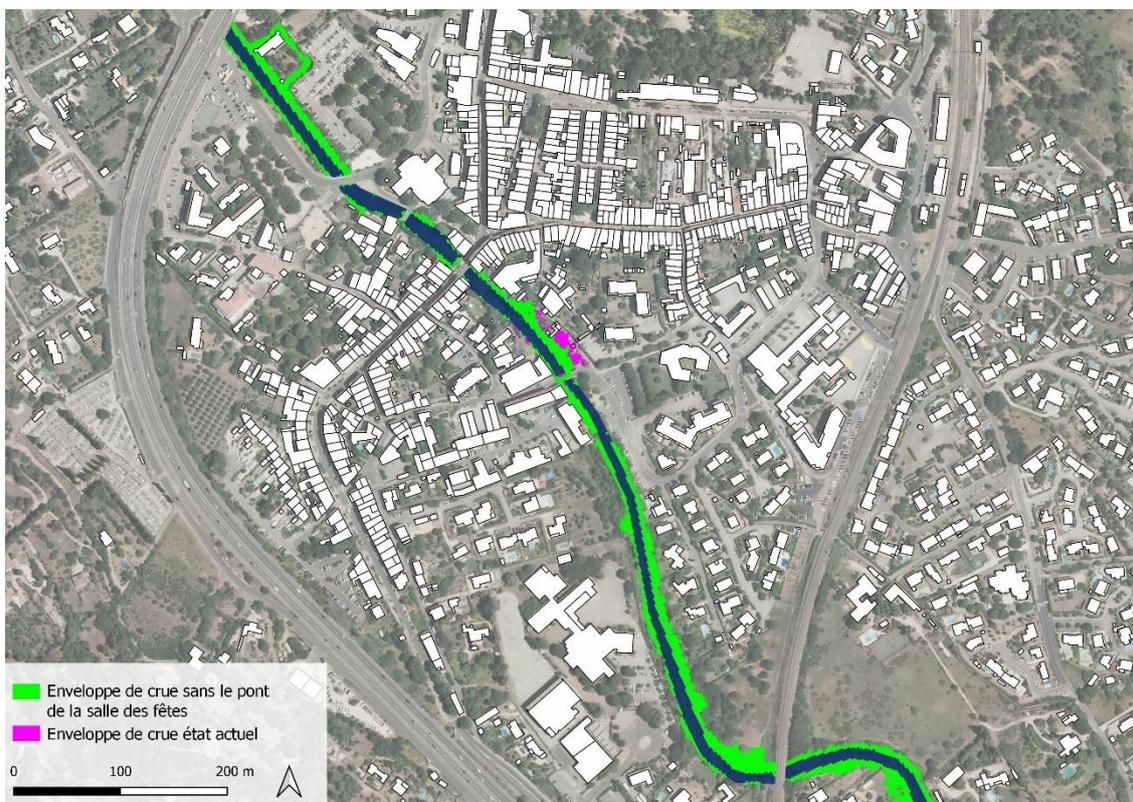


Figure 34 : Différence de l'enveloppe de crue décennale avec et sans le pont de la salle des fêtes



Figure 35 : Evolution des niveaux d'eau pour une crue décennale du Gapeau du fait de la suppression de l'ouvrage de la salle des fêtes

