

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

Lot 1 – Real Collobrier dans la traversée de Collobrières

Mission 1 : Expertise hydraulique et hydromorphologique et
analyse du secteur d'étude sur la commune de Collobrières

Octobre 2021

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 1 – « COLLOBRIERES »

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.vignoulle@sce.fr

RAPPORT

TITRE	<i>Etudes locales d'amélioration de la fonctionnalité des cours d'eau et de réduction du risque inondation</i> Lot 1 – Etude locale du Réal Collobrier dans la traversée de Collobrières <i>Rapport d'étude</i>
NOMBRE DE PAGES	113
ANNEXES	1
OFFRE DE REFERENCE	20003769 – Edition 2 – Novembre 2020

SIGNATAIRE

REFERENCE	DATE	REVISION DU DOCUMENT	OBJET DE LA REVISION	REDACTEUR	CONTROLE QUALITE
210030	20/03/2021	Edition 1		ADD / LHM	OVI
210030	13/07/2021	Edition 2	Prise en compte des remarques du client	ADD / LHM	OVI
210030	13/10/2021	Edition 3	Prise en compte des remarques du client	ADD / LHM	OVI

Sommaire

1. Préambule	4
2. Expertise et analyse du secteur d'étude	7
2.1. Analyse des données disponibles	8
2.1.1. Hydrologie et crues historiques	9
2.1.2. Hydraulique	12
2.1.3. Hydromorphologie	15
2.1.4. Enjeux environnementaux	16
2.2. Principaux enseignements des visites de site et de la rencontre des personnes ressources	22
2.3. Analyse morphodynamique.....	24
2.3.1. Collobrières amont : Observations morphodynamiques	24
2.3.2. Collobrières amont : Géométrie plein bord	29
2.3.3. Collobrières amont : Analyse diachronique.....	31
2.3.4. Collobrières amont : Puissances spécifiques et forces tractrices	34
2.3.5. Collobrières amont : Approche du transport solide	35
2.3.6. Collobrières aval : Observations morphodynamiques.....	36
2.3.7. Collobrières aval : Géométrie plein bord	39
2.3.8. Collobrières aval : Analyse diachronique	41
2.3.9. Collobrières aval : Analyse des grandeurs morphodynamiques	43
2.3.10. Collobrières aval : Approche du transport solide	43
3. Réalisation d'une modélisation hydraulique du secteur d'étude.....	45
3.1. Développement du modèle hydraulique	45
3.1.1. Mode opératoire général	45
3.1.2. Débit de référence	48
3.1.3. Conditions aux limites imposées	50
3.2. Calage du modèle hydraulique.....	51
3.2.1. Paramètres de calage retenus	51
3.2.2. Calage du modèle hydraulique.....	54
3.3. Exploitation du modèle hydraulique	58
3.3.1. Caractérisation hauteurs et vitesses maximales atteintes en crue	59
3.3.2. Caractérisation de l'aléa inondation	86
3.3.3. Analyse des digues	91
3.3.4. Impact des ponts	95
3.3.5. Analyse des ZEC.....	109

4. Conclusion et premières pistes de restauration..... 111

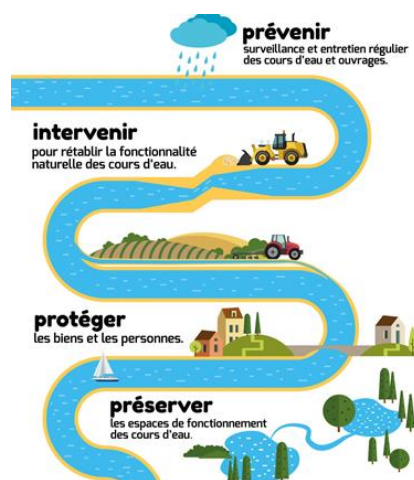
1. Préambule

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, le Réal Martin dans la traversée de Pierrefeu-du-Var et le Réal Collobrier dans la traversée de Collobrières (objet du présent lot 1 : Etude locale du Réal Collobrier dans la traversée de la commune de Collobrières).

Sur le territoire de Collobrières, deux zones ont nécessité d'être analysées finement et notamment le rôle joué par les ouvrages de franchissement du Real Collobrier :

- ▶ Le secteur du « Pont de la STEP » ;
- ▶ Le secteur du « Pont de Vaudrèche » ou « Pont de Sainte Anne »

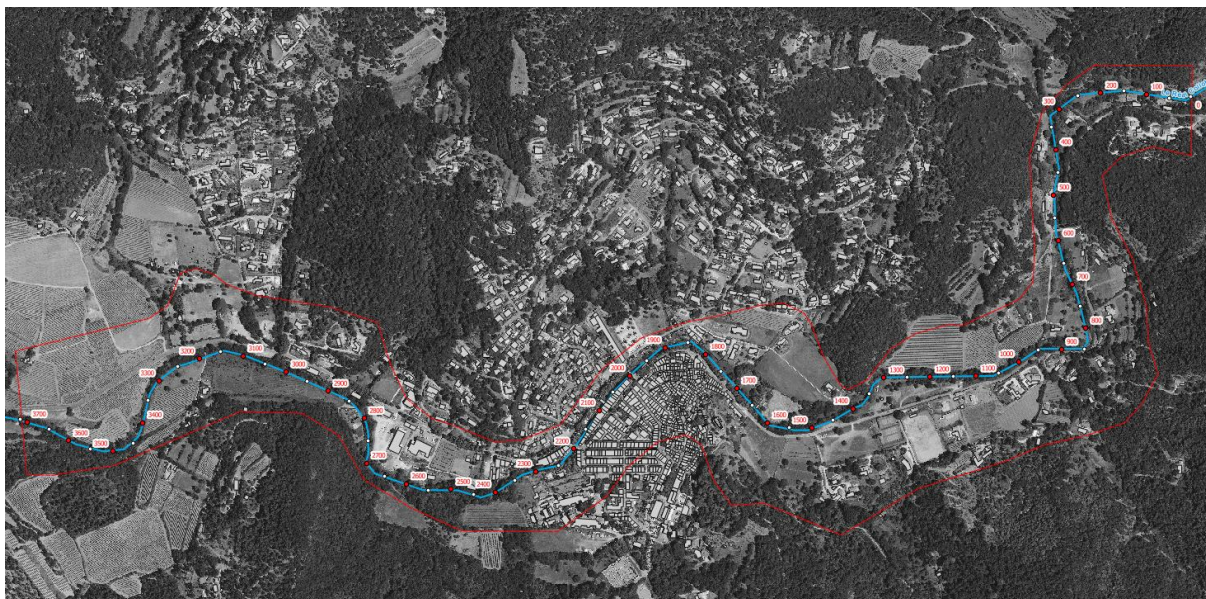


Figure 1 : Secteur d'étude et réseau hydrographique associé concerné par la présente étude.

Sur ce territoire, les ouvrages impactant les crues des cours d'eau sont :

- ▶ Le pont Sainte Anne,
- ▶ Le pont Vieux,
- ▶ Le pont de la RD
- ▶ Le pont au droit de la STEP.

De façon générale, le lit du Real Collobrier est relativement encaissé. Il traverse la commune de Collobrières avec une section en U. Les ouvrages latéraux dans Collobrières réduisent la qualité morphologique du lit. Des pressions latérales (enrochements, remblais, rétrécissement de la section d'écoulement) avec une ripisylve parfois dégradée ou absente sont à déplorer sur certains secteurs.



Au droit du pont de Sainte Anne, ouvrage sensible aux embâcles, une habitation a été inondée 3 fois lors de la dernière décennie (lors des crues de 2011, 2014 et 2019).

Au droit de la STEP, la déchetterie communale mais également deux habitations sont exposées aux inondations du Real Collobrier.

Les analyses menées dans le cadre de l'étude générale ont montré que :

- ▶ Le pont de Saint Anne pourrait être surversé dès une crue décennale,
- ▶ Le pont au droit de la STEP pourrait être surversé dès une crue décennale sans pour autant impacter d'habitats dans un rayon de 100 m aux alentours.

Les objectifs principaux des analyses à mener pour ce lot 1 ont été de :

- ▶ Mieux connaître les dysfonctionnements locaux des cours d'eau
- ▶ Trouver des solutions alliant réduction de l'aléa inondation et amélioration des fonctionnalités des milieux aquatiques.

Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- Préciser l'aléa inondation dans la traversée de la commune de Collobrières,
- Proposer des principes d'aménagement permettant de réduire les niveaux d'exposition aux risques sur les deux secteurs à enjeux suivants : le Pont Sainte Anne et le Pont de la STEP
- Proposer des solutions fondées sur l'environnement permettant d'améliorer la fonctionnalité des cours d'eau (renaturation, reconquête des espaces de bon fonctionnement, etc.)

Cette présente analyse repose sur deux missions bien distinctes :

- Mission 1 : Expertise hydraulique, hydromorphologique et analyse du secteur d'étude
- Mission 2 : Programme d'aménagement et de restauration du secteur d'étude
- Optionnel :
 - Réalisation d'une modélisation hydraulique du secteur d'étude

Réalisation d'une Analyse Multi-Critères (AMC) 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 la ville de Collobrières de produire une note de synthèse du fonctionnement hydraulique et hydromorphologiques du secteur d'étude correspondant au lot 1.

Cette expertise s'appuie 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 permettant d'estimer les débits de pointe de crue pour les 7 occurrences de crue étudiées au cours de l'étude hydraulique
 - 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 ont été multiples et ont dépassé la « simple » problématique hydraulique. Elle a été 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 est nécessaire de contacter les personnes ressources (représentants de la ville de Collobrières, CD83, associations de riverains, ...) pour rapidement 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,
- ▶ 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	Groupe 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 Collobrieres, Pierrefeu et Solliès-Pont
T03	2021		Gapeau relevé du 14/04/2021	HYDROTOPO	SMBVG	Relevs topographiques complementaires sur Collobrieres, Pierrefeu et Solliès-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 Collobrières ont été compilés par thématique :

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

2.1.1. Hydrologie et crues historiques

L'étude de EGIS s'est intéressée à l'hydrologie à l'échelle du bassin versant du Gapeau. Pour ce faire les enseignements de l'étude hydrologique menée par le groupement SCE-Aquaconseils en 2015 ont été valorisés notamment par exploitation du modèle Pluie-débit HEC-HMS. L'objectif du développement du modèle hydrologique était d'atteindre les débits de pointe de la Banque Hydro au droit des stations pour différentes occurrences de crue à partir des hydrogrammes de crue utilisés dans la définition du PPRI.

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 Collobrières, le modèle s'est basé sur la crue de janvier 2014 qui correspond à une crue supérieure à une crue d'occurrence cinquantennale mais qui reste inférieure à une crue d'occurrence centennale.

L'hydrogramme de crue de Janvier 2014 pour le Réal Collobrier au niveau du Pont du Fer est présenté ci-dessous. Le débit de pointe a été estimé à 168 m³/s (Source : EGIS 2019)

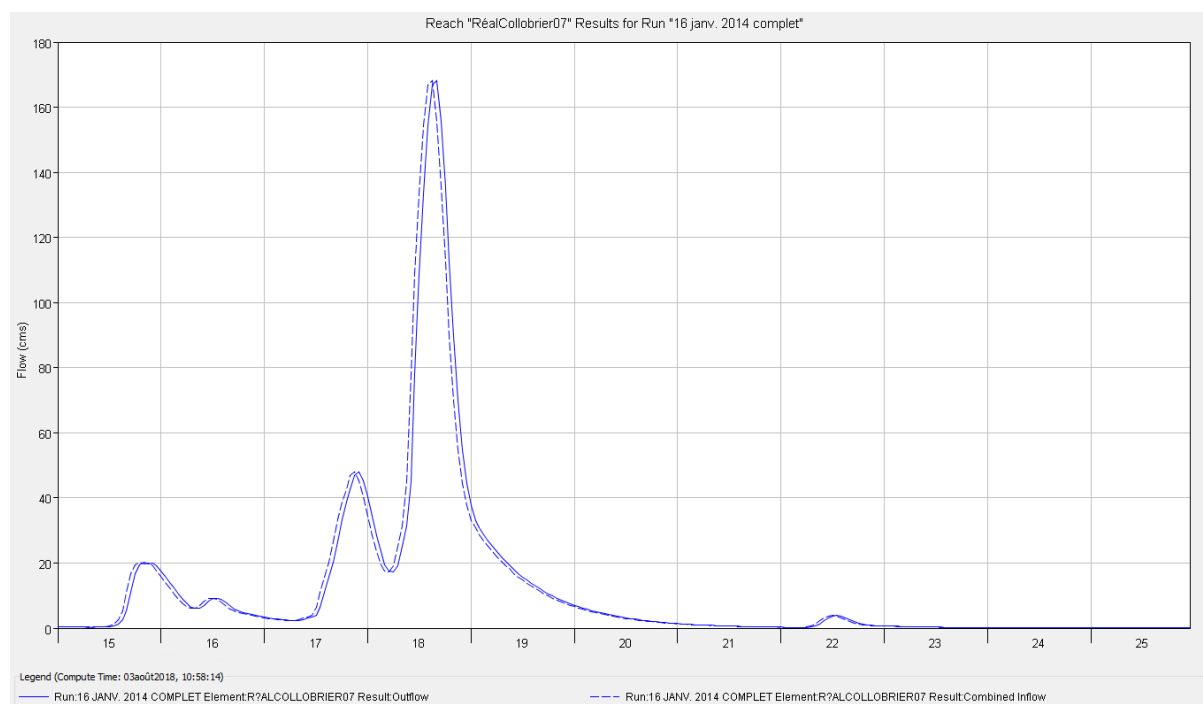
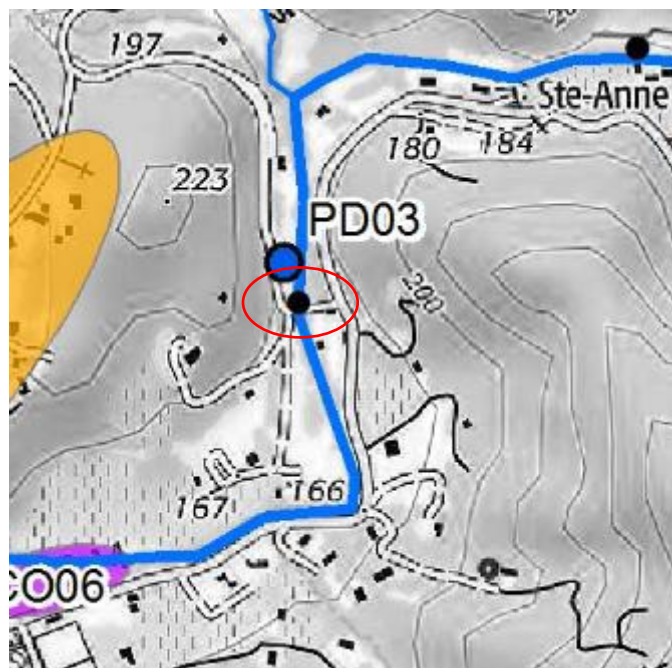


Figure 2 : Hydrogrammes pour la crue de Janvier 2014 du réal Collobrier au Pont de fer (Source : EGIS)

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

► **Amont du centre urbain**

En amont du centre urbain, une zone de dysfonctionnement hydraulique a été identifiée au niveau du pont de Saint Anne localisée en rouge sur la figure suivante.



Dans ce secteur, une maison est située en rive droite en amont de l'ouvrage de franchissement. Cette maison a été touchée à plusieurs reprises par les inondations du Réal Collobrier (2011, 2014 et 2019).



► Aval du centre urbain

Un deuxième secteur exposé au risque d'inondation se situe en aval de la traversée urbaine de Collobrières au niveau de la STEP. Sur ce secteur, plusieurs enjeux sont exposés aux inondations par débordement du Réal Collobrier : la STEP, la déchèterie communale et 2 habitations.

. Sur le Réal Collobrier, l'IRSTEA dispose de statistiques robustes sur l'aléa (plus de 50 ans de mesures). Au pont de fer, les dernières crues importantes sont :

- 1968 : 150 m³/s
- 2011 : 170 m³/s
- 2014 : 200 m³/s (Cette mesure reste cependant une estimation des débits car l'appareil de mesure a eu un dysfonctionnement pendant l'évènement) .
- 2019: 77 m³/s (correspondant à un évènement supérieur à une crue décennale)

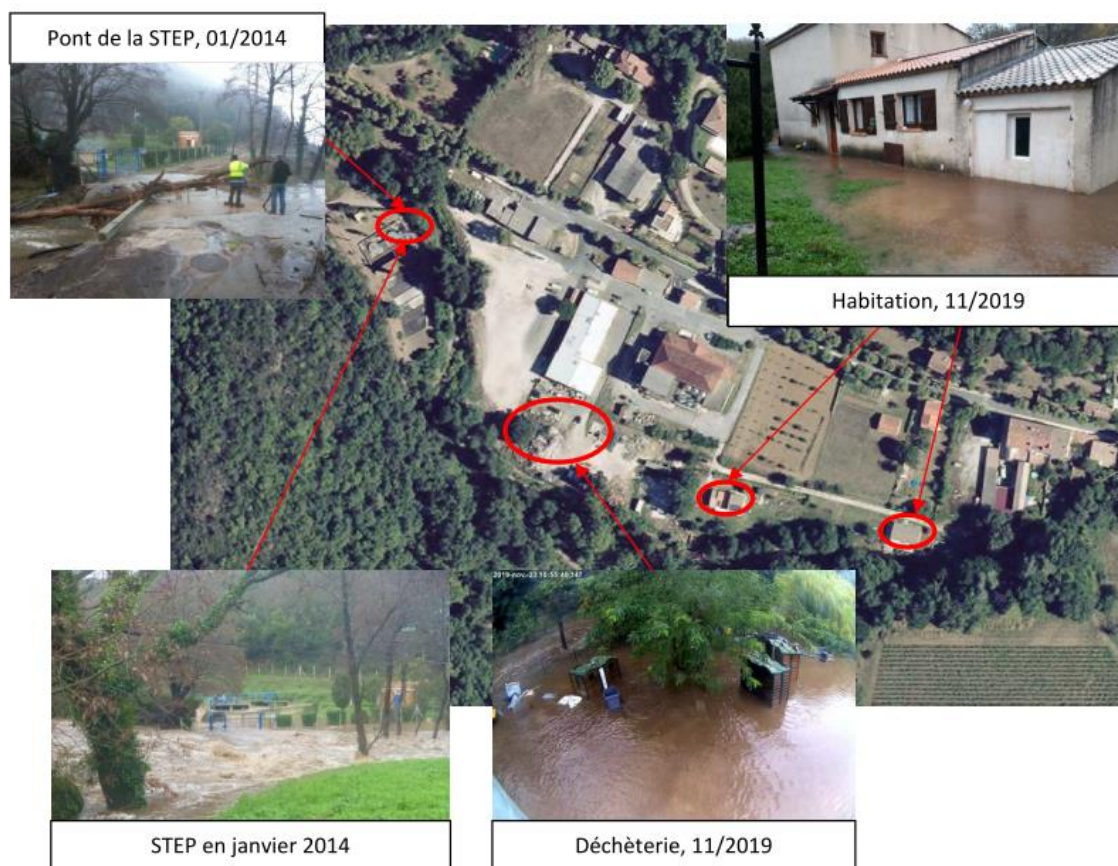
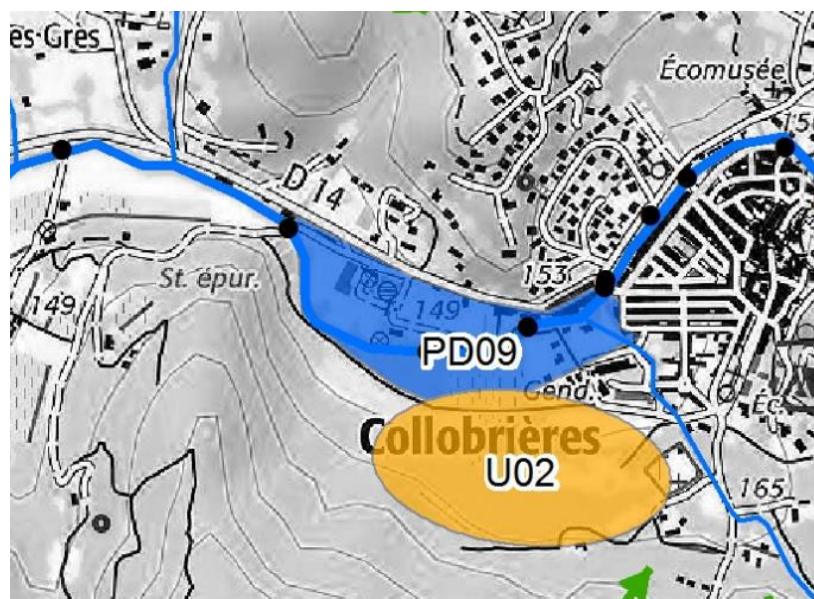


Figure 3 : Localisation des principaux enjeux impactés par le réal Collobrier en crue

Concernant l'hydrologie connue sur le secteur d'étude, le tableau présenté ci-après récapitule les débits de pointe apparaissant dans l'étude EGIS au droit de la station hydrométrique du pont de Fer (70.6 km² drainés) pour sept périodes de retour de crue : 2, 5, 10, 20, 30, 50 et 100 ans.



Figure 4 : Localisation de la station hydrométrique par rapport au secteur d'étude

Les débits spécifiques correspondant ont été calculés (rapport du débit sur l'emprise drainée affectée d'une puissance 0.8), exprimés en m³/s/km^{1.6}.

BV	Surface drainée	Périodes de retour						
		2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
Réal Collobrier à Pierrefeu (Pont de fer)	70.6 km ²	33	57	72	87	96	106	215
Débit spécifique (m ³ /s/km ^{1.6})		1.10	1.89	2.39	2.89	3.19	3.52	7.14
BV amont zone d'étude	22.4 km ²	13.2	22.8	28.7	34.7	38.3	42.3	85.8
Bv intermédiaire	3.9 km ²	3.3	5.6	7.1	8.6	9.5	10.4	21.2
BV aval (Ruisseau des Vaucanes)	4.1 km ²	3.4	5.8	7.4	8.9	9.9	10.9	22.1

Tableau 1 : Débit de pointe de crue du Real Collobrier estimé à partir des débits calculés au Pont de fer (m³/s).

2.1.2. Hydraulique

2.1.2.1. Détermination des débits de plein bord et analyse des ZEC

Dans le cadre des « études pour la définition d'une stratégie de réduction de l'aléa inondation et détermination des zones naturelles d'expansion de crues du BV du Gapeau » menée par SCE et AQUA Conseils en 2016 [E02], complété par EGIS en 2019 [E01], sur le secteur d'étude, 1 ZEC est identifiée.

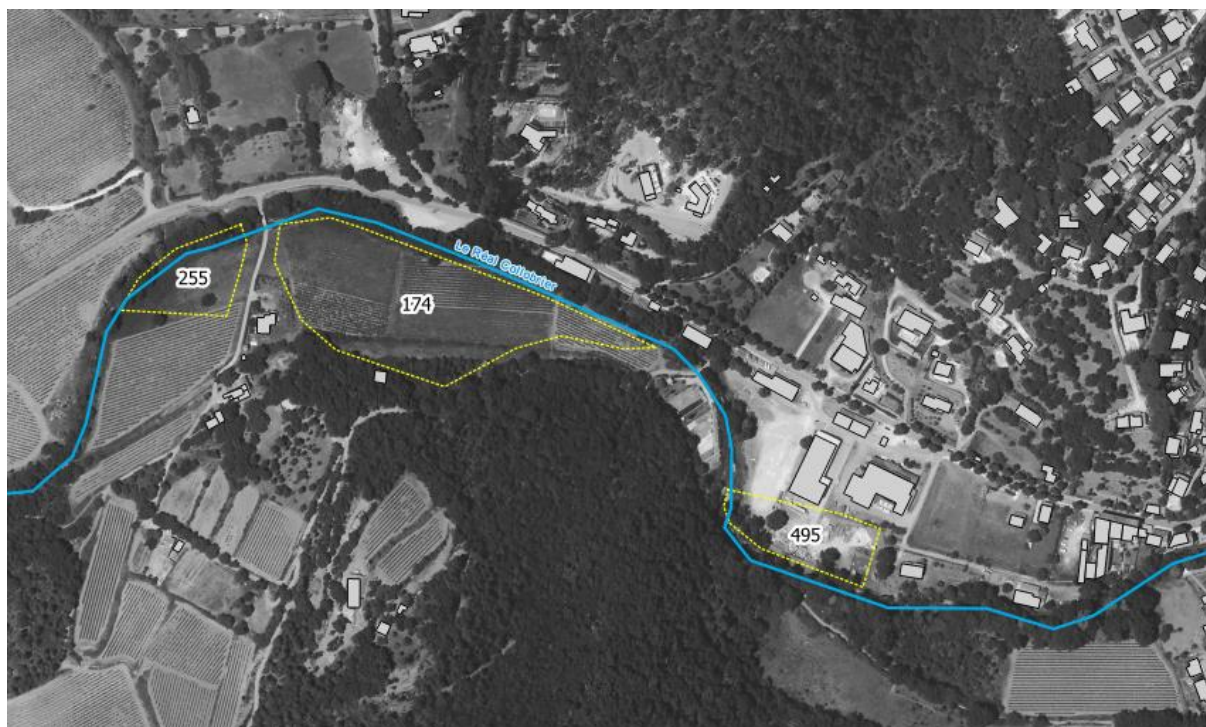


Figure 5 : Localisation des ZEC à proximité du secteur d'étude - secteur du pont de la STEP (source EGIS [E01]). Seule la ZEC 25 est protégée dans le cadre du SAGE. Les ZEC 174 et 495 ont été extraites de l'analyse d'EGIS suite à la concertation des communes après l'étude SCE AQUA-Conseil dans le cadre du SAGE. Ces ZEC présentaient un enjeu incompatible

L'analyse hydraulique menée par EGIS a ainsi permis d'évaluer :

- ▶ Les débits de plein bord correspondant aux débits limites avant débordement. Ils permettent ainsi de déterminer les débits d'entrée en fonctionnement des ZEC en l'état actuel.
- ▶ Le volume capable d'être amorti par la ZEC en crue en l'état actuel, sans aménagement, pour différentes occurrences de crues selon l'approche SCE et EGIS.

ZEC	Débit de plein bord (m ³ /s)	T (ans)	Volume mobilisé pour Q10 (en m ³)	Volume mobilisé pour Q100 (en m ³)	Volume capable en l'état (SCE) (en m ³)	Volume de crue décennal (en m ³)	Efficacité en l'état pour Q10 (en %)	Volume de crue centennal (en m ³)	Efficacité en l'état pour Q100 (en %)
255	64	10 ans	Non mobilisé	148	2 634	Non mobilisé	Non Mobilisé	5 106 333	0.00%

A partir de ces résultats, une note globale d'efficacité a été attribuée pour les crues d'occurrences 10 et 100 ans selon la grille suivante :

Note (/5)	Efficacité Q10	Efficacité Q100
1	ZEC non mobilisée	/
2	<1%	<1%
3	Entre 1% et 5%	Entre 1% et 5%
4	Entre 5% et 10%	Entre 5% et 10%
5	>10%	>10%

Sur le secteur d'étude, la seule ZEC identifiée est notée 3 présentant ainsi un intérêt modéré à fort. En parallèle, EGIS s'est attardé à l'étude de l'aménagement (par terrassement) de ces ZEC de manière à améliorer leur efficacité. Sur le secteur d'étude, aucuns travaux d'aménagement n'est possible (problématique de profondeur de nappe alluviale)

2.1.2.2. Analyse de digues

Sur le bassin versant du Gapeau, près de 200 km de digues ont été recensées.

La majorité de ces ouvrages sont des merlons de terres installés en terrain agricole et ont pour objectif principal de contenir les crues les plus fréquentes ayant un impact fortement érosif sur les parcelles agricoles.

Sur la commune de Collobrières, il est recensé environ 500 mètres de murs, installés dans la traversée de Collobrières, considérés comme de potentiels ouvrages de protection contre les inondations selon EGIS.

Légende

Digues recensées par EGIS :

- inf à 1m
- sup à 1m



Figure 6 : Localisation des digues recensées dans le cadre de l'étude d'Egis.

ID Digue	Linéaire	Classe hauteur	Débit submersion	Rive
229	170	<1m	209	Gauche
230	105	<1m	205	Gauche
231	30	<1m	205	Gauche
232	48	<1m	205	Droite
233	144	<1m	205	Droite
234	24	<1m	205	Droite

L'analyse de l'opportunité pour le syndicat à intégrer ces ouvrages en système d'endiguement est présentée au chapitre 3.

Le Réal Collobrier est un système de taille importante à l'échelle du bassin (16,9 % de la surface totale du bassin versant). Sa vallée s'est constituée à la faveur d'un jeu de failles orientées Est-Ouest qui draine le flanc sud du massif des Maures.

Le couple lit mineur/moyen y est assez encaissé, le lit majeur présente une pente transversale forte, et est parfois surmonté d'un lit majeur exceptionnel (indiquant une certaine incision à l'échelle de quelques siècles). Autour du bourg, la vallée s'ouvre à la faveur de roches plus tendres, la plaine alluviale atteint les 150 m de large en moyenne, et de nombreux ravins et vallons dissèquent les versants. Ils forment au débouché dans la vallée des cônes ou glaciaires de colluvions inondables par leurs écoulements, plusieurs enjeux étant concernés. Une partie du centre-ville est installée dans le lit majeur et dans cette traversée, le lit mineur est recalibré. En aval du bourg, un lit moyen plus marqué se forme.

La station d'épuration y est construite, dans un secteur de verrou qui resserre la plaine alluviale à une soixantaine de mètres. A l'ouest de ce verrou affleurent les terrains sédimentaires permien (sous la forme d'une bande allongée jusqu'à Pierrefeu, encadrée par des failles) dans lesquels le Réal Collobrier a façonné sa vallée.

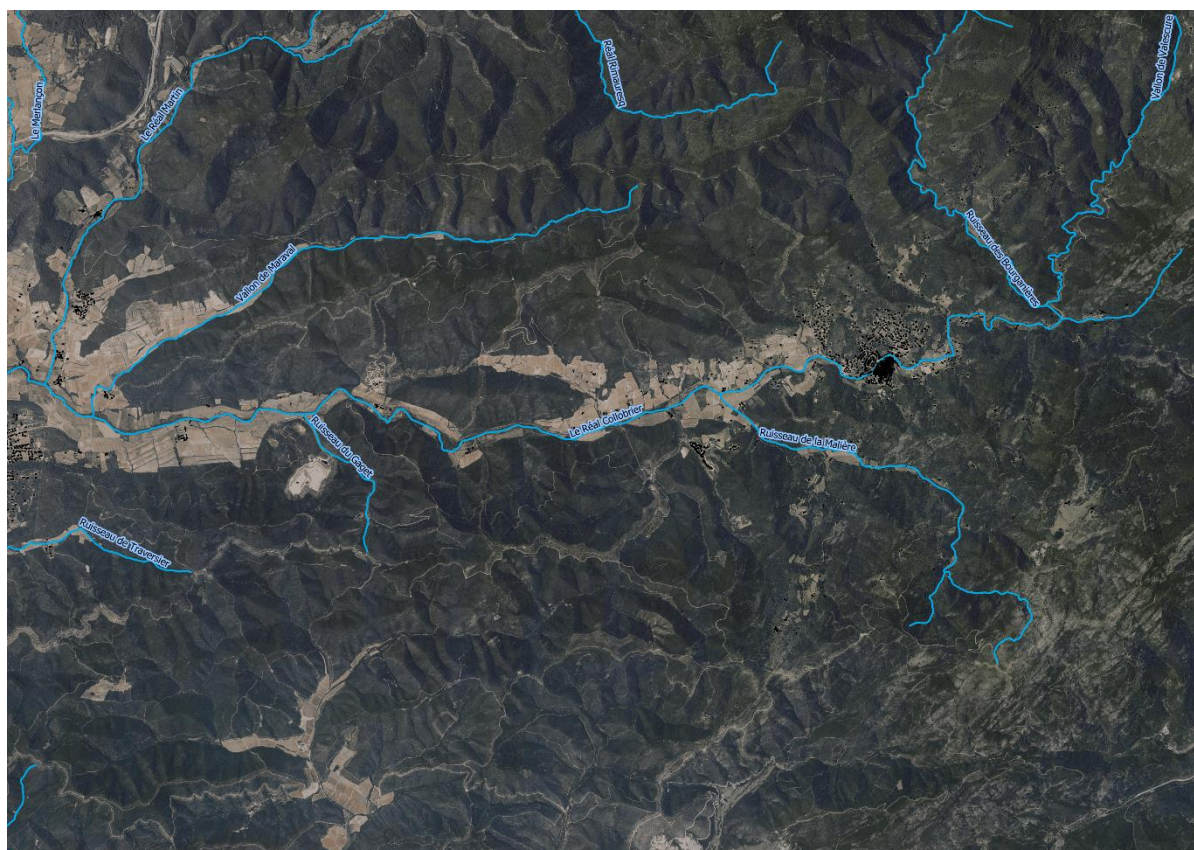


Figure 7 : Réseau hydrographique du Réal Collobrier

2.1.4. Enjeux environnementaux

2.1.4.1. 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. Le secteur d'étude s'insère à proximité de :

- ▶ 2 zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique
 - « ZNIEFF de type 2 – Maure »
 - « ZNIEFF de type 1 – Vallée du Réal Collobrier »
- ▶ La zone NATURA 2000 de la plaine et le massif des maures (FR9301622), Zones Spéciales de Conservation (ZSC), visant la conservation des types d'habitats et des espèces animales et végétales (directive « Habitats »).

Le bureau d'étude Lindenia, lors de prospections terrain à travers le bassin versant a pu recenser la faune patrimoniale suivante :

- ▶ Cistude d'Europe
- ▶ Tortue Hermann (classé « en danger » depuis 1990 dans la liste rouge de l'UICN. Cette espèce semble majoritairement présente sur l'ensemble du bassin versant du Gapeau.
- ▶ Le Murin de Bechstein (classé « quasi-menacé » sur la Liste rouge nationale et Européenne. On la retrouve proche de la ripisylve préservée et en bon état sur l'amont du Gapeau, l'amont du Réal Martin par exemple).
- ▶ L'Ecrevisse à pieds blancs (classé « vulnérable » en liste rouge France et « en danger » en Liste rouge Mondiale. Celle-ci ne semble plus être présente que sous la forme de populations délictueuses sur les ruisseaux affluents du haut Gapeau).
- ▶ L'anguille (classé « en danger critique d'extinction » sur la liste rouge UICN et « Vulnérable » sur la Liste rouge France. Afin de préserver l'espèce, un plan de gestion national de gestion de l'anguille est en place sur l'ensemble du bassin versant du Gapeau. L'anguille tout comme les espèces piscicoles sont impactées par la présence de nombreux ouvrages qui sont problématiques pour la montaison ou la dévalaison de ces espèces).
- ▶ Barbeau méridional (classé « quasi-menacé » selon la liste rouge IUCN. On la retrouve essentiellement sur le bassin versant du Réal Martin et peu localisée sur le Gapeau).
- ▶ Blageon

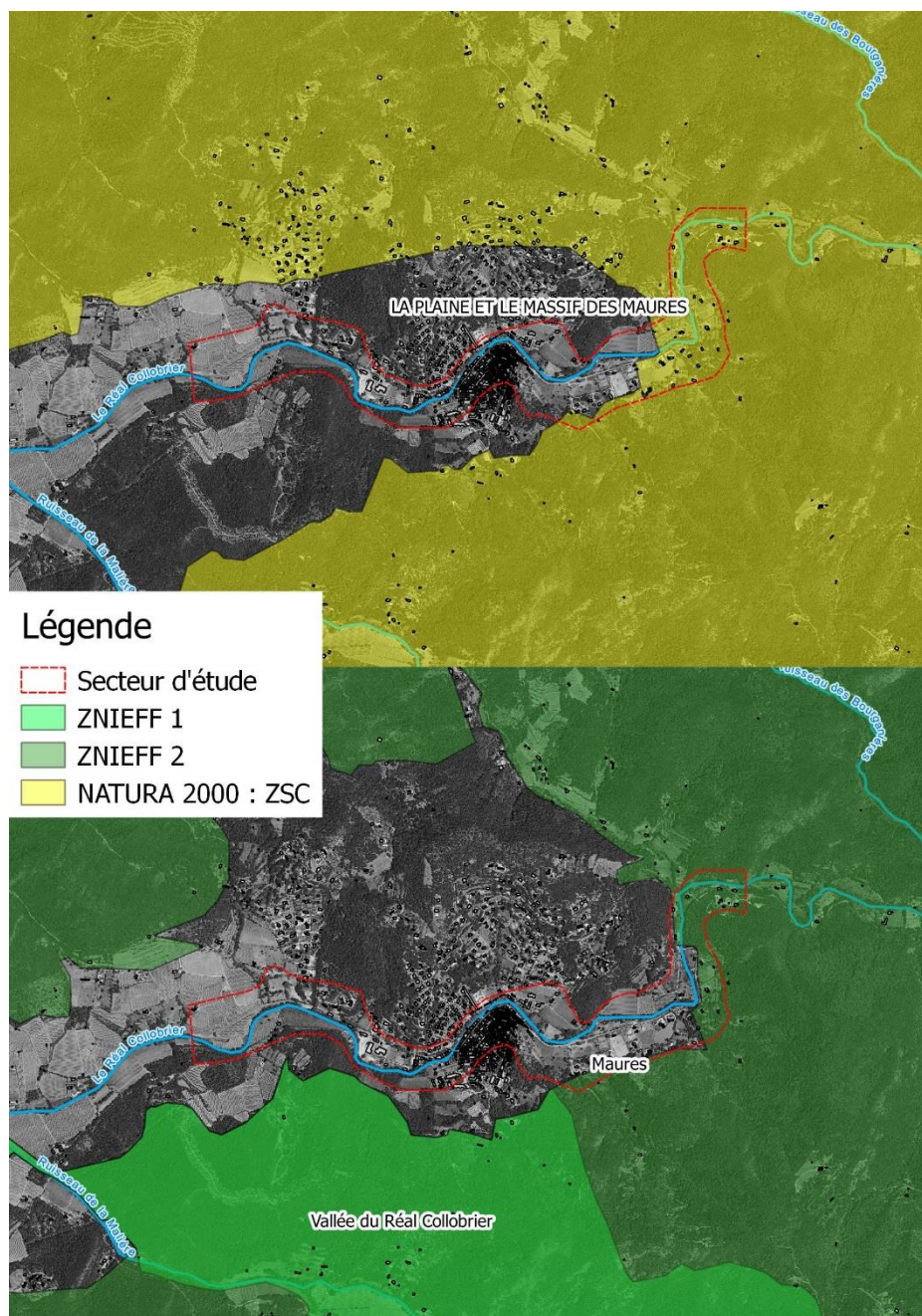


Figure 8 : Localisation des sites de protection à proximité du secteur d'étude

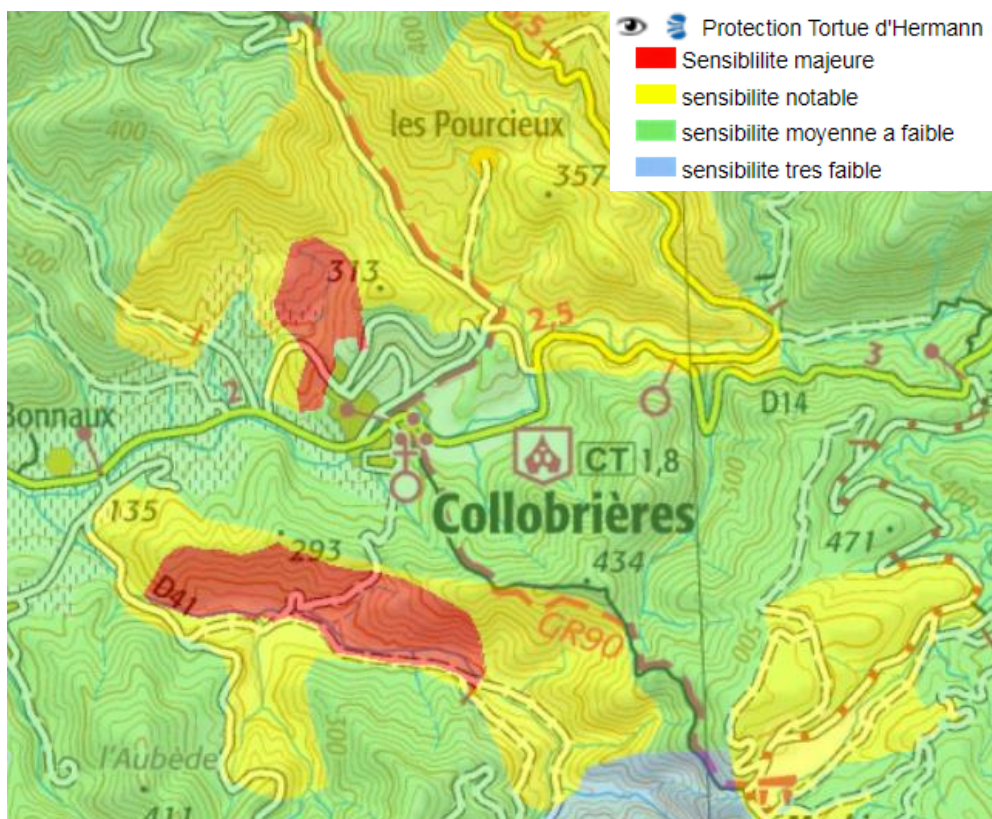


Figure 9 : Carte de sensibilité de la tortue d'Hermann dans le secteur de Collobrières

2.1.4.2. Etat de la ripisylve

La ripisylve (ou végétation rivulaire) assurent 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 de 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.

