



RAPPORT TECHNIQUE

ÉTUDE HYDRAULIQUE DU CLAROU DANS LA TRAVERSÉE DE VALLERAUGUE

25 septembre 2023



Informations relatives au document

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Auteur(s) J. LI, I. VALADIER, F. FALCOU
Volume du document
Version V2
Référence MED0424

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Rédigé par	Visé par	Modifications
V0	12/09/2023	J. LI, I. VALADIER	L. ROUDIL	Version provisoire
V1	20/09/2023	F.FALCOU	L. ROUDIL	Version avec justification économique

DESTINATAIRES

Nom	Entité
Joël GAUTHIER	Maire de Val d'Aigoual

SOMMAIRE

1 - CONTEXTE	7
2 - PHASE 1 - ÉTAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC.....	8
2.1 - Analyse bibliographique des documents antérieurs.....	8
2.1.1 - Caractéristiques générales du bassin versant de l'Hérault et du Clarou	9
2.1.2 - Crues historiques de l'Hérault et du Clarou	9
2.2 - Reconnaissance de terrain	10
2.3 - Analyse hydromorphologique.....	15
2.3.1 - Analyse historique.....	17
2.3.1.1 - Analyse du profil en long	17
2.3.1.2 - Analyse de l'évolution planimétrique.....	19
3 - PHASE 2 - MODELISATION HYDRAULIQUE DANS L'ETAT ACTUEL....	22
3.1 - Analyse hydrologique.....	22
3.1.1 - Analyse de la pluie réelle – 19/09/2020	22
3.1.2 - Détermination des débits de référence	22
3.1.3 - Evaluation du débit de l'évènement du 19/09/2020	24
3.2 - Modélisation hydraulique.....	26
3.2.1 - Emprise du modèle hydraulique	26
3.2.2 - Hypothèses de modélisation	28
3.2.2.1 - Condition limite amont	28
3.2.2.2 - Condition limite aval.....	28
3.2.3 - Calage du modèle.....	29
3.2.4 - Résultats de la modélisation hydraulique pour l'état actuel.....	31
3.3 - Phase 3 : Présentation des enjeux.....	42
3.3.1.1 - Recensement des enjeux	42
3.4 - Phase 4 : Propositions de solutions d'aménagements.....	45
3.4.1 - Scénarios d'aménagement	45
3.4.1.1 - Présentation des scénarios	45
3.4.1.2 - Analyse multicritère : choix des scénarios.....	45
3.4.1.3 - Description des aménagements retenus	49
3.4.2 - Impact hydraulique des aménagements retenus	52
3.4.2.1 - Etat projet – suppression du parking Clarou.....	52
3.4.2.2 - Etat projet – reconstruction du seuil Hérault.....	63
3.4.3 - Chiffrage des scénarios d'aménagements	74
3.4.3.1 - Seuil de l'Hérault.....	74
3.4.3.2 - Seuil du Clarou.....	75
3.4.4 - Évaluation de l'impact des aménagements (ACB).....	75
3.4.4.1 - Rappels et objectifs.....	75
3.4.4.2 - Précisions sur l'exploitation des données enjeux.....	77

3.4.4.3 - Méthodologie utilisée pour l'estimation des dommages.....	80
3.4.4.4 - Évaluation des montants de dommages monétaires	80
3.4.5 - Résultats de la justification économique	85
3.4.5.1 - Impact du projet d'aménagement sur les enjeux	85
3.4.5.2 - Impact du projet d'aménagement sur les dommages.....	88
3.4.5.3 - Conclusion	90

FIGURES

Figure 1 : Crue éclair de l'Hérault et du Clarou à Valleraugue le 19/09/2020 (source : youtube)	7
Figure 2 : Bassins versant de L'Hérault et du clarou	9
Figure 3 : ITINERAIRE DE LA VISITE DE TERRAIN.....	11
Figure 4 : Description du site 1.....	12
Figure 5 : Description du site 2.....	13
Figure 6 : Description du site 3.....	14
Figure 7 : Description du site 4.....	15
Figure 8 : Gestion de l'eau en paysage de terrasses. Source : PNR DES MONTS D'ARDECHE, 2005	16
Figure 9 : Glissement de terrain sur un versant de terrasses abandonnées survenu à l'occasion de l'épisode météorologique méditerranéen du 19/09/2020 (Mansion, 2021).....	17
Figure 10 : Comparaison des profils en long du l'Hérault et du Clarou en 2013 et 2023.....	18
Figure 11 : Effet d'un seuil sur le profil en long d'un cours d'eau	19
Figure 12 : Photographies aeriennes de l'Hérault au niveau de sa confluence avec le Clarou (source : remonter le temps, ign).....	20
Figure 13 : les principales caractéristiques morphologiques d'une confluence de cours d'eau (Dixon et al., 2018).....	21
Figure 14 : Cumuls pluviométriques (mm) du 4 jours sur le bassin versant de l'Hérault et du Clarou (Source : METEO FRANCE).....	22
Figure 15 : LOCALISATION DES POINTS DE CALCUL SHYREG (SOURCE : IRSTEA POUR LA DGPR, 2019)	23
Figure 16 : LOCALISATION DE LA STATION LMINIMETRIQUE ET DONNEES BRUTES DE DEBIT DE LA STATION (SOURCE : HYDROPORTAIL)	24
Figure 17 : Courbe de tarage au droit de la station LMINIMETRIQUE à Valleraugue	25
Figure 18 : Hauteurs d'eau observées et hydrogramme reconstitué à la station LMINIMETRIQUE à Valleraugue.....	26
Figure 19 : hydrogrammes reconstitués amont de l'Hérault et du Clarou	26
Figure 20 : Emprise du modèle hydraulique	27
Figure 21 : Coefficient de manning basé sur le type de l'occupation du sol	27
Figure 22 : hydrogrammes reconstitués TENANT COMPTE DE LA concomitance des pointes de crue entre Hérault et Clarou.....	28
Figure 23 : comparaison entre l'emprise inondée de référence et l'emprise inondée calibrée.....	29
Figure 24. Comparaison de la zone inondée du PPRI et de la zone inondée modélisée pour une crue Q1000.	30
Figure 25 : Scénarios d'aménagement des seuils du Clarou et de l'Hérault	45
Figure 26 : Exemple du barage escamotable d'Alès (BRLingénierie).....	49
Figure 27 : Exemple d'ouvrage à clapet métallique	50
Figure 28. illustration de l'état projet dans la Présente section	64
Figure 29 : Enjeux identifiés sur la zone d'étude.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 30 : configuration de la zone ubrairie et profil.....	81
Figure 31 : Bâtiments concernés (par les hauteurs d'eau « min » en jaune).....	81
Figure 32 : Décompte des enjeux état actuel	85
Figure 33 : répartition des habitations disposant d'un étage	86
Figure 33 : répartition des habitations disposant d'un étage	90

TABLEAUX

Tableau 1 : liste des données entrantes récupérées	8
Tableau 2 : CRUES historiques de l'Hérault et du Clarou	9
Tableau 3 : Débits caractéristiques selon le PPRI et la méthode de SHYREG	23
Tableau 4 : comparaison des levées de phe et des hauteurs d'eau calibrées	30
Tableau 5 : Analyse multicritère des scénarios d'aménagements	48
Tableau 6 : Montant scénario 2.1	74
Tableau 7 : Montant scénario 2.2	75
Tableau 8 : Montant scénario 4.....	75
Tableau 9 : Synthèse des sources de données utilisées par typologie d'enjeux	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 10 : Correspondance entre les tranches d'effectif de la BD Sirène et l'effective moyen retenu pour l'application des courbes de dommages aux activités économiques	79
Tableau 11 : Distinction entre équipements publics et activités économiques en fonction du code APE.....	80
Tableau 12 : Courbes de dommage disponibles pour l'habitat	82
Tableau 13 : Décompte des enjeux.....	85
Tableau 14 : Liste des entreprises inondées en Q1000 état actuel.....	86
Tableau 15 : Liste des établissements publics inondés en Q1000 état actuel	87
Tableau 16 : Synthèse des dommages	88
Tableau 17 : Montants de dommages par typologie d'enjeux et par crues - Clarou	89
Tableau 17 : Montants de dommages par typologie d'enjeux et par crues - hérault.....	89

1 - CONTEXTE

La commune de Val-d'Aigoual est située au cœur du Parc national des Cévennes, au confluent des rivières de l'Hérault et du Clarou. Elle compte 1 436 habitants (Insee, 2019) pour une superficie d'environ 100 km², avec un dénivelé de 1 000 m entre le mont Aigoual (1 567 m) et la vallée (273 m).

L'événement marquant du 19 septembre 2020, un épisode de courte durée mais intense, avec des précipitations importantes accumulées en 24 heures sur le massif de l'Aigoual, a provoqué une crue extrêmement rapide ainsi que des transports importants de matières solides.

Des dégâts importants ont été observés lors de cet événement (Figure 1). D'après la note REX de l'épisode du 18 septembre 2020 par EPTB, les abords du Clarou ont subi des dégâts importants. Un ouvrage complexe, un pont-seuil-voûte sur le Clarou, a été partiellement détruit par les crues, et la route sur la rive gauche a été érodée par la force du courant. De plus, en aval de la confluence avec le Clarou, le seuil de l'Hérault a été endommagé. Les fondations de la structure ont été détruites par les crues, et une forte incision du lit au niveau du seuil est observée. Jusqu'à présent, un chenal d'environ 3 mètres de profondeur s'est formé sous le seuil à la suite de cet événement.



FIGURE 1 : CRUE ECLAIR DE L'HERAULT ET DU CLAROU A VALLERAUGUE LE 19/09/2020 (SOURCE : YOUTUBE)

Le contexte hydraulique dans la traversée de Valleraugue est complexe, avec la présence d'un pont-seuil-voûte sur le Clarou en amont de la confluence avec l'Hérault, et d'un seuil juste en aval de la confluence. Il semblerait que ces ouvrages aient aggravé les débordements lors de la crue.

La présente étude a donc pour objectifs :

- De mieux comprendre le fonctionnement hydraulique du secteur et notamment l'impact des ouvrages hydrauliques sur les crues ;
- D'évaluer les possibilités d'améliorations des écoulements sur le Clarou afin de limiter les dégâts en cas de crue importante ;
- De proposer une remise en état post-crue du seuil sur l'Hérault, compatible avec son usage (réserve en eau dans le bourg du village en été) et le fonctionnement hydraulique du secteur.

2 - PHASE 1 - ÉTAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC

2.1 - Analyse bibliographique des documents antérieurs

Lors de la réunion de démarrage, l'ensemble des études et des données disponibles a été collecté. Le tableau ci-dessous présente une synthèse de toutes les données collectées, ainsi que leur intérêt pour la présente étude, afin de mieux cadrer la problématique et les enjeux locaux.

TABLEAU 1 : LISTE DES DONNEES ENTRANTES RECUPEREES

Nom	Date	Auteur	Intérêt
Espaces en terrasses et prévention de risques naturels en Cévennes	2006	Claude Martin	Compréhension du changement de l'occupation des sols
Zonage du risque inondation à l'échelle communale et intégration dans les documents d'urbanisme	2013	BRL Ingénierie	Comparaison de la zone inondable Q1000 simulée avec la zone inondable du PPRI
Plan de prévention des risques d'inondation (PPRI)	2015	DDTM Gard	Comparaison de la zone inondable Q1000 simulée avec la zone inondable du PPRI
2020SEP20HERA_EZI_S.shp	2020	DREAL	Zone d'inondation pour l'événement du 19 septembre 2020 utilisé pour le calibrage du modèle dans cette étude
Rapport travaux post crue Haut Hérault	2020	Syndicat Mixte Ganges Le Vigan et EPTB	L'événement du 19 septembre 2020
RC2020.shp - couche SIG	2020	DREAL	PHEs pour l'événement du 19 septembre 2020, utilisés pour le calibrage du modèle dans cette étude
Rex - Episode du 18 septembre 2020 Haute Vallée - Notes de terrain	2020	EPTB	Compréhension sur l'événement du 19 septembre 2020
Repères de crues du 19 septembre 2020	2020	Oteis	PHEs pour l'événement du 19 septembre 2020, utilisés pour le calibrage du modèle dans cette étude
Renforcement des extrêmes climatiques : Quels enseignements et perspectives pour les terrasses du site Causses et Cévennes inscrit au Patrimoine Mondial de l'Humanité	2021	Léa MANSION	Compréhension du système de terrasses des Cévennes et de son rôle dans la gestion des risques d'inondation
REX concernant l'épisode du 19 septembre 2020 sur le bassin amont de l'Hérault	2021	DREAL et Oteis	Compréhension sur l'événement du 19 septembre 2020
RGE ALTI de la zone d'étude	2022	IGN	Données Lidar pour la modélisation
Bulletin de météo	2022	Météo France	Données météorologiques pour l'analyse des précipitations du 19 septembre 2020

2.1.1 - Caractéristiques générales du bassin versant de l'Hérault et du Clarou

L'Hérault prend sa source à une altitude d'environ 1450 m sur les pentes du Massif de l'Aigoual (Col de Prat Peyrot), dans la partie nord-ouest de la commune de Valleraugue. Il traverse la commune d'Ouest en Est. En traversant la commune, l'Hérault est alimenté par de nombreux affluents (torrents, vallons, valats). Entre l'Aigoual et la confluence avec le Clarou dans le bourg de Valleraugue, l'Hérault parcourt 10 km avec une pente d'environ 10 % et son bassin versant couvre 29 km² (BRL, 2013).

Le Clarou est un affluent rive gauche de l'Hérault. Il a une pente moyenne de 12%, s'écoule sur 5,4 km et a un bassin versant de 11,8 km². Sa confluence avec l'Hérault se situe au cœur du village au niveau du Temple. Comme l'Hérault, il est alimenté par de nombreux valats. (BRL, 2013).