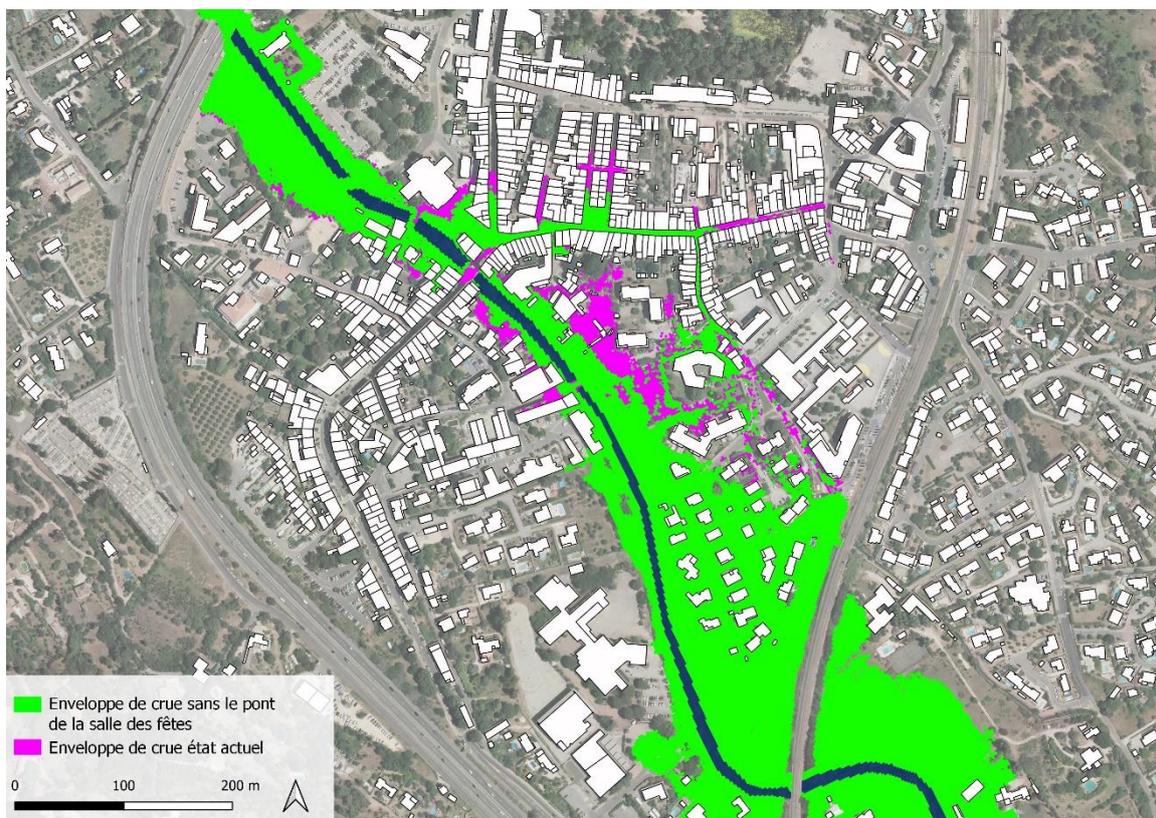


Figure 36 : Différence de l'enveloppe de crue de crue d'occurrence 100 ans avec et sans le pont de la salle des fêtes