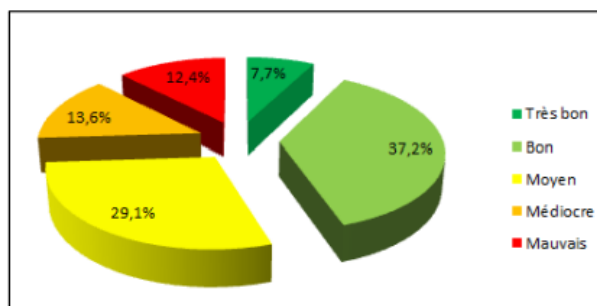


Figure 10 : Etat d'altération de la ripisylve sur le bassin versant du Gapeau (source : Lindénia)

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.

Sur le secteur d'étude, LINDENIA identifie la présence d'une ripisylve globalement en mauvaise état sur toute la traversée de Collobrières (absence quasi totale de ripisylve) et présentant de nombreuses espèces envahissantes (principalement canne de Provence).

Dans son ensemble, il est identifié une ripisylve assez étroite (1 à 5 m), composée majoritairement d'Aulnes, d'Ormes et de peupliers hybrides assez mature présentant de nombreuses discontinuités.

De nombreuses espèces envahissantes sont identifiées à savoir principalement :

- ▶ De la Canne de Provence,
- ▶ De l'Ailante Glanduleux,
- ▶ Et du Robinier.

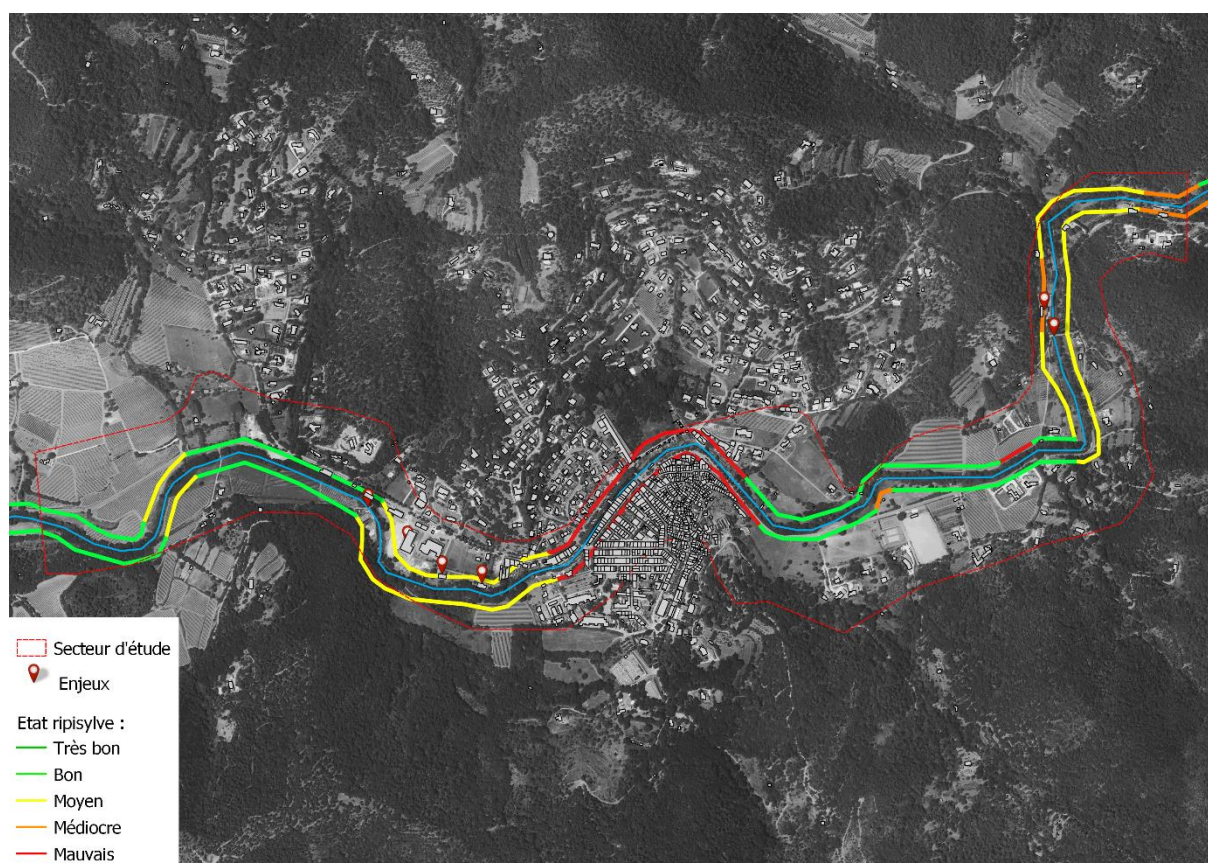


Figure 11 : État de la ripisylve identifié par LINDENIA en 2015.

Une station de suivi de la qualité de l'eau a été mise en place par l'Agence de l'eau 800m en amont de la commune, à proximité du pont Sainte Anne. La station nous informe que le Réal Collobrier est en bon état écologique et chimique en 2019. Cet état semble être atteint depuis l'année 2014 et ne semble pas avoir évolué depuis.

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 1 – « COLLOBRIÈRES »

	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013
Physico-chimie								
Bilan de l'oxygène	BE	BE	BE	BE	BE	BE	TBE	TBE
Température		IND	IND	IND	IND	IND	IND	IND
Nutriments azotés		TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
Nutriments phosphorés		BE	BE	BE	TBE	TBE	TBE	TBE
Acidification		BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE
Polluants spécifiques		BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE
Biologie								
Invertébrés benthiques		TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
Diatomées		TBE	TBE	TBE	TBE	BE	BE	TBE
Macrophytes		BE	BE	BE	TBE	TBE	TBE	BE
Poissons								
Hydromorphologie								
Pressions Hydromorphologiques								
Etat écologique		BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE
Potentiel écologique								
ETAT CHIMIQUE		BE	BE	BE	BE	BE	BE	MAUV

Figure 12 : Résultats à la station de mesure de la qualité des eaux superficielles de Collobrières (Code station : 06200700)

2.1.4.3. Continuité écologique

La continuité écologique du Réal Collobrier est bonne en général. La société EGIS classe le cours d'eau comme ayant une bonne continuité écologique sur l'ensemble de son linéaire. Cependant, lorsque celui-ci traverse la commune de Collobrières, celui-ci est déclassé en Médiocre. Cela peut s'expliquer par le fait que le cours d'eau est encaissé dans un lit mineur bétonné et non naturel. De plus une succession d'ouvrages est présents dans la traversée de la commune. Ces ouvrages ne sont pas limitants pour des crues fréquentes, cependant ils ralentissent le transit hydraulique et sédimentaire du Réal Collobrier.

Beaucoup de pression sont également exercées sur le cours d'eau, comme la présence d'ouvrages transversaux, de protections de berge dans la commune de Collobrières. Ces pressions limitent la qualité des habitats sur ce secteur.

Plus en aval, les endiguements sont plus nombreux de la sortie de Collobrière jusqu'au Pont de fer, ce qui a favorisé les incisions. Il y a beaucoup d'agriculture et notamment de viticulture. Le lit dans ce secteur est encaissé avec de forte pente (>0.6%) ce qui favorise le transport solide. On retrouve donc un secteur classé en continuité écologique bonne jusqu'à sa confluence avec le Réal Martin.

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 1 – « COLLOBRIÈRES »

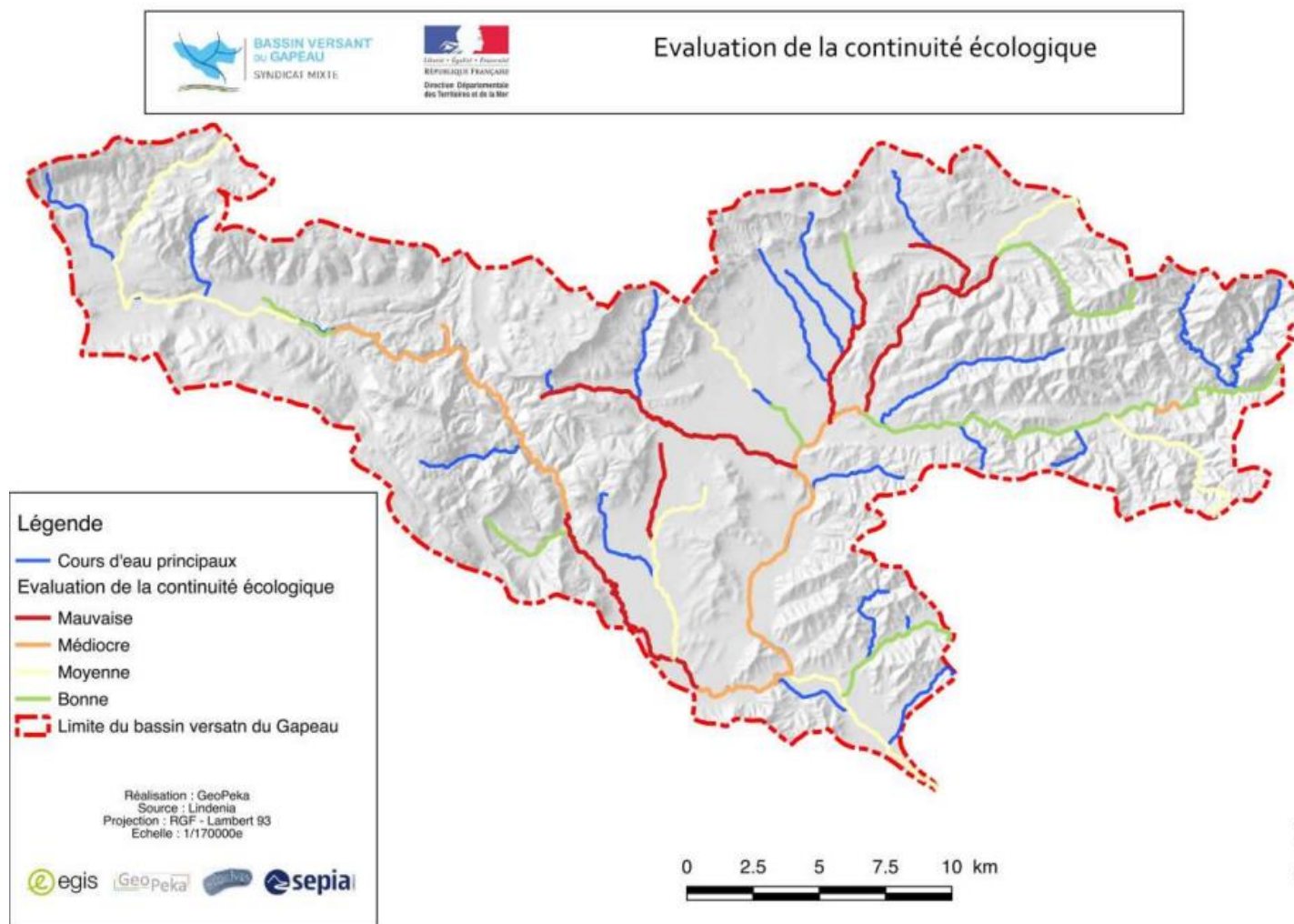


Figure 13 : Evaluation de la continuité écologique à travers le bassin versant du Gapeau (Source : EGIS)

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

Les derniers événements récents ayant impacté la commune sont ceux de 2011, 2014 et 2019.

Lors de ces événements 4 secteurs ont été durement touchés :

- ▶ La maison des propriétaires HOURCOURIGARAY située en amont rive droite du pont de Saint-Anne.
- ▶ La maison des propriétaires CIMAN située en rive droite à la sortie de la traversée urbaine de Collobrières en amont de la Déchetterie.
- ▶ La maison des propriétaires VAISSE située en aval direct de la propriété des CIMAN.
- ▶ La déchetterie située en rive droite en amont direct de la STEP.



Figure 14 : Localisation des principaux enjeux

ID	NOM
1	Propriétaires HOURCOURIGARAY
2	Pont Saint-Anne
3	Propriétaires CIMAN
4	Propriétaires VAISSE
5	Déchetterie
6	Pont de la STEP

Les informations récoltées auprès des élus de la commune (Mme LAPREE- DST ; M. ARMANDI adjoint au maire) sont les suivants :

- ▶ 2011 : la station de pompage de la STEP a été submergée
- ▶ 2014 : lors de cet événement, le pont de la STEP a été complètement noyé

- ▶ 2019 : pas de dégâts importants ont été recensés sur la zone de la déchetterie réaménagée suite à la crue de 2014 en déplaçant les installations en dehors de la zone inondable.

Dans la traversée de Collobrières, seuls les caves et les sous-sols de certaines propriétés installés en bordure de cours d'eau sont inondés.



Figure 15 : Exemple de sous-sol pouvant être inondés dans la traversée de Collobrières

Monsieur CIMAN, propriétaire depuis 1994, indique avoir perdu près de 400 m² de terrain par érosion des berges à la suite de ces trois crues. L'érosion et la perte de terrain se fait exclusivement en rive droite, la rive gauche étant fixée par le substratum rocheux.

Les hauteurs d'eau relevées sur sa propriété sont :

- ▶ 2011 : 50 cm au garage. Arrivée d'une vague selon le propriétaire
- ▶ 2014 : 35 cm au garage. Arrivée d'une vague selon le propriétaire
- ▶ 2019 : 5 cm d'eau

Monsieur VAISSE, propriétaire depuis 1987, indique quant à lui ne pas avoir perdu de terrain lors de ces événements, les berges étant plus douces et moins sensibles aux phénomènes d'érosions.

Les hauteurs d'eau relevées sur sa propriété sont :

- ▶ 2011 et 2014 : 90cm à 1.00m sur le terrain en face de la maison.
- ▶ 2019 : quelques centimètres dans la véranda uniquement

Selon lui, le pont de la STEP est responsable d'une réhausse du niveau d'eau sur sa propriété.

Monsieur et madame HOURCOURIGARAY, installés depuis près de 40 ans, ont été durement touchés en 2011 du fait de la présence d'embâcles obstruant une partie du pont de Saint-Anne lors de la crue.

Les hauteurs d'eau relevées sur leur propriété sont :

- ▶ 2011 : 60 à 80 cm d'eau au niveau de la maison
- ▶ 2014 : 50 cm d'eau
- ▶ 2019 : 20 à 30 cm

Le pont de Saint-Anne est le principal responsable des inondations sur ce secteur. Son impact peut également être exacerbé par les phénomènes d'embâcles du fait de la présence d'un bassin forestier pouvant charrier des arbres lors des épisodes importants en témoigne la destruction de l'ancien pont en 1959 suite à l'accumulation d'embâcles et créant une vague importante dans la commune. Deux buses ovoïdes ont été installées depuis sur la rive droite.

En 2020, la commune a fait construire un enrochement en amont et aval rive droite du pont afin de protéger les berges instables sur le secteur.

2.3. Analyse morphodynamique

Une expertise sur site a été réalisée en février 2021 dans des conditions hydrologiques favorables avec un débit estimé à la station hydrométrique Le Réal Collobrier à Pierrefeu-du-Var [Pont de Fer] (Y461502701) à moins de 100 l/s.

Les principales observations sont reprises ci-après.

2.3.1. Collobrières amont : Observations morphodynamiques

Environ 150 m en amont du pont Saint-Anne (A sur Figure 16), le cours d'eau semble d'ores et déjà présenter une énergie importante. La granulométrie observée (contrastée mais majoritairement composée de pierres grossières et de blocs) témoigne de capacités de transport solide par charriage importantes.



Plus en aval, mais toujours en amont du pont, la nature du substrat nous permet de constater une nouvelle fois une dynamique active du cours d'eau (omniprésence des blocs) et une propension à la mobilité latérale. En effet, on observe des érosions de berges en rive droite et de manière générale dès que la cohésion des berges le permet (B).



A l'approche du pont, les enrochements en rive droite et les talus, à priori renforcés en rive droite, constituent une preuve potentielle de la tendance naturelle du cours d'eau à éroder ses berges (C), dynamique latérale qu'il a fallu entraver du fait des enjeux anthropiques locaux. Le gabarit du cours d'eau a été figé dans l'espace et dans le temps sur ce tronçon.



Au niveau du franchissement du pont, les enrochements à priori récents en rive droite amont et aval témoignent une nouvelle fois d'une dynamique érosive importante potentielle, qu'il a été nécessaire de contenir localement (D).



Enfin, plus en aval du franchissement (E), la nature du substrat du lit (blocs et pierres grossières) marque des capacités de transports intéressantes et favorables à un effet de de tri granulométrique des matériaux du fond.



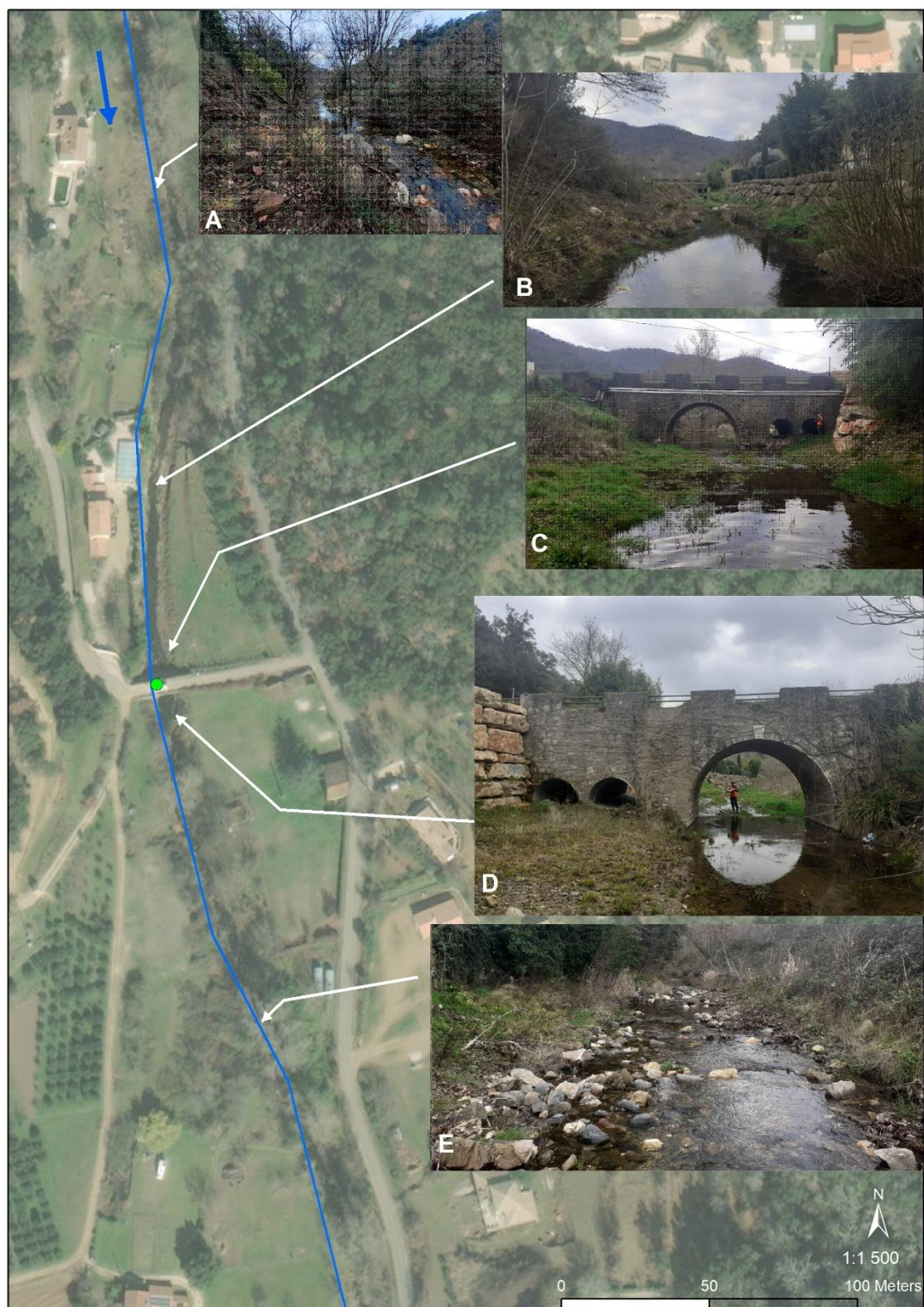


Figure 16 : Synthèse cartographique des observations morphodynamiques

En conclusion de cette première approche visuelle du secteur, il semble que le cours d'eau présente les stigmates morphologiques (incision, homogénéisation de la section d'écoulement, etc.) d'une limitation de l'espace de mobilité qui ne permet pas l'expression complète des fonctionnalités morphodynamiques lors du passage des crues (érosion latérale, respiration longitudinale, transport solide important, etc.). Le déséquilibre sédimentaire associé impose ainsi une banalisation de la morphologie du lit et des habitats aquatiques.

Ces observations sont cohérentes avec les conclusions de l'étude de 2018, à travers les informations propres au tronçon THH#RC-1.1 :

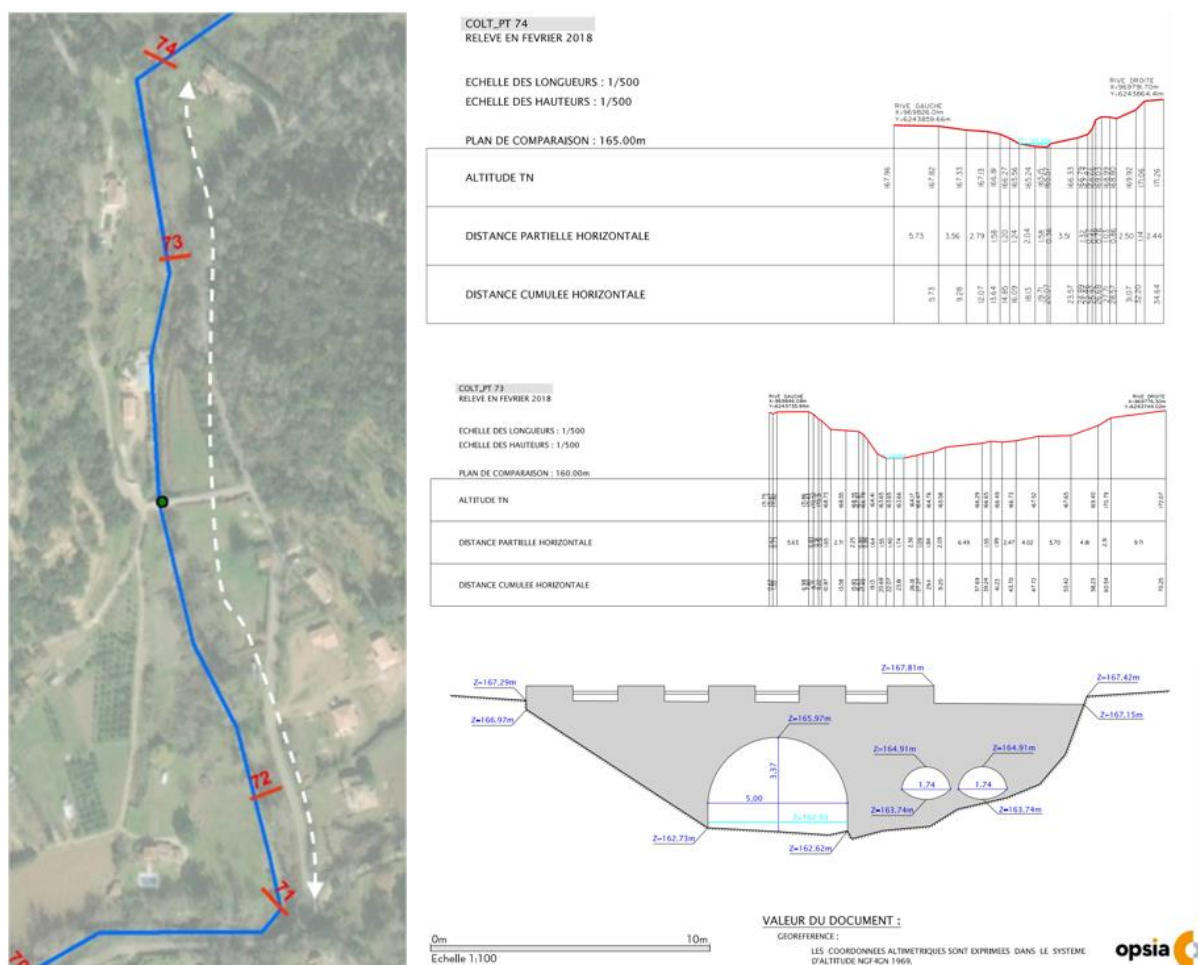
- ▶ Rivière torrentielle aux pentes relativement fortes supérieures à 1% en amont du hameau de Saint Anne ;
- ▶ Lit stable avec une géométrie encaissée et un contrôle du profil en long par les affleurements du substratum et la présence de quelques érosions de berge ;
- ▶ Géométrie artificialisée dans la traversée urbaine de Collobrières ;

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

2.3.2. Collobrières amont : Géométrie plein bord

Sur ce secteur « Collobrières amont », il est proposé d'exploiter spécifiquement les données topographiques d'un tronçon d'environ 530 m, contenant les profils en travers 71, 72, 73 et 74, ainsi que la section du pont issus des relevés terrestres d'OPSIA de 2018

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 1 – « COLLOBRIERES »

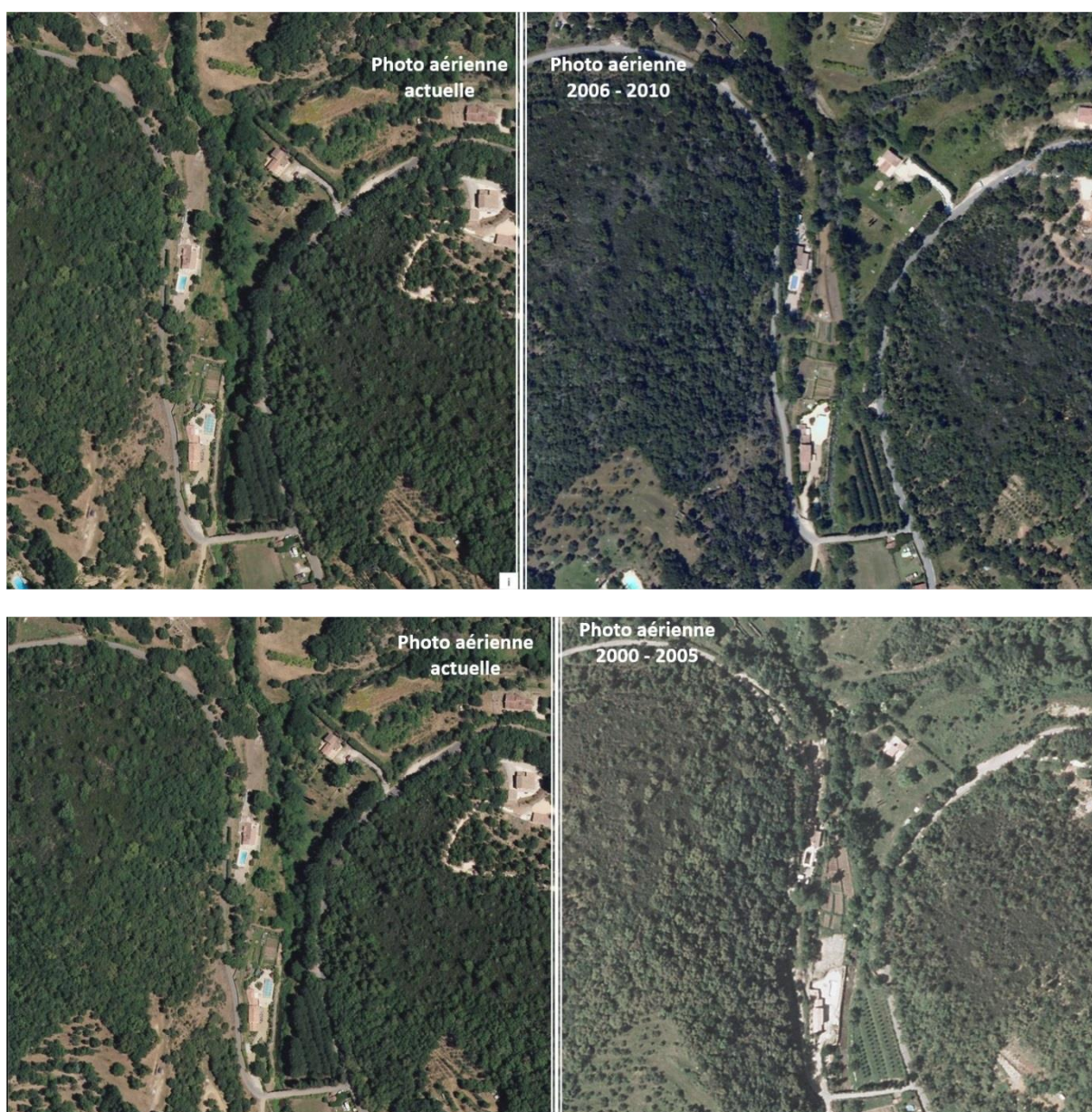


dimensions plein bord Lpb/ / Hpb permet d'apporter des éléments sur la caractérisation du style fluvial. Dans le cas présent, un rapport Lpb/Hpb moyen de 6.5 [5,7 ; 7,2] nous oriente davantage vers un « cours d'eau rectiligne à bancs alternés ».

La question qui se pose alors est : « dans ce secteur le cours d'eau a-t-il toujours été comparable à ce qu'il est aujourd'hui ? ».

2.3.3. Collobrières amont : Analyse diachronique

Les figures suivantes comparent la situation actuelle aux situations passées (analyse diachronique), et apportent des éléments de réponse



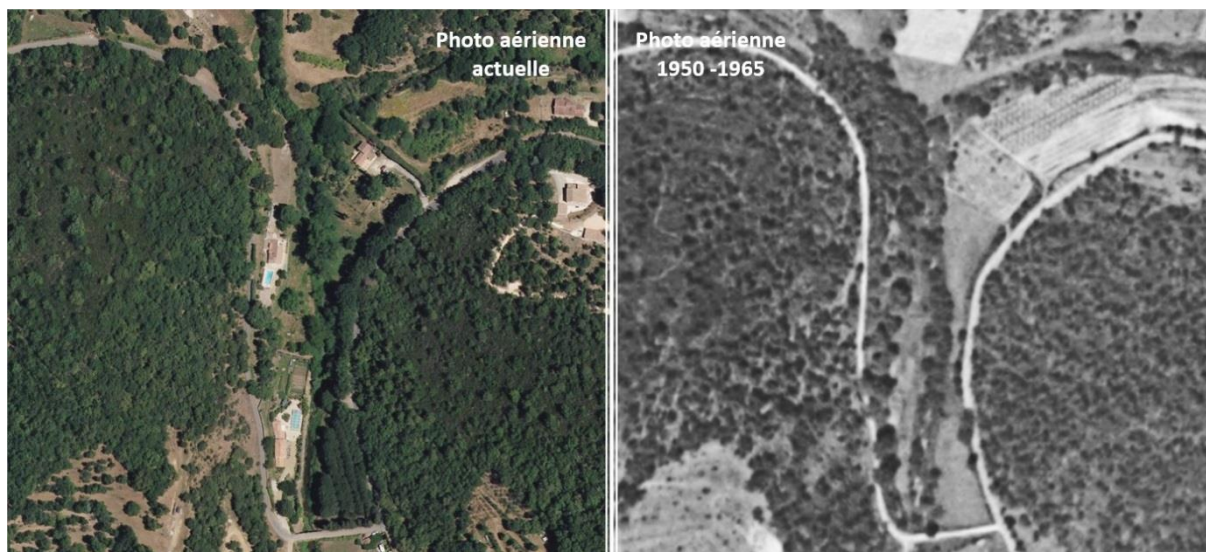


Figure 18 : Analyse diachronique des photo aériennes depuis 1950 – 1965 (IGN)

Cette dernière figure entre la période 1950-65 et l'état actuel, illustre notamment la plantation du talus rive gauche en amont du pont aujourd'hui complètement rasé par les propriétaires rive droite pour des raisons hydraulique (secteur à embâcle).

L'analyse suivante, bien que peu précise, car ancienne, montre toutefois le cours d'eau à l'amont du pont nettement plus large et dont l'espace de mobilité latérale semble se situer dans l'emprise actuelle de la propriété.

La bande active ou l'espace de divagation du cours d'eau semble ainsi avoir été contraint latéralement entre 1950/65 et les années 2000.

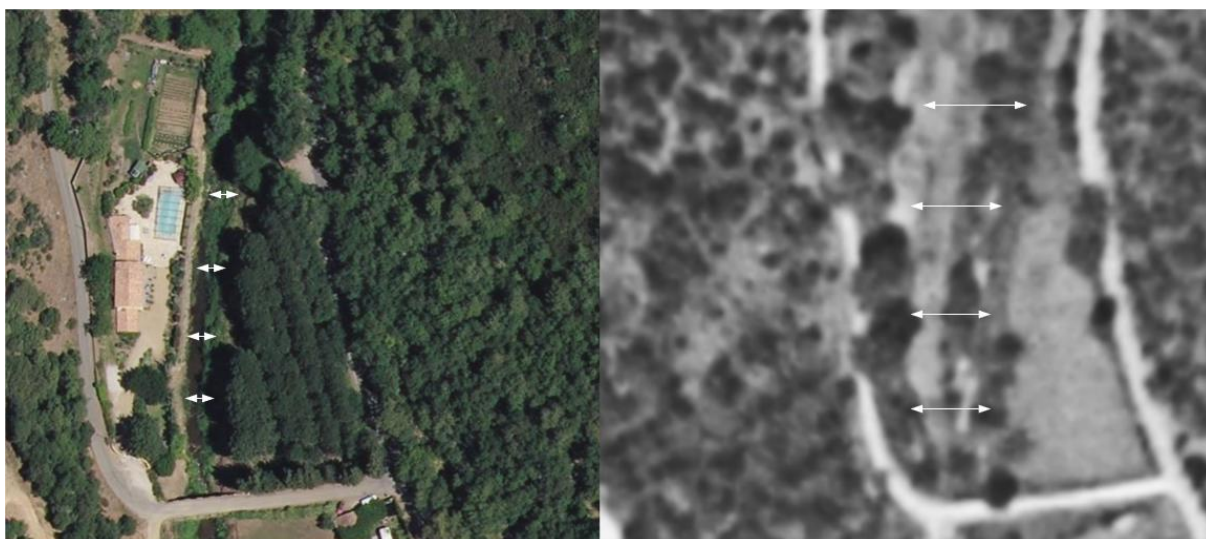


Figure 19 : Illustration de l'emprise latérale disponible pour le cours d'eau, actuellement et dans les années 1950-1965 (IGN).



Figure 20 : Illustration de l'emprise latérale actuelle du cours d'eau et de la situation au 19^{ème} siècle à travers la Carte de l'Etat-major (IGN) et le cadastre Napoléonien (1825 – Archives CD83).

Enfin, cette figure issue de la carte de l'Etat-major, illustre le fait qu'au 19^{ème} siècle, le cours d'eau semblait présenter une sinuosité plus marquée dans ce secteur, mais cela ne se confirme pas sur le Cadastre Napoléonien, plus précis. Le cours d'eau ne semble pas ainsi se caractériser par une mobilité latérale importante, mais semble néanmoins avoir connu une rétraction progressive de sa bande active.

2.3.4. Collobrières amont : 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/m²)

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

Q_{pb} : débit de plein bord (m³/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 W/m²) 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 W/m²), mais coulant dans une plaine alluviale composée de sédiments plus cohésifs (argiles, limons, sables limoneux), sont moins actifs. Au-dessus de 100 W/m², il peut être considéré que la nature des berges n'est plus un paramètre discriminant (BIOTEC & Malavoi, 2006).

Sur secteur amont, la puissance spécifique moyenne est estimée à 125 W/m² [115 ; 140] pour la crue d'occurrence biennale et de 200 W/m² [170 ; 250] pour la crue d'occurrence décennale.

Ces résultats, mis au regard de la bibliographie récente, permettent de conclure que :

- ▶ Au-delà de 100 W/m² la puissance spécifique d'un cours d'eau est considérée comme suffisante pour des auto-ajustements morphologiques en crue et la nature cohésive ou non des berges n'est plus un facteur déterminant dans la dynamique morphologique du cours d'eau. Le Réal Collobrier propose des valeurs de puissance spécifique supérieure à 100 W/m² dès la crue d'occurrence biennale, ce qui le caractérise comme un cours d'eau relativement puissant ;
- ▶ La possibilité de dissipation de cette énergie constitue le principal levier permettant au cours d'eau d'atteindre son équilibre hydromorphologique. Aujourd'hui, du fait des contraintes physiques latérales et longitudinales, le cours d'eau ne semble pas pouvoir dissiper librement cette énergie, ce qui peut se traduire par des perturbations localisées (fortes érosions latérales, incision et banalisation du cours d'eau etc.).

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

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

τ : Force tractrice (N/m²)

K : Coefficient de sinuosité

γ : Poids unitaire de l'eau ($\gamma = \rho \cdot g = 9\,810 \text{ N/m}^3$)

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 ; a 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 115 N/m² [90 ; 125] traduisant des forces d'arrachement suffisantes pour déstabiliser une berge mise à nue mais ne permettant pas de déstabiliser une berge artificialisée ou bien végétalisée, hormis sous l'effet de survitesses locales comme cela peut fréquemment arriver lors des crues.



Ancienne protection de berge en aval du site qui limite les capacités d'auto-ajustement du cours d'eau



Erosions de berges en amont sur les rives relativement naturelles et mise à nue

En parallèles aux puissances et aux forces tractrices, l'analyse des capacités pleins bords actuelles sont estimées à 55 m³/s [30 ; 70]. Elles sont nettement supérieures aux valeurs de pointe en crue biennale (13,2 m³/s) et décennale (28,7 m³/s). Dans la littérature scientifique, on approche le débit morphogène ou débit plein bord naturel, entre les crues d'occurrence annuelle et quinquennale. La différence sur le Collobrier peut s'expliquer à la fois par son contexte torrentiel et par les aménagements anthropiques réalisés historiquement qui ont été réalisés pour limiter les submersions par débordement même pour des crues moins régulières comme la Q10.

2.3.5. Collobrières amont : Approche du transport solide

Le transport sédimentaire du Réal Collobrier a 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 maximal 8,4 cm [7,0 ; 10] pour la crue d'occurrence biennale et de diamètre maximal 16,5 cm [11,8 ; 20,0] pour la crue d'occurrence décennale. Si l'on compare ces résultats aux observations de terrain (blocs, pierres grossières et pierres grossières), on constate qu'une partie du substrat en place restera rarement mobilisables (pierre grossière et blocs). Les observations

de terrain tendant également à montrer une tendance à la présence d'un substrat de fond très grossiers traduisant un tri granulométrique en lien possible avec déficit sédimentaire depuis l'amont.

2.3.6. Collobrières aval : Observations morphodynamiques

De la même manière que pour le secteur amont, les illustrations suivantes présentent les principales observations de terrain sur le secteur aval.

En aval de la traversée du village, l'expertise de terrain a montré de significatives évolutions relativement récentes du profil en long du cours d'eau (10 – 30 ans). Ce dernier semble s'être localement enfoncé dans ses propres alluvions. Cette incision marquée est le signe d'une perturbation de l'équilibre sédimentaire du cours d'eau, qui connaît une situation de déficit sédimentaire par rapport à ses capacités de charriage naturelles en crue.