Erreur ! Source du renvoi introuvable. présente la délimitation du bassin versant de l'Hérault et du Clarou.

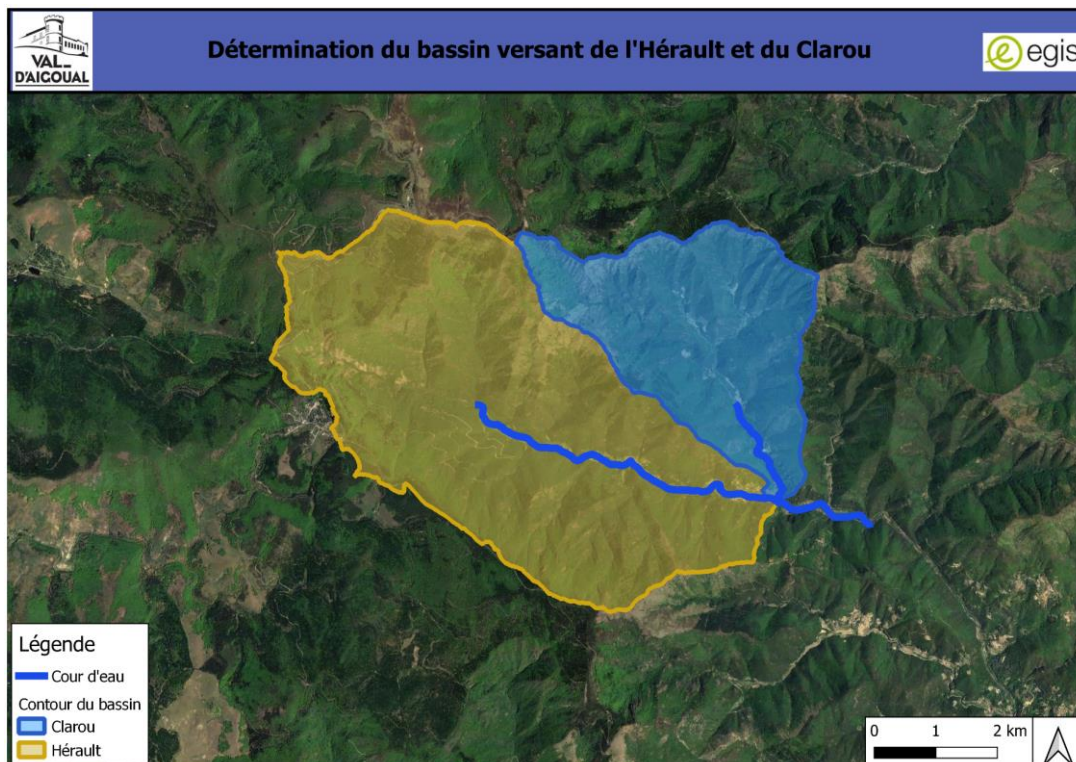


FIGURE 2 : BASSINS VERSANT DE L'HERAULT ET DU CLAROU

2.1.2 - Crues historiques de l'Hérault et du Clarou

La commune de Valleraugue est souvent touchée par les épisodes cévenols. Les pluies cévenoles sont un type de pluie qui affecte principalement les Cévennes et le piémont cévenol dans le sud de la France. Les épisodes cévenols sont une caractéristique classique de la saison automnale.

Lorsque toutes les conditions sont réunies, les vents de sud-est vont pousser l'air chaud et humide du golfe du Lion vers les terres du Languedoc. Cet air ne parcourra qu'une courte distance avant d'atteindre les Cévennes. Il va alors s'élever et rencontrer de l'air plus frais en altitude, donnant naissance à des orages stationnaires pluvieux qui restent sur le relief. Les précipitations cumulées sur une courte période peuvent alors être très importantes et provoquer d'importantes inondations.

Tableau 2 présente les crues historiques de l'Hérault et du Clarou (extrait du PPRi) et nous constatons que la commune de Valleraugue est fortement soumise au risque d'inondation.

TABLEAU 2 : CRUES HISTORIQUES DE L'HERAULT ET DU CLAROU

Date	Description des épisodes réels
17 août 1697	Il s'agit d'une crue concomitante de l'Hérault, du Clarou et des autres affluents. De nombreux ponts et chaussées ont été emportés ou endommagés. Les habitations situées à la place du Temple ont été emportées.
Octobre 1779	Le Clarou aurait emporté le chemin vers les Périés et Salles
10 octobre 1844	Environ 1.4 m d'eau en rive gauche rue de Marronniers et environ 30 cm dans la rue du Château
20 et 21 septembre 1890	828 mm de pluies ont été enregistrés en 24 heures par l'instituteur Michel. De graves dégâts ont concerné la vallée du Reynus.
28 et 29 septembre 1990	Entre le 25 et le 30 septembre 1900, il est tombé 1 146 mm de pluie à Valleraugue, dont 1 030 mm en 48 h. Le débit de pointe de la crue de 1900 a été estimé à environ 630 m ³ /s. La hauteur d'eau à Valleraugue est rapportée à plus de 6 m. De nombreux ponts et chaussées ont été emportés ou endommagés. Les ruptures de pont provoquent des phénomènes de vagues et de forts courants dévastateurs. Les jardins en terrasse sur l'Hérault ont été emportés.
30 septembre 1958	Il y aurait eu de l'eau dans Valleraugue et surtout beaucoup de dégâts sur les chaussées, béals et chemins.
7 et 8 novembre 1982	Sur Valleraugue, il y aurait eu beaucoup de transport solide et de rehaussement de lits de ruisseaux.
3 au 6 novembre 1994	Il y a eu environ 10 cm d'eau sur le quai en rive droite et 40 cm d'eau dans la rue du Béal en rive gauche.
2 novembre 2011	Les pluies cumulées à Valleraugue en plusieurs jours s'élèvent à 936 mm et la hauteur d'eau à Valleraugue est rapportée à plus de 4 m.
Septembre 2015	Les pluies cumulées à Valleraugue en 24h s'élèvent à 241 mm et l'Hérault a monté 3m en 1h à Valleraugue.
19 septembre 2020	560 mm de pluies ont été enregistrés en 6h à Valleraugue. Le Clarou a connu une montée des eaux rapide et intense. La base du seuil de l'Hérault a été emportée par les eaux.

2.2 - Reconnaissance de terrain

Une visite de terrain a été effectuée le 18 avril 2023 afin de collecter les paramètres nécessaires et cadrer au mieux la problématique et les enjeux locaux. La Figure 3 illustre le parcours de la visite de terrain et les figures suivantes (Figure 4, Figure 5, Figure 6 et Figure 7) décrivent en détail chacun des sites visités.

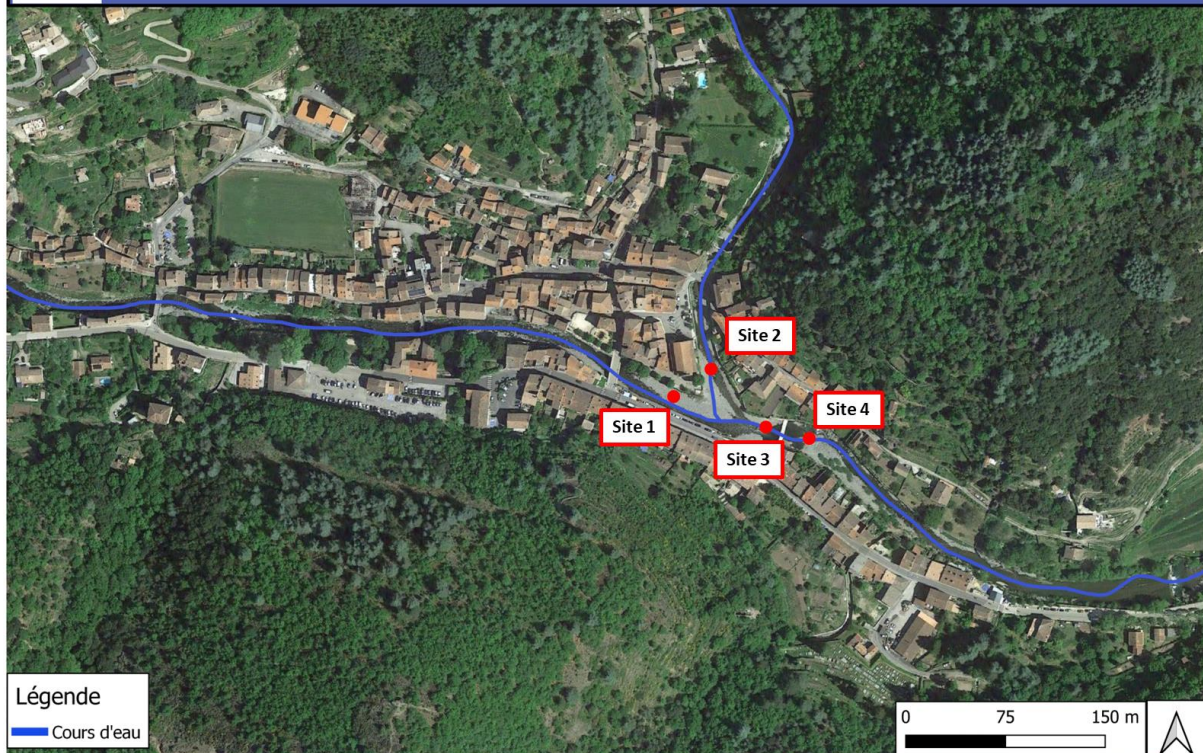


FIGURE 3 : ITINERAIRE DE LA VISITE DE TERRAIN

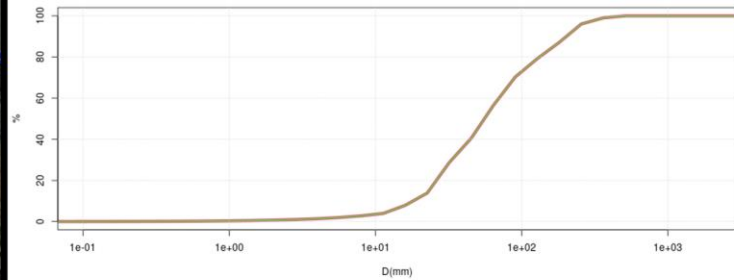
Le site 1 est situé dans la partie amont de l'Hérault avant la confluence. Un banc végétalisé situé en rive gauche est observé et Les sédiments sont principalement constitués de graviers avec $D_{50}=56.4$ mm.



Banc végétalisé situé en rive gauche



Sédiments composés principalement de graviers avec $D_{50} = 56.4$ mm



D5	D10	D16	D25	D50	D75	D84	D90	D95	D100
12.53	18.3	23.95	29.65	56.4	110.29	160.07	205.17	247.25	512

FIGURE 4 : DESCRIPTION DU SITE 1

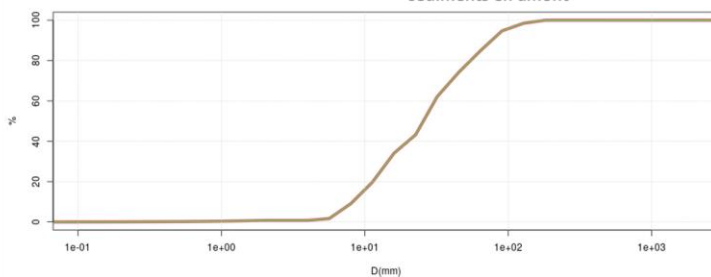
Le site 2 est situé dans la partie amont du Clarou avant la confluence. La voûte restaurée après la crue de 2020 semble toujours en bon état, et le pont sur le Clarou est en état moyen. Quant à l'ancien seuil du Clarou, il est en très mauvais état avec un dépôt important de sédiment en amont et l'eau s'écoule par les fissures des pierres qui constituent le seuil. Les sédiments sont principalement constitués de graviers avec $D_{50}=25.98$ mm, qui sont plus petits que dans l'Hérault. Des biofilms ont également été observés sur les galets, ce qui indique qu'aucune crue morphogène ne s'est produite depuis 2020. La roche mère est observée sur la rive droite et les bancs sont couverts de végétation.



Voûte restaurée après la crue de 2020 – en bon état



- Pont sur le Clarou – en état moyen
- Ancien seuil du Clarou – en très mauvais état avec un dépôt important de sédiments en amont



D5	D10	D16	D25	D50	D75	D84	D90	D95	D100
6.7	8.28	10.15	13.03	25.98	46.66	62.51	77.87	93.5	181.02

Sédiments composés principalement de graviers avec $D_{50} = 25.98$ mm



Biofilm recouvrant les sédiments



Présence de la roche mère sur la rive droite



Présence des bancs végétalisés

FIGURE 5 : DESCRIPTION DU SITE 2

Le site 3 est situé dans la partie aval de l'Hérault juste après la confluence et avant le seuil de l'Hérault. La répartition spatiale des sédiments est hétérogène : les sédiments de la rive gauche sont plus fins et sableux, et au contraire, les sédiments sont plus grossiers sur la rive droite. La taille des sédiments ($D_{50} = 53.94$ mm) dans ce tronçon est proche de celle de l'Hérault amont, ce qui suggère que les sédiments dans cette zone proviennent principalement de l'Hérault.