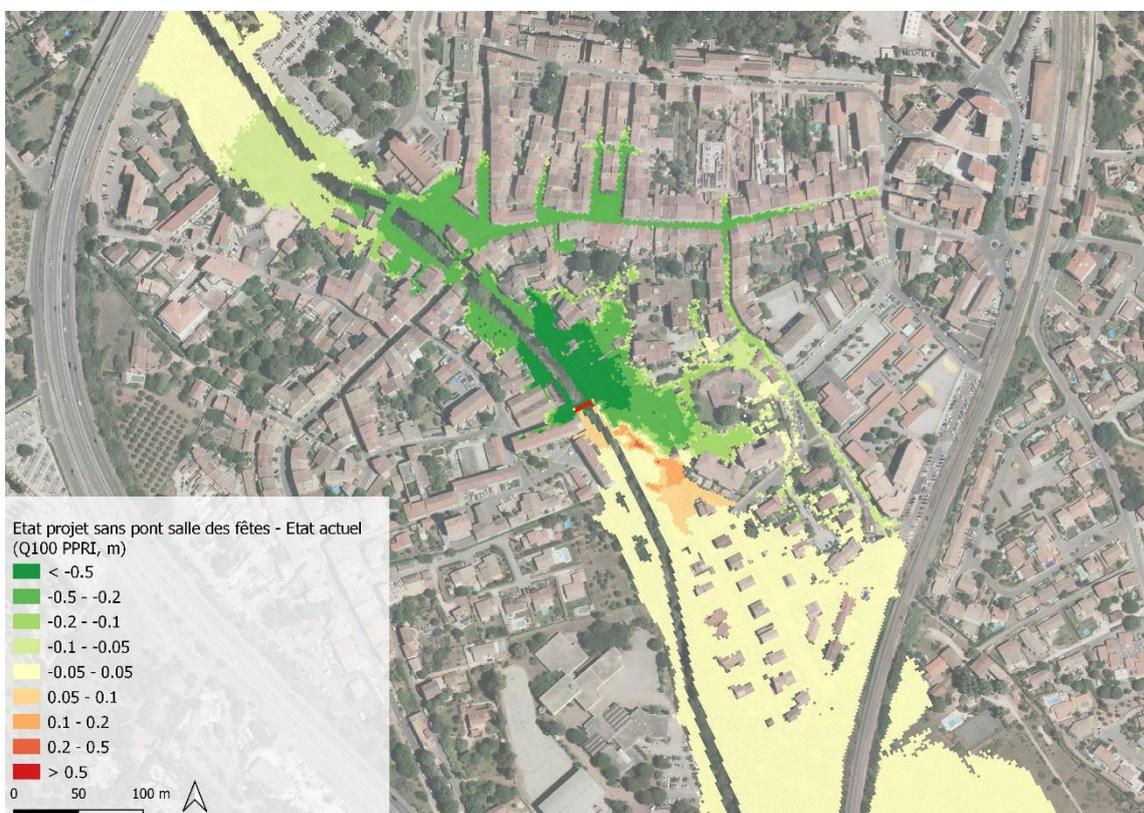


Figure 37 : Evolution des niveaux d'eau de Q100 du Gapeau du fait de la suppression de l'ouvrage de la salle des fêtes

La suppression du pont permet une nette amélioration au niveau des enjeux présents à proximité à savoir :

- ▶ Maison de retraite
- ▶ Habitat installé au niveau de la rue Felix Pey
- ▶ Parkings rive gauche
- ▶ Chemin piétonnier installé en rive gauche