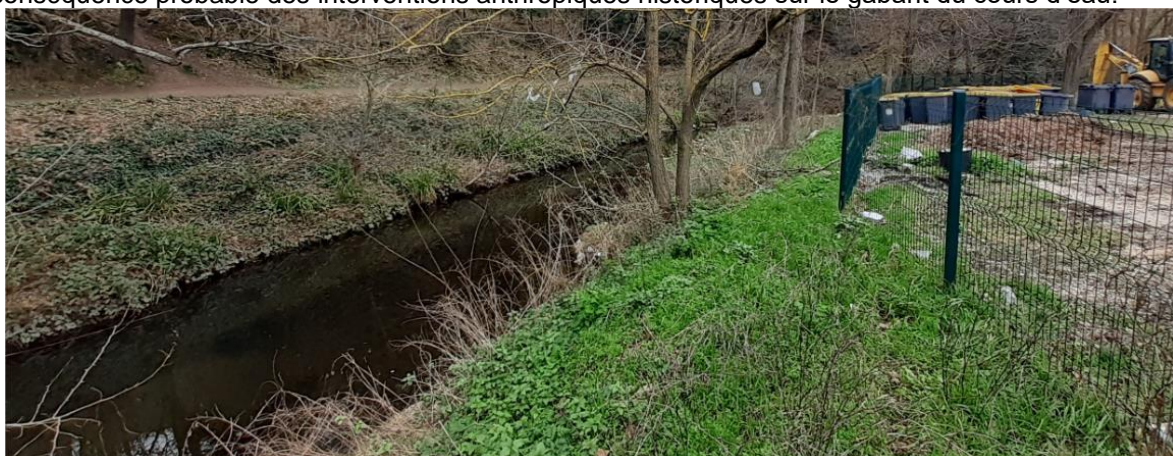
A l'approche du secteur spécifiquement étudié, le cours d'eau présente un faciès lentique (A) relativement profond, qui constitue probablement une zone préférentielle de dépôt sédimentaire. Puis les traces d'un ancien ouvrage (G) ont été observées. Ce dernier devait constituer, et constitue probablement toujours un point dur du profil en long.



En aval, un nouvel accroissement local de la pente est observé, avec un faciès lotique à faible hauteur d'eau et à granulométrie grossière nettement dominante. Au droit de la STEP, et juste en amont de la déchetterie, des laisses de crue au-delà du plein bord ont été observées. Là encore, des blocs de plus de 40 cm de diamètre, à priori mobilisables ponctuellement par le cours d'eau témoigne, d'une capacité de transport solide importante (C et D).



Dans le secteur de la déchetterie, le cours d'eau semble présenter un profil en travers très homogène, conséquence probable des interventions anthropiques historiques sur le gabarit du cours d'eau.



Au-delà des potentielles pressions d'origine anthropique (E et F) limitant les mobilités latérales et longitudinales (recalibrage, protections de berges, seuils etc.), le cours d'eau est localement contraint dans ses possibilités d'ajustement morphologiques latéraux et longitudinaux par des éperons rocheux naturels qui constituent des points durs du profil en long et de la bande active.

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 1 – « COLLOBRIERES »



Du fait d'une puissance à priori importante et de fait de besoins en dissipation de son énergie, le cours d'eau semble éroder les secteurs ou les berges sont moins cohésives.





Figure 21 : Synthèse cartographique des observations morphodynamiques

En conclusion de cette première approche visuelle, il semble que, comme le secteur amont, le cours d'eau tente de dissiper une énergie importante. Les traces d'érosions latérales lorsque les berges sont érodables, l'incision importante à la sortie du village, et le transport de matériaux très grossiers sont autant d'informations qui laissent penser que le cours d'eau subit une forme de déséquilibre sédimentaire avec la recherche progressive d'un nouveau profil en long d'équilibre.

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

2.3.7. Collobrières aval : Géométrie plein bord

Sur ce secteur « Collobrières aval », il est proposé d'exploiter spécifiquement les données topographiques d'un tronçon d'environ 660 m, contenant les profils en travers 55 à 61.

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 1 – « COLLOBRIERES »

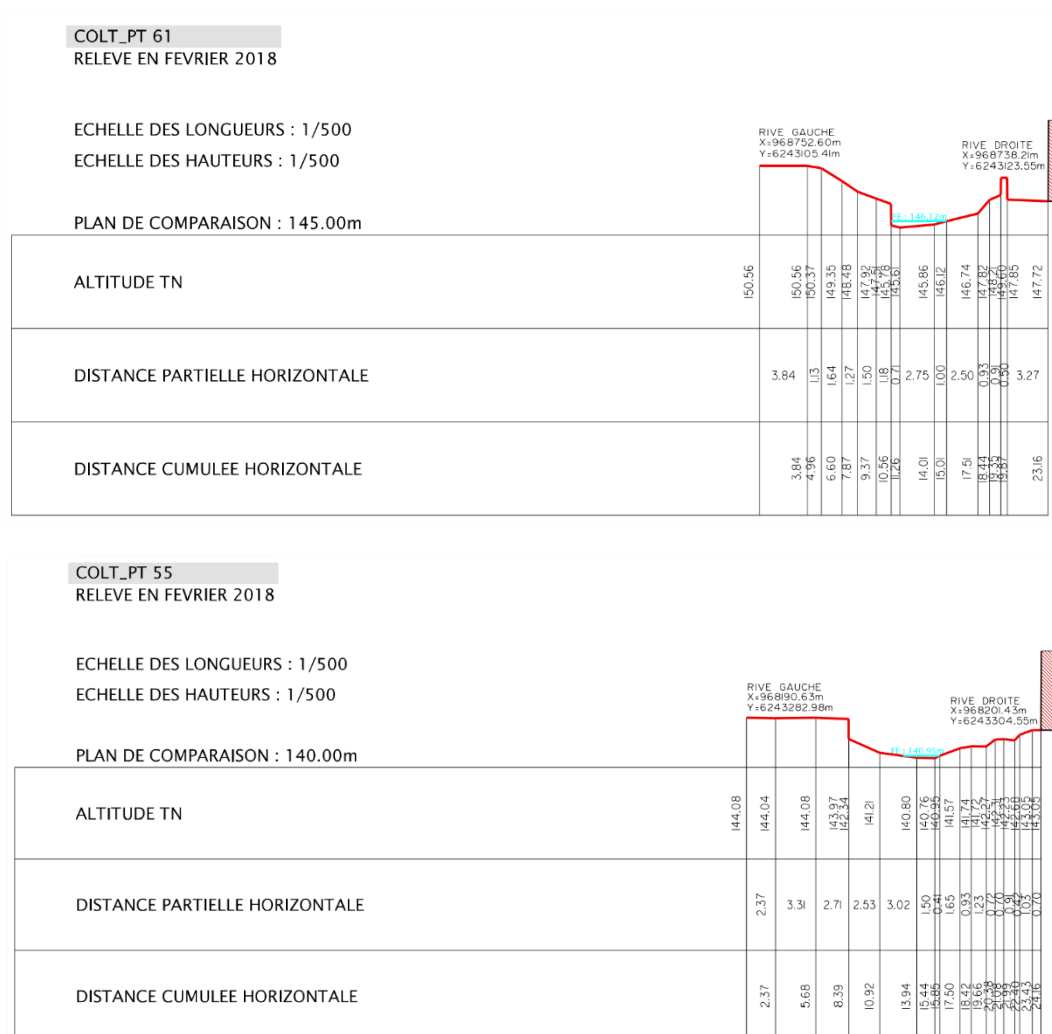


Figure 22 : Extrait des données topographiques OPSIA (2018) sur le secteur d'étude

Un traitement de ces données topographiques nous permet d'aboutir aux résultats suivants pour les principales grandeurs géométriques du lit plein bord.

Identifiant profil	Largeur du fond du lit (m)	Largeur pleins bords (m)	Hauteur pleins bords (m)	Lpb / Hpb
55	4.93	15.77	3.21	4.9
56	9.5	14.01	2.77	5.1
57	8.3	14.88	2.92	5.1
58	6.2	20.67	2.52	8.2
59	10.88	15.85	2.37	6.7
60	9.6	12.75	5.21	2.4
61	6.95	12.75	2.6	4.9
Moyenne	8.1	15.2	3.1	5.3

Par ailleurs, d'après les données topographiques, la pente locale du cours d'eau est évaluée à 0,73%, traduisant les caractéristiques proches d'une rivière torrentiel (1%) avec une légère diminution par rapport à l'amont. L'analyse du rapport des dimensions plein bord Lpb / Hpb permet d'apporter des éléments sur la caractérisation du style fluvial. Dans le cas présent, un rapport Lpb/Hpb moyen de 5,3 [2,4 ; 8,2] nous oriente davantage vers un « cours d'eau rectiligne à bancs alternés » avec un lit plus étroit qu'en amont, probablement du fait de l'intensification des pressions anthropiques.

La question qui se pose alors est : « dans ce secteur le cours d'eau a-t-il toujours été comparable à ce qu'il est aujourd'hui ? »

2.3.8. Collobrières aval : Analyse diachronique

Les figures suivantes, comme pour le secteur amont, tentent d'appréhender l'évolution du cours d'eau au cours du temps. L'évolution entre l'état actuel, l'état 2006-2010 et l'état 2000-2005 a été étudiée mais ne met pas en évidence d'évolutions morphologiques significative particulières.

La photo aérienne sur la période 1950-1965 montre néanmoins une absence d'infrastructures à proximité immédiate du cours d'eau (déchetterie, station d'épuration et habitations, etc.) et donc l'artificialisation croissante du lit majeur depuis la moitié du 20^{ème} siècle.



Figure 23 : Analyse diachronique des photo aériennes depuis 1950 – 1965 (IGN)

Outre ce constat, la prise de vue ne dispose pas d'une résolution suffisante pour mesurer les largeurs pleins bords historiques mais on peut tout de même observer des traces blanches dans le cours d'eau, que l'on peut supposer être des dépôts alluviaux, des atterrissements, qui seraient des indices d'une bande active et d'une largeur d'équilibre plus marquées.

La comparaison à la carte d'état-major (1820-1866) et au cadastre Napoléonien (1825) apportent quant à elles peu d'informations si ce n'est l'absence d'infrastructures à cette époque et une faible mobilité latérale, bien que la bande active du cours d'eau puisse avoir été plus large.

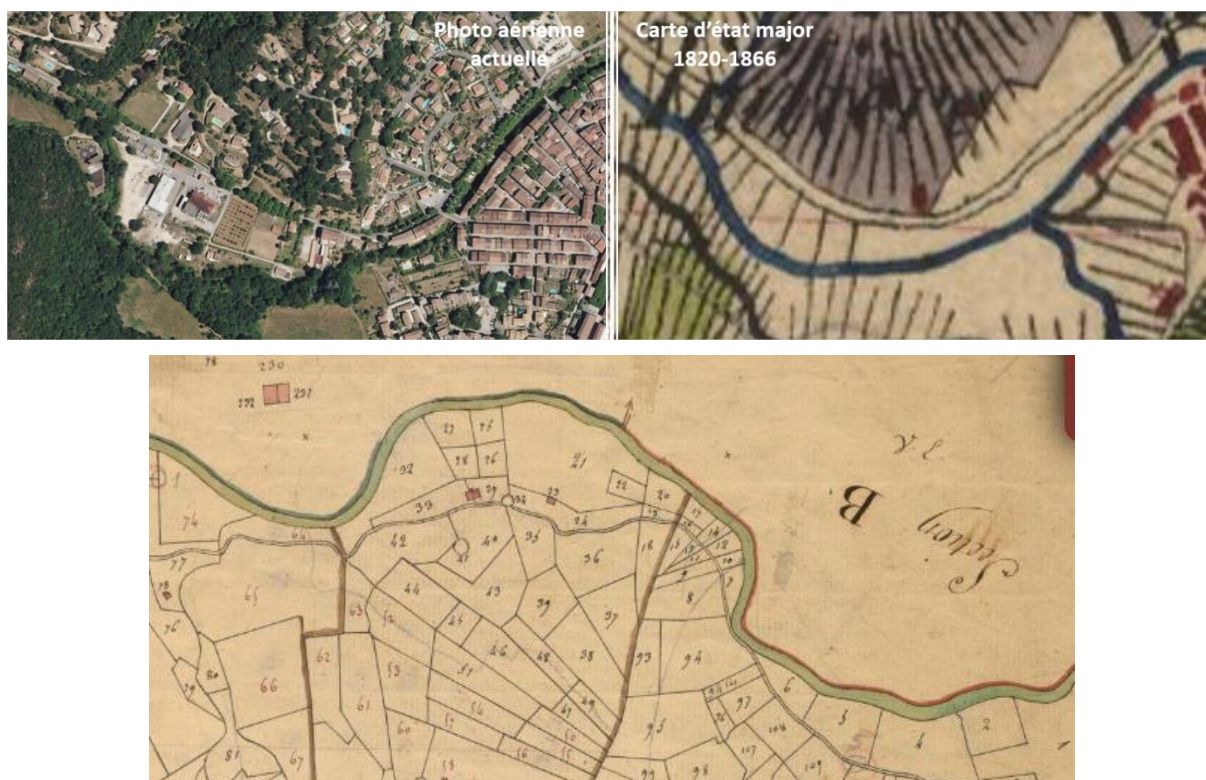


Figure 24 : Illustration de l'emprise latérale actuelle du cours d'eau et de la situation au 19^{ème} siècle à travers la Carte de l'Etat-major (IGN) et le cadastre Napoléonien (1825 – Archives CD83).

2.3.9. Collobrières aval : Analyse des grandeurs morphodynamiques

On constate que les valeurs de puissance pour Q2 varient autour de 110 W/m^2 [90 ; 130] et de autour de 220 W/m^2 [170 ; 250] pour Q10. Ces ordres de grandeurs traduisent ainsi la forte capacité d'ajustement du cours d'eau dans le secteur. On constate néanmoins que la forte cohésion des berges et la réalisation de travaux historiques (chenalisation, protections de berge, etc.) ne permettent pas une dissipation latérale de l'énergie par érosion, impliquant ainsi davantage une tendance à l'incision.

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 100 N/m^2 [85 ; 130] traduisant des forces d'arrachement suffisantes pour déstabiliser une berge mise à nue mais ne permettant pas de déstabiliser une berge artificialisée ou bien végétalisée, hormis sous l'effet de survitesses locales comme cela peut fréquemment arriver lors des crues.



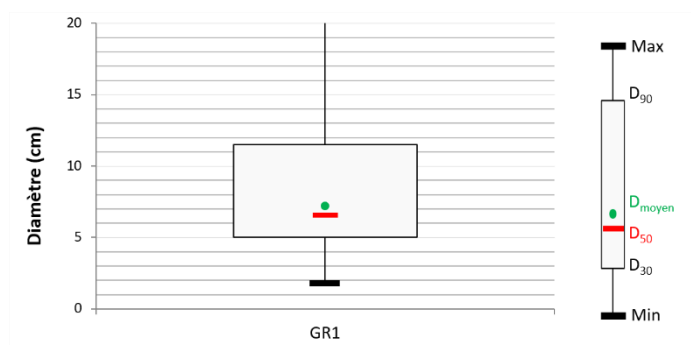
Forêt cohésion des berges et protection de berge qui favorise l'encaissement du cours d'eau



Erosion régressive historique possible sur le cours d'eau avec la mise à nue locale des systèmes racinaires sur 0,80 m suite à la suppression de l'ancien seuil

2.3.10. Collobrières aval : Approche du transport solide

Sur ce secteur, un relevé granulométrique a été réalisé (protocole de Wolman) au niveau du profil en travers n° 56 (à proximité de la déchetterie), il fournit des informations quantifiées sur la nature du substrat présent sur la charge mobilisable par les cours d'eau.



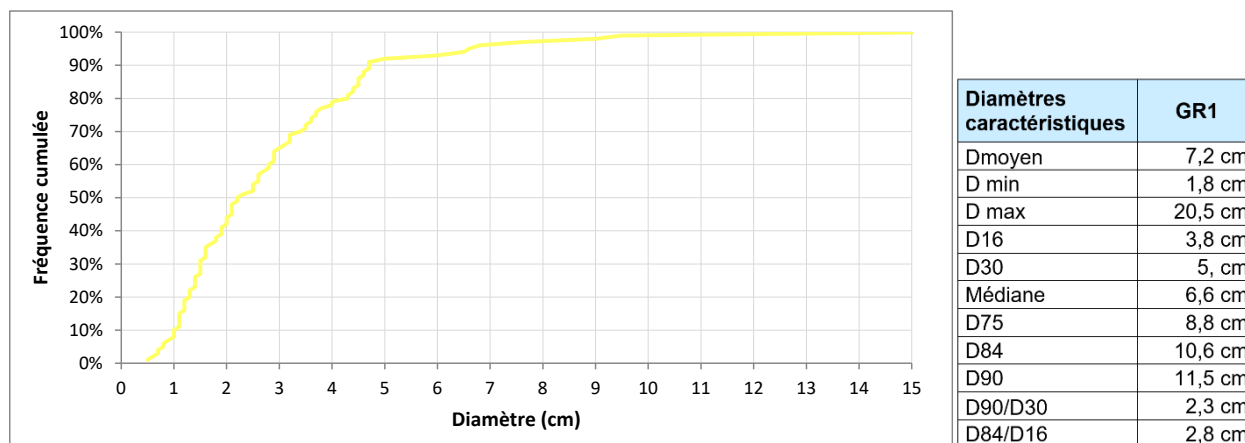


Figure 25 : Relevé granulométrique par Wolman sur le Collobrier aval

L'analyse des diamètres maximaux transités lors des crues par le paramètre de Shields simplifié nous indique de diamètres maximaux transités en Q2 de 6,7 cm [5,0 ; 8,8] et de 10,5 cm [8,8 ; 13,4] pour la Q10. La station granulométrique nous indique des valeurs de D50 et de D90, respectivement de 6,6 cm et 11,5 cm. Cette analyse montre que pour une crue d'occurrence biennale, près de 50% de la charge solide peut-être mobilisée et quasiment 90% pour une crue d'occurrence décennale. Le cours d'eau semble ainsi présenter les caractéristiques d'un transport solide fonctionnel.

Néanmoins, dans ce type de cas, la principale question qui se pose est « les capacités de charriage étant importantes, les apports solides par l'amont sont-ils suffisants ? ». En effet, si ce n'est pas le cas, c'est-à-dire que le cours d'eau dispose de « trop » d'énergie par rapport à la charge solide qu'il charrie, il va alors procéder à des ajustements morphologiques autres (incision et érosion de berges), cela pouvant se traduire par des impacts sur les activités anthropiques. Il semble que cela soit le cas sur ce secteur.

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 Real Collobrier permettant de définir des actions de restauration hydromorphologiques adaptées ou encore les niveaux de protection de certains ouvrages hydrauliques,
- ▶ Caractériser l'aléa inondation par débordement du Real Collobrier,
- ▶ 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 HEC-RAS.

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 expliquées.

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 :

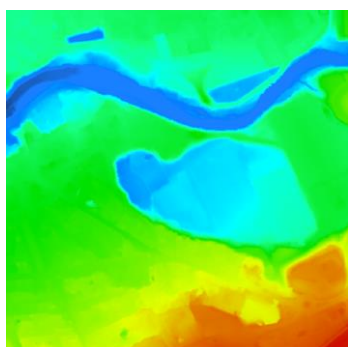
- ▶ Compilation des données topographiques existantes pour constitution d'un modèle numérique de terrain¹ datant de 2018 levé par Opsia en Mars 2018. Cependant il a été nécessaire d'obtenir des données topographiques complémentaires sur les profils en travers mais également sur les ouvrages. Ces données ont été relevées par la société Hydrotopo en Avril 2021 lors d'une campagne de mesure topographique sur les communes de Collobrieres, Pierrefeu-du-Var et Solliès-Pont.

¹ Notre prestation ne prévoit aucun relevé topographique sur site. Ces données seront fournies par la maîtrise d'ouvrage.

- 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.

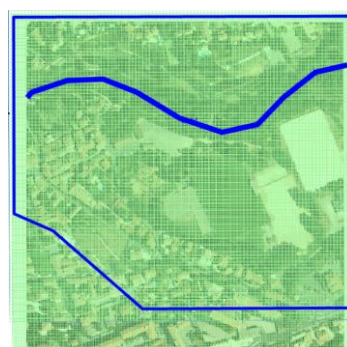
Classiquement, le processus de développement du modèle hydraulique 1D/2D peut être résumé par les six étapes suivantes :



Constitution du MNT dans le progiciel de modélisation hydraulique



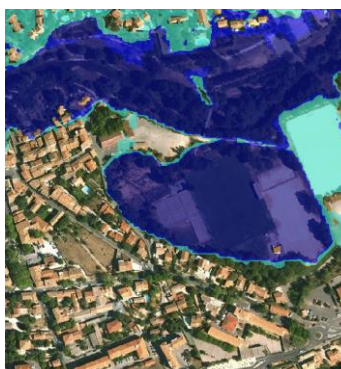
Analyse des conditions d'écoulement à partir des photos aériennes



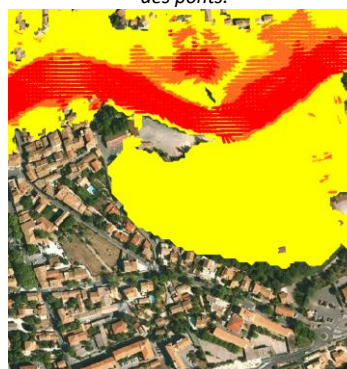
Définition du maillage de calcul, de l'aire d'étude en 2D et représentation en 1D des ponts.



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

Nous disposons d'un relevé Lidar permettant de modéliser le lit majeur du Réal Collobrier. Le lidar n'étant pas assez précis sur le lit mineur, nous avons effectué une interpolation de plusieurs profils en travers à l'échelle de l'emprise d'analyse afin de modéliser au mieux le gabarit du lit mineur du Réal Collobrier. À la suite de cette étape, nous avons pu inclure les différents ouvrages présents sur le linéaire de la rivière.

Les cartographies suivantes reprennent les étapes de modification du Lidar ainsi que le développement du modèle hydraulique à l'échelle de Collobrières.

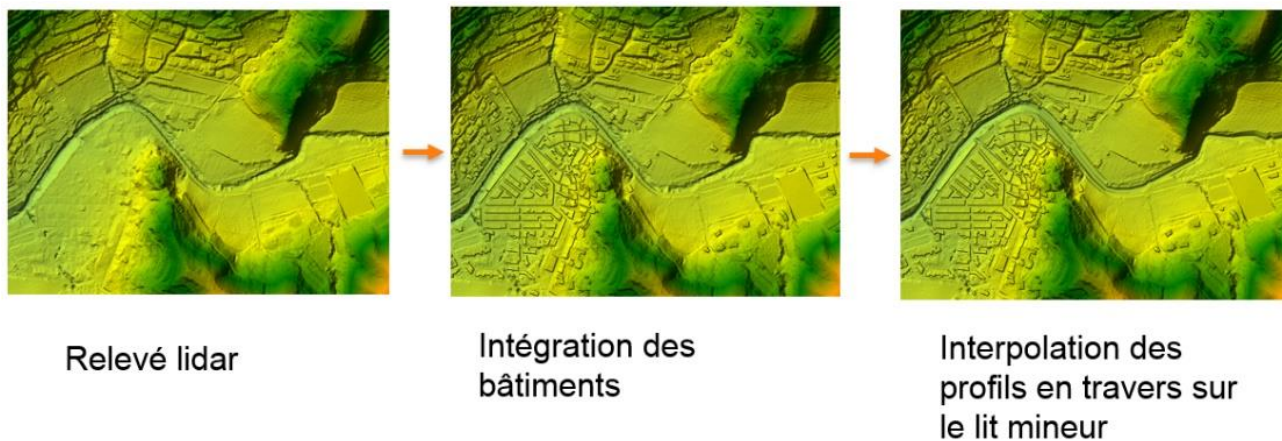


Figure 26 : Modification du relevé Lidar sur le lit mineur de la rivière

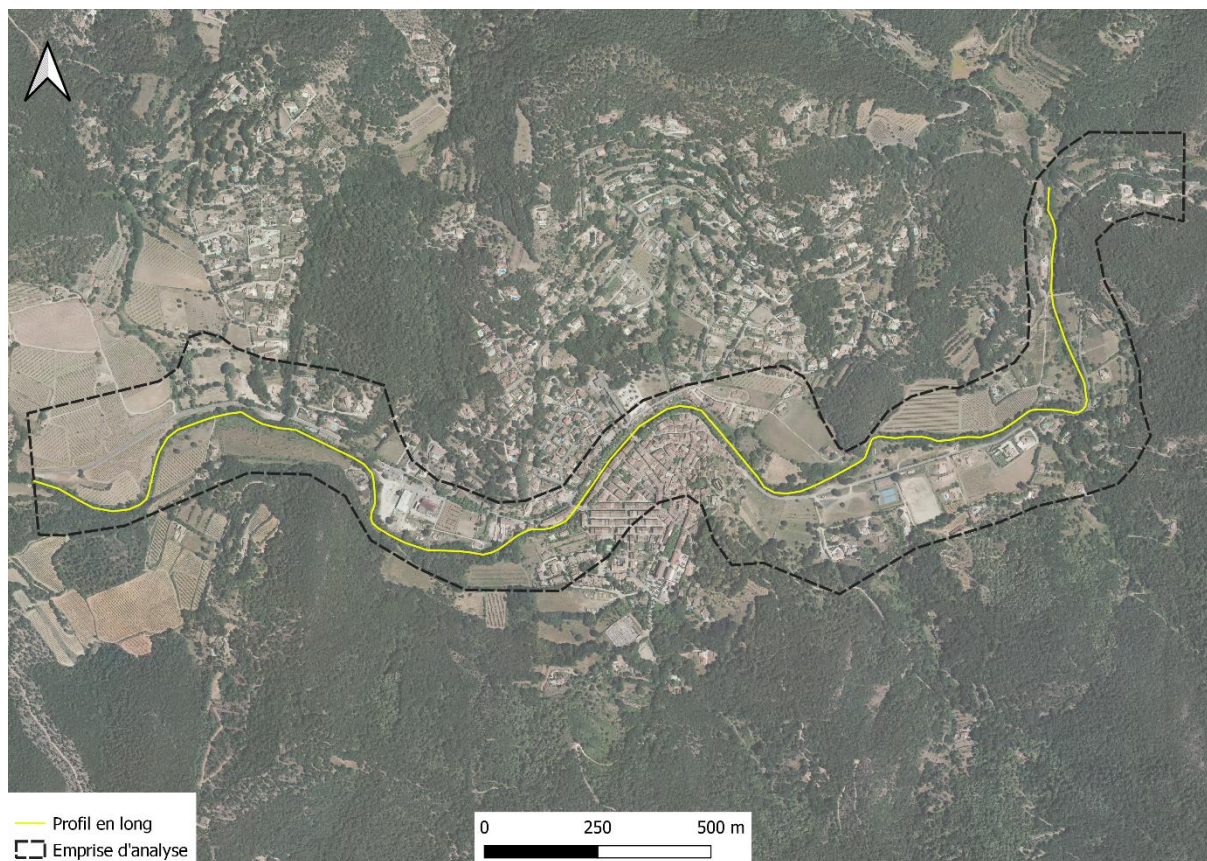


Figure 27 : Emprise du modèle hydraulique développé sur Collobrières pour le lot 1.

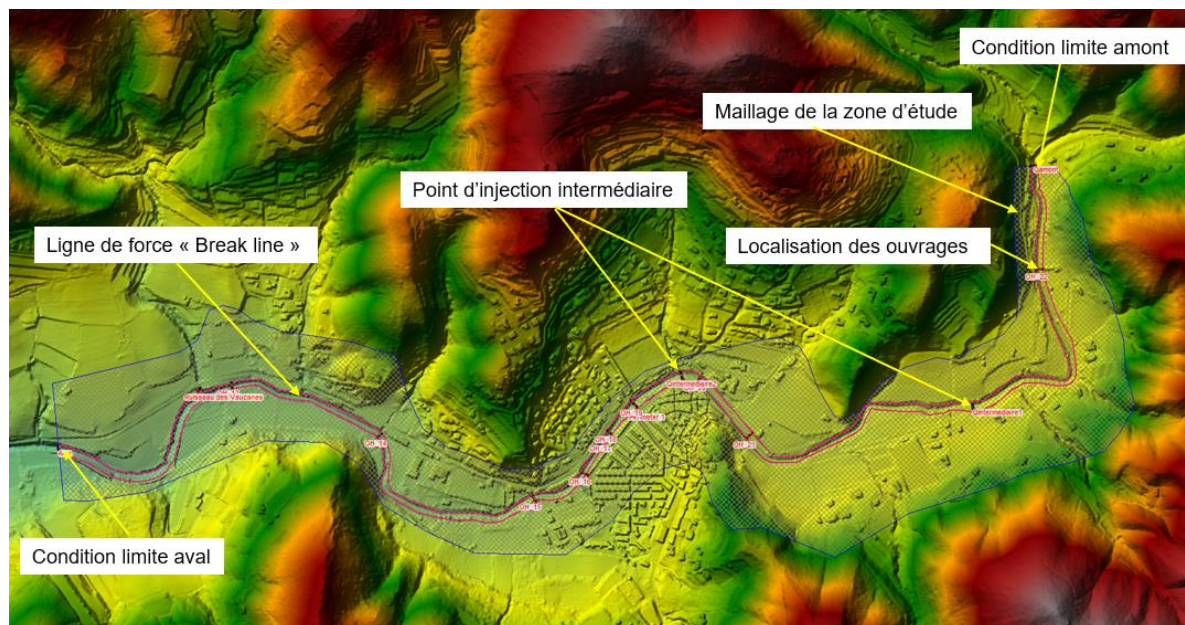


Figure 28 : Développement du modèle hydraulique

3.1.2. Débit de référence

Pour l'étude hydraulique, les débits de pointe estimés en amont de la zone d'étude seront ceux calculés pour le BV amont de la zone d'étude :

BV	Surface drainée	Périodes de retour						
		2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
Réal Collobrier à Pierrefeu (Pont de fer)	70.6 km ²	33	57	72	87	96	106	215
Débit spécifique (m ³ /s/km ^{1.6})		1.10	1.89	2.39	2.89	3.19	3.52	7.14
BV amont zone d'étude	22.4 km ²	13.2	22.8	28.7	34.7	38.3	42.3	85.8
Bv intermédiaire	3.9 km ²	3.3	5.6	7.1	8.6	9.5	10.4	21.2
BV aval (Ruisseau des Vaucanes)	4.1 km ²	3.4	5.8	7.4	8.9	9.9	10.9	22.1

Tableau 2 : Débit de pointe de crue du Real Collobrier estimé à partir des débits calculés au Pont de fer (m³/s).

Le débit généré par le bassin versant intermédiaire sera injecté en deux points du modèle hydraulique. Le bassin versant drainé en aval de la zone d'étude hydraulique sera injecté en rive droite au droit de la confluence du Real Collobrier avec le ruisseau des Vaucanes.

Cette disposition est résumée sur la figure ci-après.

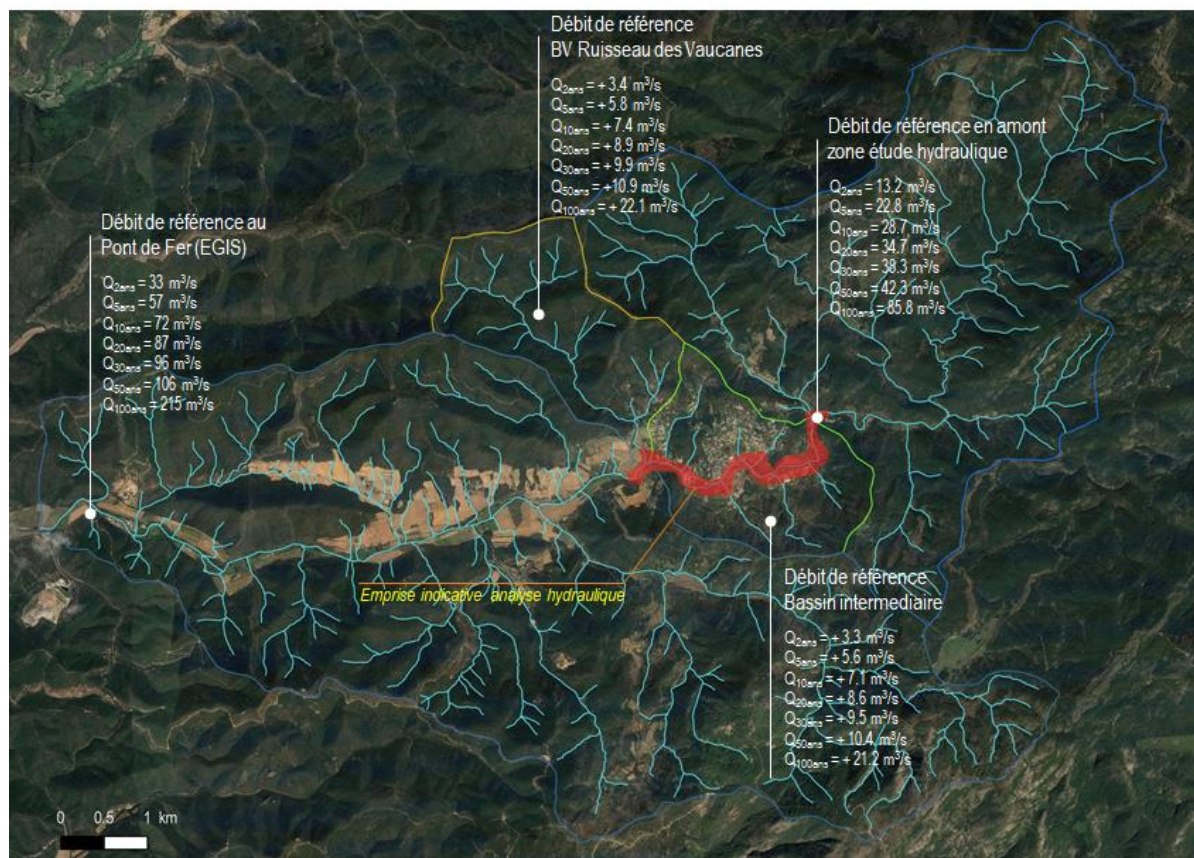


Figure 29 : Débits de référence de crue du Real Collobrier retenus pour analyse hydraulique (m^3/s).

Les débits seront injectés de façon graduelle au sein du modèle.

Les caractéristiques d'écoulement (hauteurs et vitesses atteintes) seront 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.

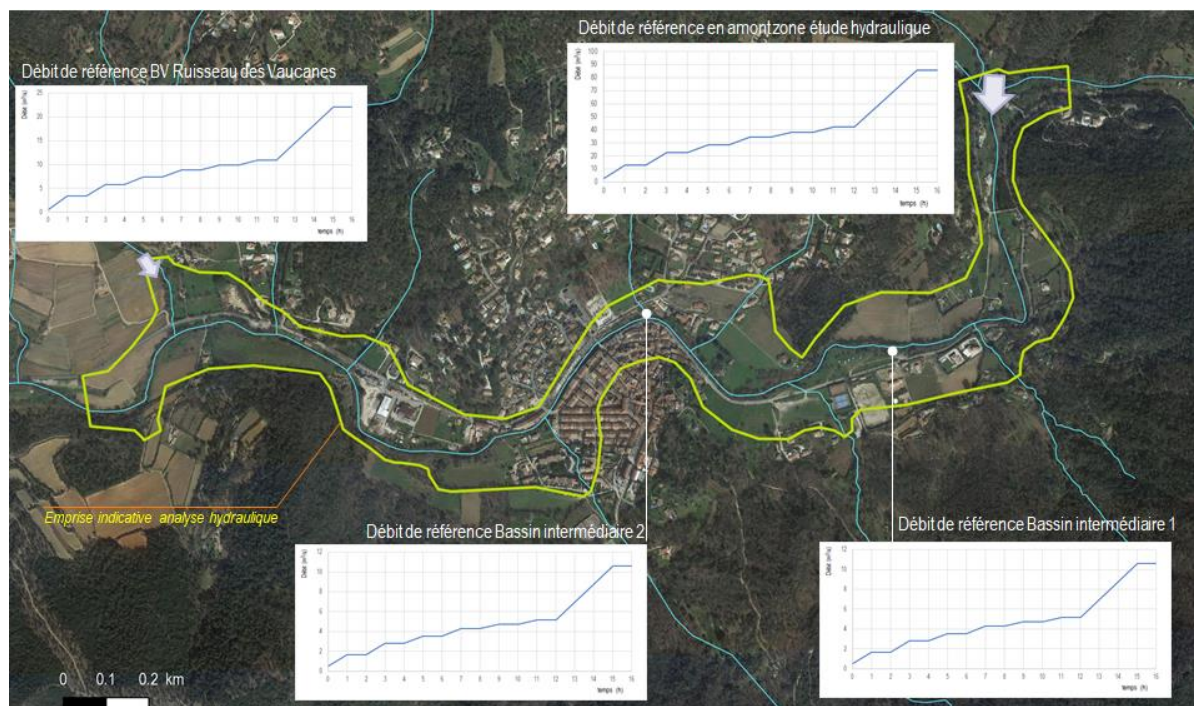


Figure 30 : Localisation des points d'injection des débits de crue du real Collobrier dans le modèle hydraulique

Cette disposition permet de disposer d'un régime établi cumulant l'ensemble des débits injectés.

3.1.3. Conditions aux limites imposées

3.1.3.1. Conditions aux limites amont

Les conditions limites amont correspondent aux hydrogrammes de crues injectés pour les sept périodes de retour d'analyse

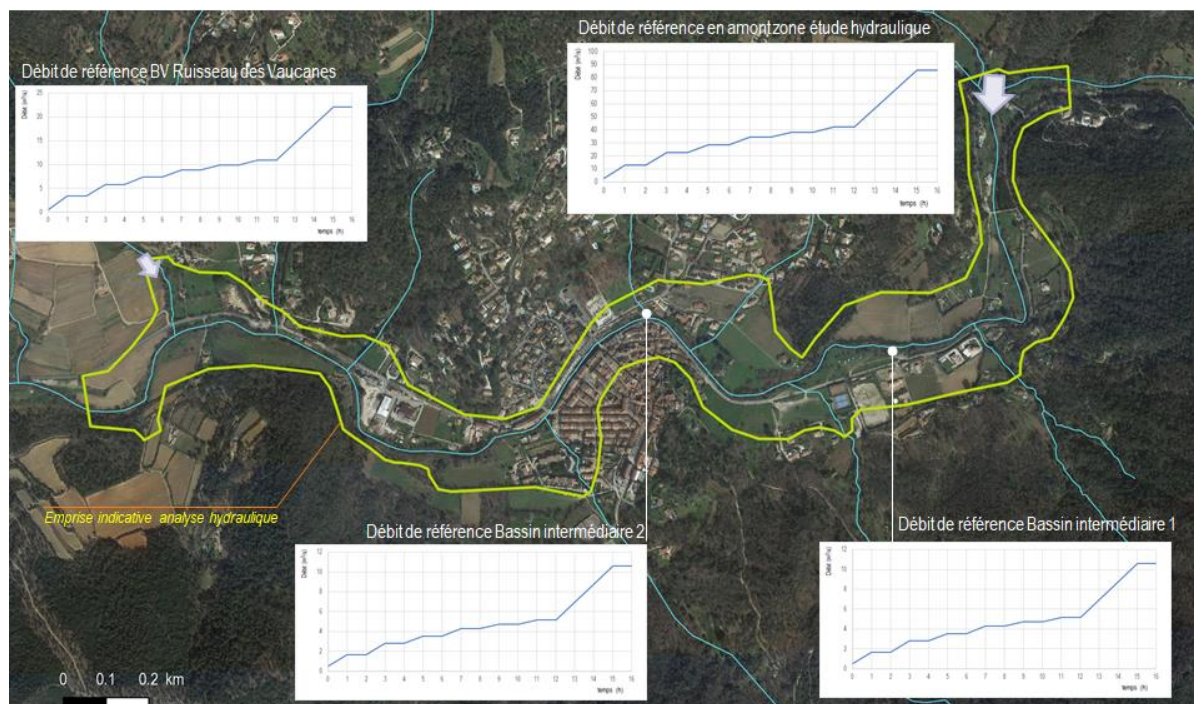


Figure 31 : Localisation des points d'injection des débits de crue du real Collobrier dans le modèle hydraulique

3.1.3.2. Conditions limites aval

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

3.2. Calage du modèle hydraulique

3.2.1. Paramètres de calage retenus

La crue permettant le calage est la crue de Janvier 2014. Les points d'injections situés aux extrémités du modèle hydraulique sont présentés par la figure suivante.