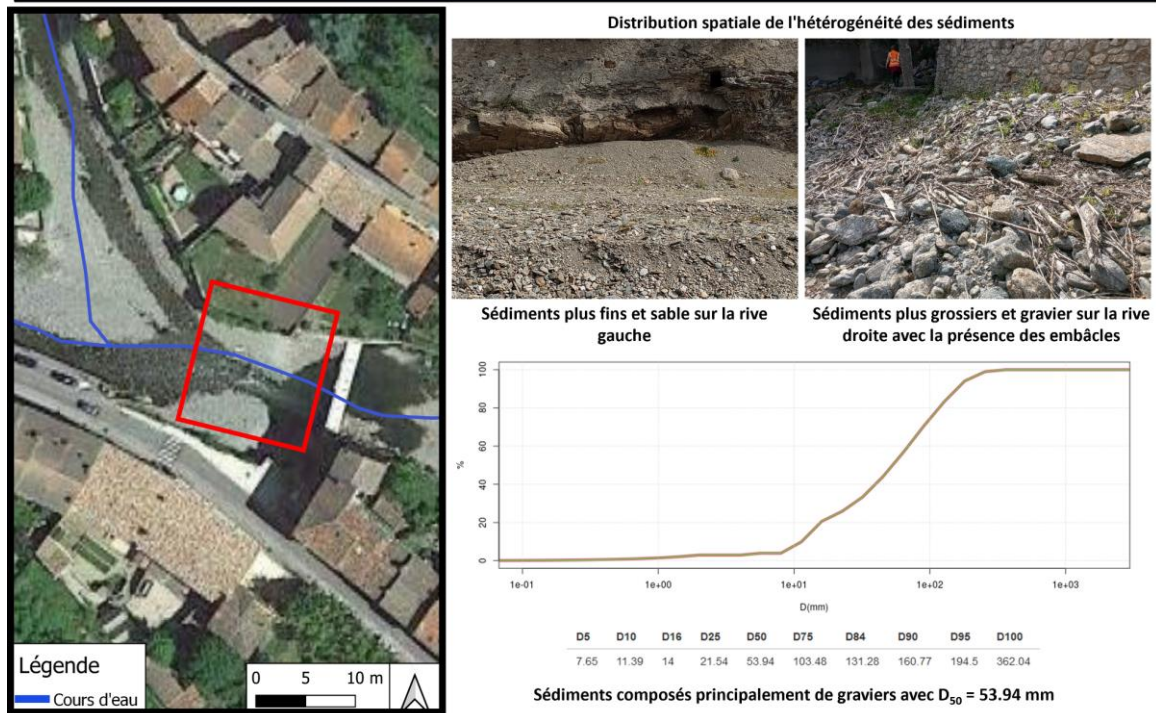


FIGURE 6 : DESCRIPTION DU SITE 3

Le site 4 est situé après le seuil de l'Hérault. Nous pouvons constater que le seuil de l'Hérault est en très mauvais état avec un affouillement important sous le seuil et les embâcles sont bloqués en amont du seuil. Les sédiments sont principalement constitués de graviers avec $D_{50} = 58.25$ mm, ce qui est similaire à la partie amont de l'Hérault. Nous avons trouvé la partie détruite du seuil un peu en aval. La roche mère est observée sur la rive droite et les bancs sont couverts de végétation.

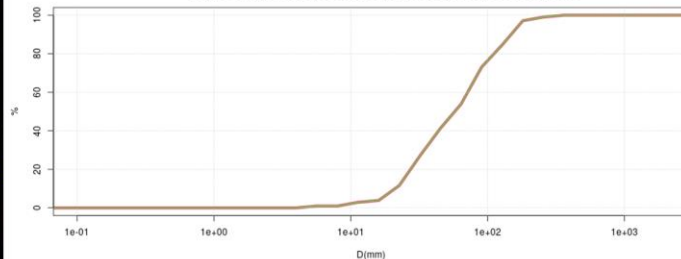


Légende
Cours d'eau

0 5 10 m



Seuil de l'Hérault après la crue de 2020 – en mauvais état avec un affouillement important sous le seuil et la présence des embâcles



D5	D10	D16	D25	D50	D75	D84	D90	D95	D100
16.99	21.27	25.33	30.82	58.25	96.75	126	150.84	172.05	362.04

Sédiments composés principalement de graviers avec $D_{50} = 58.25$ mm



La partie détruite du seuil retrouvée un peu en aval



Présence de la roche mère



Présence de banc végétalisé sur la rive droite

FIGURE 7 : DESCRIPTION DU SITE 4

2.3 - Analyse hydromorphologique

L'amont du bassin (Mont Aigoual-Pont d'Hérault) est la tête de bassin et il s'agit d'une zone de production sédimentaire (BRL, 2013). Les cours d'eau cévenols peuvent être considérés comme de véritables torrents de montagne et mobilisent naturellement de grandes quantités de matériaux pendant les crues.

Comme les autres communes cévenoles, la commune de Valleraugue est caractérisée par un certain nombre de terrasses et ces dernières permettent de lutter contre l'érosion des sols (Figure 8). Cependant, la durabilité des terrasses est menacée par des conditions climatiques défavorables et par des activités humaines (Mansion, 2021).

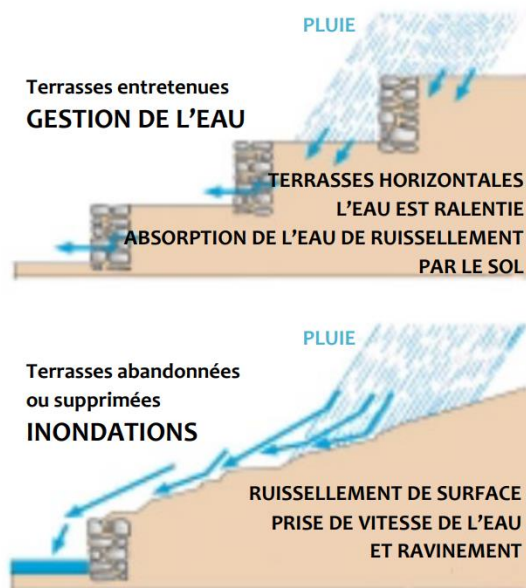


FIGURE 8 : GESTION DE L'EAU EN PAYSAGE DE TERRASSES. SOURCE : PNR DES MONTS D'ARDECHE, 2005

Par conséquent, les fortes précipitations produisent une réponse extrêmement rapide dans le cheveu hydraulique, ce qui entraîne de phénomènes érosifs majeurs, en particulier dans lit mineur, accompagnés d'une forte mobilisation des matières solides (Oteis, 2021).

Après la crue du 19 septembre 2020, les gestionnaires des cours d'eau cévenols, en particulier les EPTB (Établissement Public Territorial de Bassin) des Gardons et de l'Hérault, ont observé des changements radicaux dans les cours d'eau : élargissement du lit par érosion des berges, exhaussement par des apports sédimentaires considérables, remaniement des plages d'alluvions, déplacement du lit mineur, mobilisation de matières végétales et embâcles, etc. (Mansion, 2021).

Similaire, après la crue de 1990, le niveau de l'Hérault s'est élevé d'environ 2 m sur une distance de plus de 10 kilomètres, du fait du charriage très important de matériaux. De même, après la crue de 1982, il y aurait eu beaucoup de transport solide et de rehaussement de lits de ruisseaux observés dans l'Hérault (BRL, 2013).



FIGURE 9 : GLISSEMENT DE TERRAIN SUR UN VERSANT DE TERRASSES ABANDONNEES SURVENU A L'OCCASION DE L'EPISODE METEOROLOGIQUE MEDITERRANEEN DU 19/09/2020 (MANSION, 2021)

2.3.1 - Analyse historique

Dans la présente étude, nous avons analysé l'évolution du profil en long afin d'identifier les secteurs où l'incision s'est aggravée depuis l'étude de BRL (2013) et surtout à la suite de la crue de septembre 2020. Nous avons également effectué une étude rétrospective par analyser l'évolution la surface et la largeur de la bande active sur la zone d'étude. Cette approche couplée aux investigations de terrain permet de démêler les principaux mécanismes ayant lieu sur un cours d'eau.

2.3.1.1 - Analyse du profil en long

Pour ce faire, les levés topographiques réalisés dans le cadre de la présente étude (2023) seront superposés aux levés réalisés dans le cadre de l'étude BRL (2013). L'objectif est de comprendre les phénomènes morphologiques qui se sont produits lors de l'événement de 2020 (érosion/dépôt, incision/exhaussement). Les points les plus bas des profils en travers seront extraits afin d'analyser ces phénomènes à l'échelle du profil en long.

L'Hérault présente une incision globale du lit, jusqu'à 2m au niveau du seuil. Le Clarou montre une tendance au dépôt en amont du seuil du Clarou et une tendance à l'incision en aval du Clarou (Figure 10).

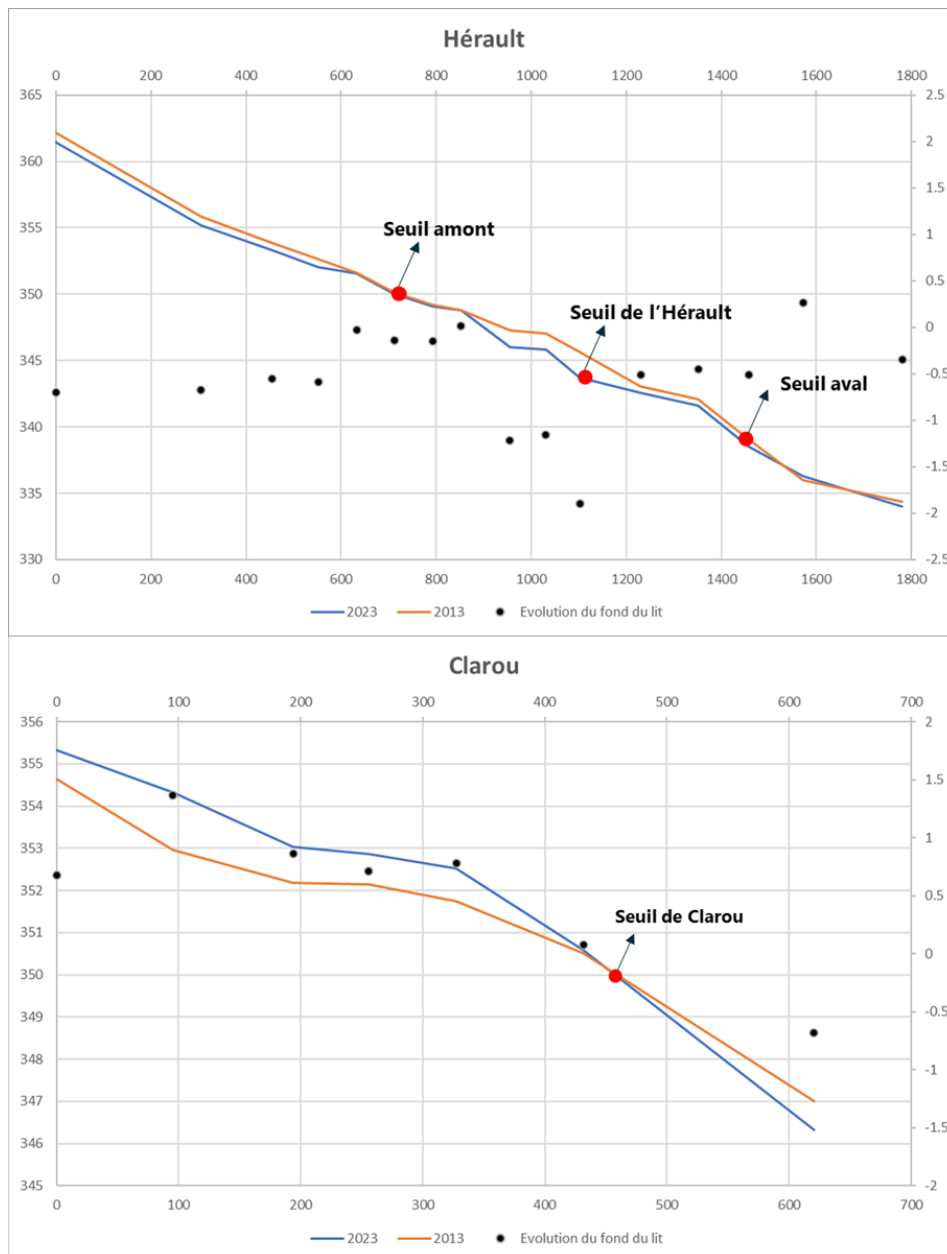


FIGURE 10 : COMPARAISON DES PROFILS EN LONG DU L'HERAULT ET DU CLAROU EN 2013 ET 2023

En effet, les ouvrages hydrauliques tels que les seuils sont connus pour être la cause phénomène connu sous le nom de "Hungry water" (Figure 11). Si un seuil n'est pas transparent, il a pour effet de créer un déficit sédimentaire, et pour dissiper son énergie, le cours d'eau utilisera les matériaux de son propre lit jusqu'à ce qu'une pente de non-transport solide soit atteinte. C'est le cas de la Clarou dans cette étude.

Dans le cas de l'Hérault, la partie de base du seuil est détruite. Par conséquent, le seuil devient transparent et la continuité sédimentaire est rétablie. Pourtant, la section transparente sous le seuil est relativement courte par rapport à la largeur du cours d'eau. Il a donc un effet équivalent au rétrécissement de la rivière, qui peut entraîner des changements morphologiques indésirables à long terme et qui est responsable de la dégradation du lit de la rivière en amont et à l'intérieur de la partie rétrécie.