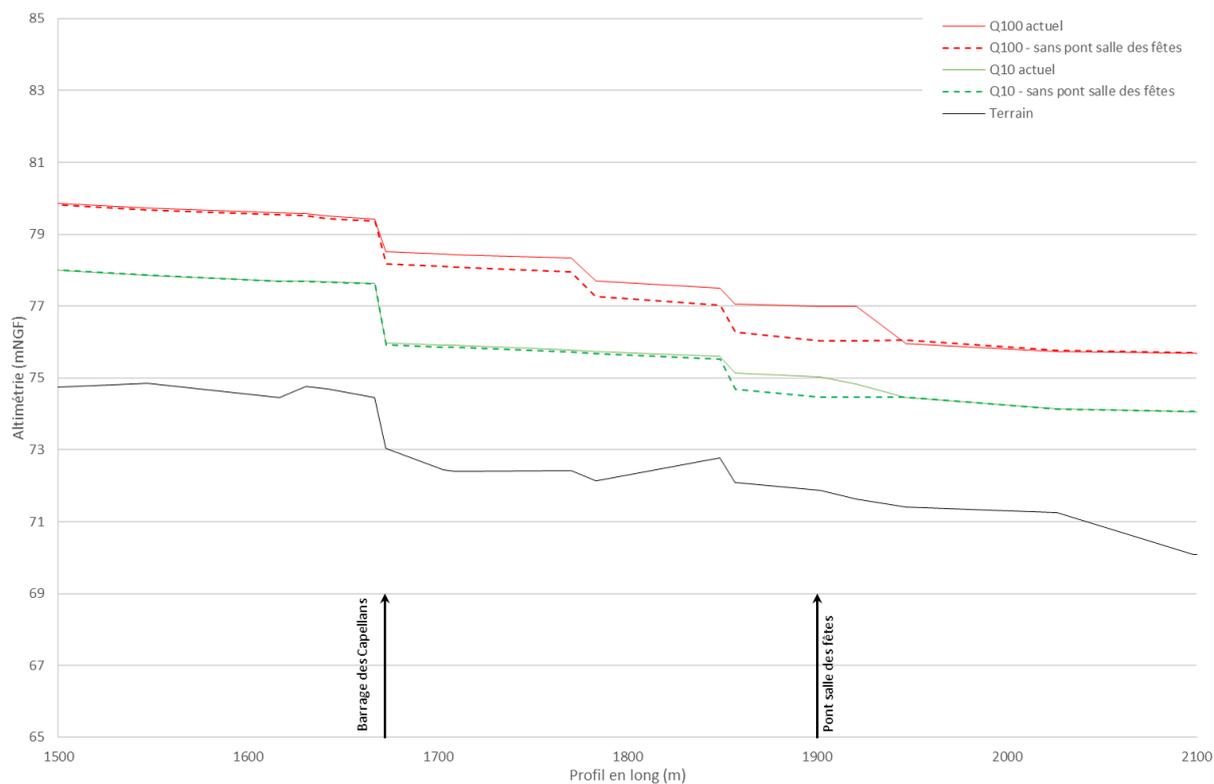


Figure 38 : Profil en long du Gapeau et niveaux d'eau pour l'état actuel et sans le pont de la salle des fêtes – Q10 et Q100

Pour une crue centennale, l'influence du pont avec ou sans sa présence se fait ressentir sur 250 mètres.

Pour un événement de l'ordre décennal, la suppression de l'ouvrage permet de réduire les niveaux d'eau d'environ 50 cm en amont.

Pour un événement de l'ordre centennal, on estime à environ 1 mètre de réduction sans pont.

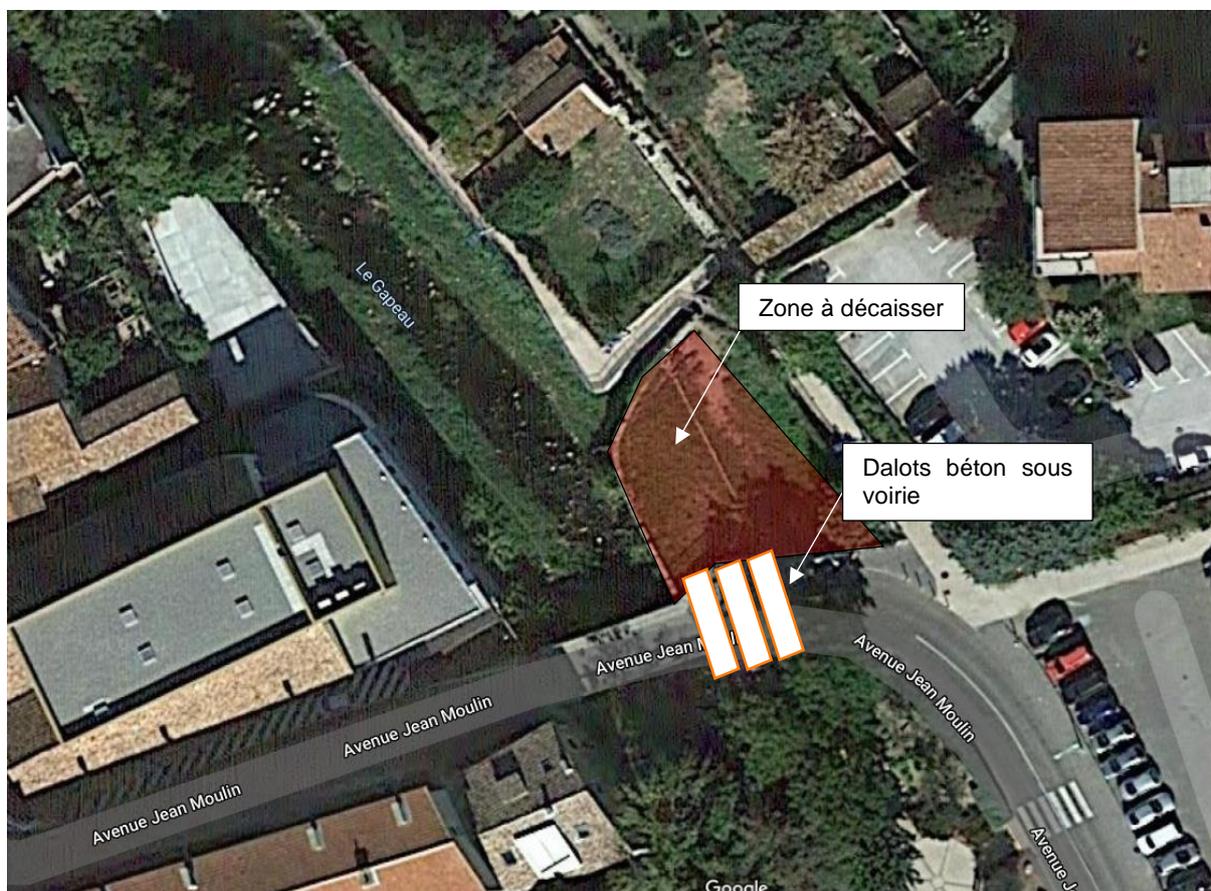
4. Conclusion et premières pistes de restauration