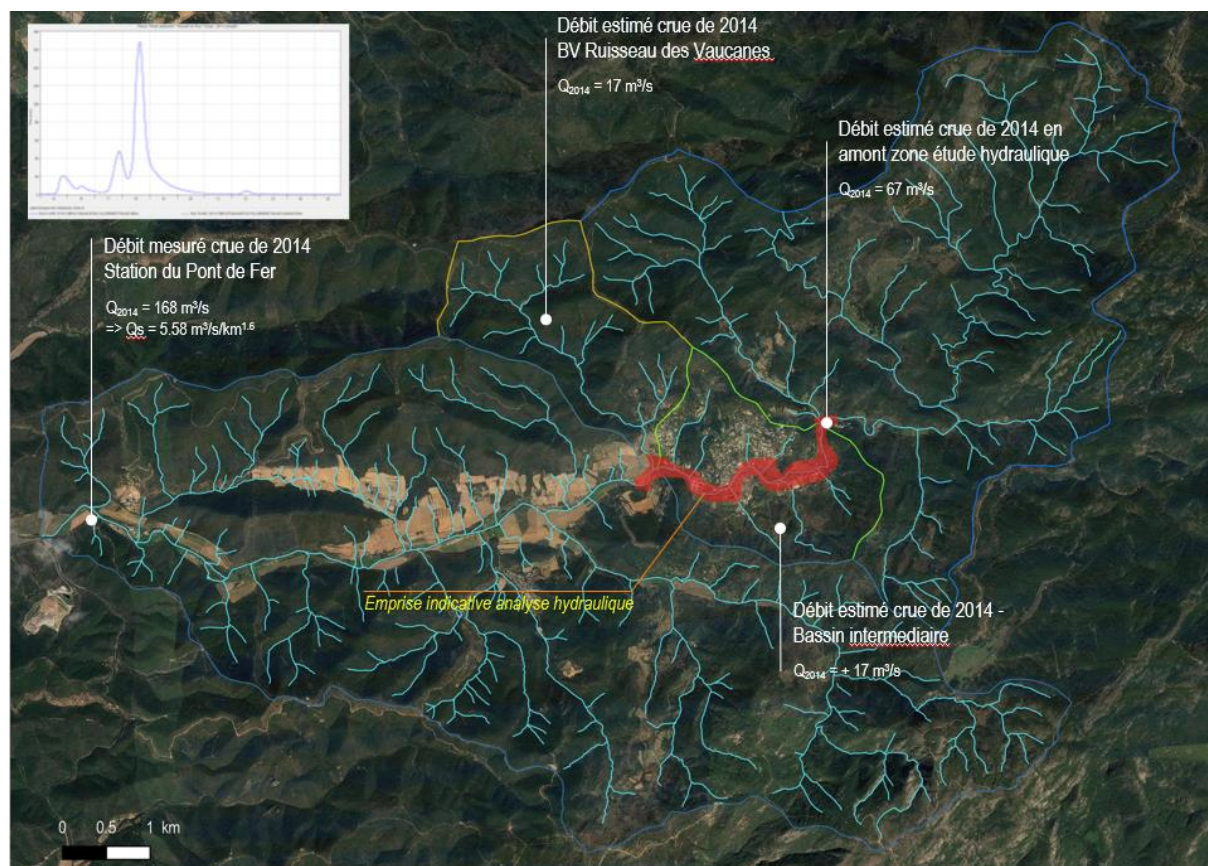


Figure 32 : Localisation des points d'injections au sein du modèle hydraulique

Les paramètres de calage sont conditionnés dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Paramètre de calage des modèles hydraulique

Type de sol	Coefficient de Manning ($s/m^{1/3}$)	Coefficient de Strickler (K)
Lit mineur	0.05	20
Forêt	0.13	7.6
Prairies	0.10	10
Agricole	0.04	25
Espaces urbains	0.05	20

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

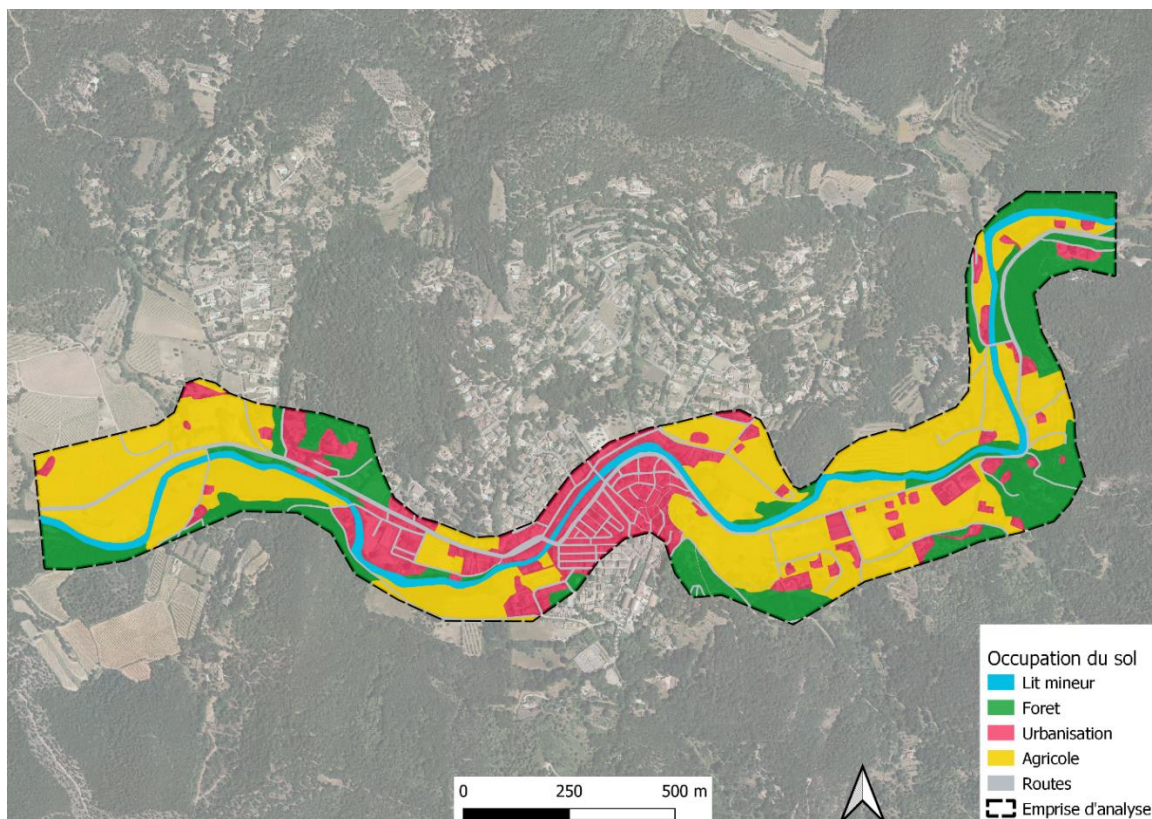


Figure 33 : Occupation du sol sur le secteur de Collobrières

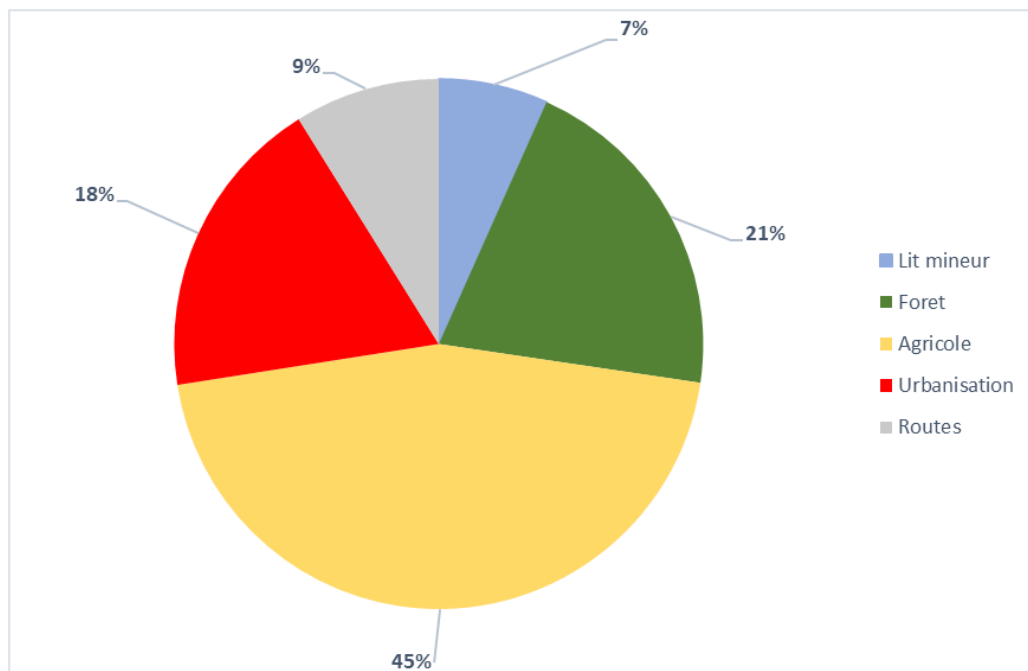


Figure 34 : Répartition de l'occupation du sol sur l'emprise d'analyse

Au sein de l'emprise d'analyse, la surface la plus importante est l'agriculture avec une répartition de 45% par rapport à la surface totale. Ensuite, la surface forestière représente 21% de la surface de l'emprise d'analyse. La zone urbaine de Collobrières représente 18%, et les routes correspondent à 9% de la surface totale.

3.2.2. Calage du modèle hydraulique

Afin de caler le modèle hydraulique, nous nous sommes basés sur les PHE existantes de la crue de janvier 2014 sur le territoire de la commune de Collobrières. Nous avons dans un premier temps, fait varier le coefficient de Strickler du lit mineur en le faisant fluctuer de 25 à 20 afin d'obtenir des lignes d'eau se corrélant avec les PHE observées.

Dans cette première approche, globalement, les PHE calculées par le modèle étaient en dessous des PHE mesurées sur le terrain. Nous avons donc, par la suite, ajouter un coefficient des pertes de charges de l'ordre de 0.5 sur l'ensemble des ponts afin de faire d'augmenter la ligne d'eau au sein de ces ouvrages, sans atteindre les PHE mesurées, une différence de l'ordre de 30cm perdurait au droit de la PHE située à proximité de l'ouvrage dans la commune de Collobrières, et une différence de l'ordre de 10cm au droit de la PHE située au niveau du pont de la STEP.

Les figures suivantes reprennent les différences entre les PHE mesurées sur le terrain et les PHE calculées avec cette première analyse.

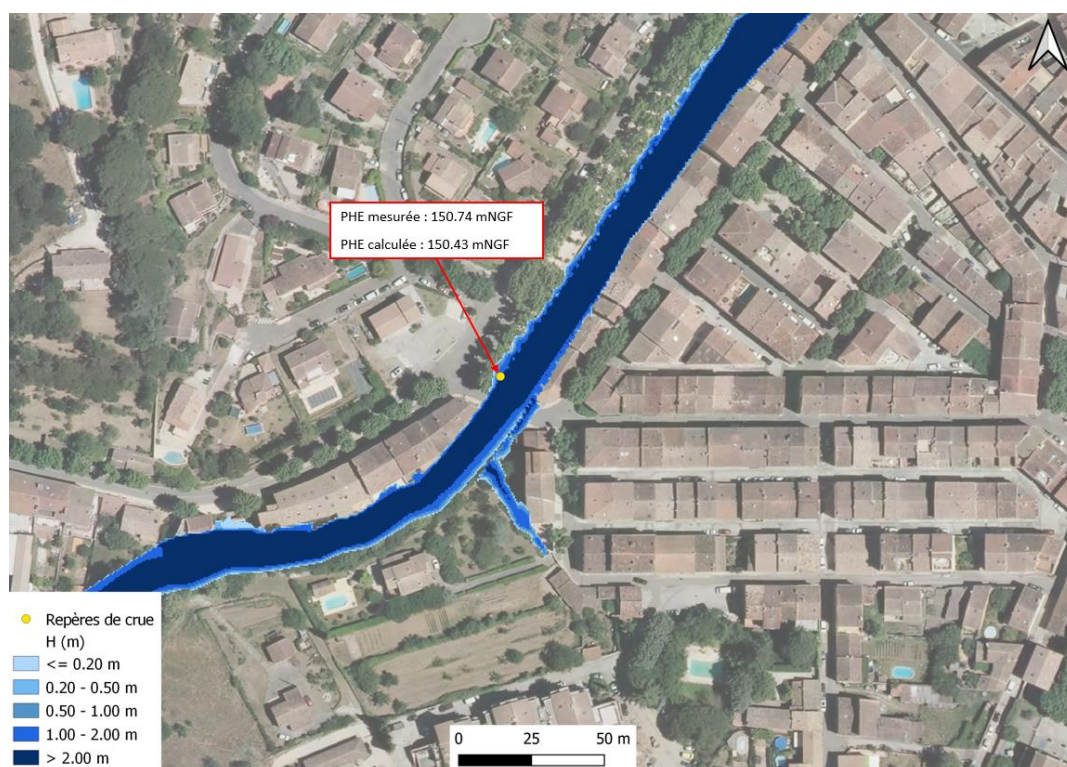


Figure 35 : PHE au droit du pont - centre-ville de Collobrières – Q initial

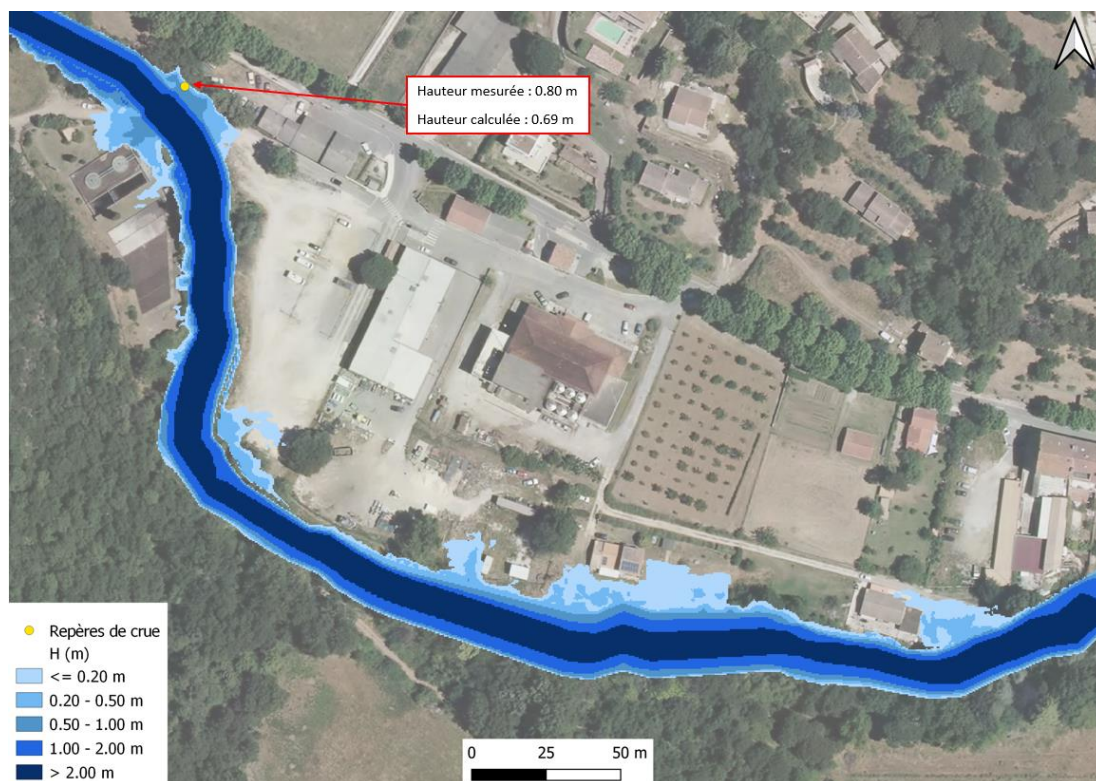


Figure 36 : PHE au droit du pont de la STEP en aval de Collobrières – Q initial

Comme indiqué supra, le débit pour cet événement de calage a été apprécié en reportant le débit spécifique mesuré à la station du pont de fer bien en aval du secteur d'étude. Il n'est pas certain que ce débit spécifique puisse directement s'appliquer sur la partie amont du bassin où les intensités pluvieuses peuvent être globalement plus importantes.

Aussi, il nous a semblé vraisemblable d'analyser les conséquences d'une augmentation des débits spécifiques de 10 % sur cette partie amont du BV, en gardant la même configuration du modèle hydraulique.

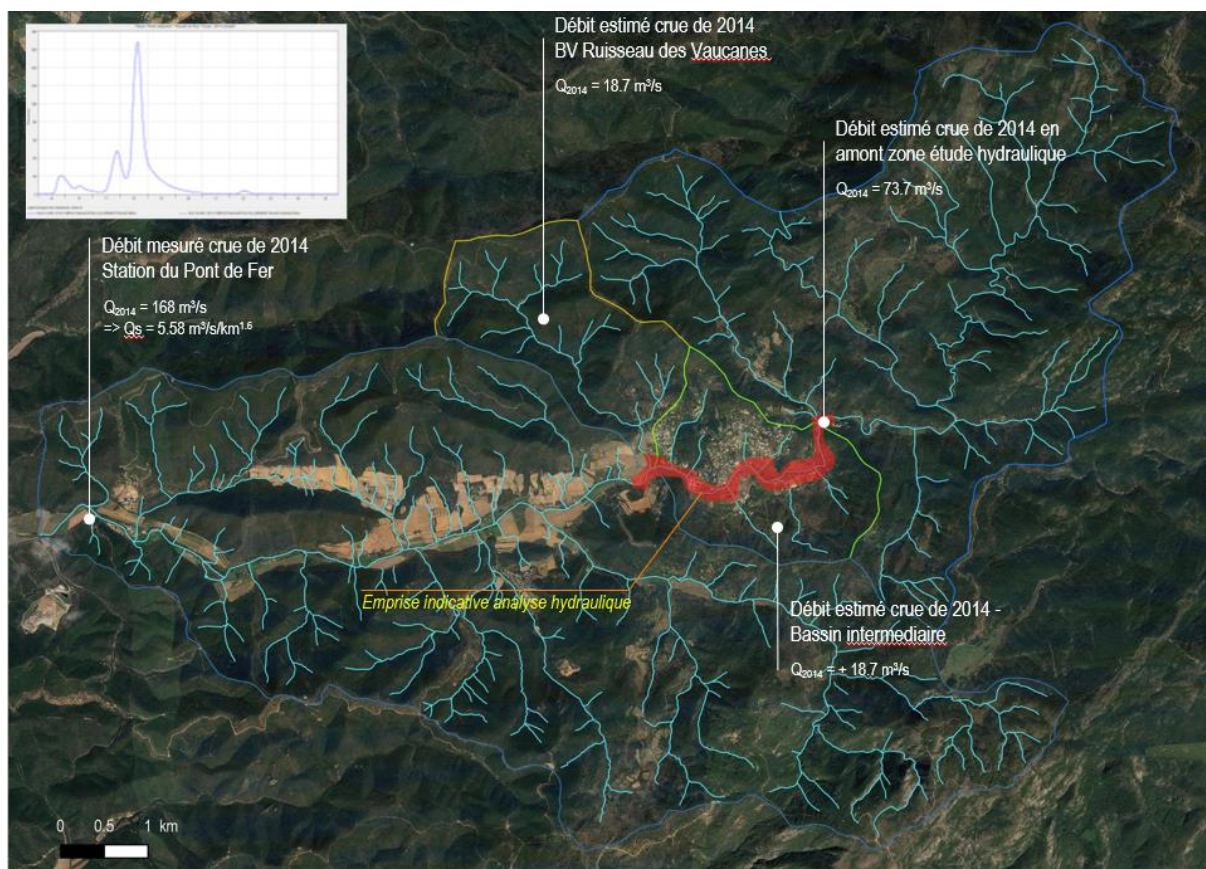


Figure 37 : Réévaluation du débit de janvier 2014 avec une augmentation de l'ordre de 10%.

Les figures suivantes établissent une comparaison entre les PHE mesurées sur le terrain lors de l'épisode et les PHE calculées par le modèle hydraulique développé sur logiciel Hec Ras.

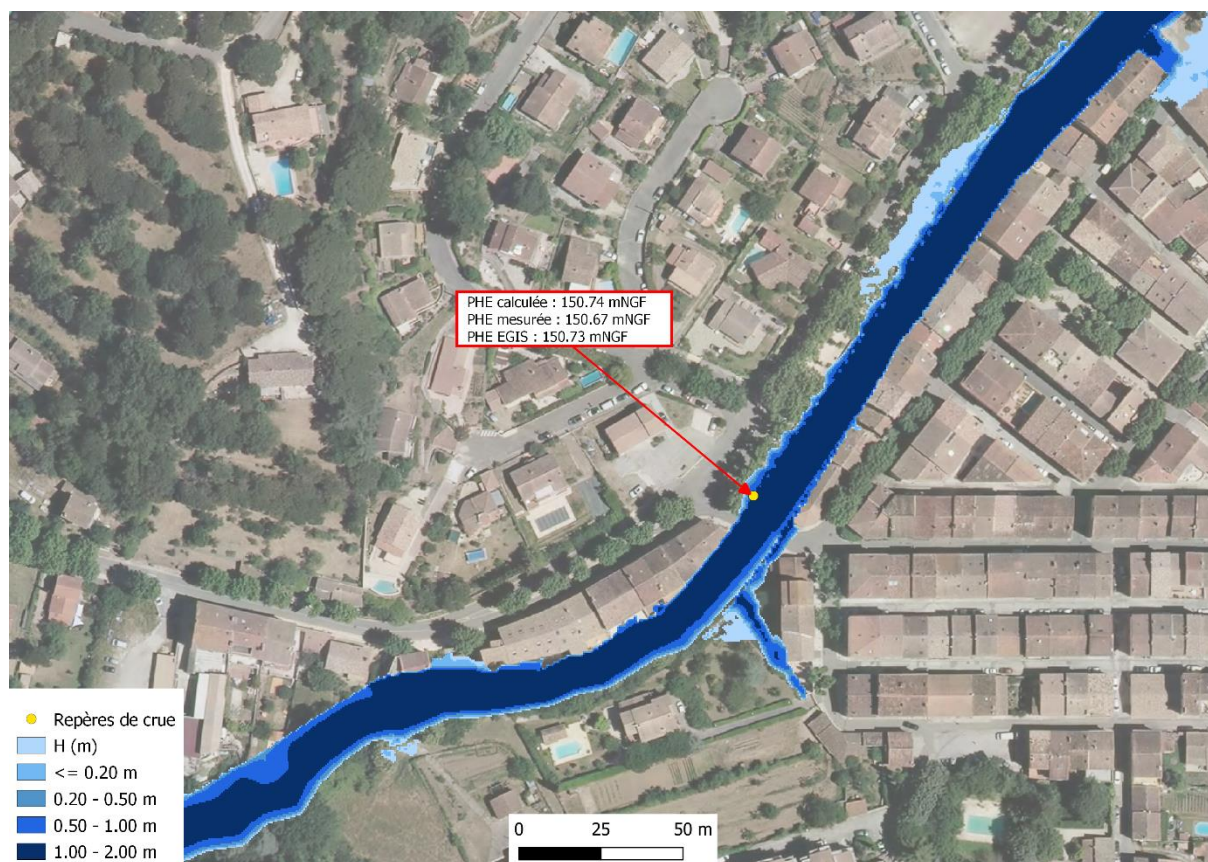


Figure 38 : PHE au droit du pont - centre-ville de Collobrières – Q augmenté de 10%

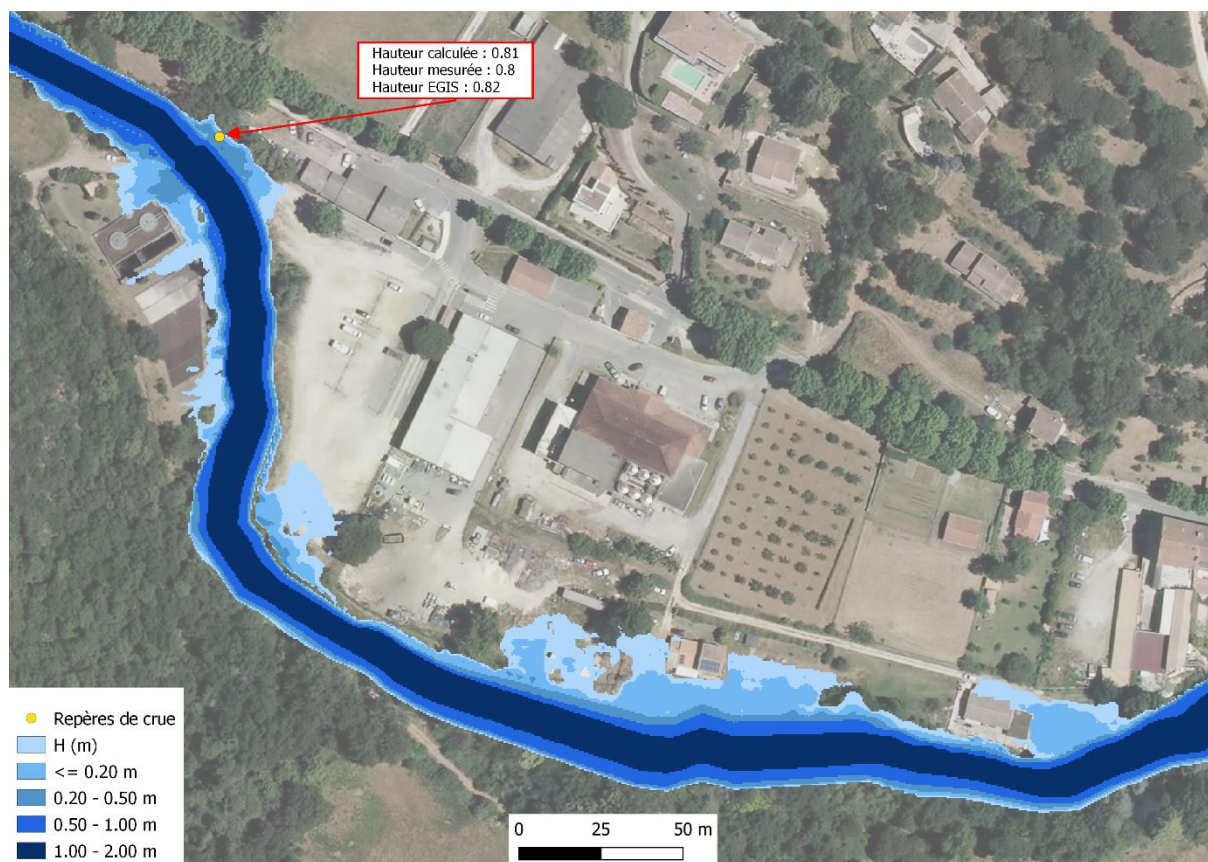


Figure 39 : PHE au droit du pont de la STEP en aval de Collobrières - Q augmenté de 10%

Les différences entre les PHE calculées et les PHE mesurées sont désormais faibles laissant entendre un calage du modèle d'écoulement sur cette nouvelle estimation des débits de l'événement de janvier 2014. Subsistent une différence de l'ordre de 7cm au droit de la PHE située à proximité de l'ouvrage dans la commune de Collobrières, et une différence de l'ordre de 1cm au droit de la PHE située au niveau du pont de la STEP.

La Figure 39 confirme la submersion du pont de la STEP comme indiqué par Mme. LAPREE, DST de la commune de Collobrières. Cet ouvrage, selon le modèle hydraulique est très limitant pour une crue décennale, ce qui va engendrer d'importants débordements sur ce secteur.

En 2014, Monsieur CIMAN a mesuré 35cm de hauteurs d'eau au droit de son garage. Le modèle hydraulique estime une hauteur comprise entre 0.2 à 0.5m. Les résultats de notre modèle corroborent également les informations de monsieur VAISSE, propriétaire situé en aval de la maison de Monsieur CIMAN (90cm à 1m mesuré sur sa parcelle en 2014). Les hauteurs variantes entre 0.50 à 1m sur ce secteur.

En comparant avec les résultats de EGIS, nos résultats semblent également cohérents. En effet, très peu de différences sont observées entre les PHE calculées par SCE et par EGIS ce qui nous laisse à penser que le calage du modèle semble satisfaisant.

3.3. Exploitation du modèle hydraulique

Le modèle hydraulique développé a été exploité pour caractériser les dynamiques et établir les grandeurs maximales atteintes (hauteurs, vitesses) lors des crues du Real Collobrier 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.

Elles font l'objet de cartographies établissant les hauteurs et vitesses maximales calculées. Les enjeux semblent être impactés au-delà d'une crue cinquantennale. Pour un événement d'occurrence centennal, la maison à proximité du pont Sainte Anne est inondée avec des hauteurs comprises entre 1 et 2m. Les maisons à proximité de la STEP, en aval du centre-ville semblent être également inondées pour ce même événement avec des hauteurs à proximité comprises entre 20 et 50cm par endroit à 50cm et 1m.

Des questions subsistent quant à l'évènement d'Octobre 2019, d'une période de retour estimée entre 10 et 20 ans à la station du pont de fer (77 m³/s), et où des problématiques de débordements ont été relevées principalement au niveau de la déchetterie et des habitations de Monsieur VAISSE et CIMAN.

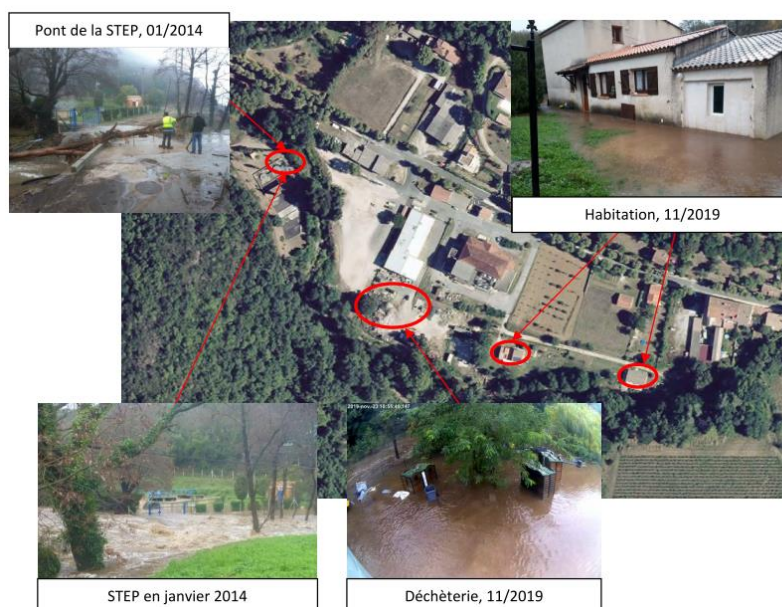


Figure 40 - Photographies prises pendant la crue de 2014 et 2019 _ Source SMBVG

La présence de nombreux embâcles et d'une densité de végétation parfois importante dans le lit de la rivière laissent à penser que ceux-ci sont responsables d'une aggravation du phénomène de débordement localement pouvant expliquer les conséquences d'une crue de période de retour 10 à 20 ans.



Figure 41 : Présence de nombreux embâcles relevés en amont de la déchetterie lors de la campagne de terrain de 2021

Un détail des cartographies est présent en Annexe selon les différentes occurrences. Ces cartographies sont centrées sur les zones à enjeux du territoire.