Le schéma classique : hungry water

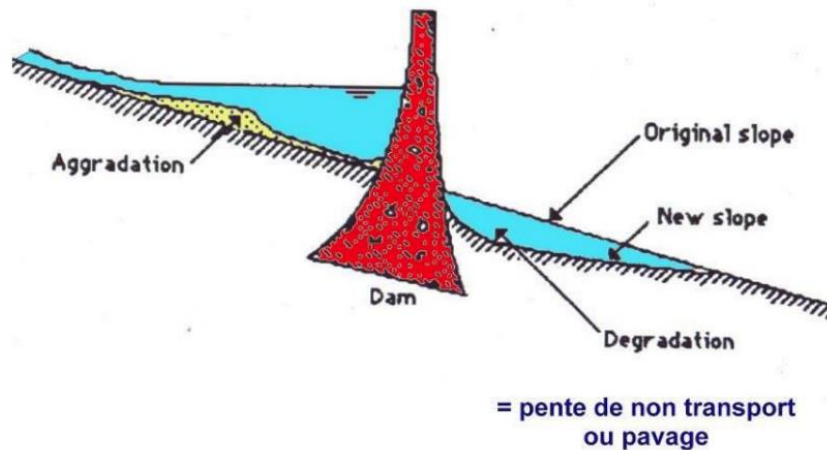


FIGURE 11 : EFFET D'UN SEUIL SUR LE PROFIL EN LONG D'UN COURS D'EAU

2.3.1.2 - Analyse de l'évolution planimétrique

Une analyse rétrospective est toujours intéressante à réaliser pour comprendre le comportement morphodynamique d'un cours d'eau. En effet, elle permet d'identifier les altérations observées et de caractériser la trajectoire temporelle d'évolution des cours d'eau étudiés. Nous proposons d'analyser la surface et la largeur de la bande active sur la zone d'étude pré et post crue afin de quantifier les phénomènes de respiration du lit.

Comme nous pouvons le voir sur les photographies aériennes (Figure 12), les deux cours d'eau ont peu évolué depuis 1950, à l'exception de la construction du seuil de l'Hérault. Les bancs de confluence d'affluents « Tributary mouth bar » (Figure 13) formés à l'embouchure des affluents et immédiatement en aval de celle-ci sont observés dans tous les images.

En comparant les photographies récentes avant (2006-2010) et après (aujourd'hui) la crue de 2020, nous constatons que le seuil de Clarou est comblé, ce qui est cohérent avec les résultats de l'analyse du profil en long. En outre, le petit bassin formé autour du seuil de l'Hérault du fait de l'incision du lit sous le seuil est également visible sur les photographies aériennes.

Peu de changements latéraux dans la rivière depuis 1950



Comblement du seuil du Clarou et affouillement sous le seuil de l'Hérault après la crue de 2020

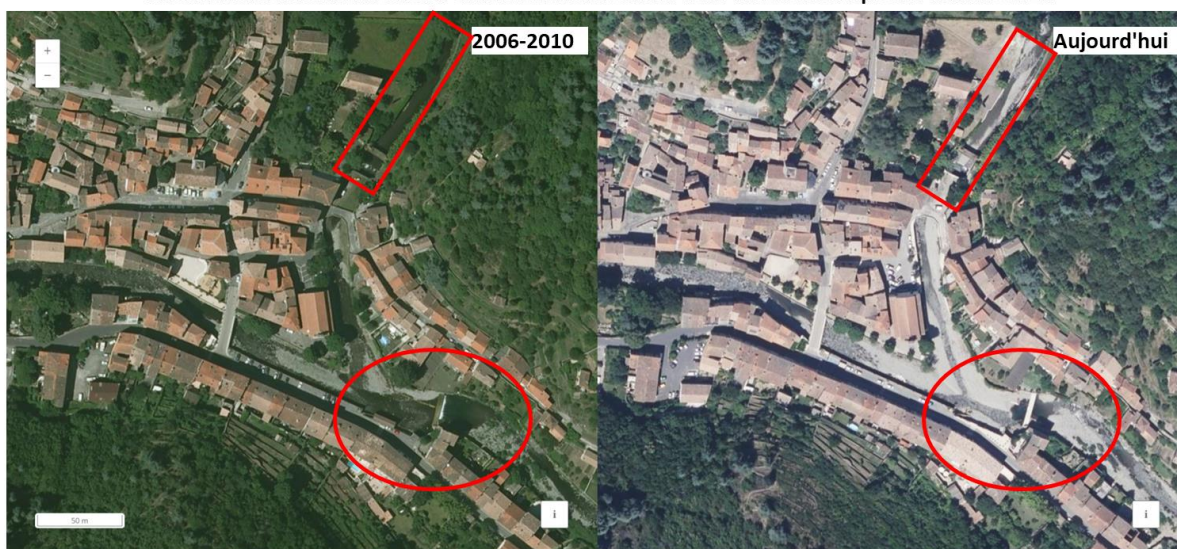


FIGURE 12 : PHOTOGRAPHIES AERIENNES DE L'HERAULT AU NIVEAU DE SA CONFLUENCE AVEC LE CLAROU (SOURCE : REMONTER LE TEMPS, IGN)

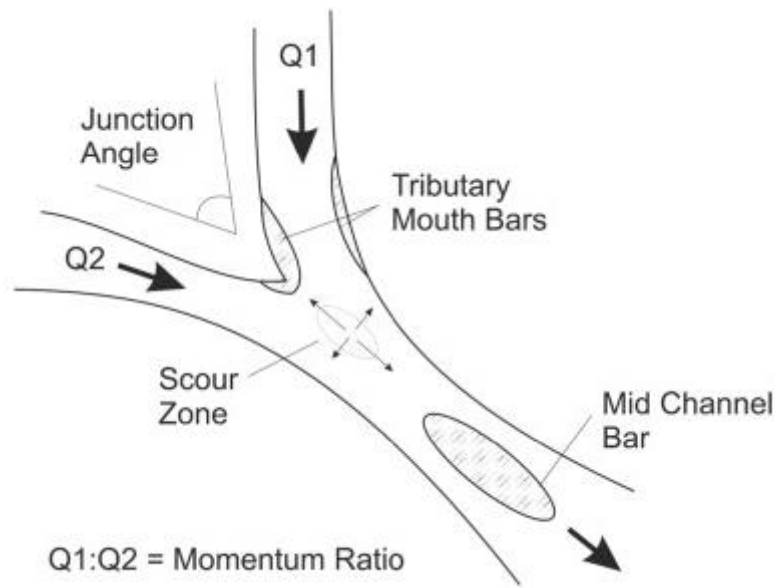


FIGURE 13 : LES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES D'UNE CONFLUENCE DE COURS D'EAU (DIXON ET AL., 2018)

3 - PHASE 2 - MODELISATION HYDRAULIQUE DANS L'ETAT ACTUEL

3.1 - Analyse hydrologique

La région des Cévennes bénéficie d'influences climatiques à la fois océaniques et méditerranéennes. Le climat tempéré chaud et humide se caractérise par l'absence de saison sèche et un été tempéré. Les épisodes météorologiques méditerranéens sont caractéristiques de la saison automnale dans les Cévennes. Ces épisodes sont marqués par une forte activité convective, alimentée par les vapeurs chaudes des eaux méditerranéennes. Ils génèrent des vents violents, des éclairs innombrables et des précipitations intenses (Boudevillain et al. 2009).

3.1.1 - Analyse de la pluie réelle – 19/09/2020

Le 19/09/2020, le Gard a été touché par un épisode cévenol majeur. Des pluies d'une intensité exceptionnelle ont provoqué en quelques heures des crues éclair et des inondations dévastatrices.

D'après les sources de Météo France (Figure 14), le bassin versant de l'Hérault a enregistré des précipitations cumulées de 150 mm à 400 mm et celui du Clarou a enregistré des précipitations cumulées de près de 200mm à 400 mm en 4 jours. Les fortes précipitations se concentrent en aval du bassin situé sur la commune de Valleraugue. Toutefois, cette valeur est assez éloignée des valeurs annoncées dans le CCTP (706mm en 24h, 600mm en 6h).

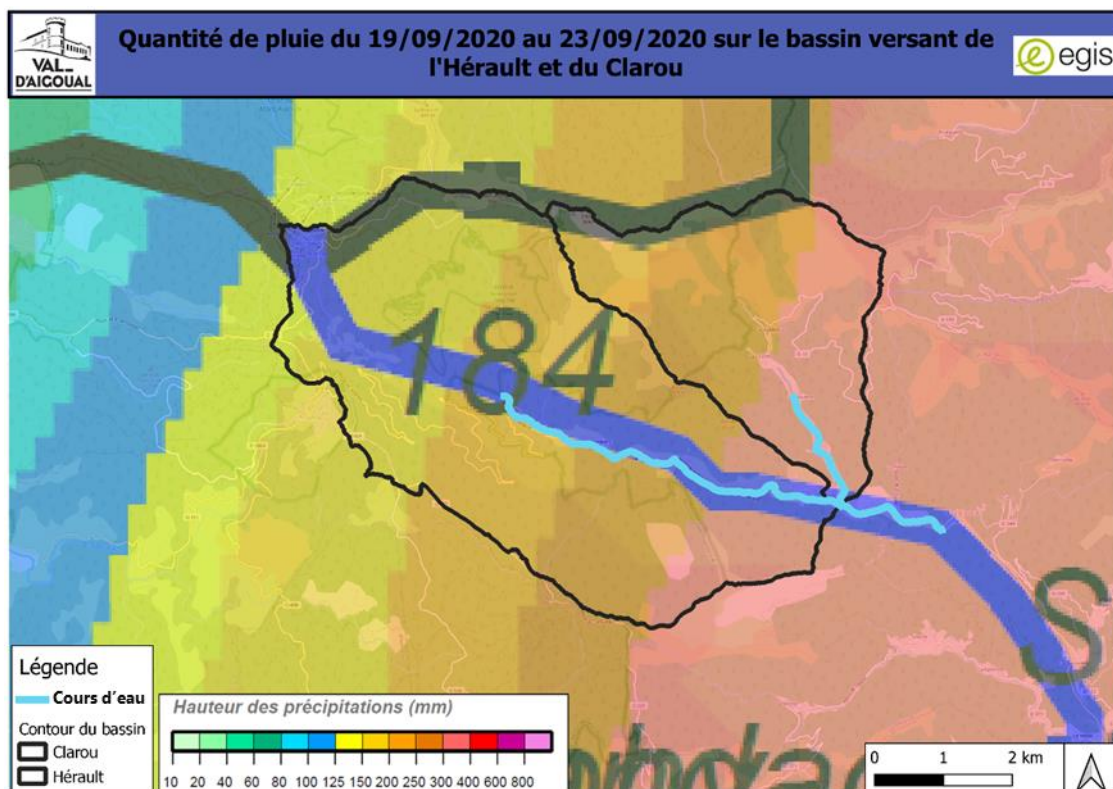


FIGURE 14 : CUMULS PLUVIOMETRIQUES (MM) DU 4 JOURS SUR LE BASSIN VERSANT DE L'HERAULT ET DU CLAROU (SOURCE : METEO FRANCE)

3.1.2 - Détermination des débits de référence

Dans le cadre du PPRI (BRL, 2013), les méthodes SCS (Soil Conservation Service) et FBG (Bressand-Golossoff) ont été utilisées afin de déterminer les débits de crues pour les différents événements : Q10, Q50, Q100, Qrare et Qexceptionnel (Q1000).

Dans cette section, nous avons comparé et analysé les débits de référence de l'étude de BRL 2013 (repris dans le PPRI de 2015) et les débits aux estimations de la base de données SHYREG « débit », pour les occurrences Q5, Q10, Q50, Q100 et Q1000 (Tableau 3). La Figure 15 présente la localisation des points de calcul SHYREG.

Vu que le Q5 n'est pas calculé dans le cadre du PPRI, un ajustement statistique (loi de Gumbel) est réalisé sur d'autres valeurs de débit connues et le gradient calculé est appliqué aux données du PPRI pour extrapoler le Q5.

TABLEAU 3 : DEBITS CARACTERISTIQUES SELON LE PPRI ET LA METHODE DE SHYREG

	Surface du BV pour le calcul		Q5 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q1000 (m ³ /s)
Le Clarou (Confluence avec l'Hérault)	10.9	PPRI	38	66	139	156	360
		Q _{spécifique} (PPRI)	3.49	6.06	12.75	14.31	33.03
	12.5	SHYREG	59.51	81.99	151	188.7	346.5
		Q _{spécifique} (SHYREG)	4.76	6.56	12.08	15.10	27.72
		Bornes de l'intervalle de confiance à 80% de la valeur de Q _{spécifique} (SHYREG)	4.14-5.47	5.62-7.62	10.32-14	12.96-17.44	20.88-35.52
L'Hérault (amont du Clarou)	29.2	PPRI	109.53	168	315	356	628
		Q _{spécifique} (PPRI)	3.75	5.75	10.79	12.19	21.51
	29.1	SHYREG	116	158	284	351	629
		Q _{spécifique} (SHYREG)	3.99	5.43	9.76	12.06	21.62
		Bornes de l'intervalle de confiance à 80% de la valeur de Q _{spécifique} (SHYREG)	3.47-4.57	4.67-6.29	8.35-11.37	10.27-14.05	16.22-27.90
L'Hérault (aval du Clarou)	40.1	PPRI	137.67	215	407	463	796
		Q _{spécifique} (PPRI)	3.43	5.36	10.15	11.55	19.85
	42.4	SHYREG	153	207	371	459	822
		Q _{spécifique} (SHYREG)	3.61	4.88	8.75	10.83	19.39
		Bornes de l'intervalle de confiance à 80% de la valeur de Q _{spécifique} (SHYREG)	3.14-4.15	4.2-5.66	7.50-10.17	9.25-12.57	14.58-25