Les résultats obtenus lors de cette première étape sont riches en enseignement et permettent d'orienter les premières pistes d'amélioration de la fonctionnalité et de réduction du risque inondation du Gapeau sur le secteur de Solliès-Pont.

De manière à limiter l'impact du pont de la salle des fêtes sur les écoulements du Gapeau, il peut être envisagé deux solutions :

- ▶ **Solution 1** : Augmentation de la capacité d'écoulement du pont actuel par création d'ouvrages de décharge
- ▶ **Solution 2** : Reprise du pont existant

L'augmentation de la capacité d'écoulement du pont actuel peut être envisagée par la création de dalots en béton sur la rive gauche.



Concernant la solution de reprise du pont actuel, après échange avec les élus de la commune, le pont de la Salle des fêtes pose à ce jour des problèmes d'exploitation. Sa largeur fonctionnelle n'est pas en adéquation avec les aménagements réalisés de part et d'autre de l'ouvrage (difficulté de croisement) créant des problèmes de sécurité.



Figure 39 : Voirie installée sur le pont de la salle des fêtes

La mise en adéquation de l'ouvrage nécessite sa reconstruction complète comprenant le renforcement et l'aménagement nécessaire au niveau des culées. De manière à minimiser les incidences sur les écoulements du Gapeau et sur le milieu naturel, deux types d'ouvrages peuvent être retenus :

- Pont à poutres précontraintes par pré-tension (PRAD).