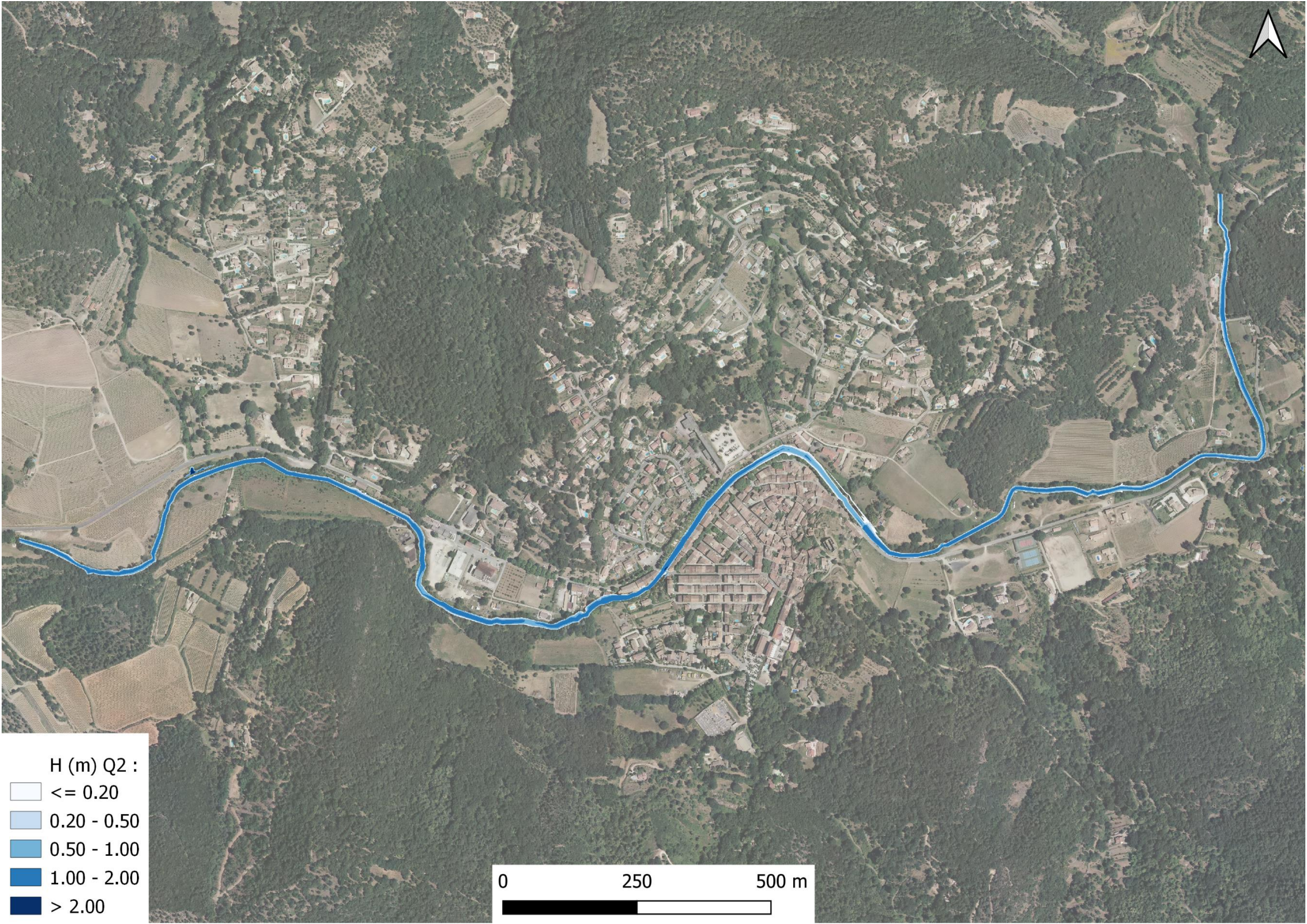


Figure 42 : Hauteurs de submersion pour une période de retour 2 ans

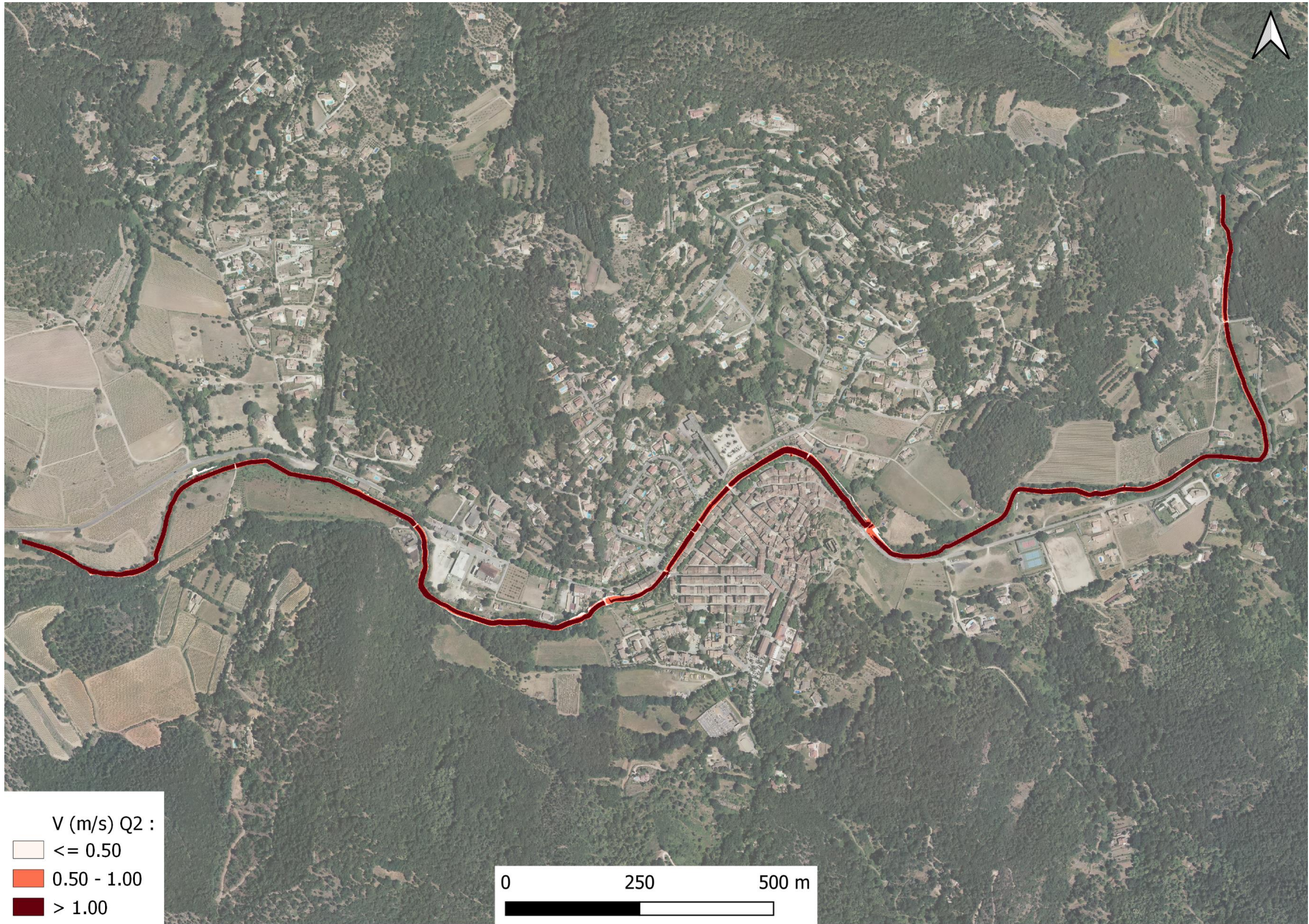


Figure 43 : Vitesses d'écoulements pour une période de retour 2 ans

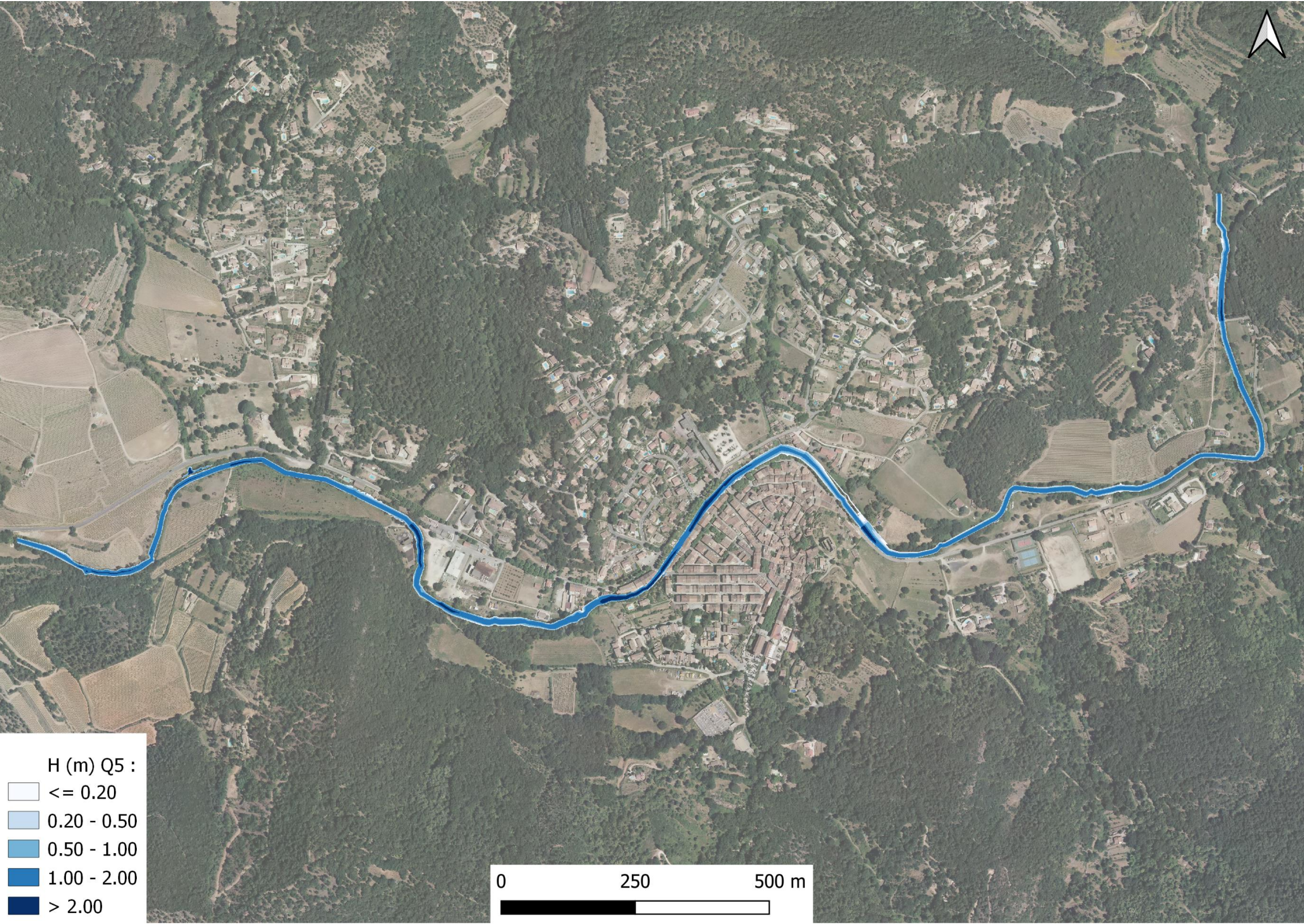


Figure 44 : Hauteurs de submersion pour une période de retour 5 ans

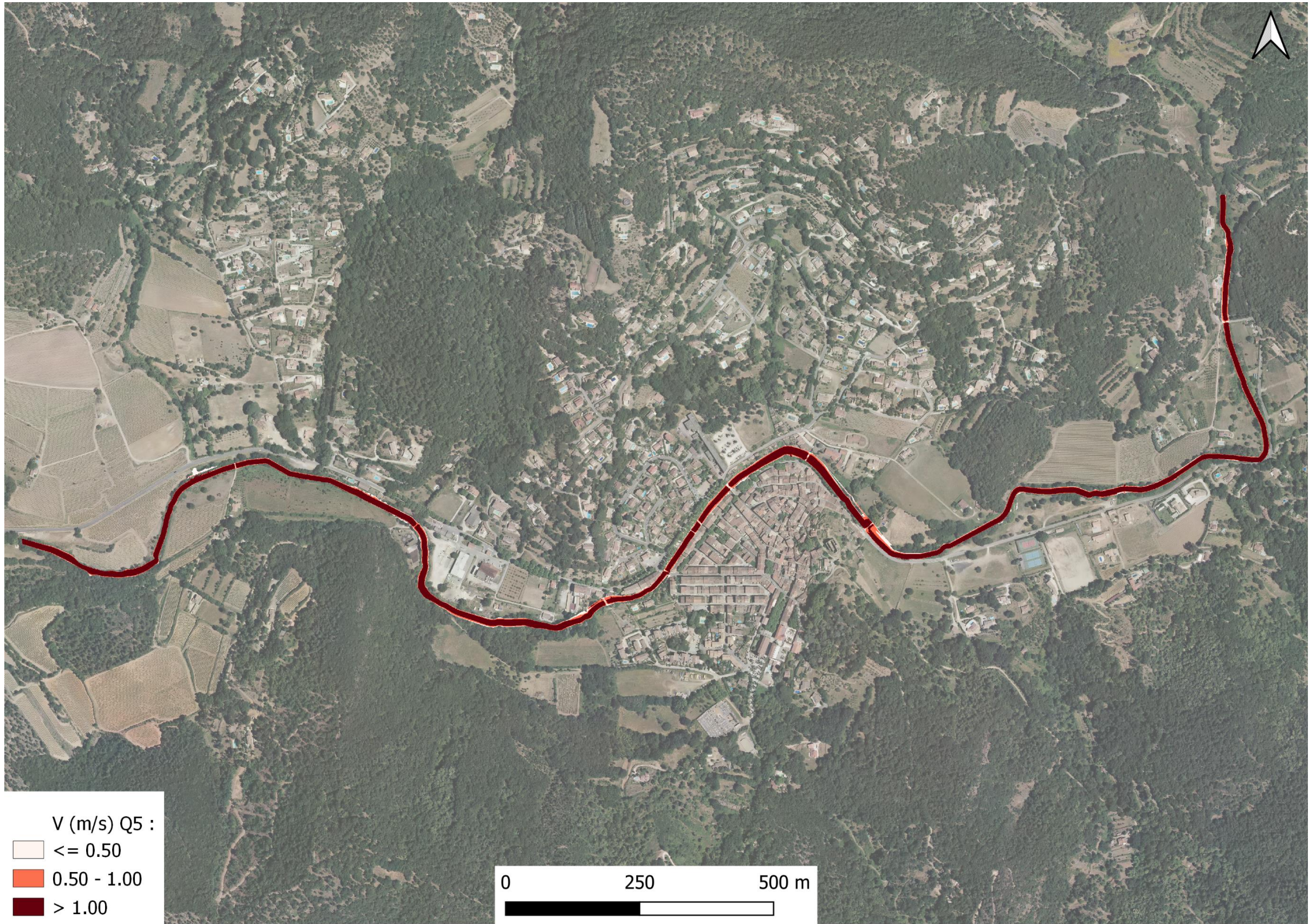


Figure 45 : Vitesses d'écoulements pour une période de retour 5 ans

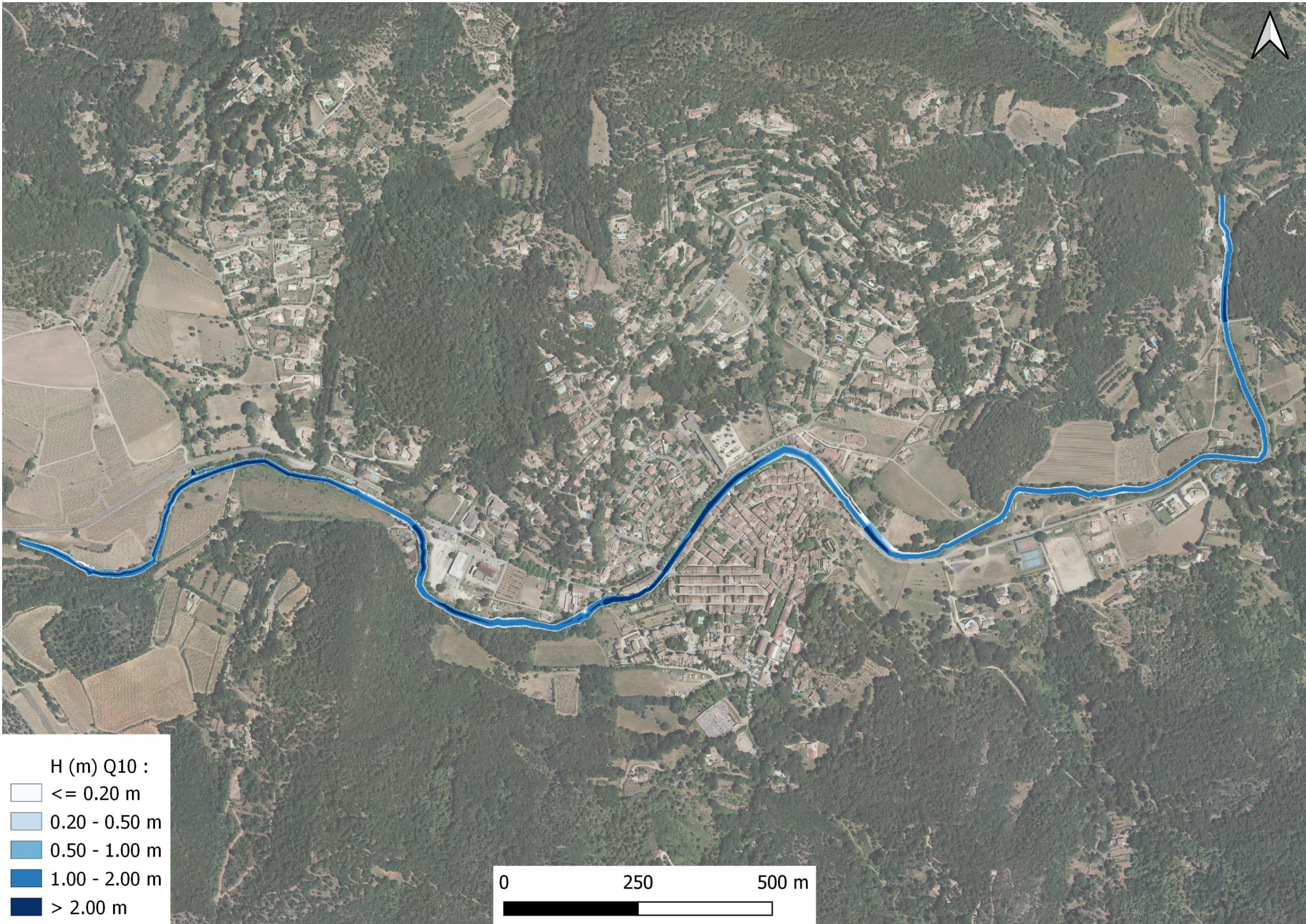


Figure 46 : Hauteurs de submersion pour une période de retour 10 ans

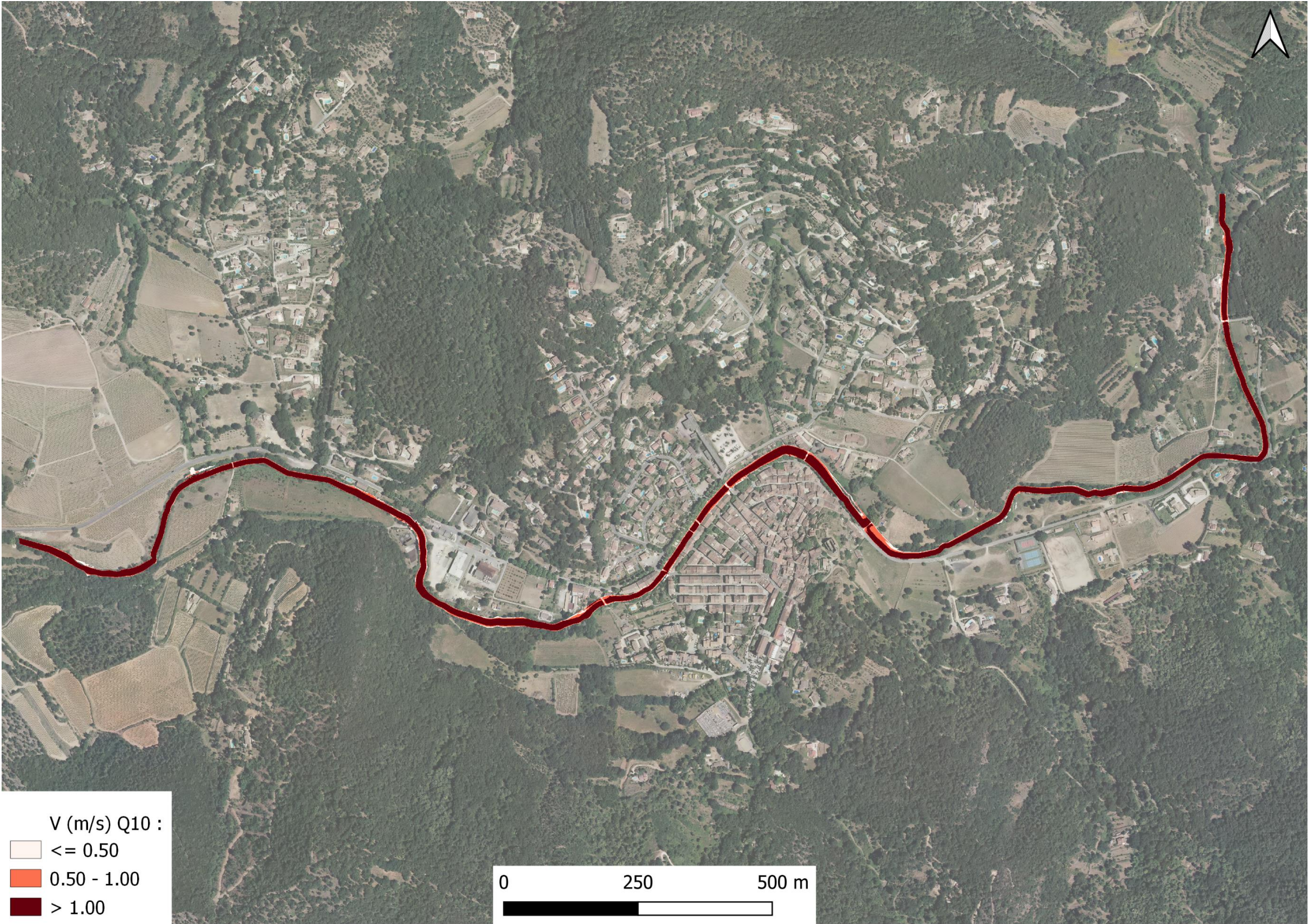


Figure 47: Vitesses d'écoulements pour une période de retour 10 ans

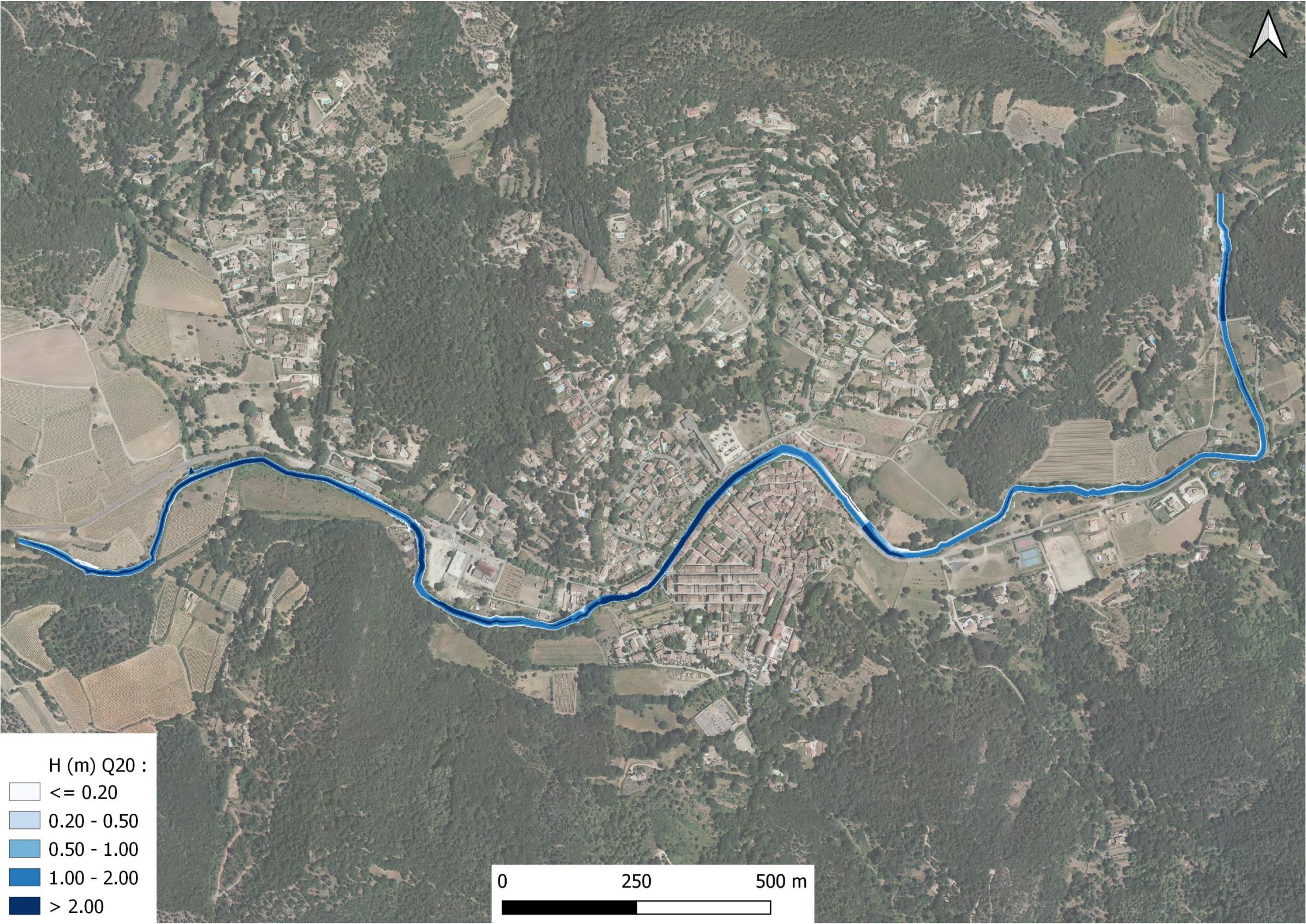


Figure 48 : Hauteurs de submersion pour une période de retour 20 ans

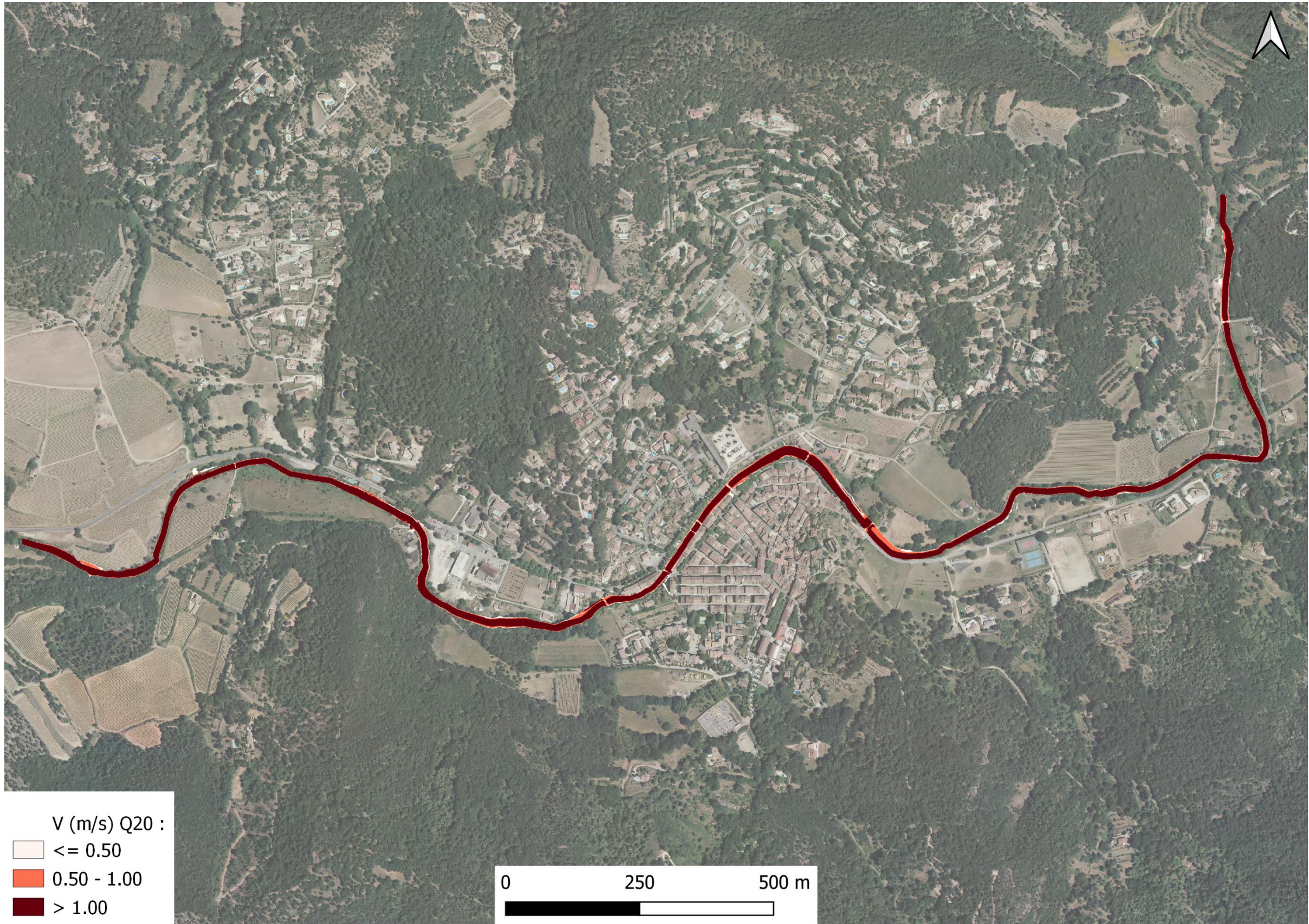


Figure 49 : Vitesses d'écoulements pour une période de retour 20 ans

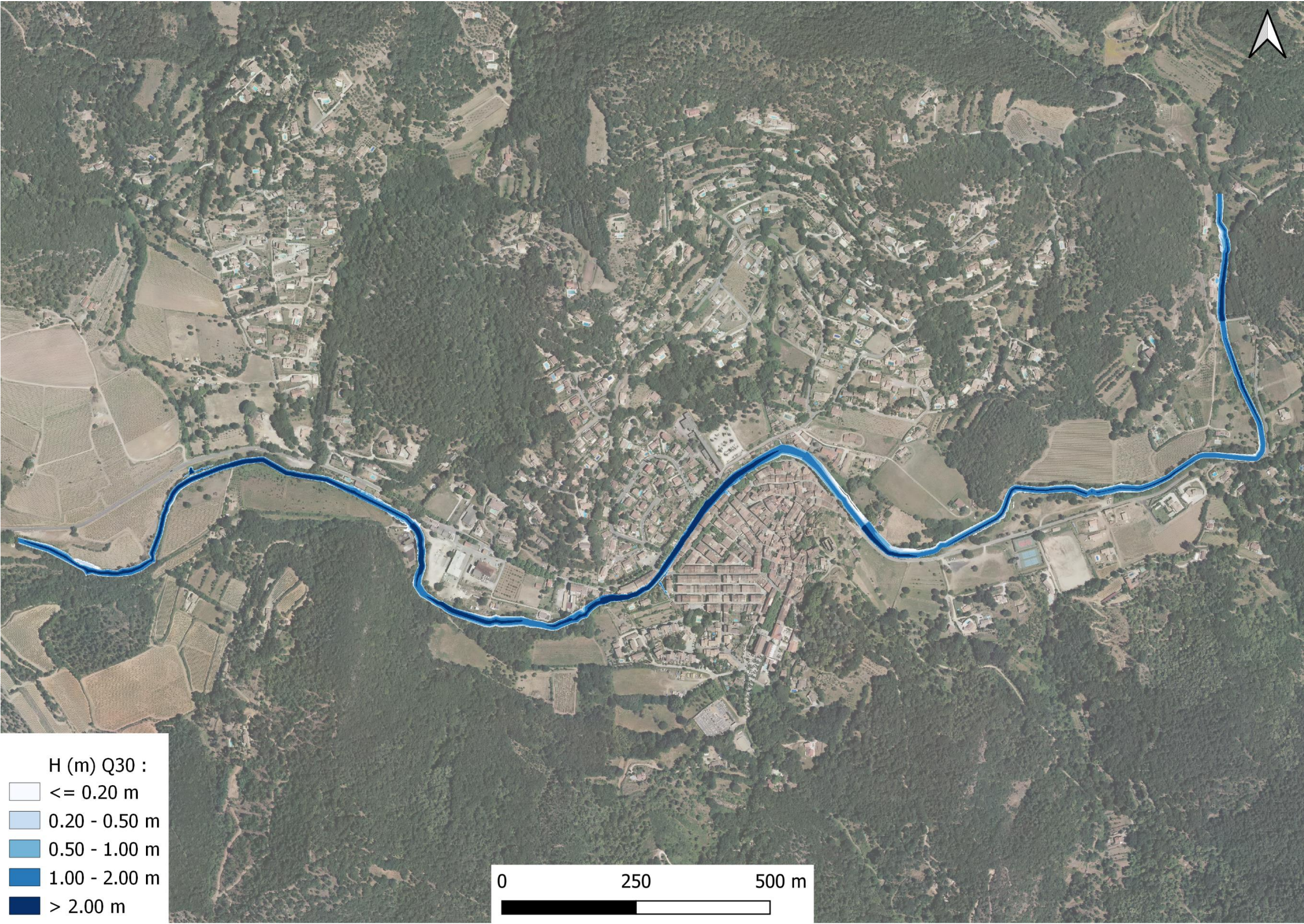


Figure 50 : Hauteurs de submersion pour une période de retour 30 ans

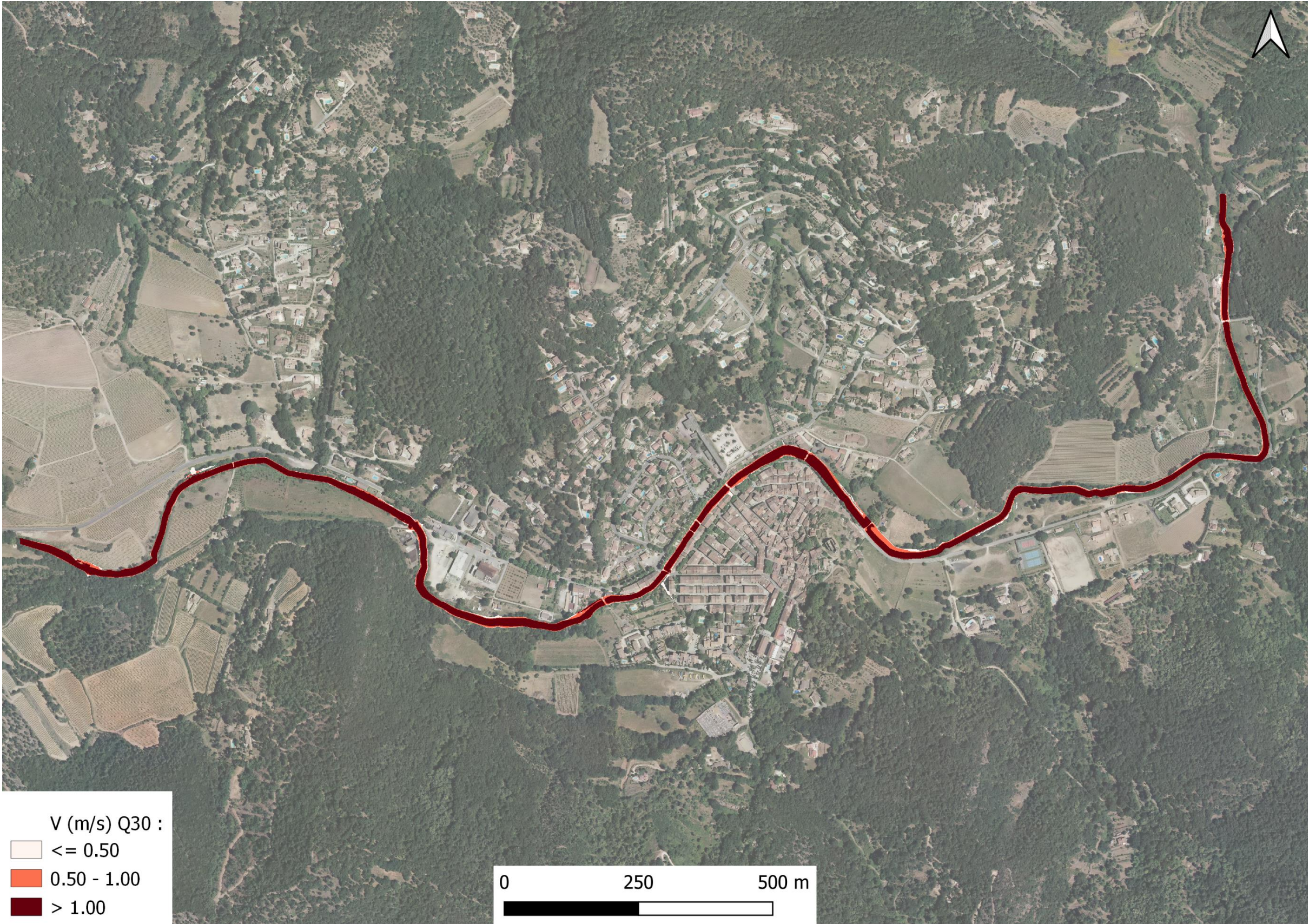


Figure 51 : Vitesses d'écoulements pour une période de retour 30 ans

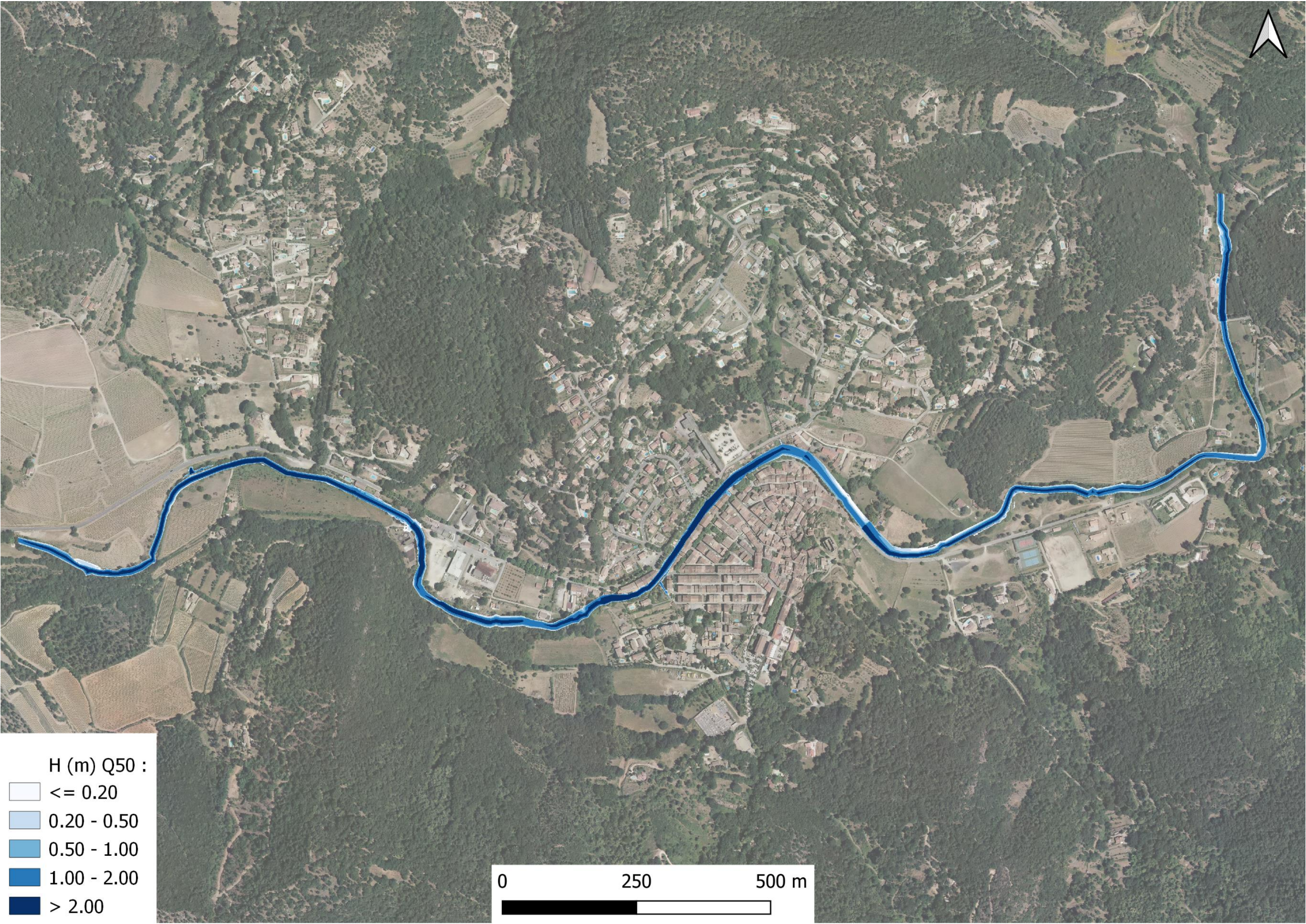


Figure 52 : Hauteurs de submersion pour une période de retour 50 ans

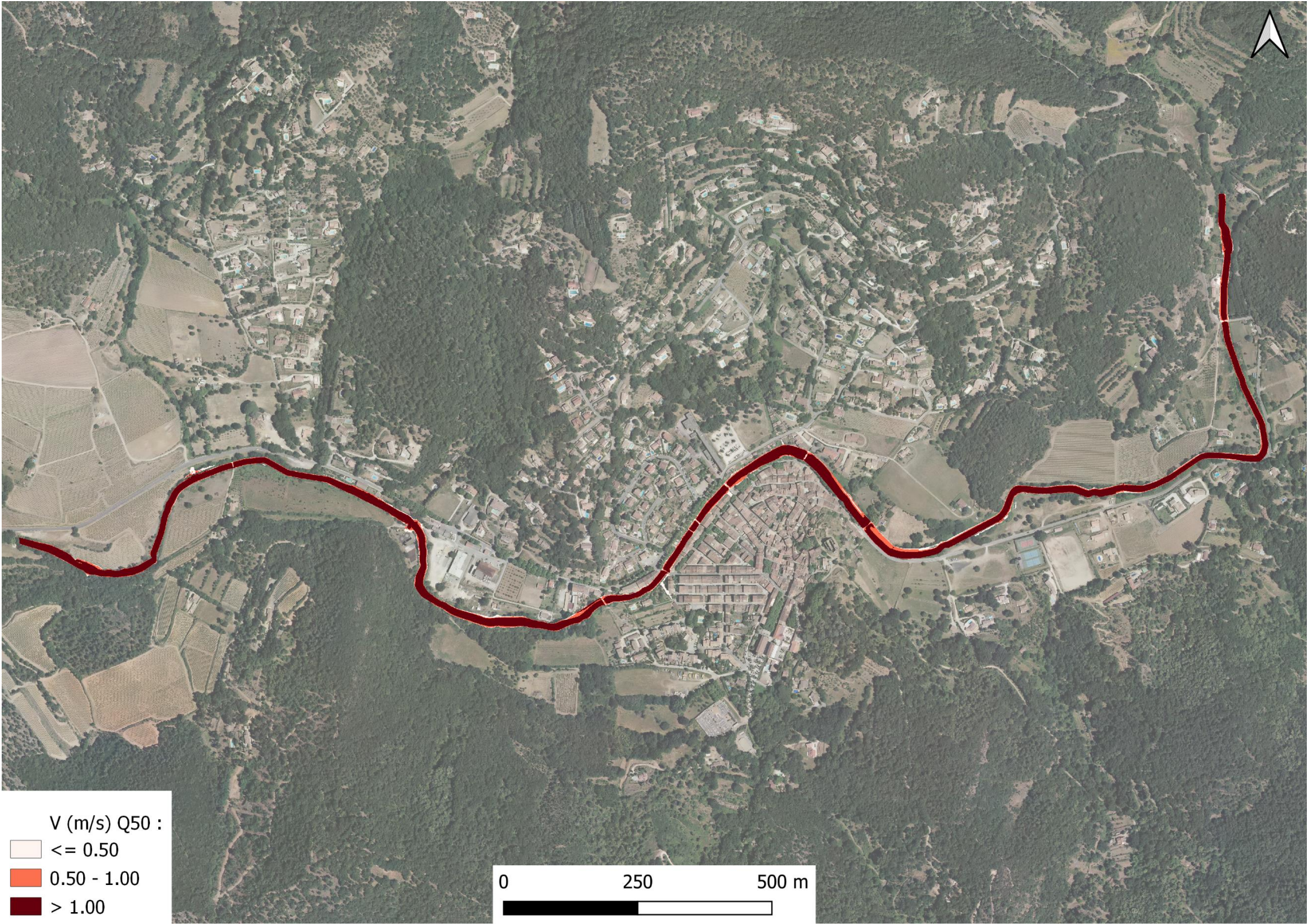


Figure 53 : Vitesses d'écoulements pour une période de retour 50 ans

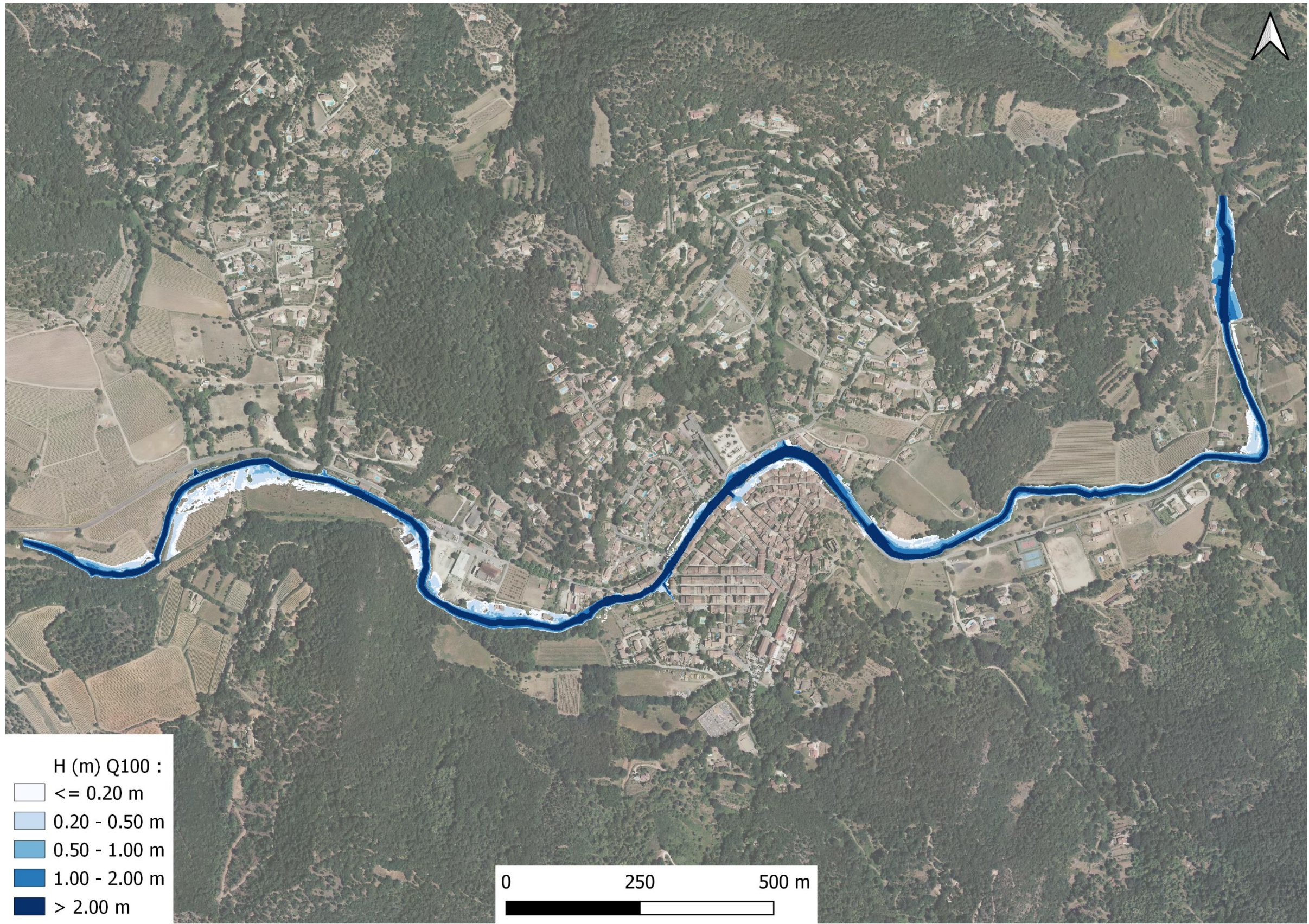


Figure 54 : Hauteurs de submersion pour une période de retour 100 ans

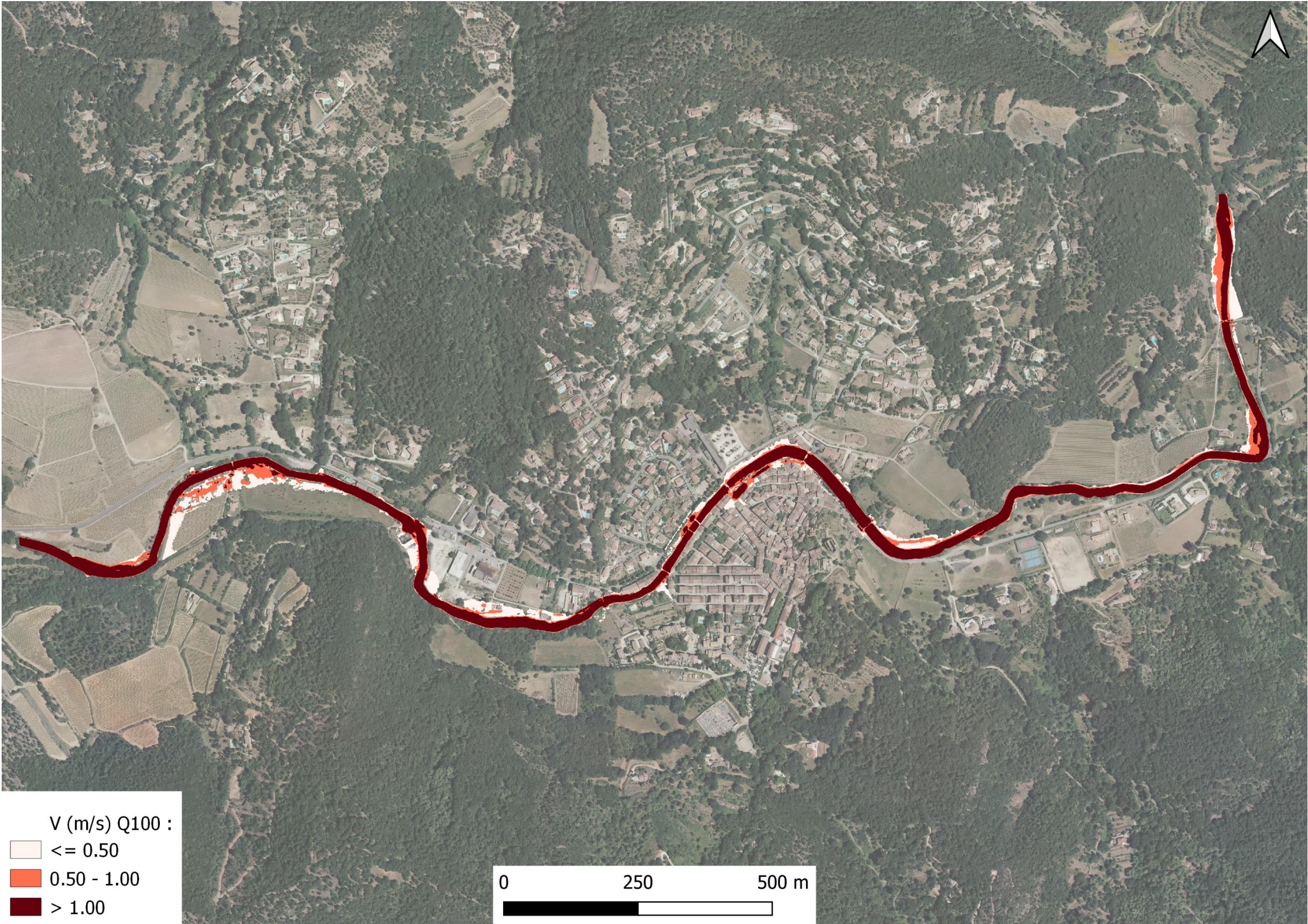


Figure 55 : Vitesses d'écoulements pour une période de retour 100 ans

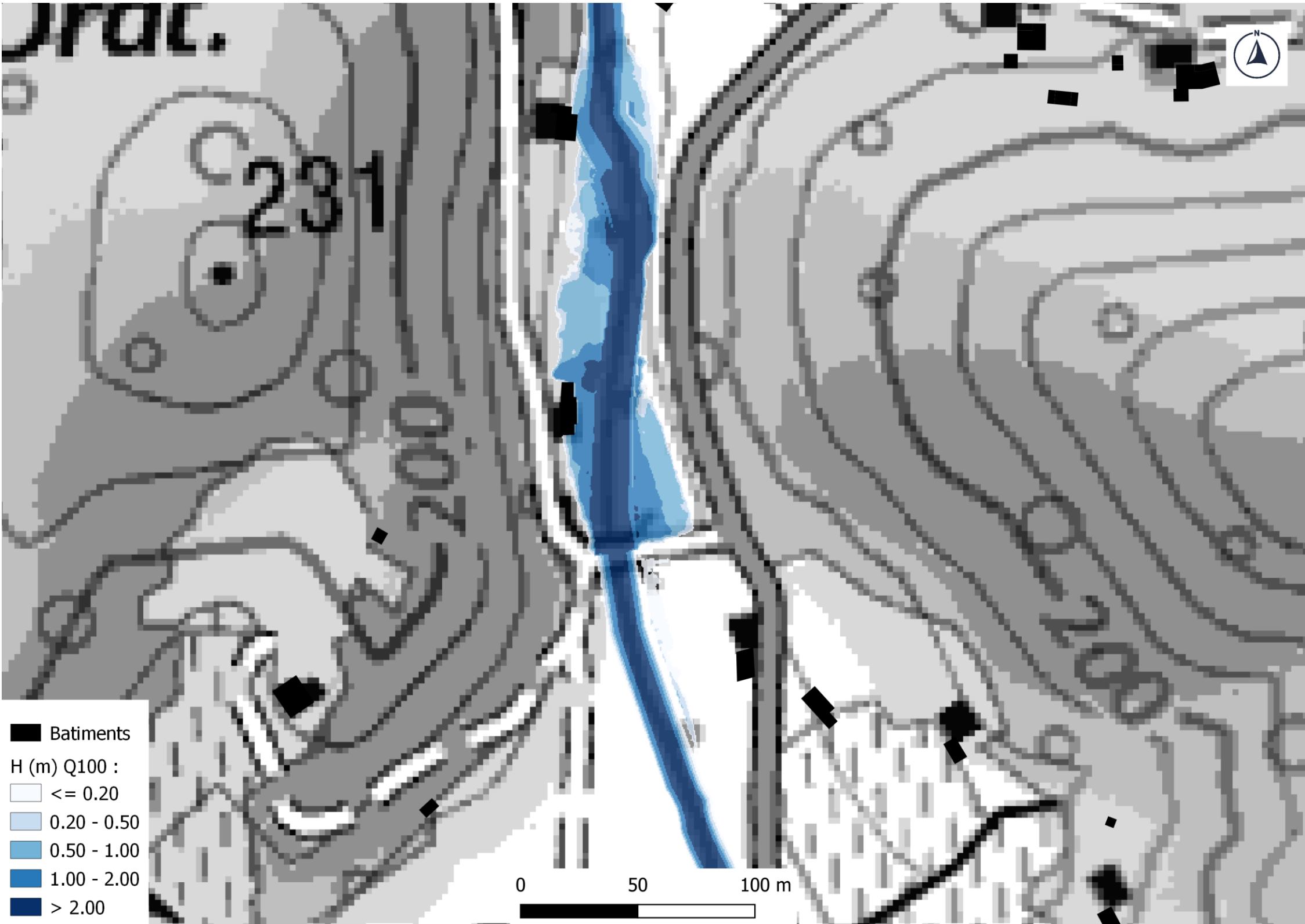


Figure 56 : Hauteurs de submersion pour un évènement centennal au droit du Pont Sainte Anne

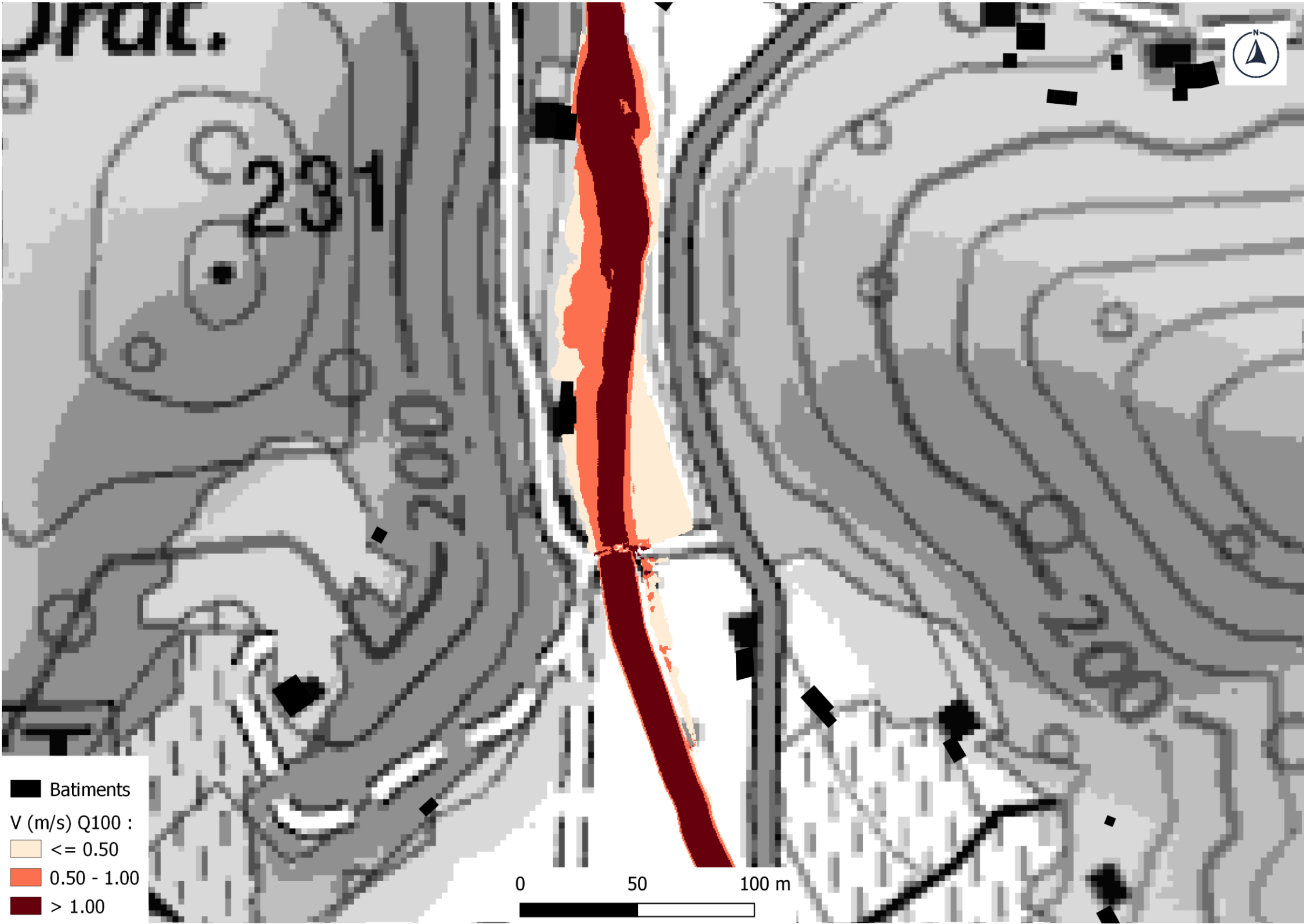


Figure 57 : Vitesses d'écoulement pour un évènement centennal au droit du Pont Sainte Anne



Figure 58 : Hauteurs de submersion pour un évènement centennal au droit du Centre-Ville

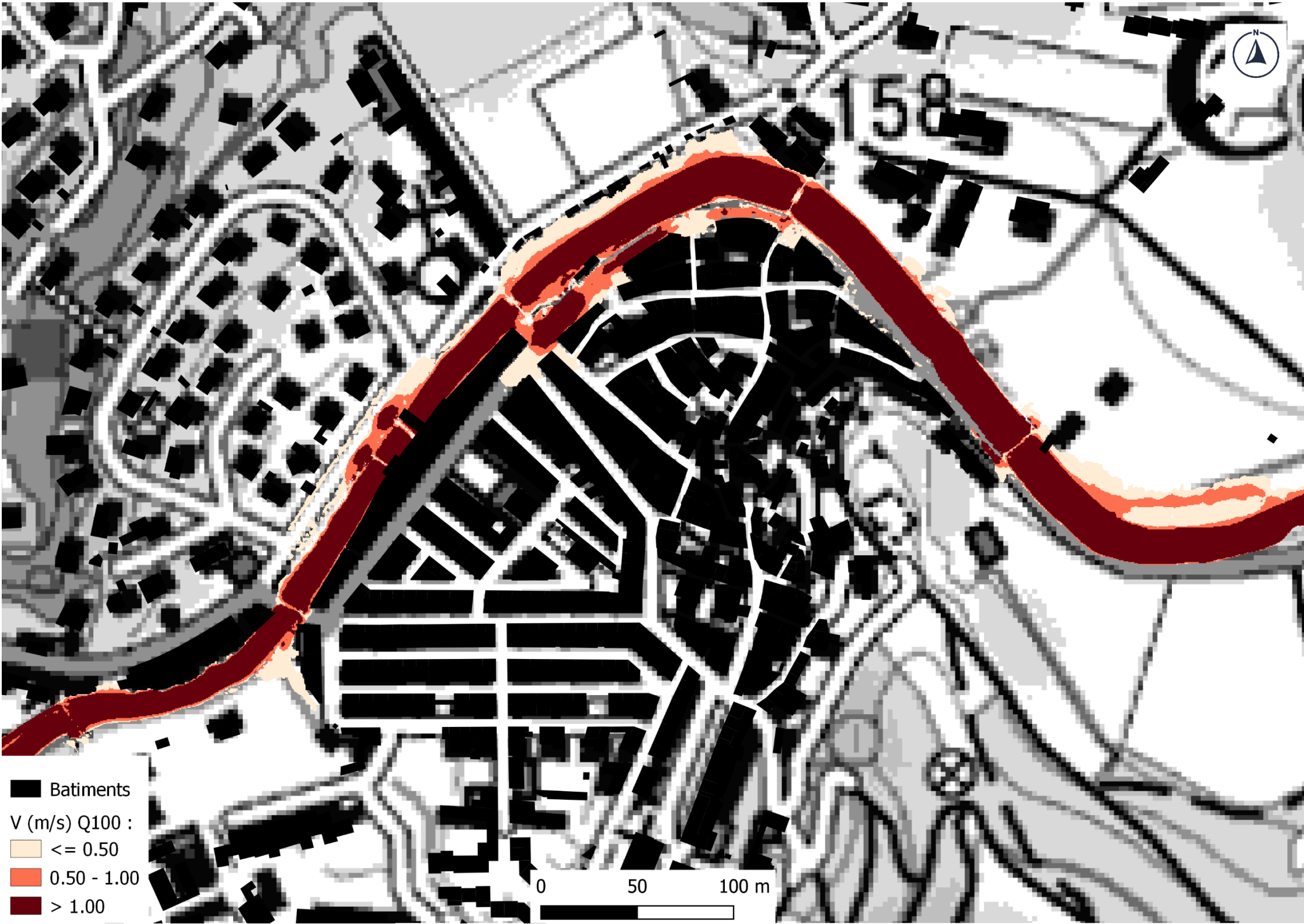


Figure 59 : Vitesses d'écoulement pour un évènement centennal au droit du Centre-Ville

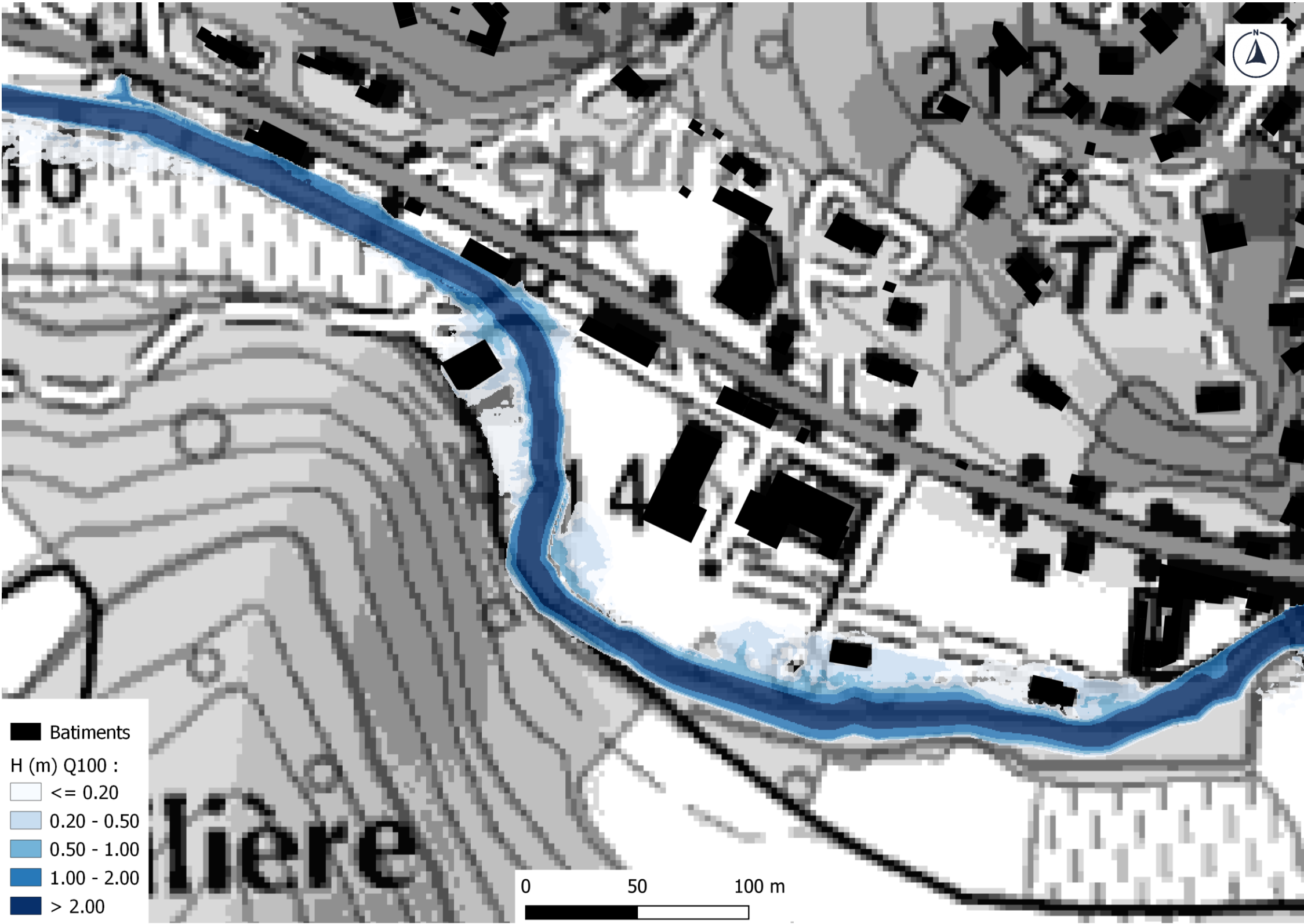


Figure 60 : Hauteurs de submersion pour un évènement centennal au droit de la STEP

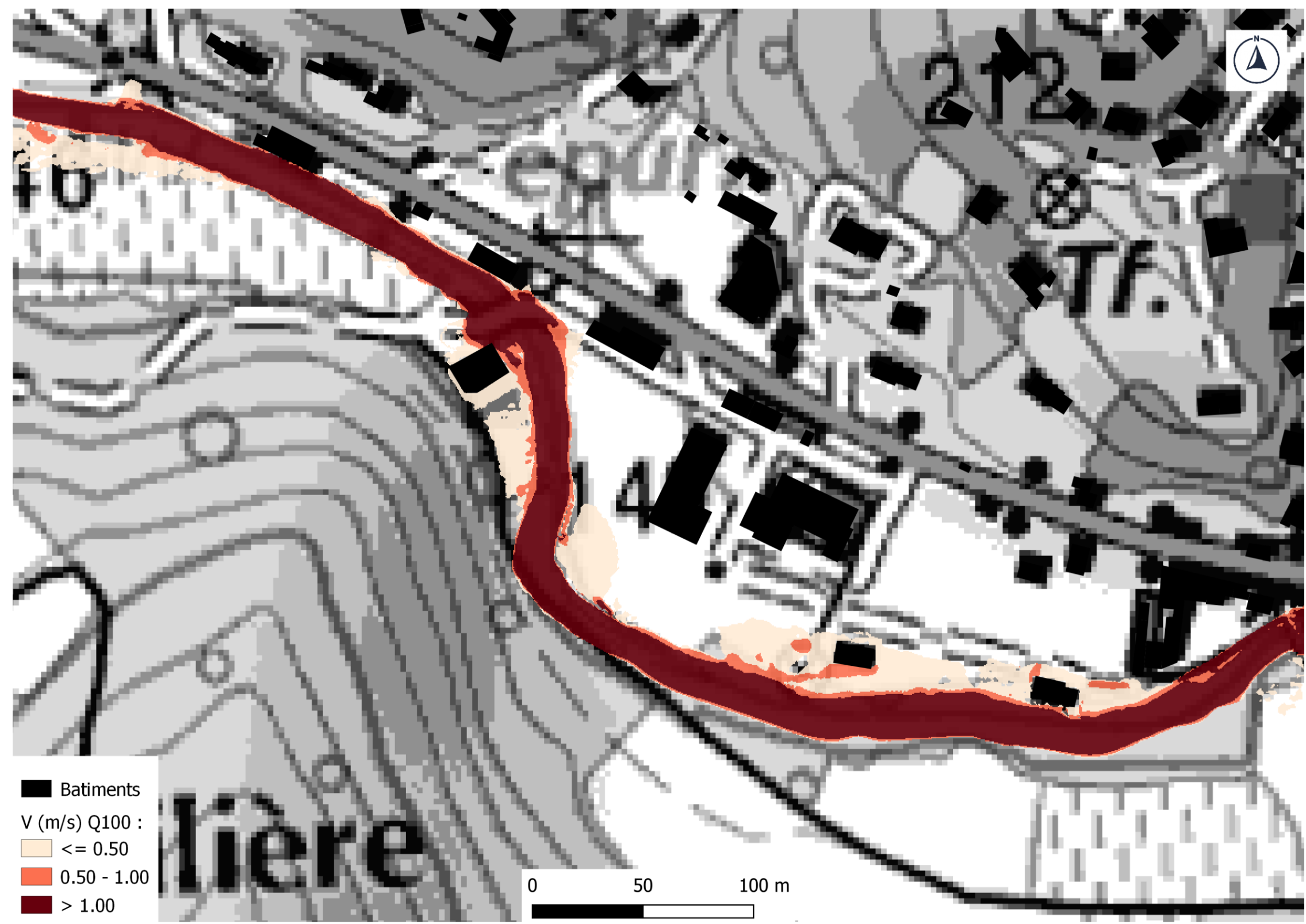


Figure 61 : Vitesses d'écoulement pour un évènement centennal au droit de la STEP

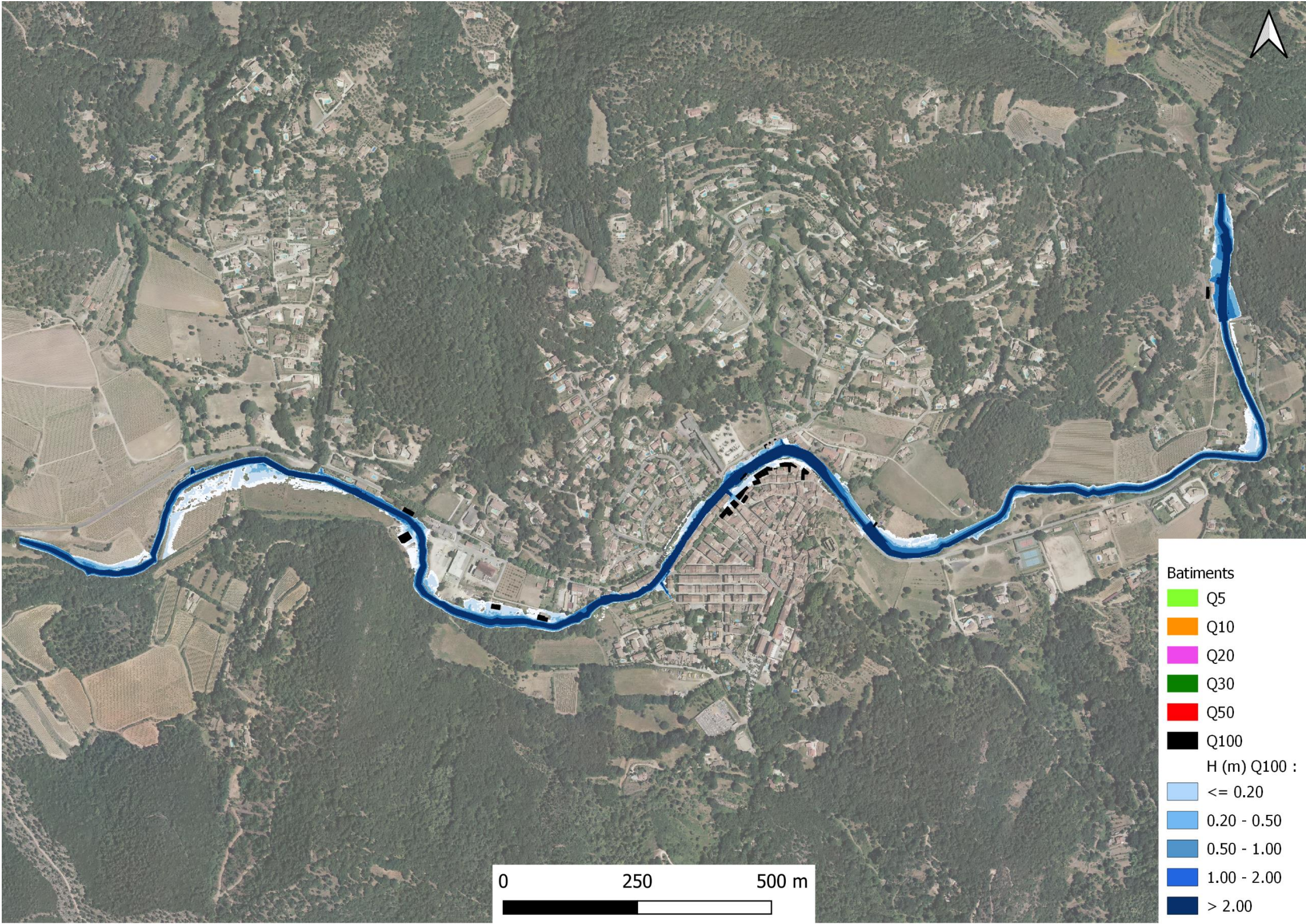