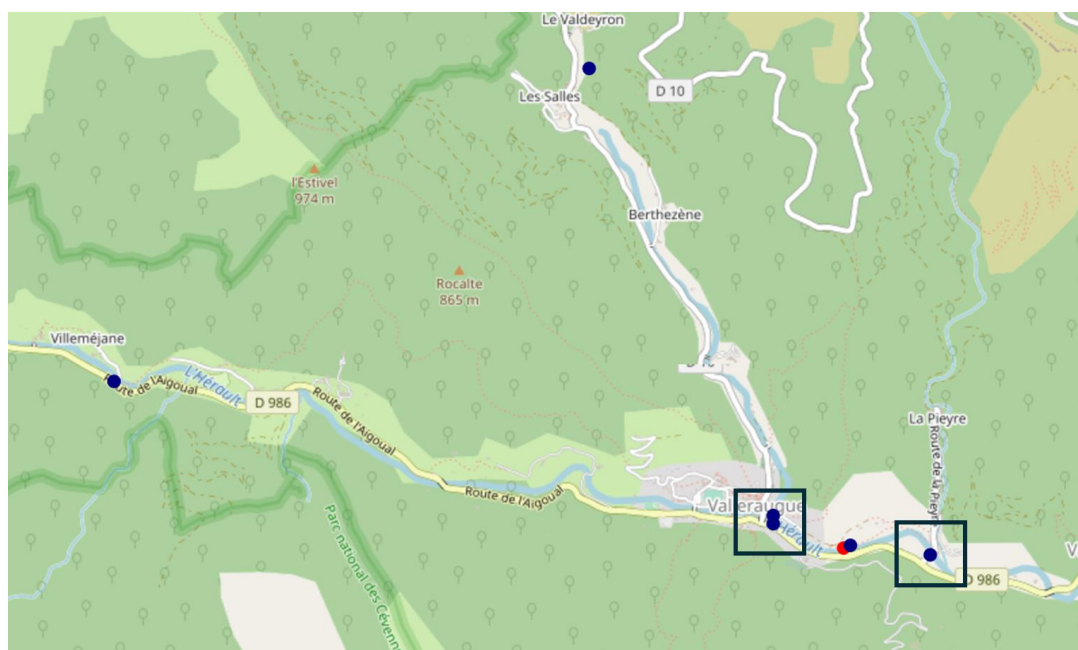


FIGURE 15 : LOCALISATION DES POINTS DE CALCUL SHYREG (SOURCE : IRSTEA POUR LA DGPR, 2019)

Les débits calculés dans le cadre du PPRI semblent être cohérents avec ceux estimés par SHYREG. Les débits spécifiques du PPRI sont compris dans l'intervalle de confiance à 80% de la valeur de SHYREG, à l'exception de la Q5, qui a été interpolée en appliquant la loi de Gumbel dans cette étude et qui est légèrement sous-estimée par rapport à la valeur de SHYREG.

Conformément au CCTP, nous prévoyons de baser notre modélisation hydraulique sur les débits de référence de l'étude de 2013 et repris dans le PPRI de 2015.

3.1.3 - Evaluation du débit de l'évènement du 19/09/2020

Au regard des incertitudes sur les données de pluie présentées ci-avant et de l'impossibilité de mettre en œuvre un modèle hydrologique, nous prévoyons de reconstituer les hydrogrammes de l'évènement de 2020 à partir des mesures de la station limnimétrique (Y200 0010 02) de Valleraugue.

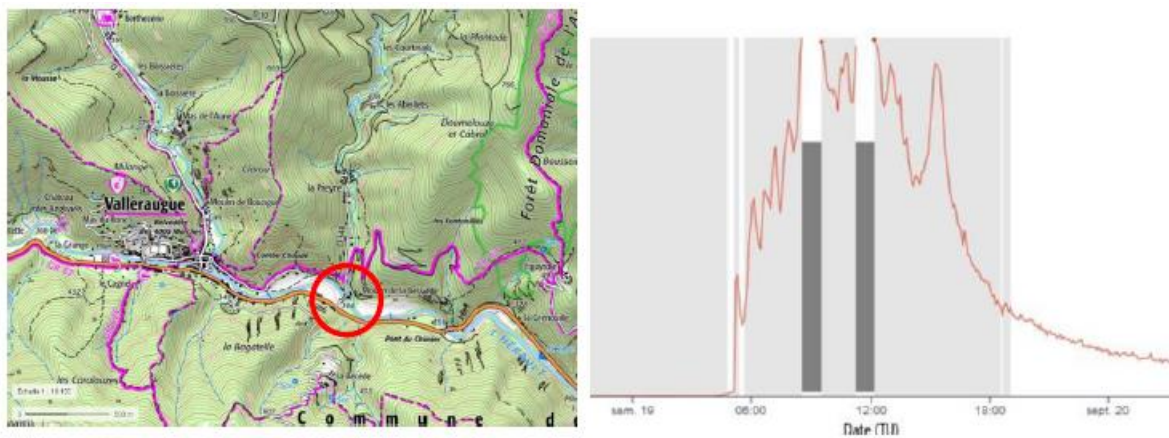


FIGURE 16 : LOCALISATION DE LA STATION LMINIMETRIQUE ET DONNEES BRUTES DE DEBIT DE LA STATION (SOURCE : HYDROPORTAIL)

La première étape consiste à déterminer la courbe de tarage (Figure 17) au droit de la station à l'aide du modèle hydraulique 1D/2D réalisé pour l'étude.

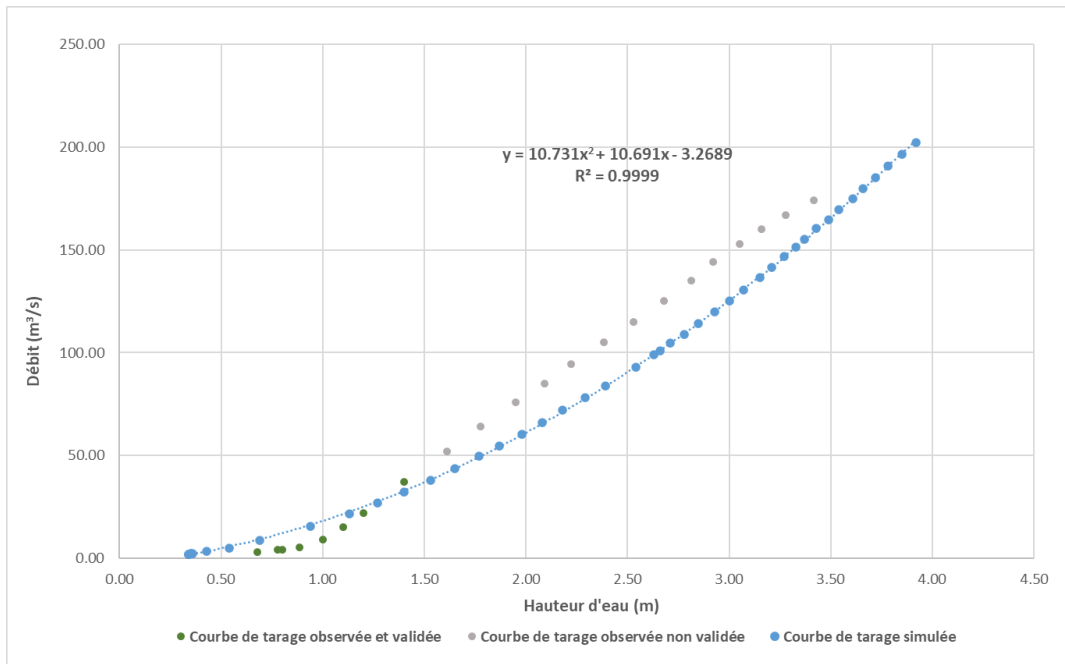


FIGURE 17 : COURBE DE TARAGE AU DROIT DE LA STATION LMINIMETRIQUE A VALLERAUGUE

L'hydrogramme est ensuite reconstitué à partir de la courbe de tarage et des hauteurs d'eau observées.

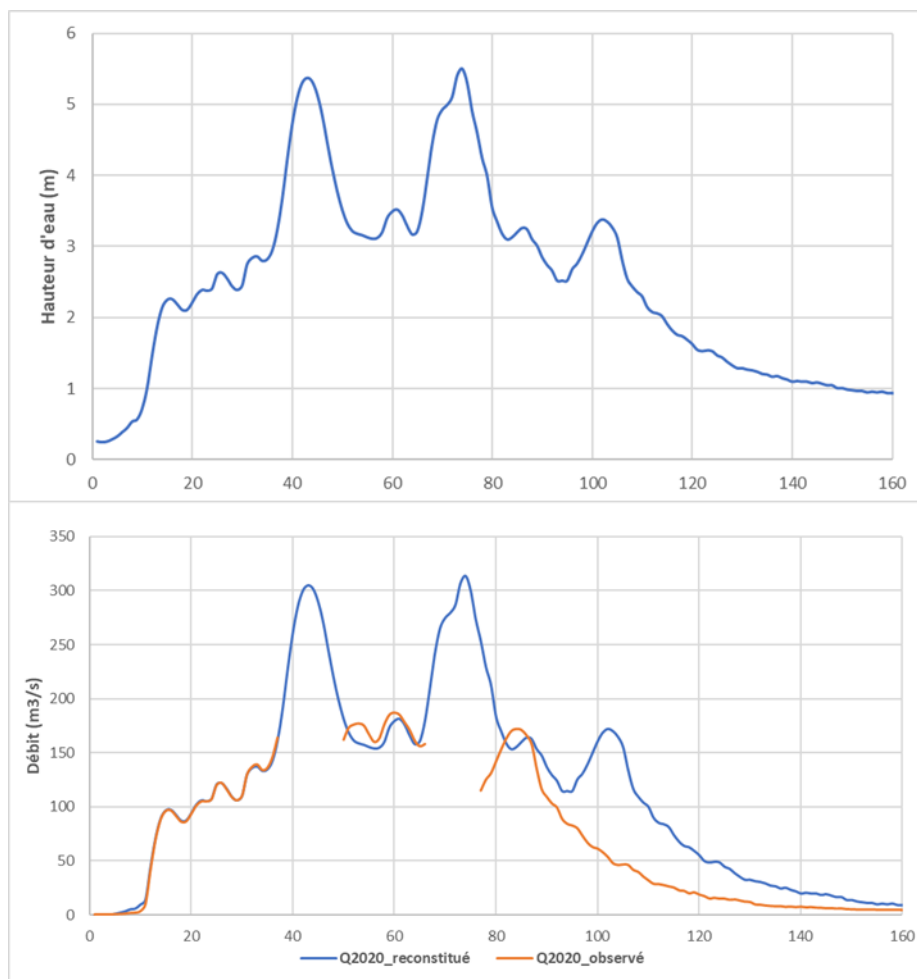


FIGURE 18 : HAUTEURS D'EAU OBSERVEES ET HYDROGRAMME RECONSTITUE A LA STATION LMINIMETRIQUE A VALLERAUGUE

Pour finir, les hydrogrammes amont de l'Hérault et du Clarou sont estimés et reconstitués sur la base du calage hydraulique de l'événement du 19/09/2020 (Figure 19). La construction et le calage du modèle hydraulique sont décrites dans les sections suivantes.

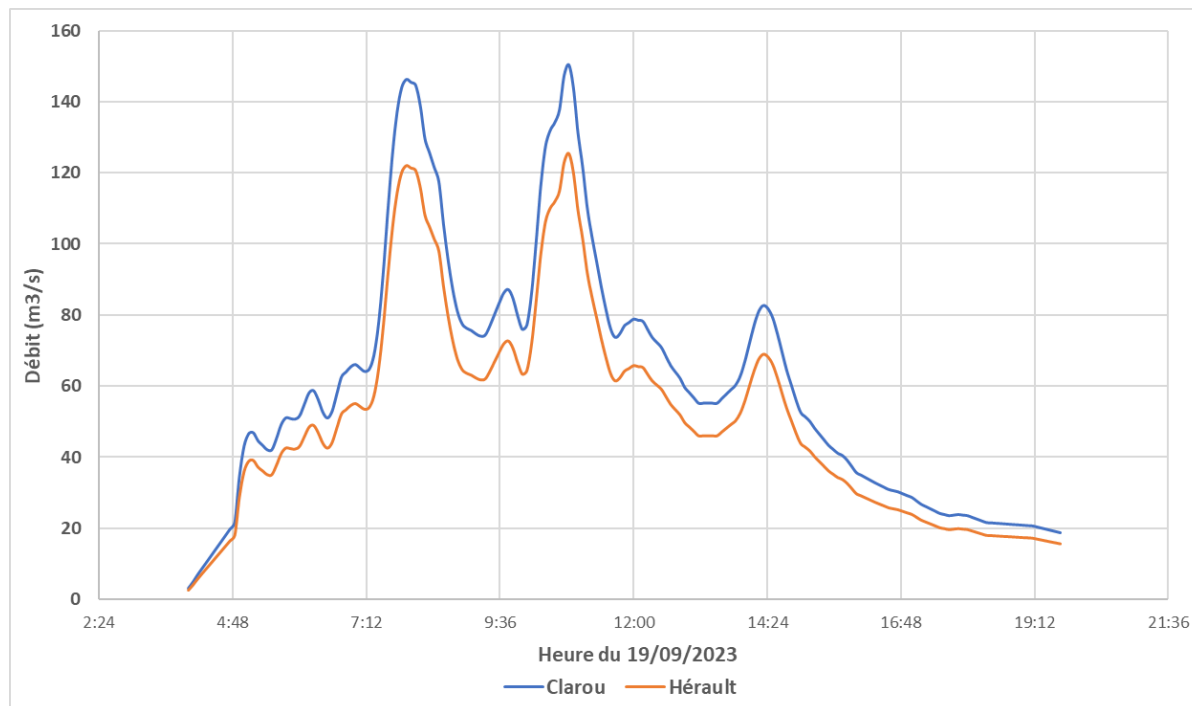


FIGURE 19 : HYDROGRAMMES RECONSTITUES AMONT DE L'HERAULT ET DU CLAROU

D'une manière générale, les résultats de la reconstitution des hydrogrammes amont de l'Hérault et du Clarou restent cohérents avec la note du REX d'EPTB pour l'événement du 19/09/2020.

« D'après les différents témoignages, c'est le Clarou et son affluent le Valat des Salles qui ont connu la crue la plus forte – secteur à aller investiguer. Des riverains nous ont montré des vidéos de la crue avec l'Hérault « retenu » par le Clarou présentant de fortes vitesses » - extrait de la note du REX d'EPTB.