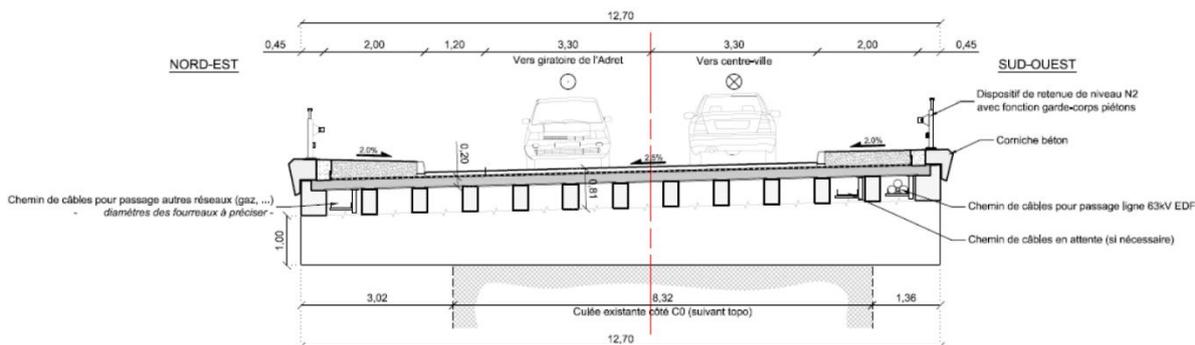


Figure 40 : Exemple de pont PRAD– Pont Adret – SCE 2021

- Poutre en T inversé en béton armé

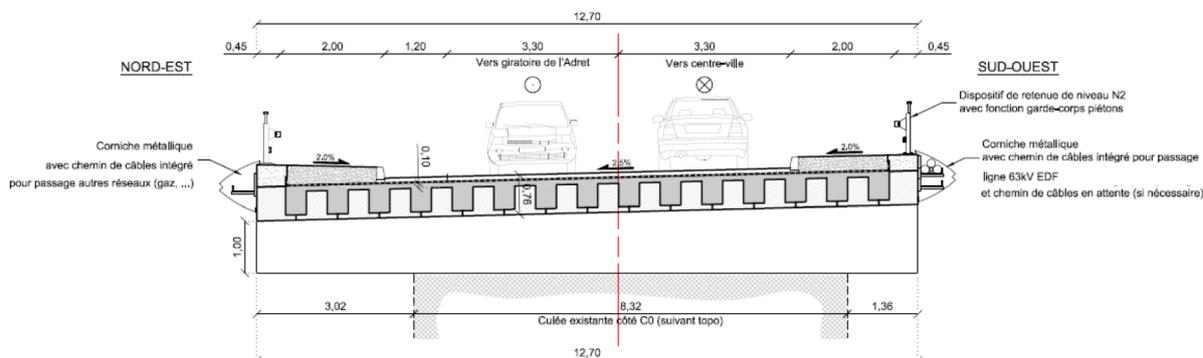


Figure 41 : Exemple de pont en poutres inversés – Pont Adret – SCE 2021

Ce type d'ouvrage permet de s'affranchir de la mise en place d'échafaudages dans le lit de la rivière et d'intervenir principalement depuis la route.

Les coûts associés pour de tels ouvrages sont fortement tributaires des travaux liés aux renforcements des appuis (réalisation de micropieux) et de dévoiements de réseaux (nombreux sur le secteur). A ce stade, la reconstruction du pont de la Salle des fêtes peut être estimée entre 650 k€ et 750 k€ (ouvrage de 11.50 x 16.00 mètres).

Concernant l'amélioration de la transparence hydraulique du remblai ferroviaire, et ainsi limiter la zone d'expansion en amont, des premières pistes de réflexion ont eu lieu lors de l'étude d'EGIS avec notamment la création d'un ouvrage de délestage de 15m de large, dans le remblai actuel de la voie. Les coûts associés à un tel aménagement, évalués entre 5 et 7 M€, prenant en compte les coûts associés à l'arrêt temporaire d'une ligne ferroviaire majeure (liaison TGV entre Marseille et Nice), ne sont pas rentables au vu des gains escomptés (rentabilité évaluée pour un coût de 465 k€ de travaux)

Après échange avec la SNCF au mois de mai 2021 (monsieur GECKELER - Chargé d'Affaires Projets & Relations Tiers PACA), ce type d'opération est également rendu complexe à programmer pour les raisons suivantes :

- ▶ L'initiation d'un tel projet nécessite de se rapprocher de la direction territoriale afin de la présenter et de l'inscrire dans leur calendrier.
- ▶ L'étude préliminaire qui en découlera devra être soumise à la cellule Tiers pour avis et validation qui permettra de dimensionner le projet en termes de ressource et personnel SNCF. Le projet ne présentant aucun avantage pour le domaine ferroviaire, celui-ci sera très certainement classé comme non prioritaire. Les délais annoncés pour inscrire l'étude dans leur plan de charge est de 5 à 8 ans avec la nécessité de prévoir les coupures de circulation (obligatoire pour un tel projet) 3 ans en avance.
- ▶ Malgré ces délais le projet reste soumis à des modifications de planning en fonction de l'arbitrage et la priorisation des autres projets ferroviaires.

Du point de vue morphologique, les mesures qui nous semblent pertinentes pour retrouver un équilibre sédimentaire et spatial plus intéressant pour la dissipation des crues et la qualité des habitats aquatiques sont les suivantes :

- ▶ Redonner une largeur mobilisable plus intéressante au cours d'eau qui permet de progressivement ajuster une morphologie fonctionnelle et équilibrée lors du passage des crues ;
- ▶ Retirer les contraintes latérales (protections de berge et digues) lorsque cela est possible afin de restaurer l'espace de mobilité du cours d'eau et des champs d'expansion de crue ;
- ▶ Supprimer ou aménager les verrous de la mobilité du tracé et du profil en long que sont les ouvrages transversaux lorsque cela est possible ;

En effet, plusieurs secteurs érosifs sont en cours de développement sur le cours d'eau, et il serait intéressant de les laisser se développer et les favoriser dans d'autres secteurs où les enjeux le permettent.