Figure 62 : Enjeux impactés sur le secteur

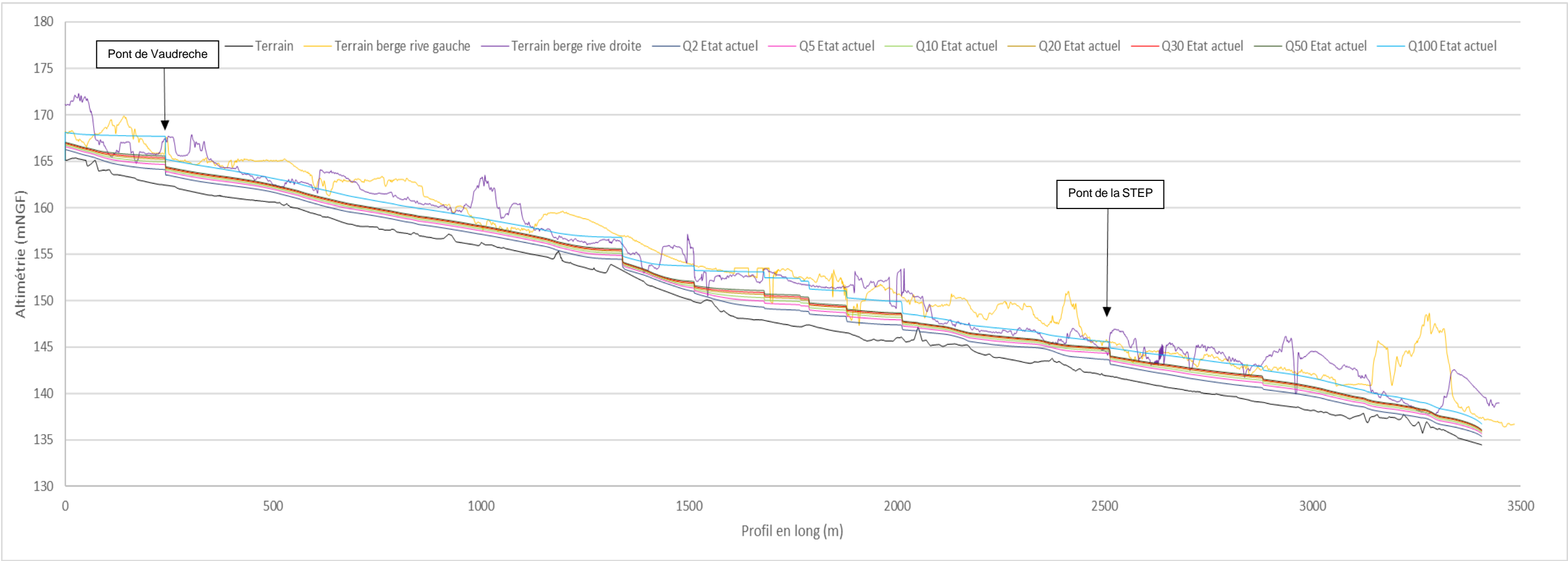


Figure 63 : Profil en long du Réal Collobrier – Etat actuel

L'étude du profil en long du Réal Collobrier selon les différentes occurrences modélisées nous montre que les débordements dans le lit majeur du cours d'eau s'effectuent majoritairement pour un événement supérieur à la crue cinquantennale. Les niveaux d'eau sont inférieurs aux altimétries des berges en rive gauche et rive droite ce qui explique que l'on observe peu de débordements pour des occurrences inférieures.

De plus, les effets des ouvrages sont bien représentés sur les profils en long des occurrences. En effet, les lignes des niveaux d'eau sont impactées au droit des ouvrages avec une rupture nette, ce qui nous indique que celles-ci sont contraintes par les ouvrages. Dans ces secteurs, les hauteurs et vitesses sont conditionnées par les ouvertures des ouvrages d'arts.

En 2006, le bureau d'étude IPSEAU a mené une étude sur la zone inondable théorique du Réal Collobrier dans sa traversée de la commune de Collobrières. Une cartographie présentant cette zone inondable est présente par la suite.

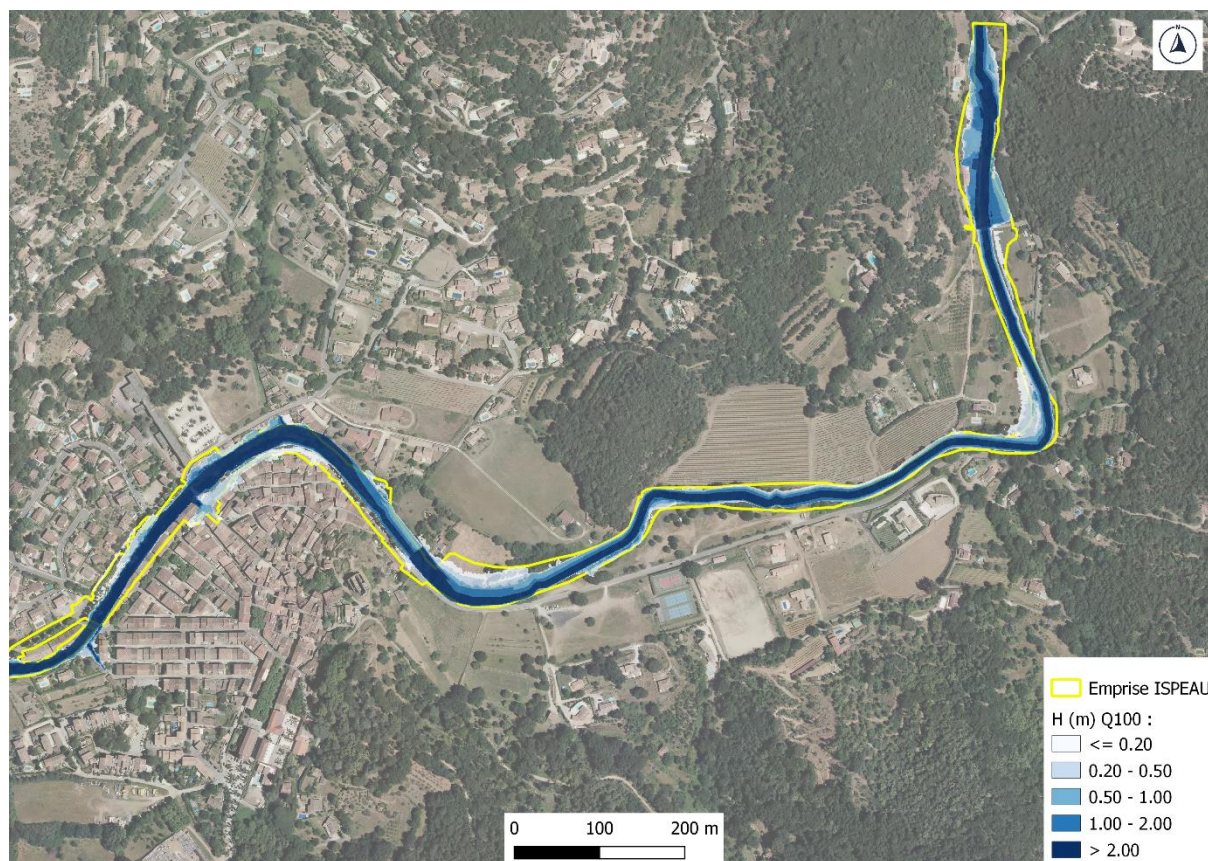


Figure 64 : Comparaison entre l'emprise définie par IPSEAU en 2006 et SCE pour une période de retour 100 ans – Zoom amont

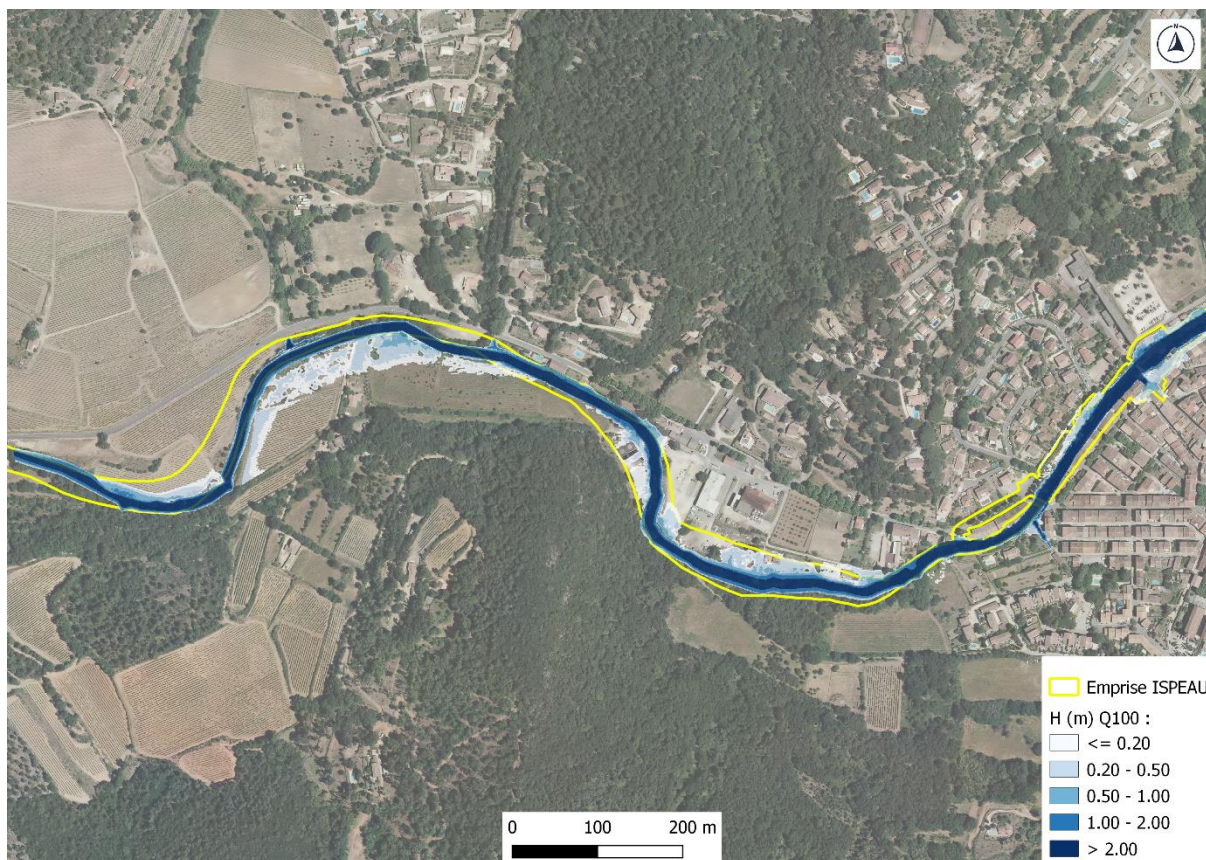


Figure 65 : Comparaison entre l'emprise définie par IPSEAU en 2006 et SCE pour une période de retour 100 ans – Zoom aval

On peut remarquer que les zones inondables sont sensiblement comparables entre l'emprise définie par SCE et celle construite lors de l'étude IPSEAU en 2006 à quelques exceptions près.

Les débordements principaux au niveau du pont de Saint-Anne et au droit de la déchetterie et de la STEP sont cohérents.

IPSEAU a élargie la zone inondable au niveau de l'avenue de la Libération, en rive droite, à priori dû à des débordements provoqués par le pont de la D14 que nous ne retrouvons pas sur notre modèle.

Nous avons également pu comparer l'emprise définie au sein de cette étude avec l'emprise décrite par EGIS dans son étude sur le bassin du Gapeau. Des débordements plus importants sont à noter sur notre modèle au niveau des propriétaires CIMAN et en amont rive droite du Pont Saint-Anne. Ces informations sont visibles sous forme de cartographies présentées par la suite.