3.2 - Modélisation hydraulique

Afin de caractériser les écoulements à l'état actuel dans un premier temps, puis de caractériser les impacts des aménagements projetés dans un deuxième temps, un modèle 1D-2D à l'aide d'Hec-Ras est réalisé dans la présente étude.

Concernant le ruissellement, des actions sont menées en parallèle par la mairie et le département (redimensionnement de buses, entretien de certains thalwegs). Donc, dans le cadre de cette étude, nous nous attacherons à différencier les deux problématiques afin de **se focaliser sur la problématique de débordement du Clarou et de l'Hérault**.

3.2.1 - Emprise du modèle hydraulique

Le modèle hydraulique couvre l'Hérault amont, le Clarou, et l'Hérault aval après la confluence jusqu'à la route D348 (Figure 20). Le MNT intègre les levés topographiques réalisés dans le cadre de la présente étude en mars 2023 et le RGE Alti 1m sur la zone d'étude (IGN).

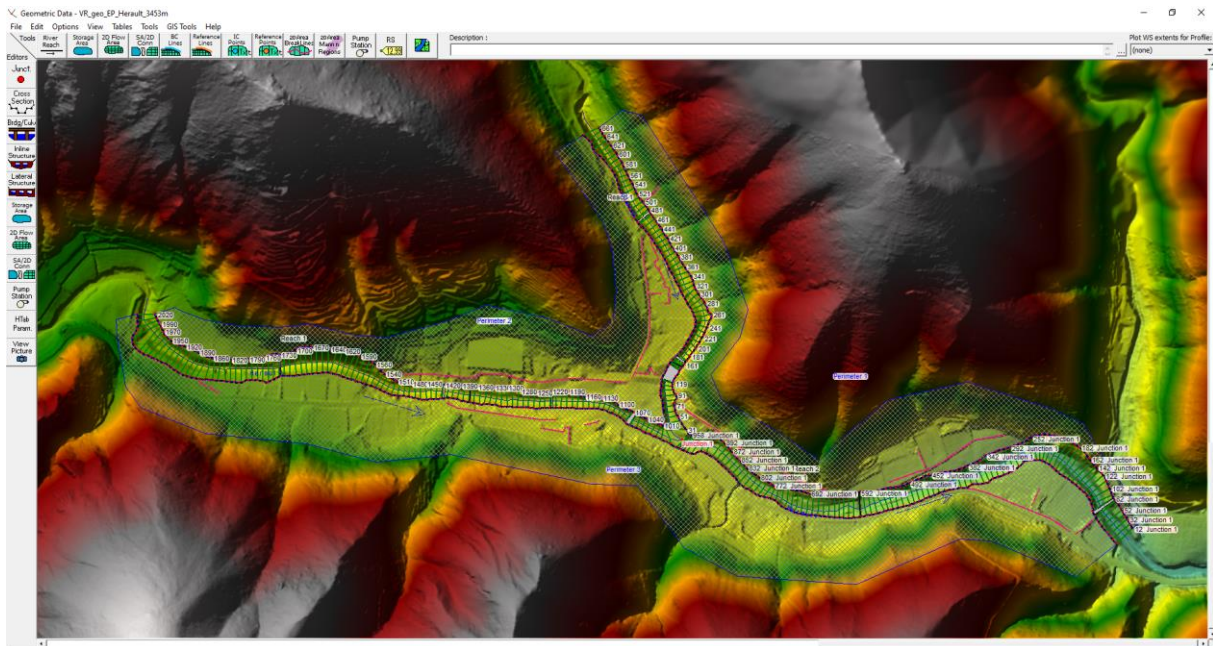


FIGURE 20 : EMPRISE DU MODELE HYDRAULIQUE

Les lits mineurs de l'Hérault et du Clarou sont modélisés en 1D par 263 profils en travers, tandis que les lits majeurs avec des écoulements plus complexes sont modélisés en 2D par 17 623 mailles de taille 5m. Tous les ouvrages hydrauliques (8 ponts et 4 déversoirs) situés dans la zone d'étude sont inclus dans le modèle. Le coefficient de Manning est estimé en fonction du type de l'occupation du sol.

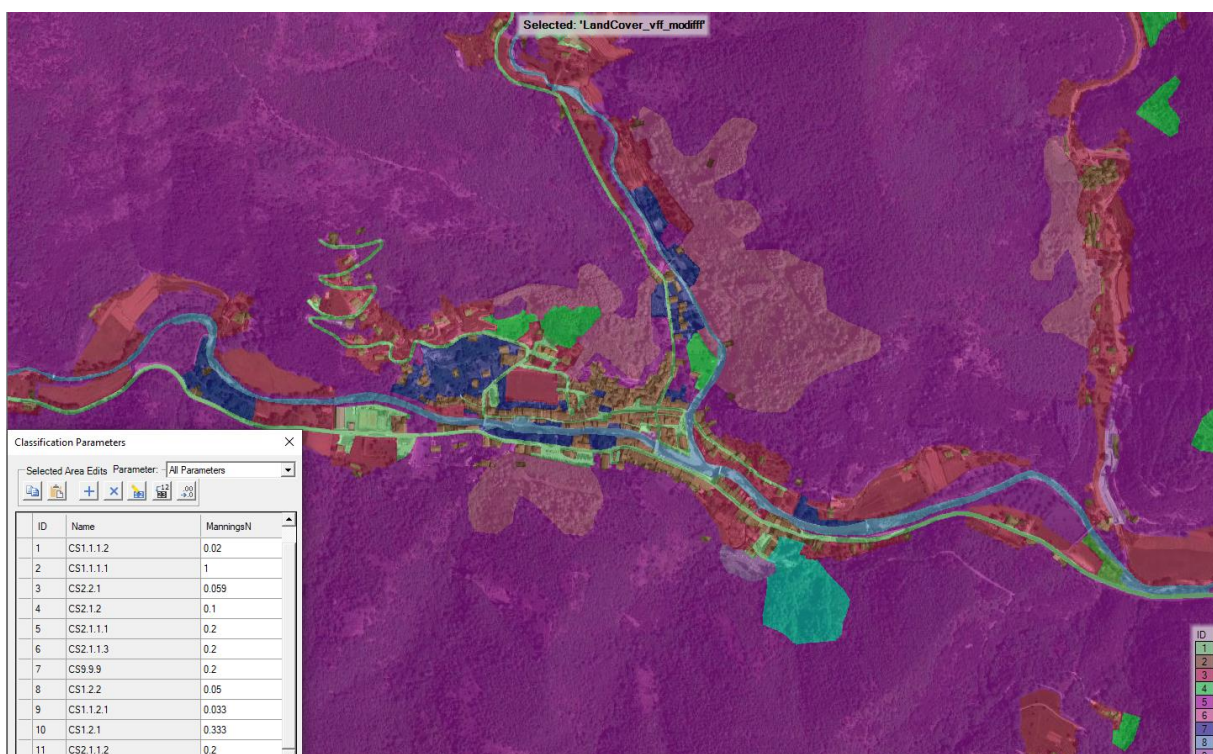


FIGURE 21 : COEFFICIENT DE MANNING BASE SUR LE TYPE DE L'OCCUPATION DU SOL

3.2.2 - Hypothèses de modélisation

L'hypothèse de la concomitance des pointes de crue entre Hérault et Clarou est considérée dans la présente d'étude.

Dans ce cas, en utilisant le débit de crue décennale comme exemple, le débit du Clarou devrait être le débit de crue décennale du Clarou (66 m³/s dans le Tableau 3) et non pas la contribution correspondante du Clarou au débit de crue décennale de l'Hérault.

En plus, cette hypothèse suppose que les débits de pointe entre l'Hérault et le Clarou arriveront en même temps.

3.2.2.1 - Condition limite amont

Les hydrogrammes reconstitués en amont de chaque cours d'eau (l'Hérault et le Clarou) sont injectés en amont du modèle (Figure 19).

Pour différents épisodes de débit, la forme de l'hydrogramme reste la même, mais la grandeur est ajustée en fonction du rapport entre les différents débits de pointe (Figure 22).

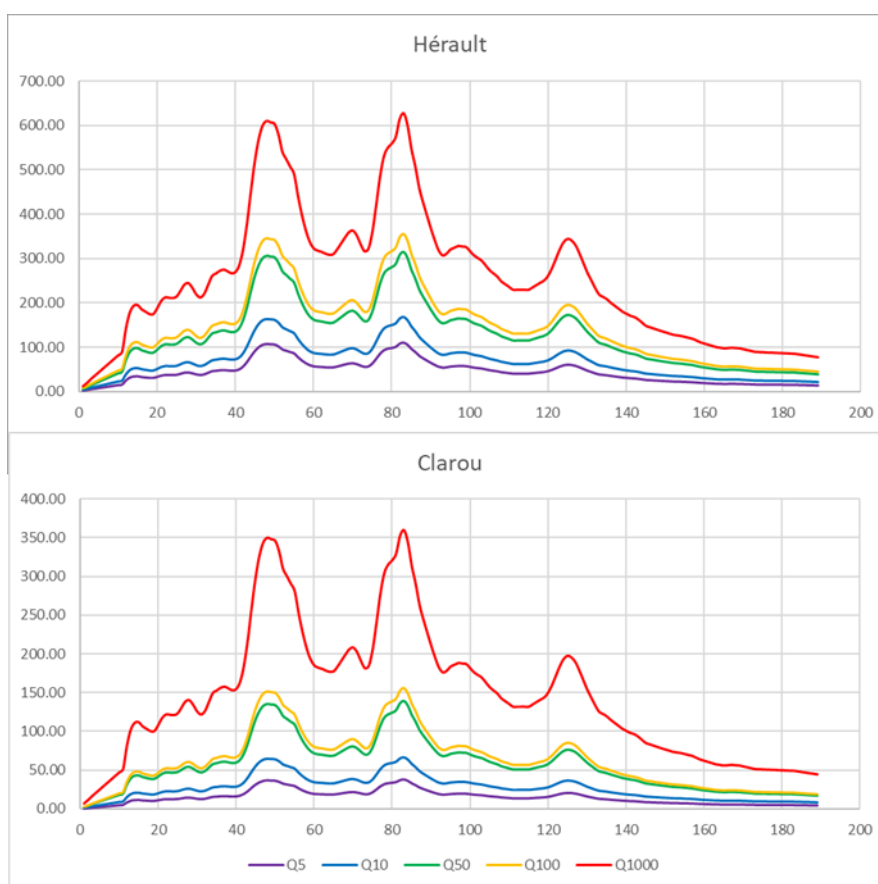


FIGURE 22 : HYDROGRAMMES RECONSTITUES TENANT COMPTE DE LA CONCOMITANCE DES POINTES DE CRUE ENTRE HERAULT ET CLAROU

3.2.2.2 - Condition limite aval

La pente normale de l'Hérault a été retenue comme condition limite aval correspondant à la pente d'écoulement moyenne du cours d'eau sur sa partie aval.

3.2.3 - Calage du modèle

Le modèle a été calé par comparaison avec l'emprise de l'inondation et les levés PHE de la crue du 19/09/2020 dans le secteur d'étude. La Figure 23 montre une comparaison entre l'emprise inondée de référence (Oteis, 2021) et l'emprise inondée calibrée.

Nous constatons que la zone d'inondation simulée correspond en général à la zone d'inondation estimée dans l'étude d'Oteis, à l'exception de l'amont de l'Hérault, où notre modèle calibré montre que la route D986 est touchée par la crue, alors que ce n'est pas le cas dans la zone inondable de référence.

Cela peut être expliqué par la méthode de calcul de la zone d'inondation de référence. Dans le rapport de Oteis (2021), la définition des zones inondables a été réalisée de la façon suivante :

- Création d'un modèle numérique surface de ligne d'eau (MNSLE) sur la base des NPHE relevés dans le cadre de la mission
- Croisement du MNSLE avec le MNT fourni par la DREAL
- Correction ponctuelle sur la base d'observations de terrain le cas échéant.

Après comparaison avec la vidéo enregistrée par le riverain lors de la crue (<https://www.youtube.com/watch?v=orlyDMID4Xo>), nous pouvons confirmer que la route D986 a été inondée et que le transport de sédiments était significatif (Figure 23).