Ces conclusions nous semblent cohérentes avec la définition des EBF réalisée dans le cadre de l'étude de 2018. La figure suivante compare par exemple deux profils, l'un se situant dans un secteur dynamique en cours de reconquête de sa bande active avec la présence d'une ZEC (Profil 1 - 60 m) et l'autre dans un secteur qui reste figé sous l'effet des travaux de chenalisation historique (profil 2 – 65 m).

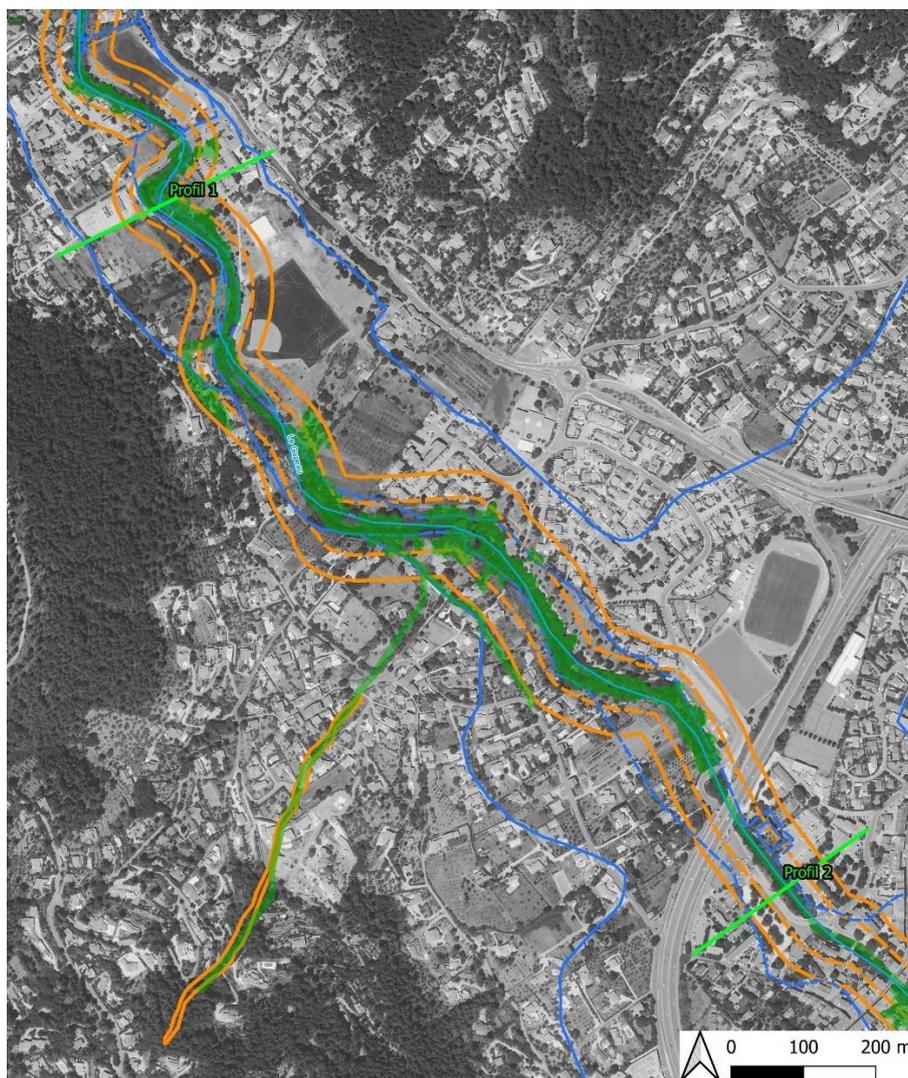
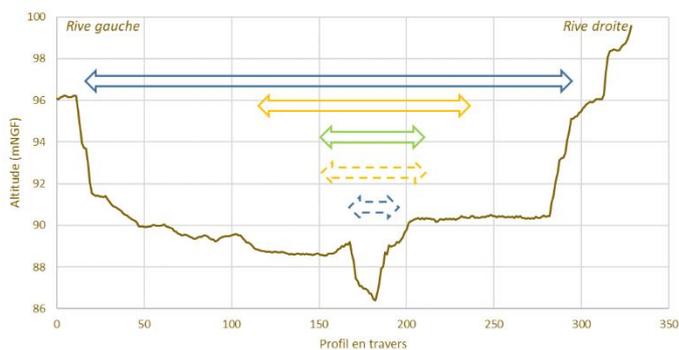