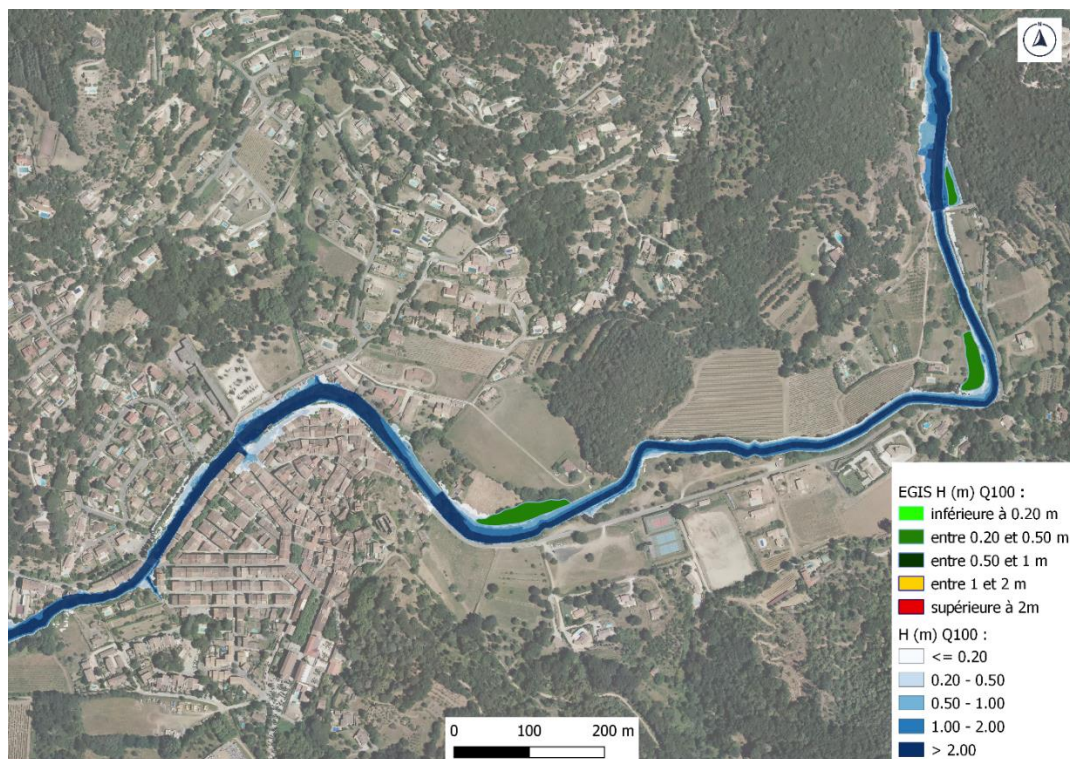


Figure 66 : Comparaison entre l'emprise définie par EGIS et SCE pour une période de retour 100 ans – Zoom amont

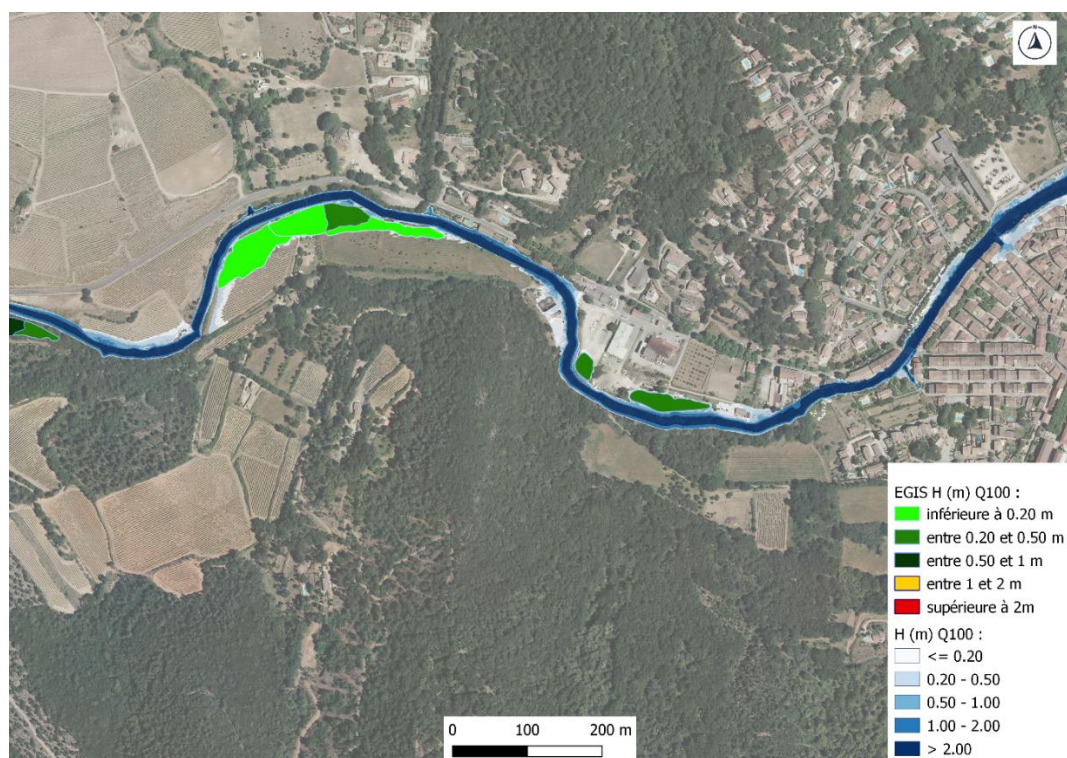
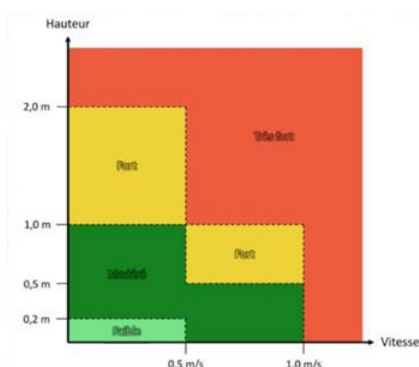


Figure 67 : Comparaison entre l'emprise définie par EGIS et SCE pour une période de retour 100 ans – Zoom aval

L'emprise définie par SCE semble être cohérente avec les informations de la zone inondable définie par l'étude IPSEAU en 2006. En revanche, l'étude Egis montre des débordements beaucoup moins significatifs que la cartographie de SCE. Les débordements de EGIS se concentrent sur les zones à enjeux, mais les emprises inondables sont bien réduites par rapport à celle établie par la société SCE. A noter que EGIS ne semble pas définir de débordements au sein du centre-ville, alors qu'ils ont bien lieu.

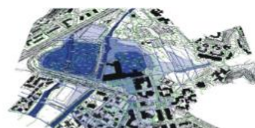
3.3.2. Caractérisation de l'aléa inondation

Pour cette étude sur Collobrières, il est demandé de caractériser l'aléa inondation pour l'événement de référence d'occurrence 100 ans. Pour ce faire, la grille établissant les critères de croisement des hauteurs et vitesses maximales retenues par la DDTM du Var, appliquée sur le bassin versant du Gapeau a été retenue.



Grille de définition de l'aléa inondation retenue sur le bassin versant du Gapeau.

Hauteurs de submersion



Vitesses d'écoulement



Aléa inondation



Processus type d'élaboration de l'aléa inondation – © SCE.

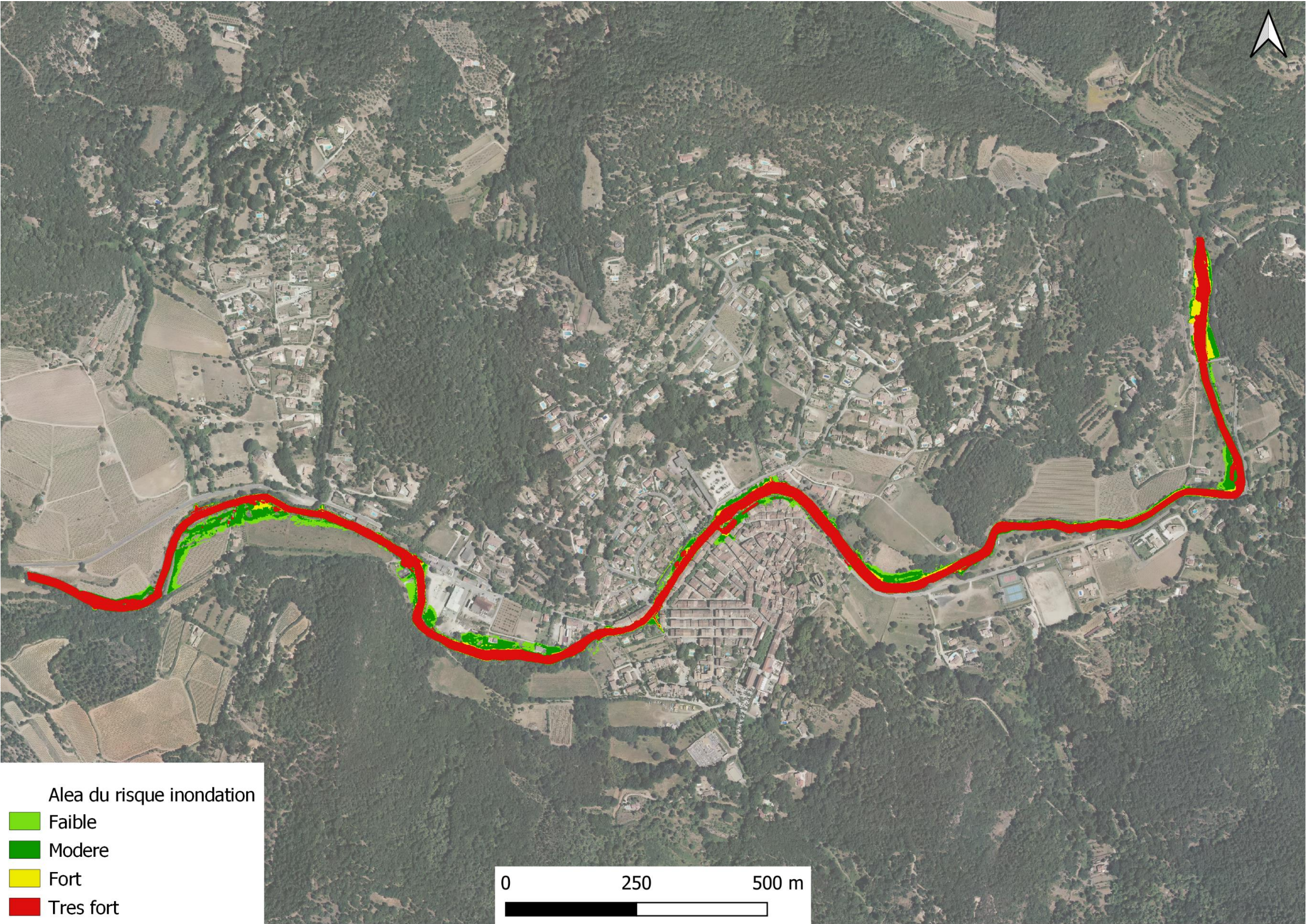


Figure 68 : Cartographie du risque d'aléa inondation pour la crue centennale sur le secteur de la commune de Collobrières

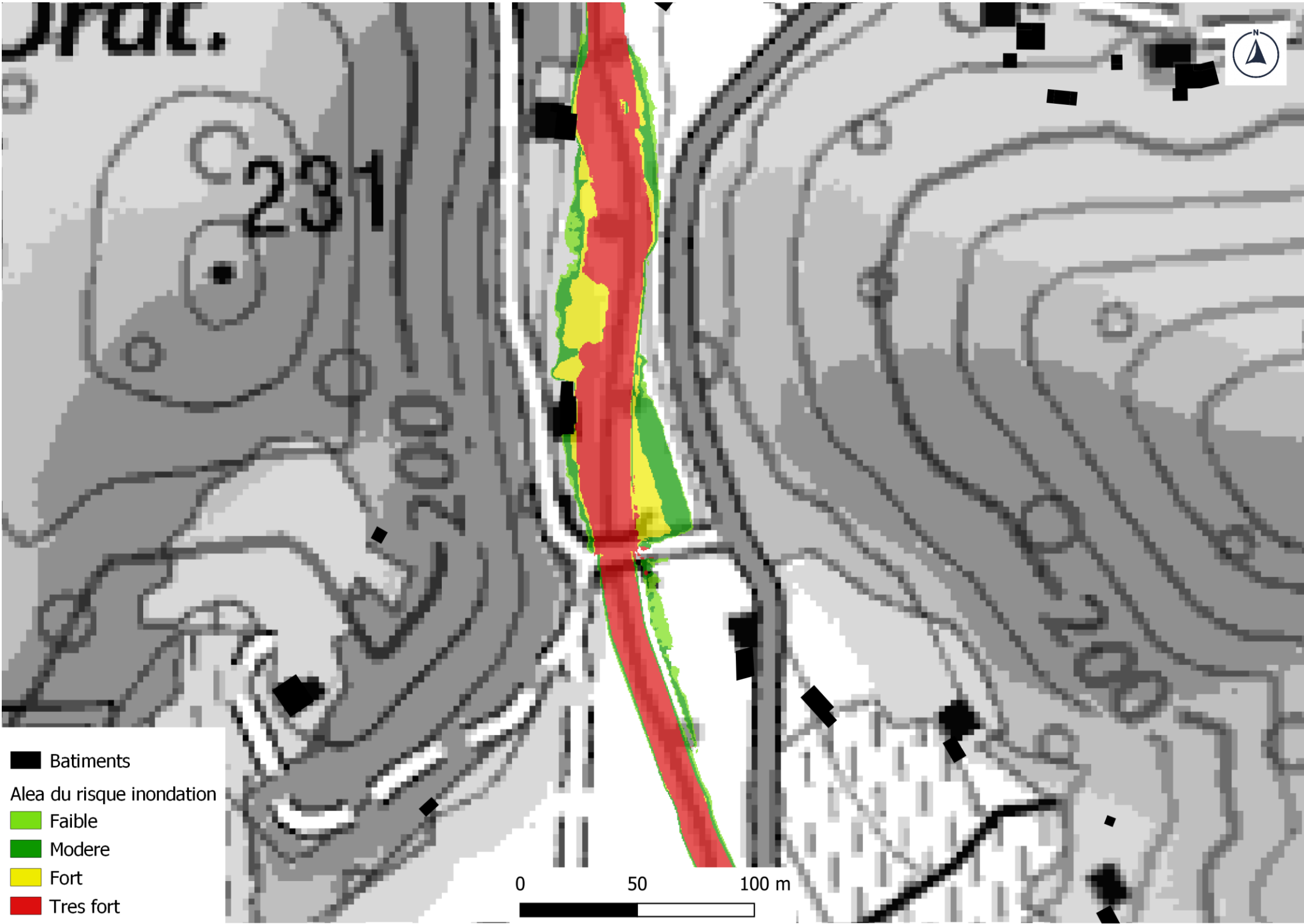


Figure 69 : Alea du risque inondation au droit du Pont Sainte Anne

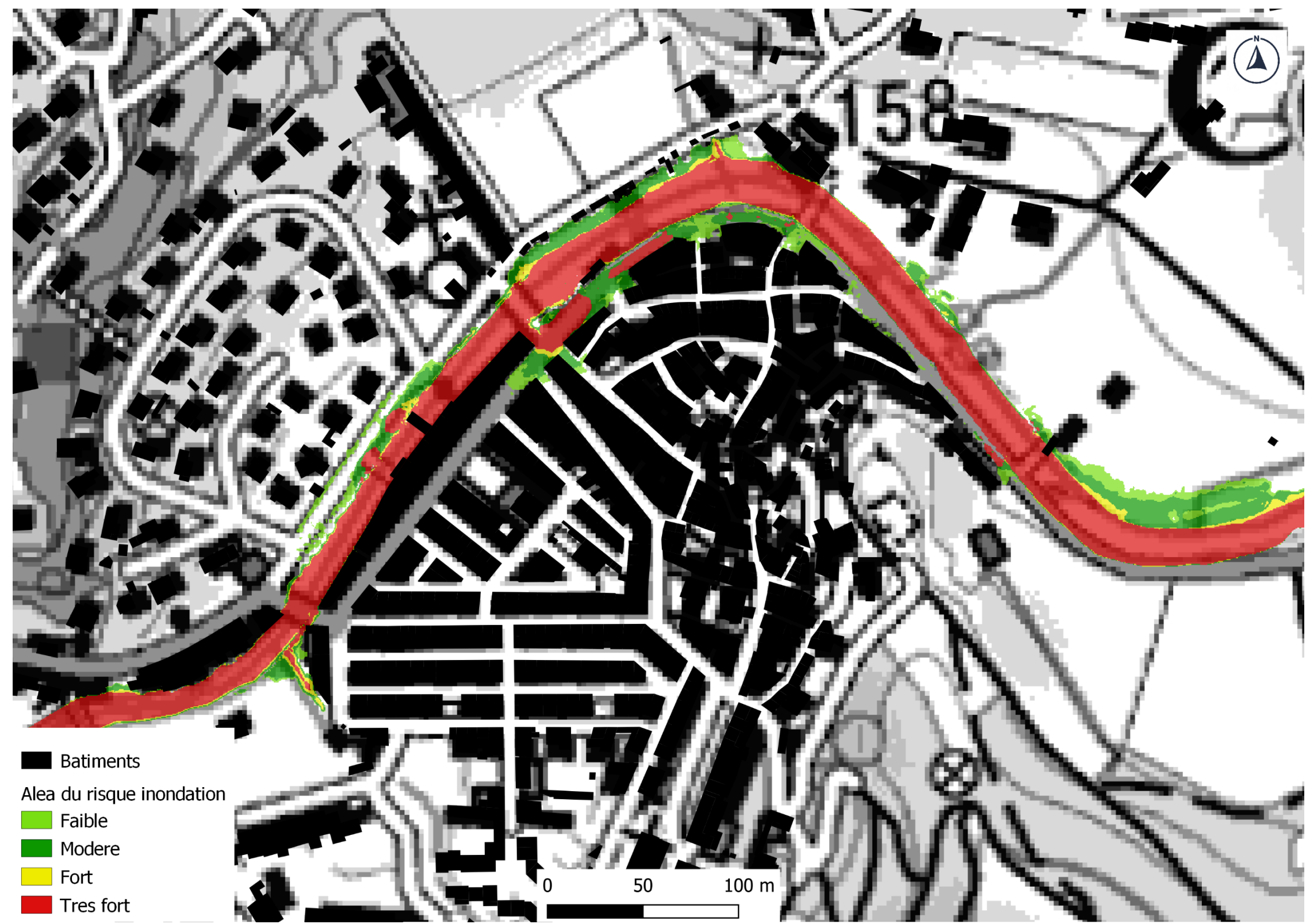


Figure 70 : Aléa du risque inondation au droit du Centre-Ville

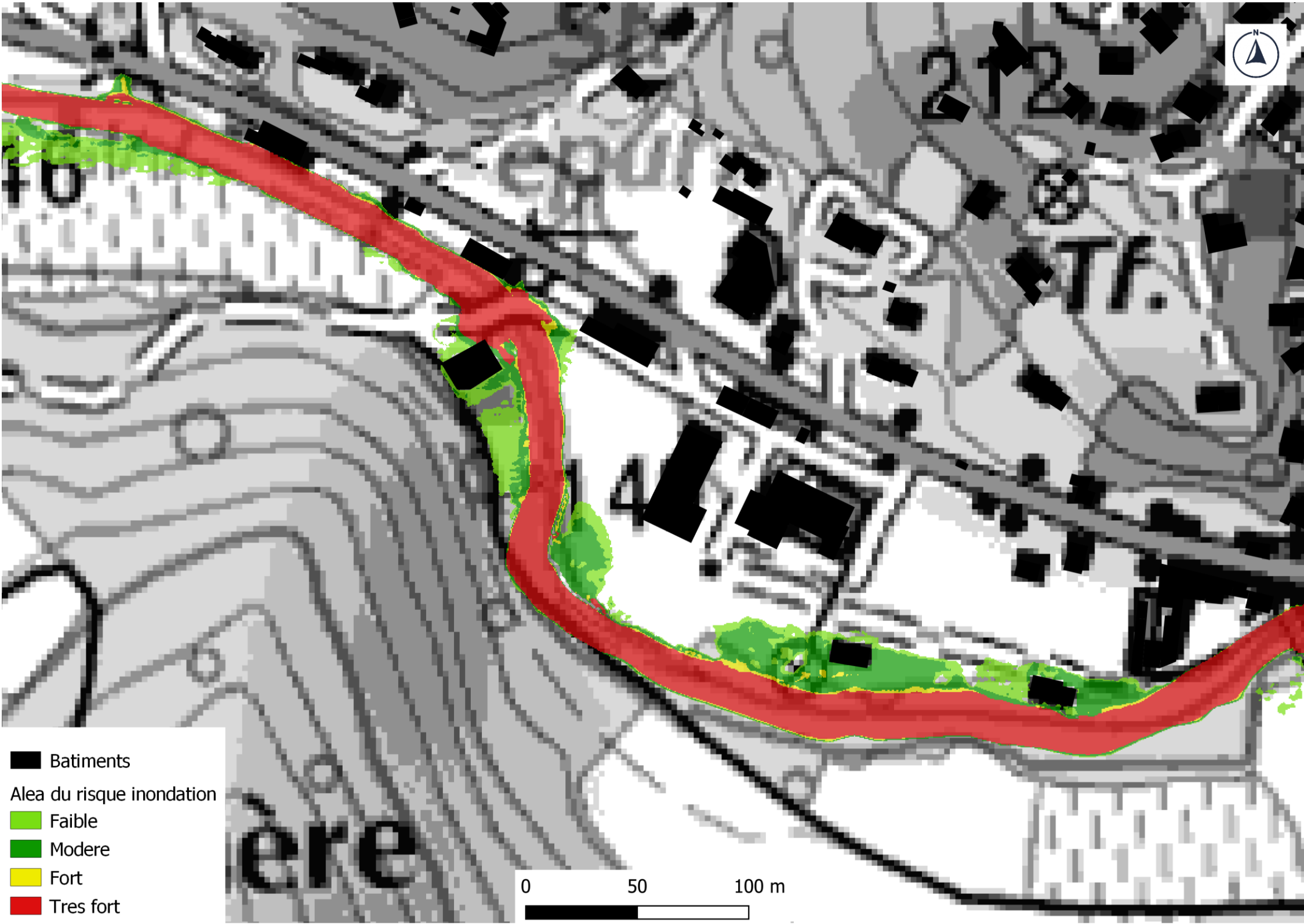


Figure 71 : Alea du risque inondation au droit de la STEP

3.3.3. Analyse des digues

Les résultats de la modélisation hydraulique montrent que les murs installés dans la traversée de Collobrières sont contournés à partir d'une crue centennale.



Figure 72 : Hauteurs de submersion au droit du centre-ville de la commune de Collobrières pour la crue centennale

Pour cette occurrence de crue, le Réal Collobrier s'écoule au travers les discontinuités présentes régulièrement le long du mur et est en capacité d'inonder :

- ▶ La promenade piétonne située le long de la rue du lotissement Sibille en rive droite. Moins de 50 cm d'eau sont relevés.
- ▶ La rangée de maisons située en rive gauche le long de l'avenue Charles Caminat à proximité de l'office du tourisme. Moins de 30 cm d'eau sont relevés dans ce secteur.

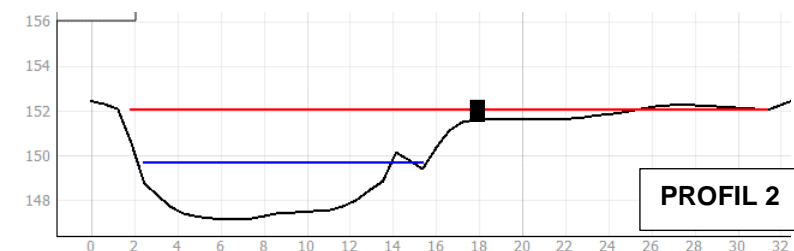
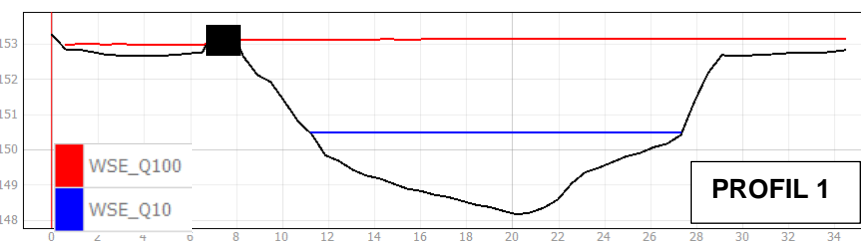


Figure 73 : Exemple de discontinuités observées sur les murs installés en crête de berge

Le contournement des ouvrages empêche la mise en charge hydraulique des murs confirmant l'absence d'un risque de relâché d'eau brutal en arrière. En deçà de la crue Q100, le Réal Collobrier reste contenu dans son lit.

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 1 – « COLLOBRIERES »



L'autorisation de ces ouvrages en système d'endiguement n'est donc pas un choix stratégique pour les raisons suivantes :

- ▶ Présence de discontinuités permettant au Réal Collobrier de contourner les ouvrages. Dans le cadre d'une autorisation, il serait nécessaire d'engager des travaux de fermeture de ces ouvertures.
- ▶ Absence de réels enjeux installés dans une zone d'aléa fort ou de sur-aléa en cas de rupture d'ouvrage.

Il est important de rappeler que le classement d'ouvrages en systèmes d'endiguement reste une **démarche volontaire de la collectivité** qui choisit et déclare les ouvrages qu'elle estime participer à la prévention contre les inondations.

Il n'y a pas d'obligation pour une collectivité de prendre en gestion des digues existantes sur son territoire, même si ces digues sont actuellement classées. C'est la compétence « Prévention des inondations » qui est obligatoire dans le cadre de la prise de compétence GEMAPI, et non la gestion de digues, la prévention pouvant être opérée par d'autres moyens que les digues et notamment, dans le cas présent, par des évacuations préventives au-delà d'une crue cinquantennale ou la mise en place de systèmes de protections individualisés bien moins contraignant réglementairement et financièrement que la gestion d'un système d'endiguement.

3.3.4. Impact des ponts

L'analyse de l'impact du pont Saint-Anne et du pont de la STEP a été réalisée au travers une modélisation avec et sans leur présence pour les occurrences de crues suivantes :

- ▶ 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.

Seuls les résultats pour la crue décennale et centennale sont présentés ci-après. Le reste des résultats sont disponibles en annexe.

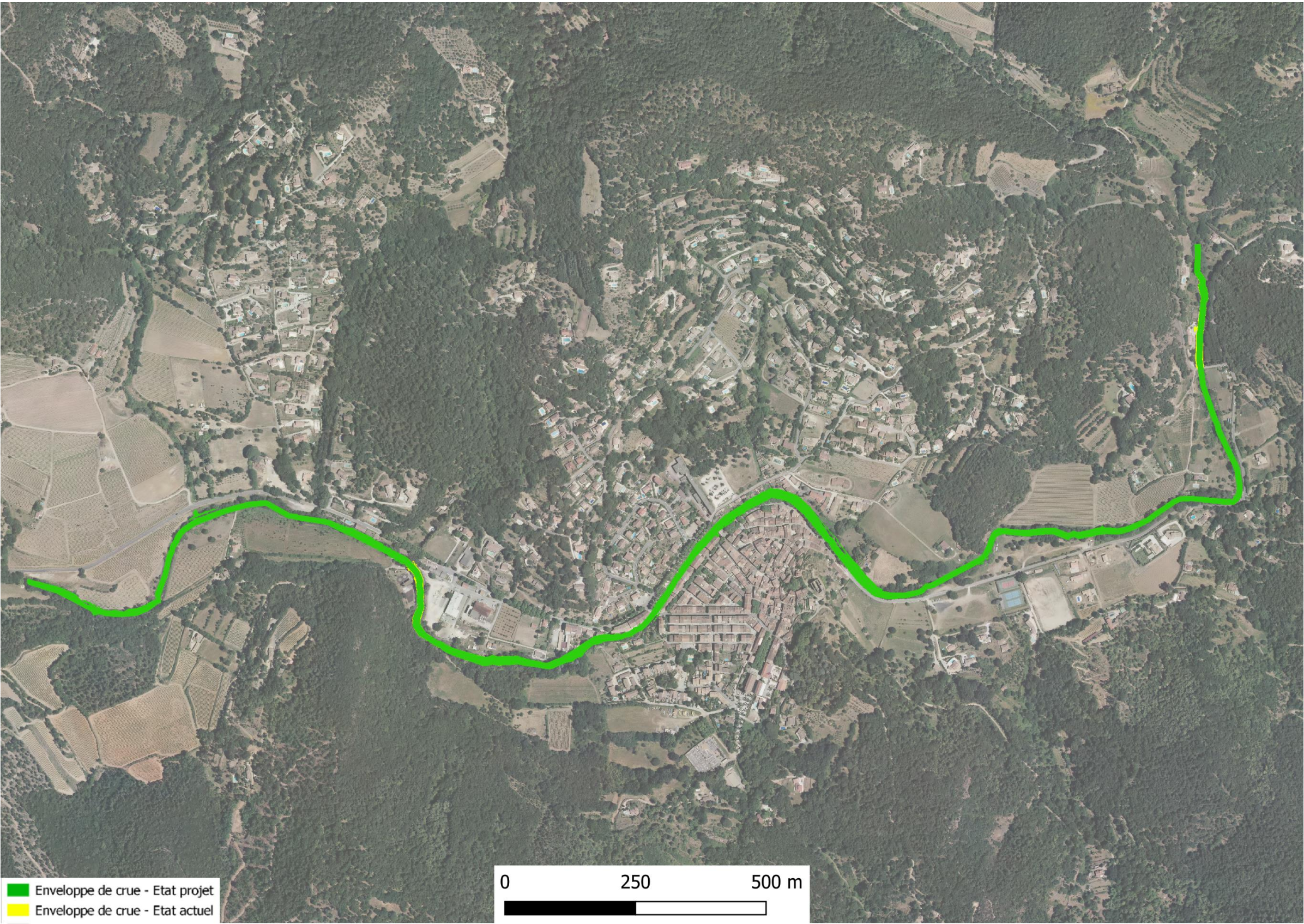


Figure 74 : Différence de l'enveloppe de crue de crue d'occurrence 10 ans avec et sans le pont Saint-Anne ainsi que le pont de la STEP

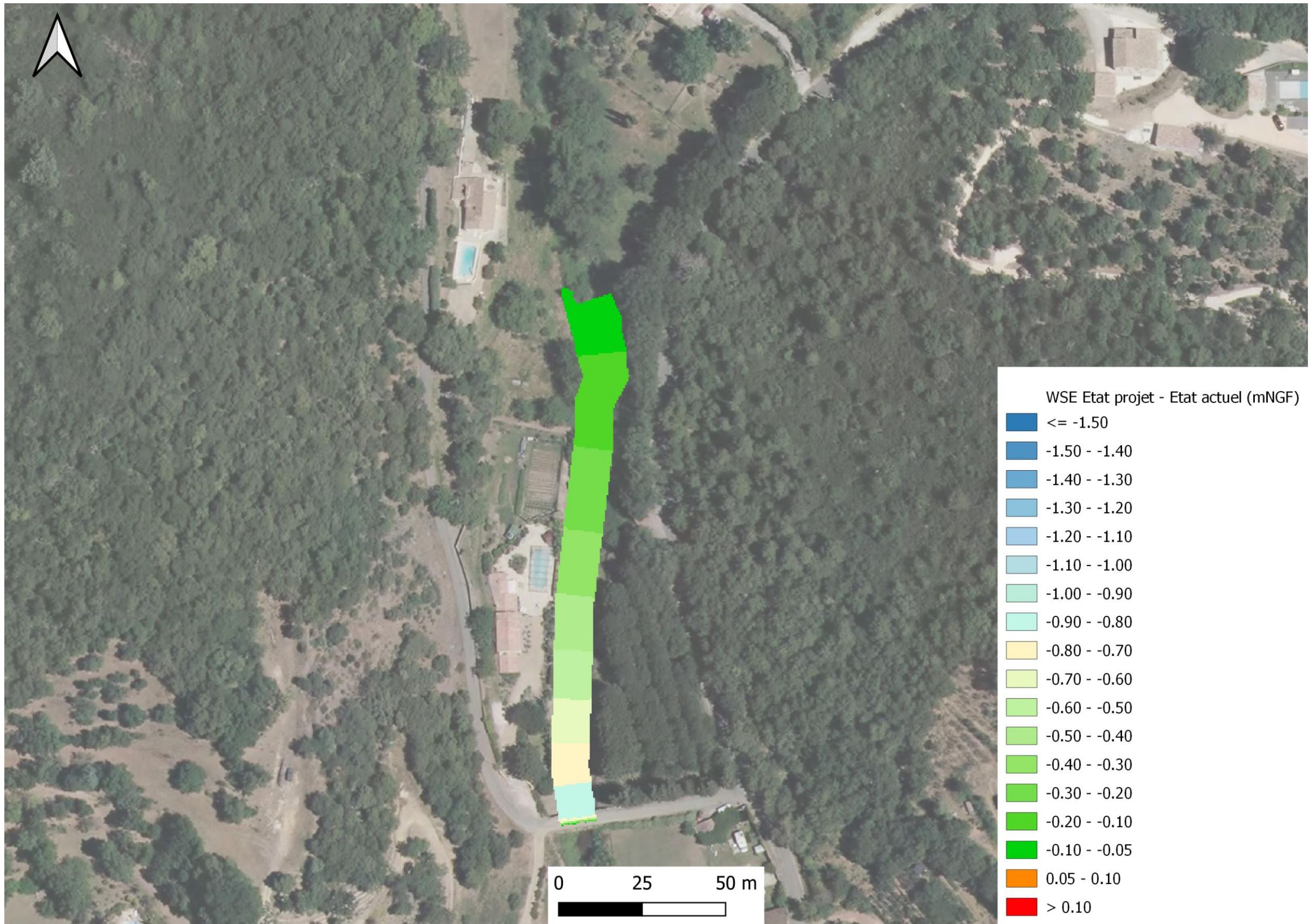


Figure 75 : Evolution des niveaux d'eau de Q10 du Réal Collobrier du fait de la suppression du pont Saint-Anne



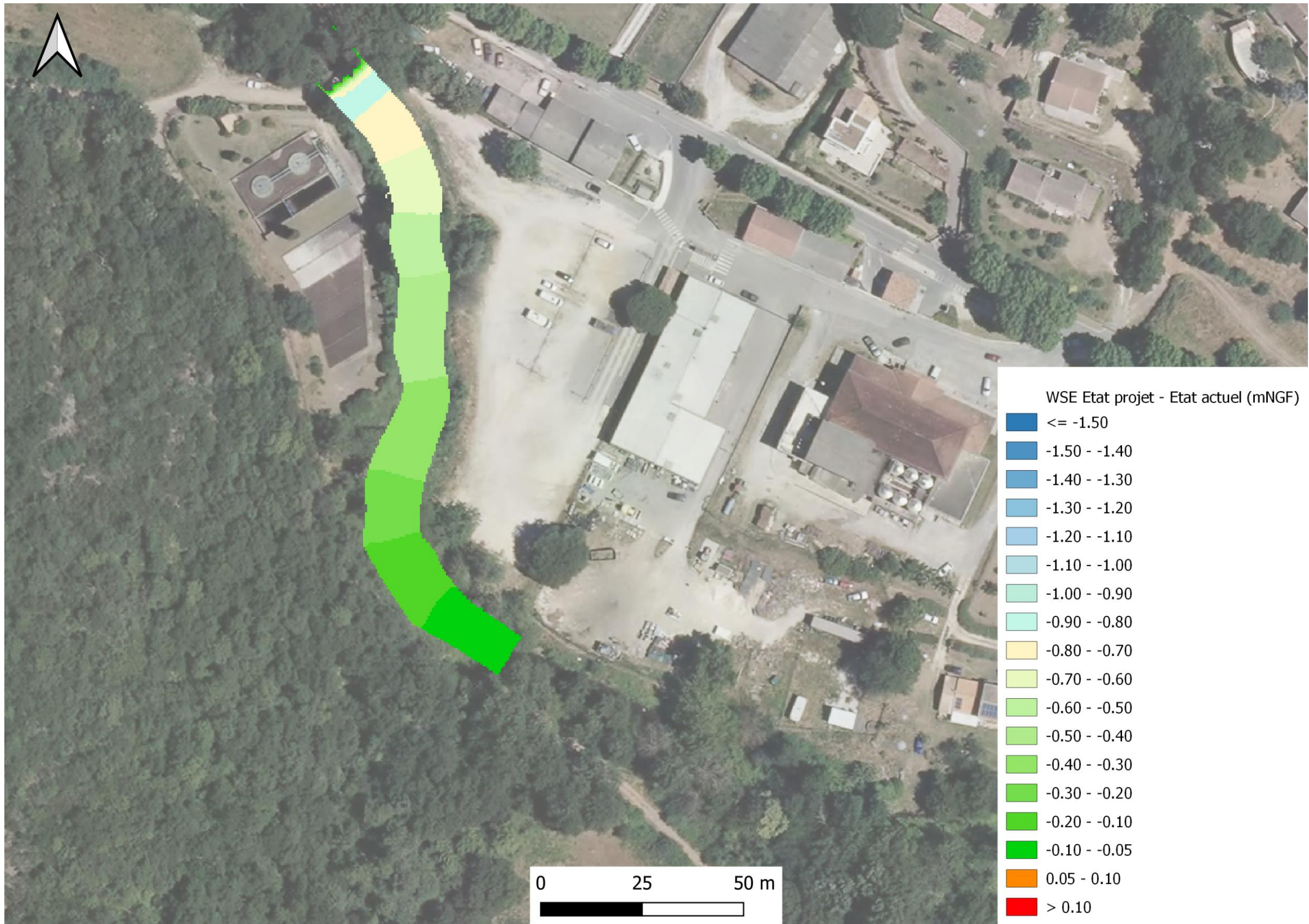


Figure 77 : Evolution des niveaux d'eau de Q10 du Réal Collobrier du fait de la suppression du pont de de la STEP



Figure 78 : Profil en long au droit du pont de la STEP -Q 10

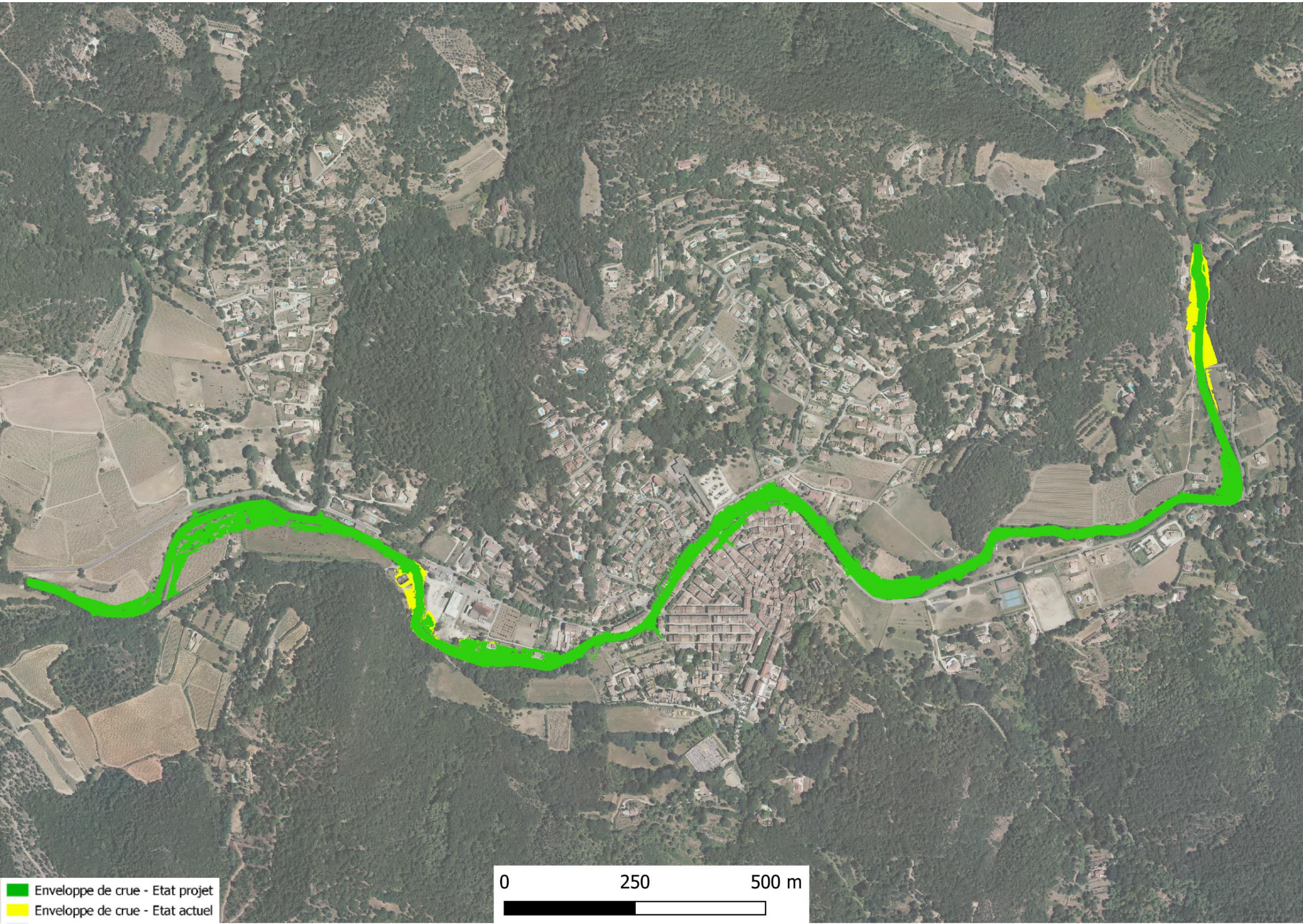


Figure 79 : Différence de l'enveloppe de crue de crue d'occurrence 100 ans avec et sans le pont Saint-Anne ainsi que le pont de la STEP