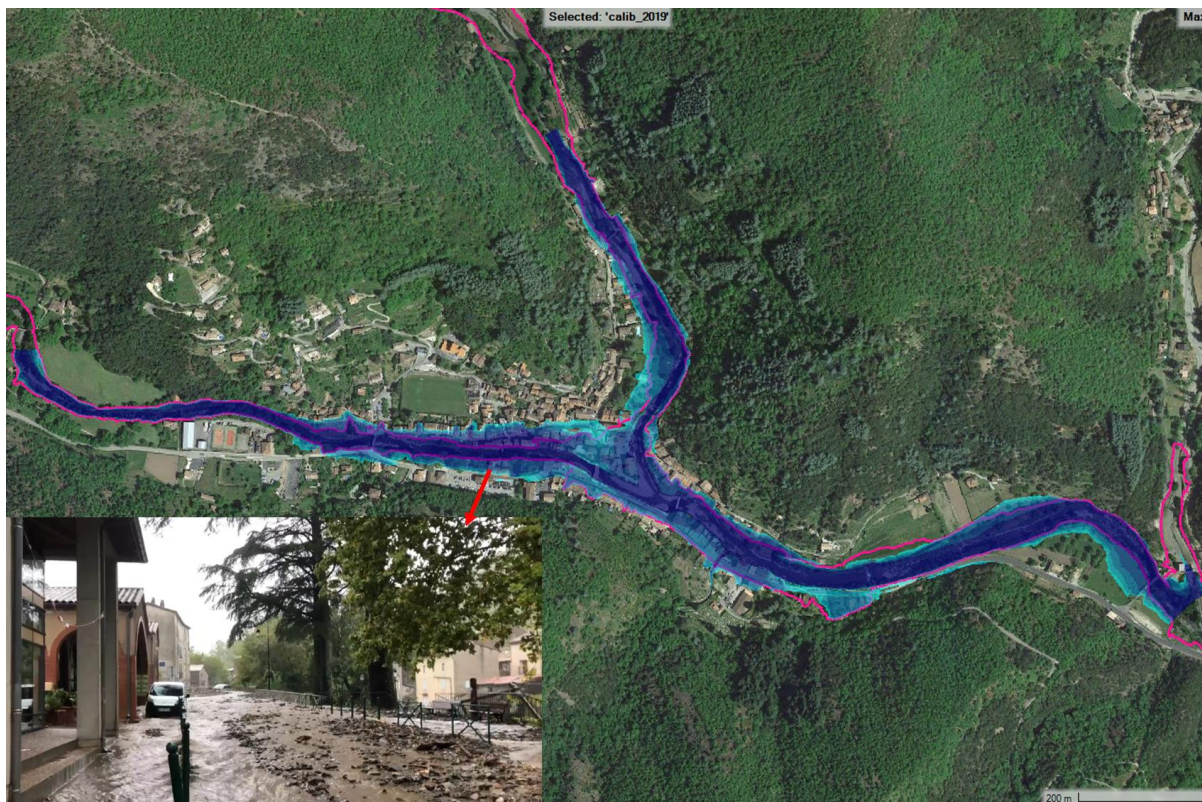


FIGURE 23 : COMPARAISON ENTRE L'EMPRISE INONDEE DE REFERENCE ET L'EMPRISE INONDEE CALIBREE

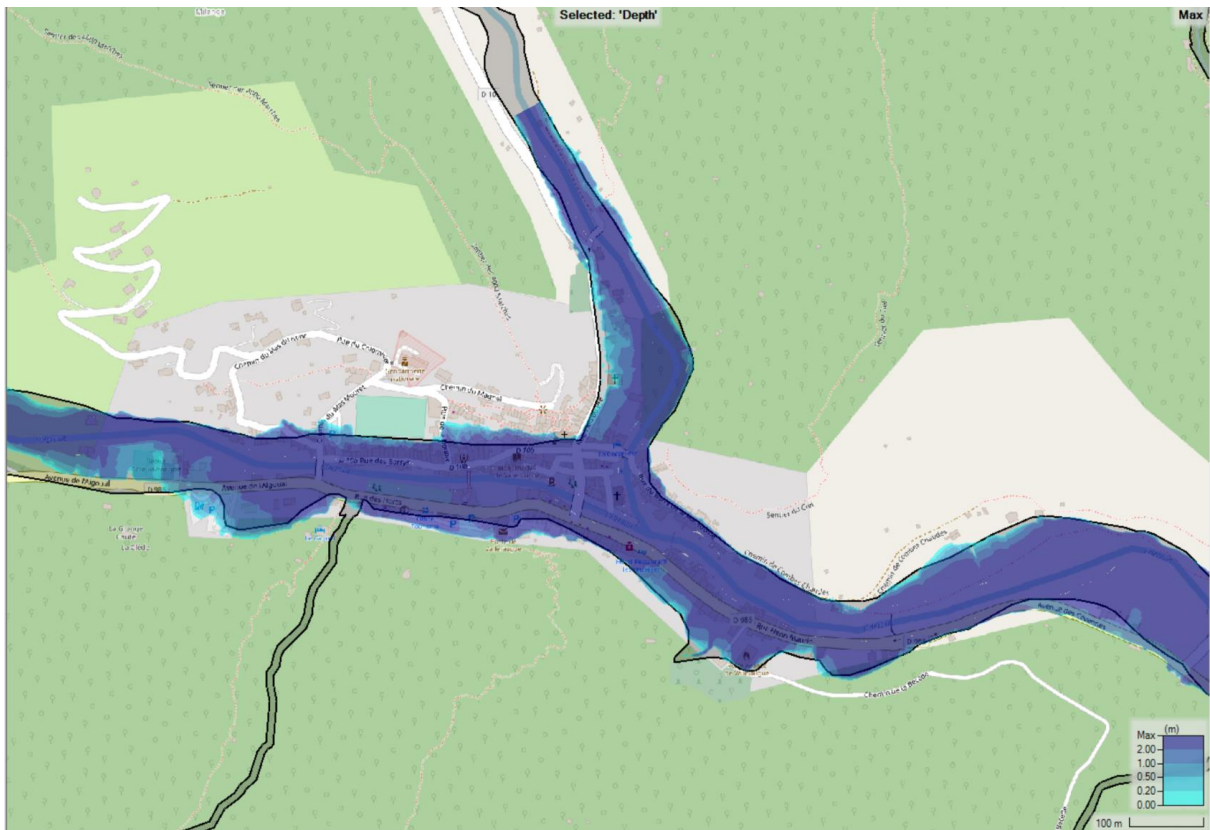


FIGURE 24. COMPARAISON DE LA ZONE INONDEE DU PPRI ET DE LA ZONE INONDEE MODELISEE POUR UNE CRUE Q1000.

De plus, nous avons également comparé les élévations des PHE et les hauteurs d'eau calibrées (Tableau 4). Ainsi, le modèle est donc considéré comme calé.

TABLEAU 4 : COMPARAISON DES LEVEES DE PHE ET DES HAUTEURS D'EAU CALIBREES

ID	Cours d'eau	Adresse	PHE (m)	Hauteur d'eau calibrée (m)
LRC_2020SEP19HERA_0323	Clarou	Rue Neuve	0.55	0.44
LRC_2020SEP19HERA_0319	Clarou	11 rue de la placette (habitation boucherie)	1.69	1.68
LRC_2020SEP19HERA_0314	Clarou	9 rue de la placette	1.48	1.44
LRC_2020SEP19HERA_0315	Clarou	5 rue de la placette	1.06	1.15
LRC_2020SEP19HERA_0317	Clarou	4 rue de la placette (gauche des escaliers)	1.25	1.33
LRC_2020SEP19HERA_0321	Clarou	2 rue de la placette	2.1	1.99
LRC_2020SEP19HERA_0308	Hérault	18 rue André Chamson	0.17	0.37
LRC_2020SEP19HERA_0307	Hérault	24 rue André Chamson	0.58	0.51
LRC_2020SEP19HERA_0306	Hérault	38 rue André Chamson	1	0.99
LRC_2020SEP19HERA_0305	Hérault	40 rue André Chamson	1.12	1.01

LRC_2020SEP19HERA_0295	Hérault	12 rue Henri Maurin	0.4	0.41
LRC_2020SEP19HERA_0294	Hérault	10 rue Henri Maurin	0.93	0.92
LRC_2020SEP19HERA_0297	Hérault	Rue du Barrys de la Macédoine	0	0

3.2.4 - Résultats de la modélisation hydraulique pour l'état actuel

■ Crue d'occurrence 5 ans

Entre les ponts du Mas Mouret et du Vieux Pont, l'Hérault est légèrement débordant et traverse les jardins des riverains et le parc situé en face de l'Office de Tourisme sur la D986 et D108. L'eau s'écoule sur les routes jusqu'au confluent de l'Hérault et du Clarou, avant de regagner la voie d'eau.

Le Clarou n'est pas sorti de son lit.

■ Crue d'occurrence 10 ans

Au niveau de l'Hérault, le ruissellement sur les routes départementales est encore plus conséquent. Le Clarou a également débordé de son lit au niveau du parking privé du Clarou, augmentant ainsi le niveau de l'eau à Temple Square.

L'Hérault en aval a également débordé en rive gauche dans les jardins des riverains.

■ Crue d'occurrence 50 ans

Par rapport à la description de la crue Q10, l'emprise inondée et les hauteurs d'eau ont encore augmenté. L'Hérault en amont (après le pont du Roc Noir) a commencé à déborder en rive gauche dans les champs, et le Clarou en amont a également débordé en rive droite dans les jardins des riverains.

■ Crue d'occurrence 100 ans

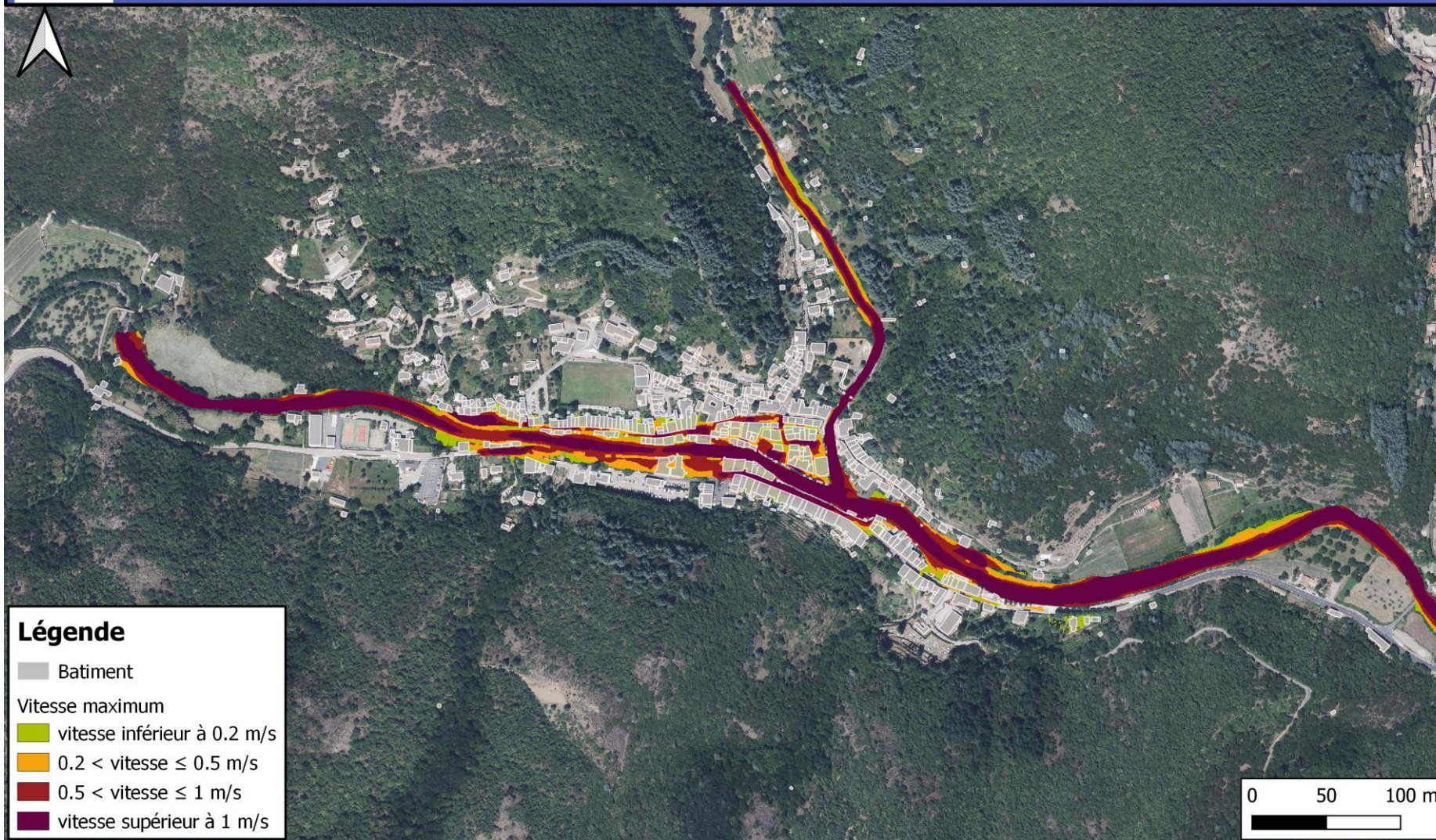
La zone inondée et les niveaux d'eau ont légèrement augmenté par rapport aux résultats de la Q50.