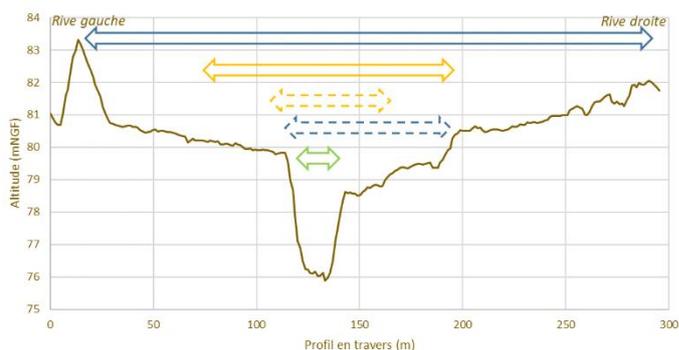
Figure 42 : Comparaison de 2 secteurs du Gapeau en lien avec les EBF (Lidar, Geopika)

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG

ETUDES LOCALES D'AMELIORATION DE LA FONCTIONNALITE DES COURS D'EAU ET DE REDUCTION DU RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »



Profil 1



Profil 2



Cette analyse permet d'apporter plusieurs éléments :

- ▶ La reconquête de l'espace de mobilité par le cours d'eau permet de retrouver une mosaïque d'habitat plus diversifiée et une meilleure qualité des habitats aquatiques qui se traduit directement par un meilleur potentiel écologique ;
- ▶ L'espace d'inondabilité optimal de la plaine reste très large quelle que soit la situation. Néanmoins le fait de redonner une bande active plus fonctionnelle permettra une meilleure dissipation des crues dans le fond de vallée, en particulier pour les aléas les plus forts ;
- ▶ L'analyse permet également de mettre en évidence que si le cours d'eau se cantonne à l'espace morphologique nécessaire (50-70m), comme sur le profil 1, les processus sédimentaires peuvent déjà potentiellement s'exprimer et assurer un équilibre partiel de la morphologie du lit. En revanche, lorsque que l'espace de divagation du cours d'eau est réduit en dessous de 40m, comme c'est le cas pour le profil 2 avec une largeur plein bord de 31 m, la tendance est au sur-calibrage et à la chenalisation du cours d'eau, conduisant à une banalisation des habitats aquatiques.

Cette analyse confirme ainsi l'intérêt de supprimer les contraintes latérales à l'intérieur des périmètres morphologique et hydraulique nécessaire notamment à travers la favorisation des Zones d'Expansion de Crue (ZEC).

A ce titre, une action spécifique au quartier des Sénès est inscrite au PAPI du Gapeau (action FA7-3) avec notamment un objectif d'optimisation du fonctionnement hydraulique et morphologique de la zone d'expansion de crue sur le secteur et la restauration des berges pour retrouver un espace de mobilité.

SYNDICAT MIXTE BASSIN VERSANT DU GAPEAU - SMBVG

ETUDES LOCALES D'AMELIORATION DE LA FONCTIONNALITE DES COURS D'EAU ET DE REDUCTION DU RISQUE INONDATION SUR LE BASSIN VERSANT DU GAPEAU – LOT 4 – « SOLLIES-PONT »



Figure 43 : Synthèse des aménagements prévus dans l'action FA7-3 du PAPI du Gapeau.

Annexes

Table des annexes

Annexe 1 – Résultats modélisation hydraulique

Annexe 1 –Résultats modélisation hydraulique



sce

Aménagement
& environnement

www.sce.fr

GRUPE KERAN