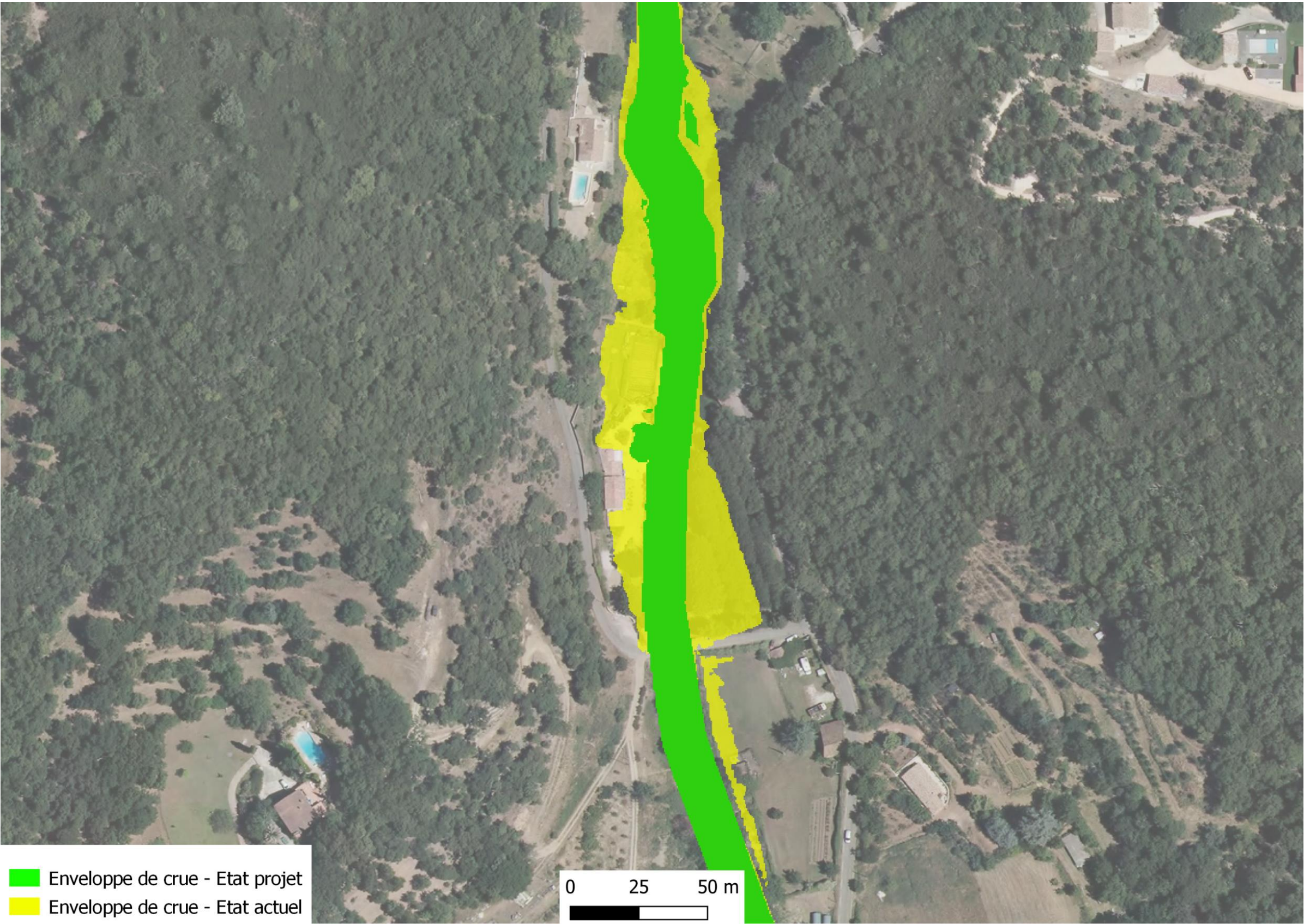


Figure 80 : Différence de l'enveloppe de crue de crue d'occurrence 100 ans avec et sans le pont Saint-Anne ainsi que le pont SNCF – Zoom sur le pont Sainte Anne

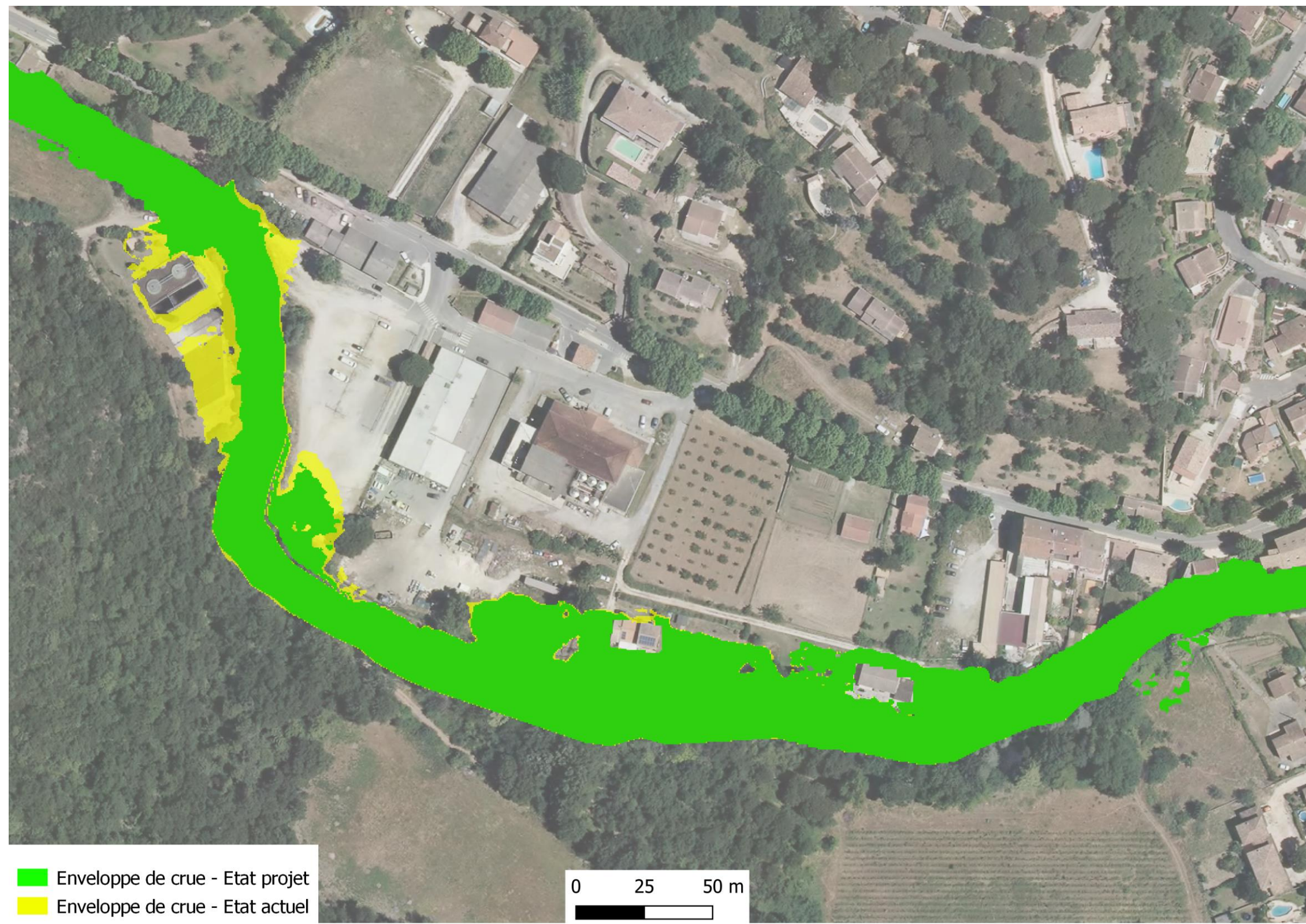


Figure 81 : Différence de l'enveloppe de crue de crue d'occurrence 100 ans avec et sans le pont Saint-Anne ainsi que le pont SNCF – Zoom sur la déchèterie

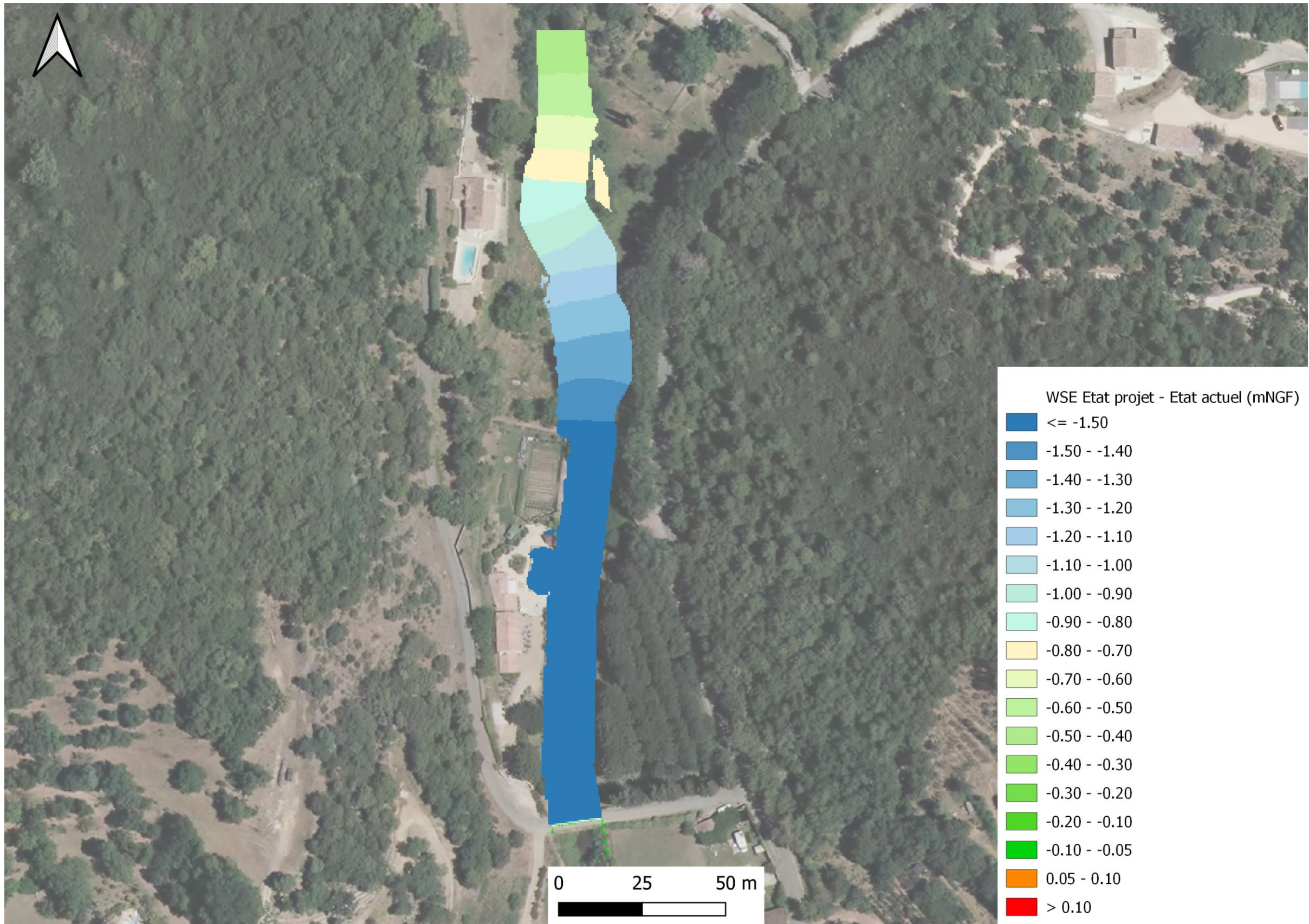


Figure 82 : Evolution des niveaux d'eau de Q100 du Réal Collobrier du fait de la suppression du pont Saint-Anne

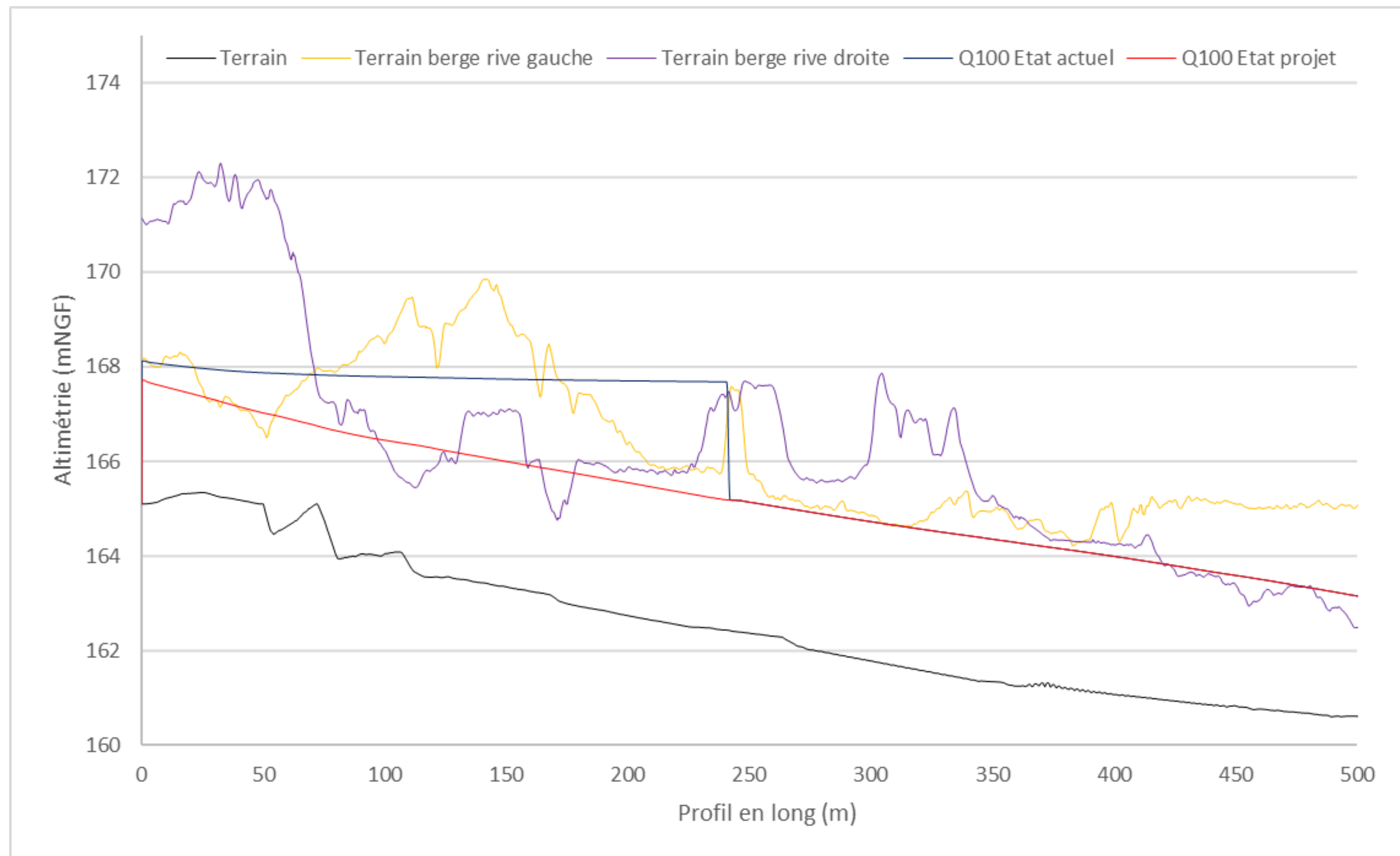


Figure 83 : Profil en long au droit du pont Saint-Anne – Q100

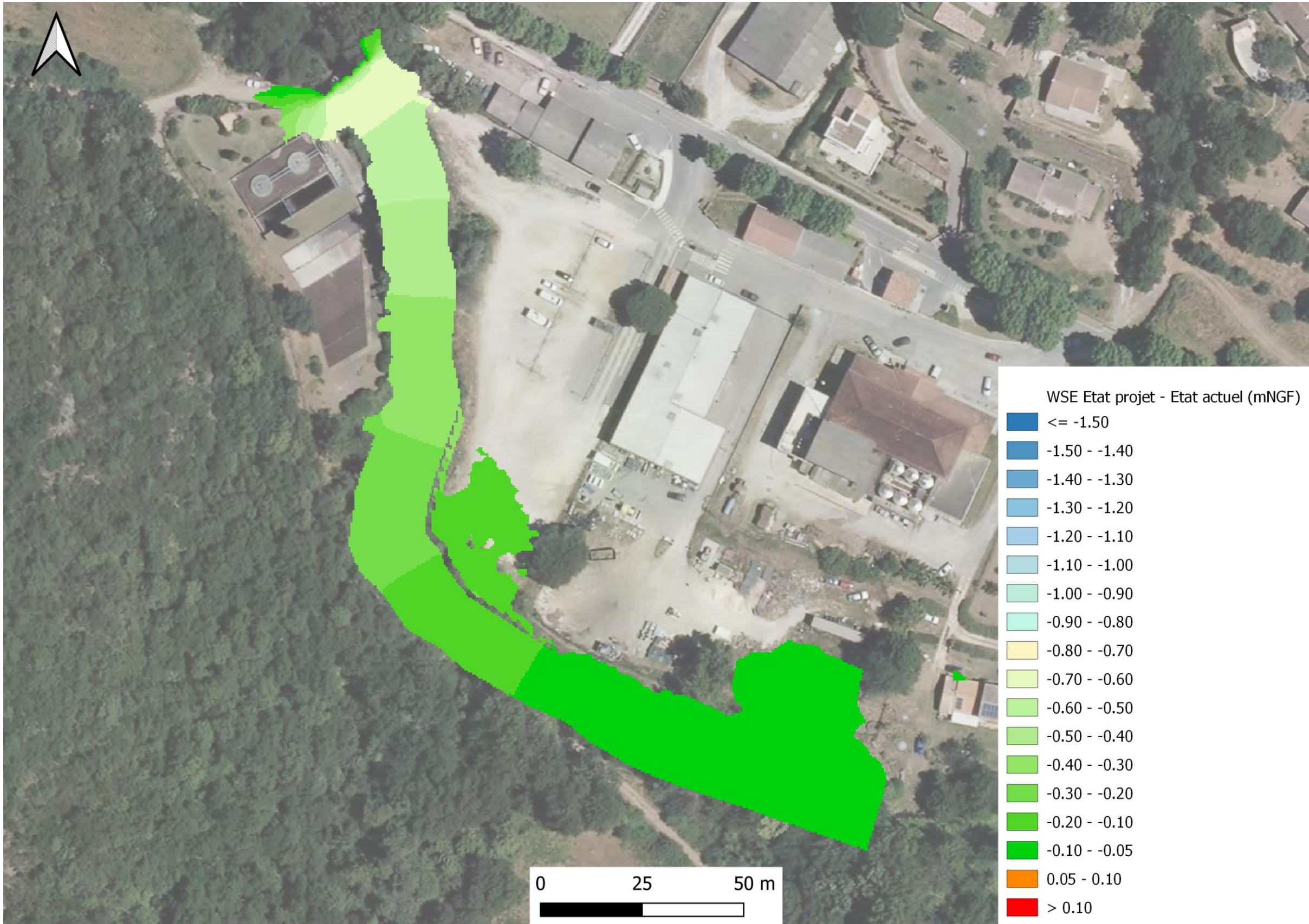


Figure 84 : Evolution des niveaux d'eau de Q100 du Réal Collobrier du fait de la suppression du pont de la STEP

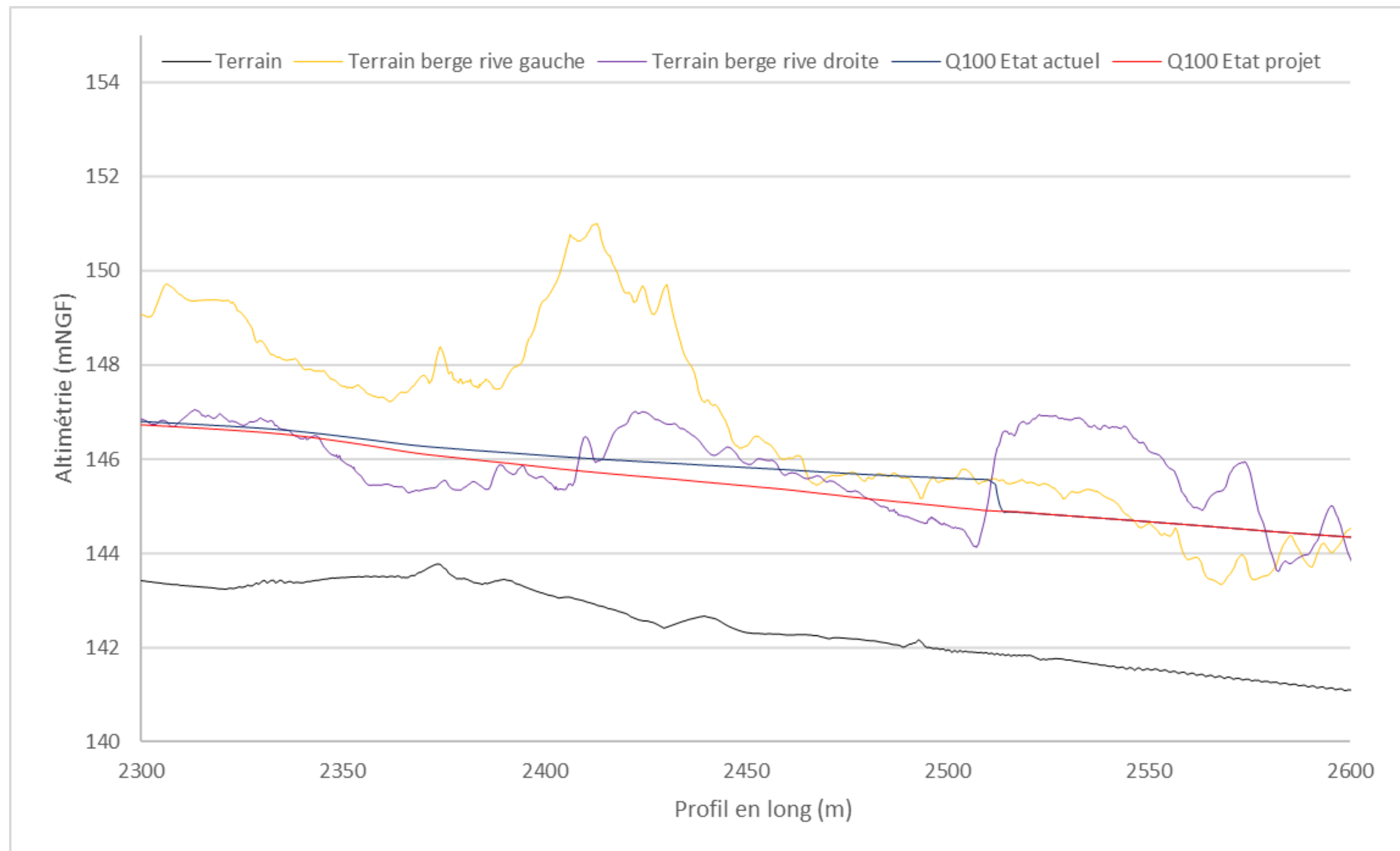


Figure 85 : Profil en long au droit du pont de la STEP -Q 100

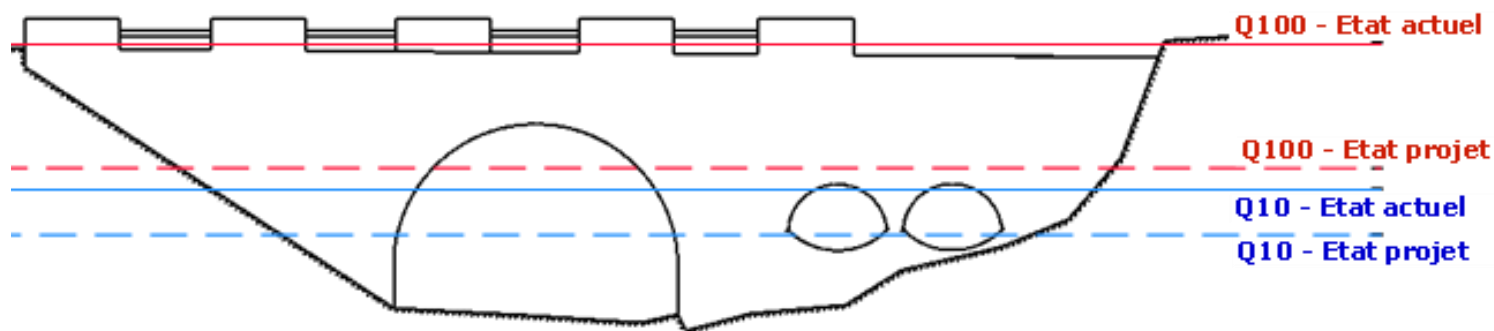


Figure 86 : Niveau d'eau pour Q10 et Q100 en l'état actuel en amont du pont Saint-Anne

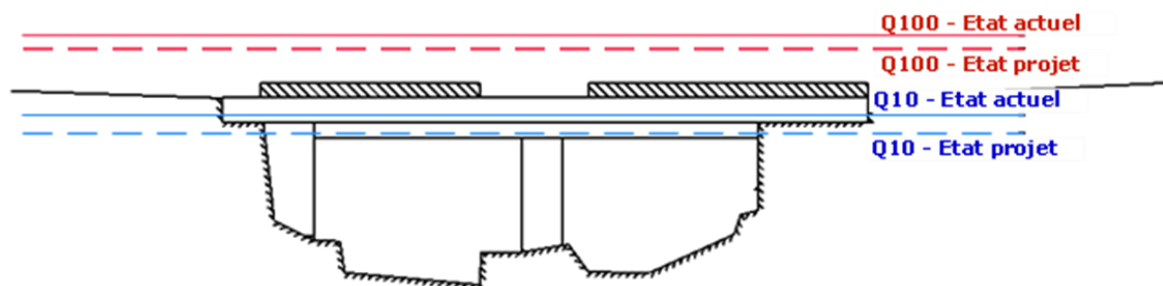


Figure 87 : Niveau d'eau pour Q10 et Q100 en l'état actuel en amont du pont de la STEP

Pour une crue décennale, la suppression du pont se fait ressentir sur :

- ▶ Pont Saint-Anne: 150 mètres
- ▶ Pont de la STEP : 160 mètres

Pour une crue centennale, la suppression du pont se fait ressentir sur :

- ▶ Pont Saint-Anne: 230 mètres
- ▶ Pont de la STEP : 260 mètres

L'analyse de l'évolution des hauteurs d'eau permet d'estimer que la suppression des ouvrages, ou la réalisation de travaux d'amélioration de leur transparence hydraulique :

- ▶ A un impact assez limité à proximité de la déchetterie de l'ordre de 10 à 20 cm pour une Q10 et 20 à 30 cm pour une Q100
- ▶ A un impact fort à proximité de la maison en rive droite du pont de Vaudrèche de l'ordre de 80 cm pour une Q10 et 2 mètres pour une Q100

Cette analyse confirme que le pont de la STEP n'influence pas l'inondation au niveau de la maison de M. CIMAN et M. VAISSE.

3.3.5. Analyse des ZEC

Sur le territoire de Collobrières, on recense une seule ZEC (Zone d'Expansion de Crue) classée par la société EGIS. Celle-ci est située en aval du pont de la STEP sur une parcelle agricole.



Figure 88 : Localisation des trois ZEC sur le territoire de la commune de Collobrières

Une analyse de la ZEC a pu être effectuée afin de déterminer les caractéristiques de celle-ci, à savoir, si la ZEC est classée comme étant mobilisable ou non à partir d'une crue décennale ou centennale.

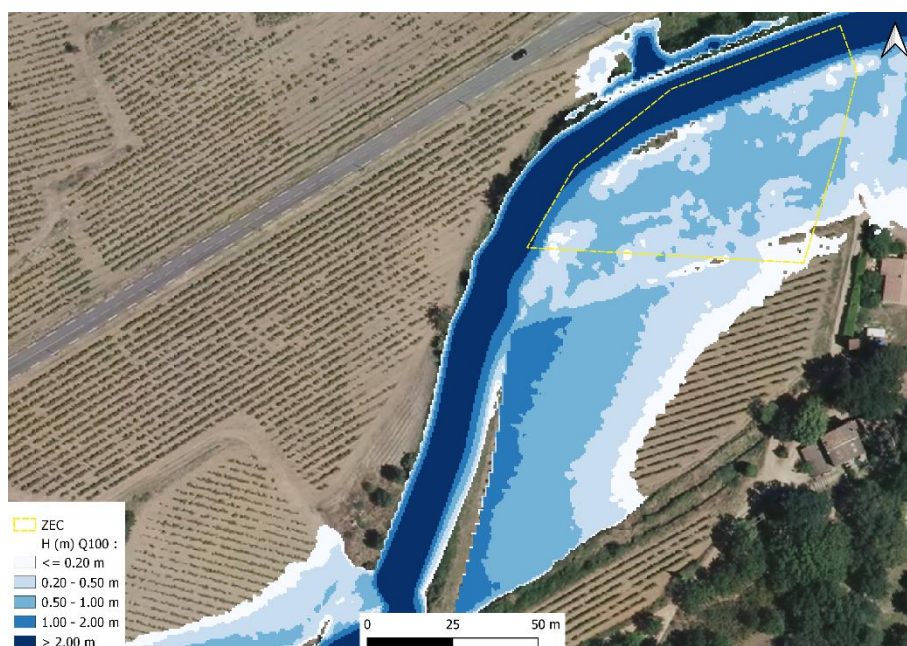


Figure 89 : Fonctionnement de la ZEC en aval de l'emprise d'analyse pour Q100

Après analyse, la ZEC semble fonctionnelle uniquement à partir d'une crue centennale.

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 Réal Collobrier sur le secteur de Collobrières.

Du fait de la nature torrentielle du Réal Collobrier dans la traversée de Collobrières, les marges de manœuvre concernant la remobilisation de la bande active du cours d'eau, en vue d'une amélioration de la qualité des habitats aquatiques et du ralentissement dynamique des crues restent limitées aux contraintes latérales et aux emprises latérales disponibles.

Néanmoins à ce stade, il semblerait intéressant, lorsque cela est possible, de libérer des espaces latéraux dans les périmètres morphologiques et hydraulique optimaux, espaces délimités dans le cadre de l'étude d'EGIS, comme le montre la figure suivante au niveau du lieu-dit des Moulins. En effet dans ce secteur, la remobilisation de la parcelle en rive droite, située dans les deux périmètres permettrait de redonner, par exemple, un espace de divagation et de dissipation en amont du centre urbain.

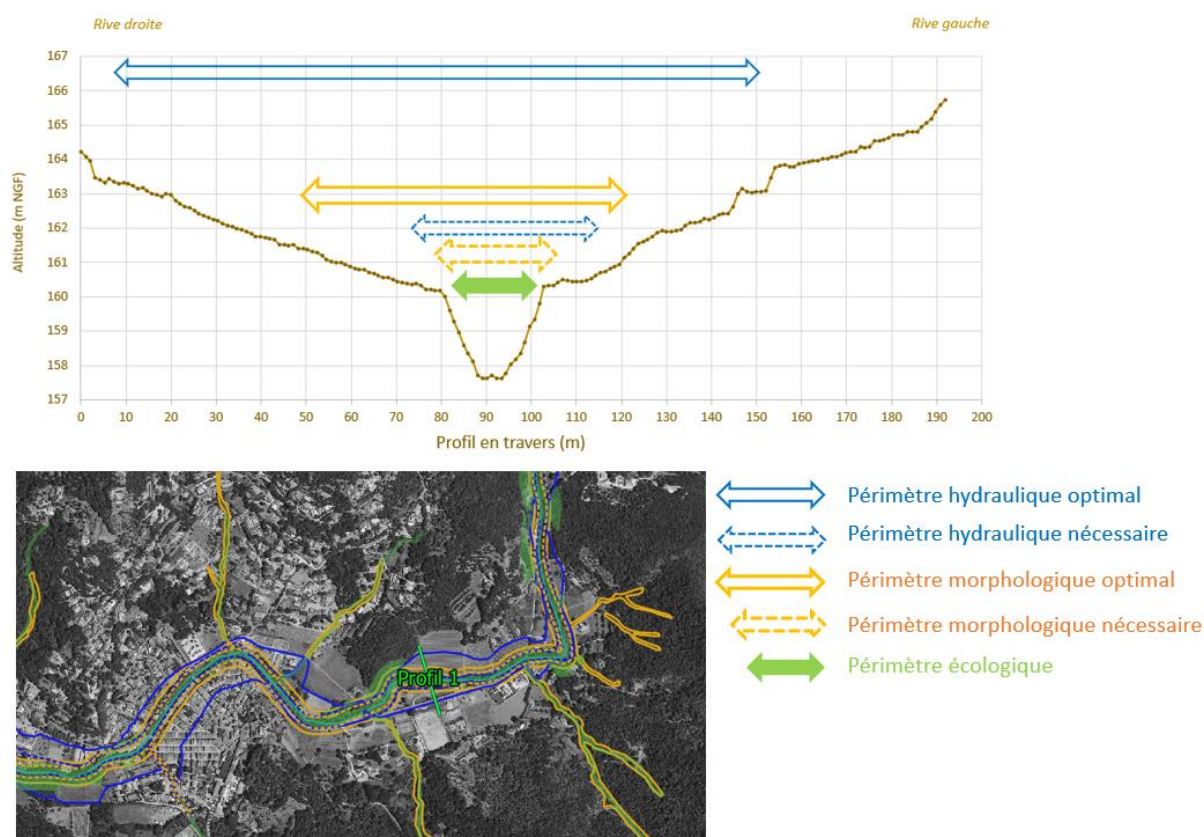


Figure 90 : Analyse d'un exemple d'un espace latéral à restaurer par rapport aux EBF (Lidar, Geopeka)

En termes de renaturation, la commune a également la volonté de travailler à la reconquête du paysage sur le secteur de la STEP en lien avec les services publics (parking, déchetterie...) avec l'implantation d'un piétonnier au plus près de la rivière permettant l'accès au village.

Lors de l'élaboration du PLU, la commune a missionné un architecte du CAUE pour une Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP) sur l'aménagement de l'entrée ouest du village.

La création de nouveaux accès piéton complétée par la création et la protection de la ripisylve du Réal Collobrier favorisera la réappropriation de la rivière sur un secteur actuellement dégradé.

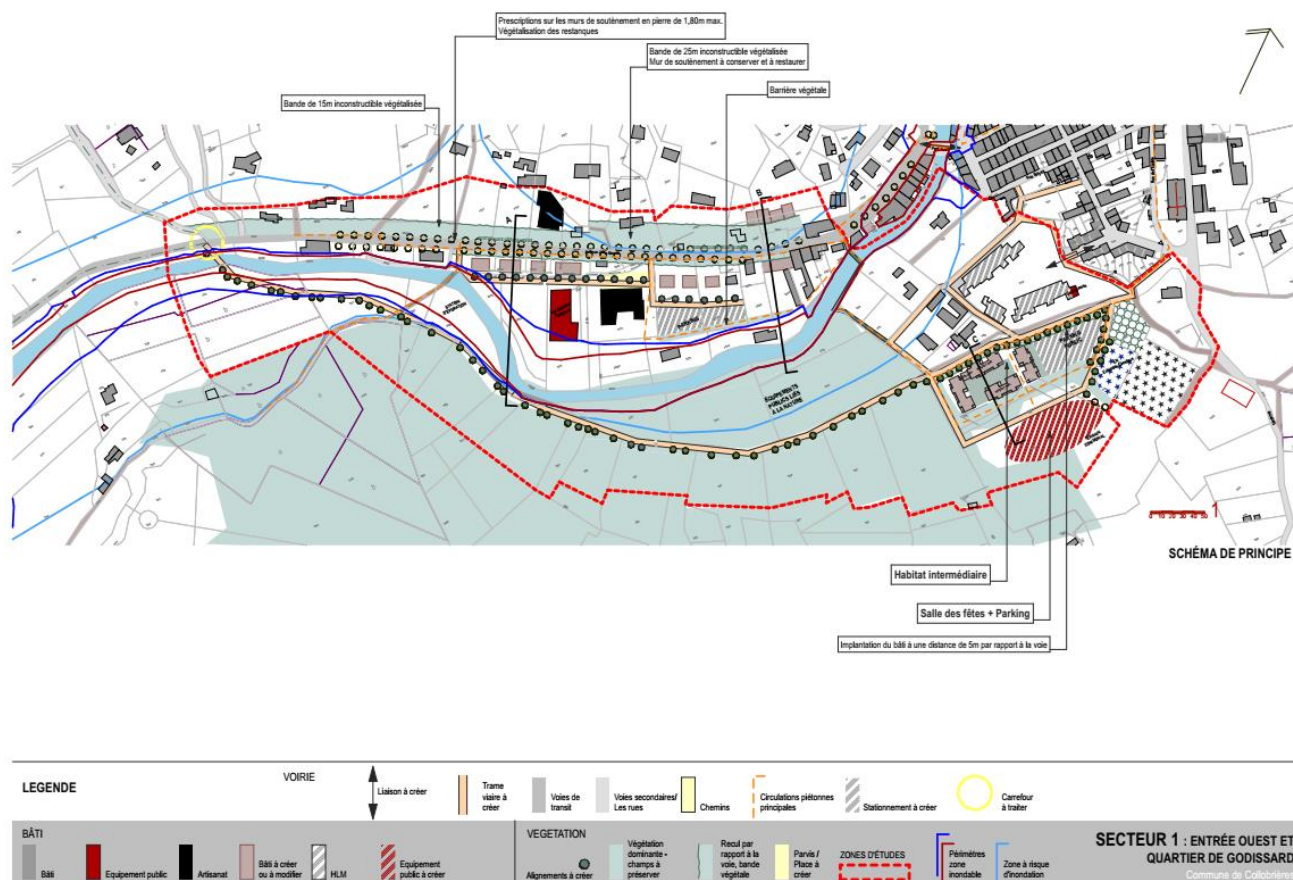


Figure 91 : Emplacement des principaux aménagements proposés par le cabinet d'architecte.

Les solutions de réduction de la vulnérabilité sur les 3 maisons impactées sont décrites ci-après :

- Pour la maison des propriétaires HOURCOURIGARAY, située en amont rive gauche du pont de Saint-Anne, la problématique principale reste le pont, sensible aux risques d'embâcles.

Deux solutions peuvent être proposées :

- Démolition du pont actuel et reconstruction d'un ouvrage à une seule travée, sans pile intermédiaire dans le lit. Les coûts associés d'un tel projet (plusieurs centaines de milliers d'euros) restent néanmoins difficilement justifiables par analyse coût-bénéfice.
- Création d'une zone de surverse en rive gauche par décaissement du terrain naturel et reprise de la voirie existante. Le Chemin rural des Hautes Vaudrèches agit ainsi comme un passage à gué. L'animation foncière d'un tel projet ne sera pas une chose aisée et devra faire l'objet de l'acceptation du propriétaire rive gauche aval.



Figure 92 : Localisation de la zone de surverse en rive gauche du pont de Saint-Anne

- Pour la maison des propriétaires CIMAN, située en sortie de la traversée urbaine de Collobrières en amont de la Déchetterie, il convient en premier lieu de fixer le phénomène d'érosion en rive droite par confortement de berge. Pour une Q100, les forces tractrices mises en jeu dans le secteur sont de l'ordre de 250 N/m² laissant peu de choix quant à la solution de confortement possible à savoir la mise en œuvre d'enrochements libres.

La diminution des hauteurs d'eau dans le secteur peut être envisagée par reprofilage d'un lit plus large par décaissement de la rive gauche nécessitant d'abattre des arbres centenaires au niveau de l'arboretum. L'identification d'affleurements rocheux dans le secteur nécessitera la mise en œuvre de techniques lourdes pour y parvenir (utilisation d'un brise roche hydraulique) avec un impact potentiellement fort sur le milieu en phase chantier.

- Pour la maison des propriétaires VAISSE située en aval direct de la propriété des CIMAN, un reprofilage du lit permettant d'augmenter la section d'écoulement peut être envisagé en décaissant une partie de la rive droite.

Au niveau de la déchetterie, bien que les vitesses relevées soient relativement faibles (<0.5 m/s), des mesures spécifiques de gestion doivent être mises en place. La mise hors d'eau des principaux équipements ces dernières années doivent être complétés par la possibilité d'évacuer/surélever les contenants et autres matériels pour éviter leur charriage dans le cours d'eau et la pollution aval en cas de débordements. Il serait également intéressant de travailler sur la possibilité de déposer facilement les clôtures périphériques qui sont des pièges à embâcles et sont en mesure d'aggraver le risque inondation localement.



Annexes

Table des annexes

Annexe 1 – Résultats modélisation hydraulique

Annexe 1 –Résultats modélisation hydraulique



sce

Aménagement
& environnement

www.sce.fr

GROUPE KERAN