■ Crue d'occurrence exceptionnelle

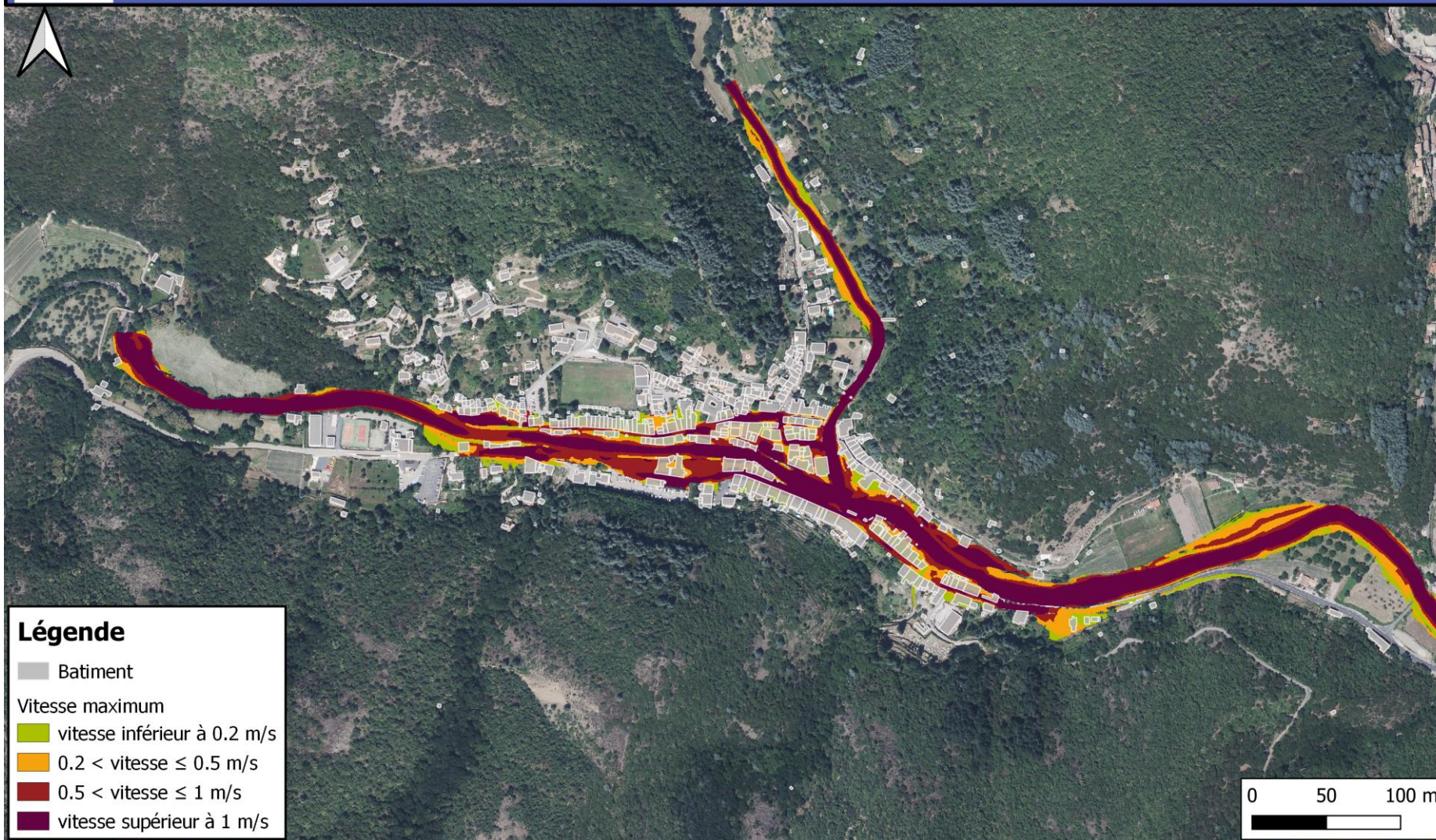
L'Hérault et le Clarou débordent complètement d'amont en aval. La zone inondable est limitée par les vallées des cours d'eau et s'étend jusqu'à la D10 en amont du Clarou, la D108 et la D986 en amont de l'Hérault.

Les cartographies d'hauteurs d'eau et de vitesses pour toutes les occurrences sont disponibles sur les pages suivantes.

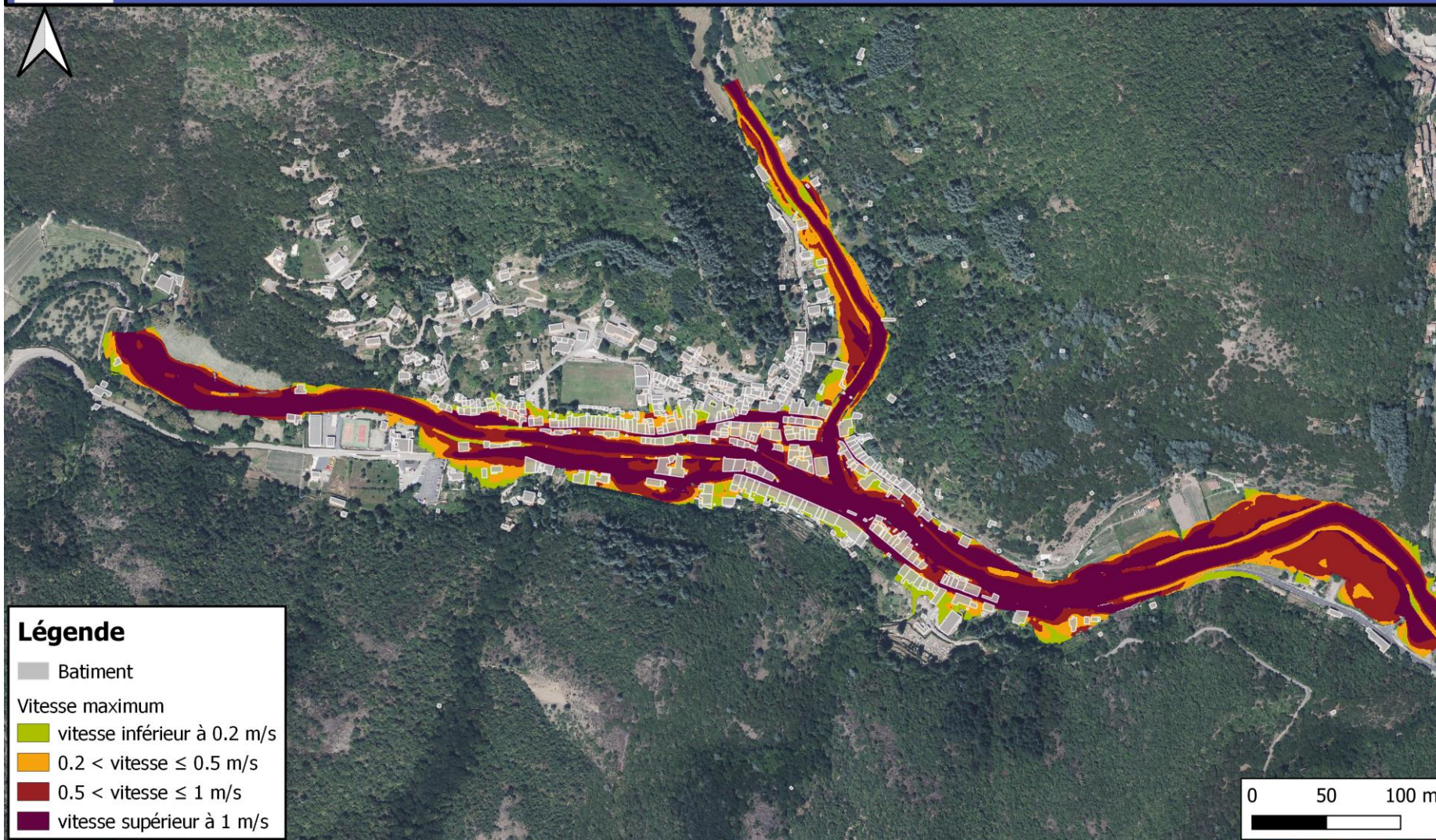




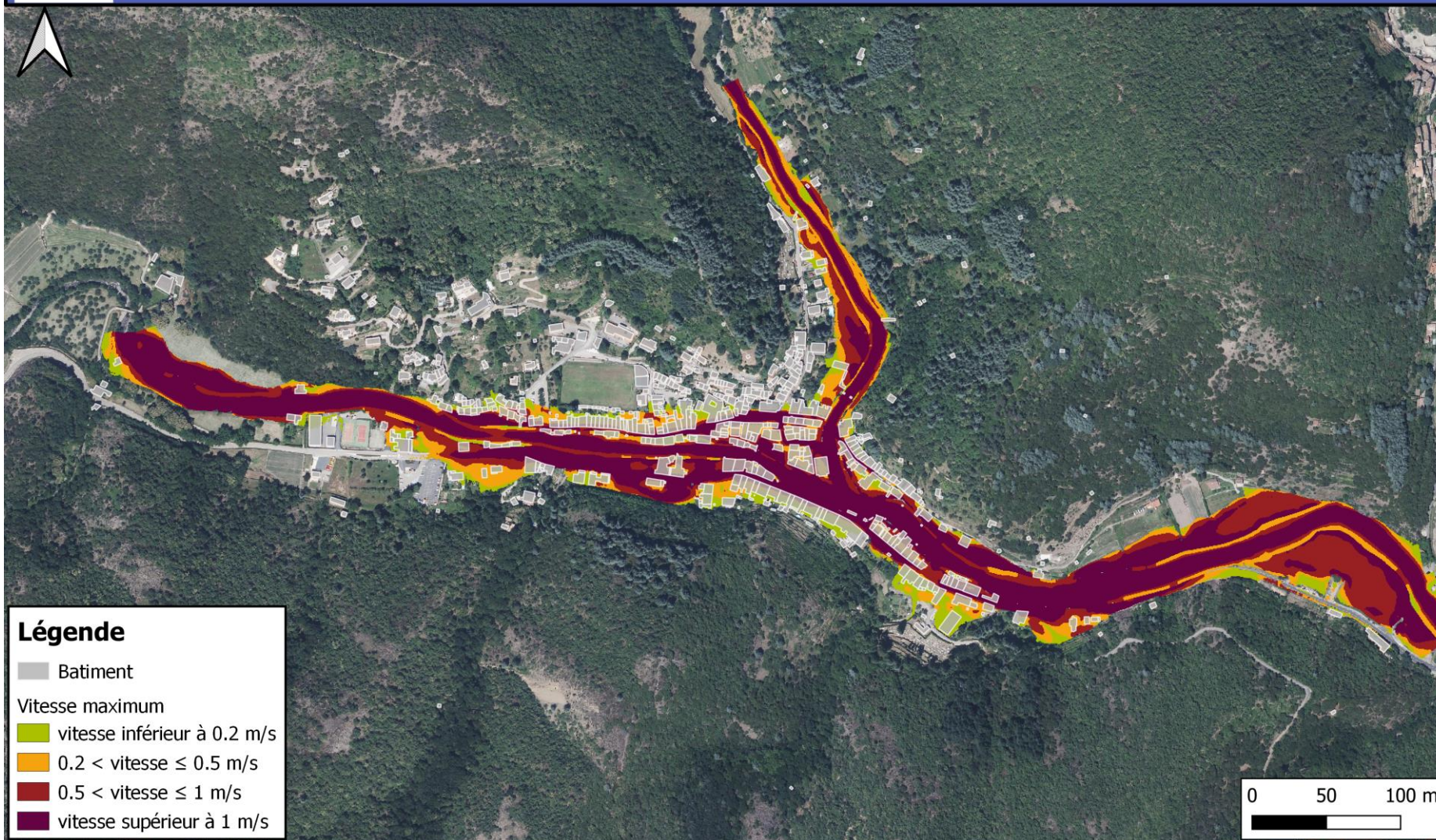


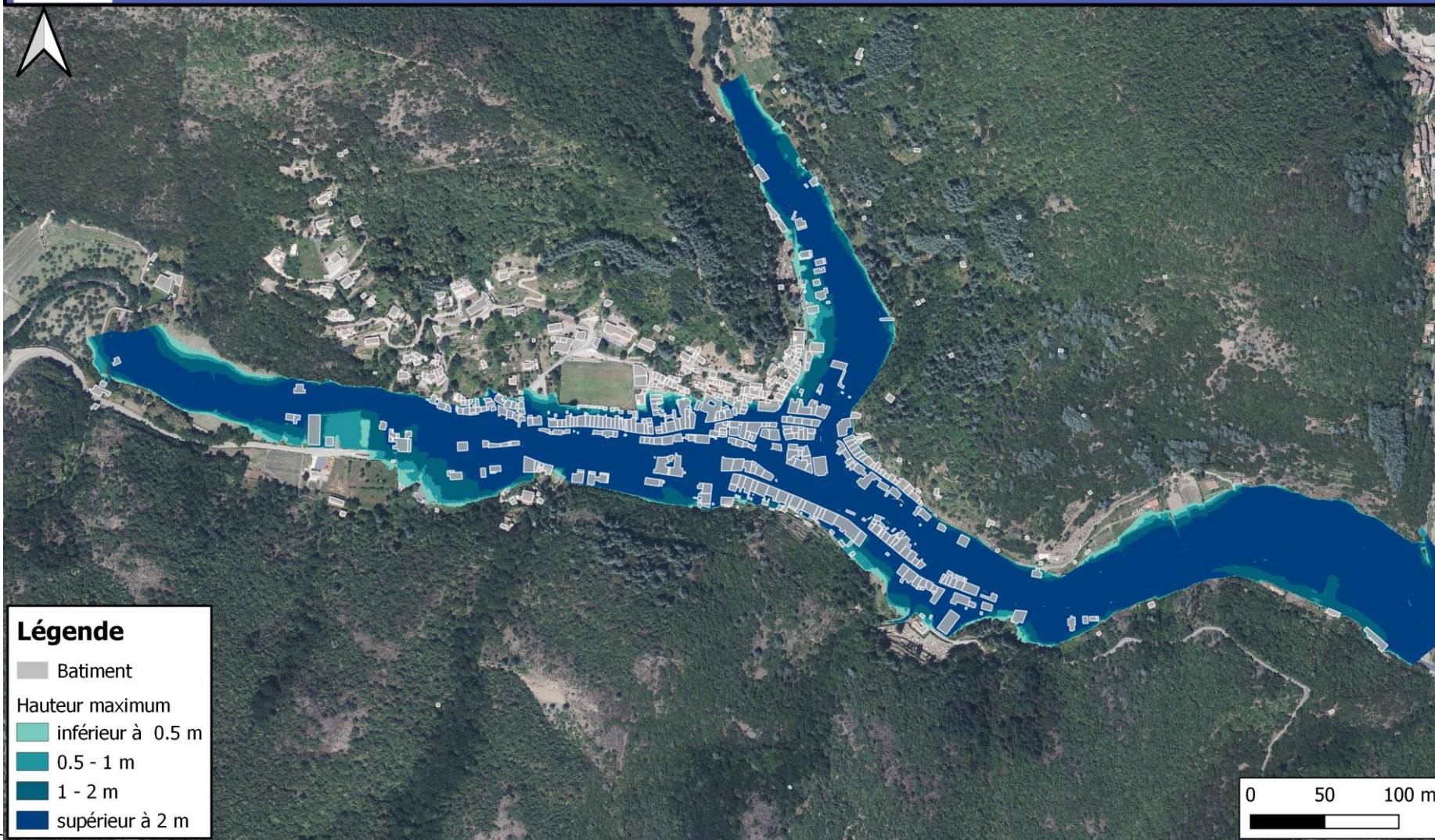


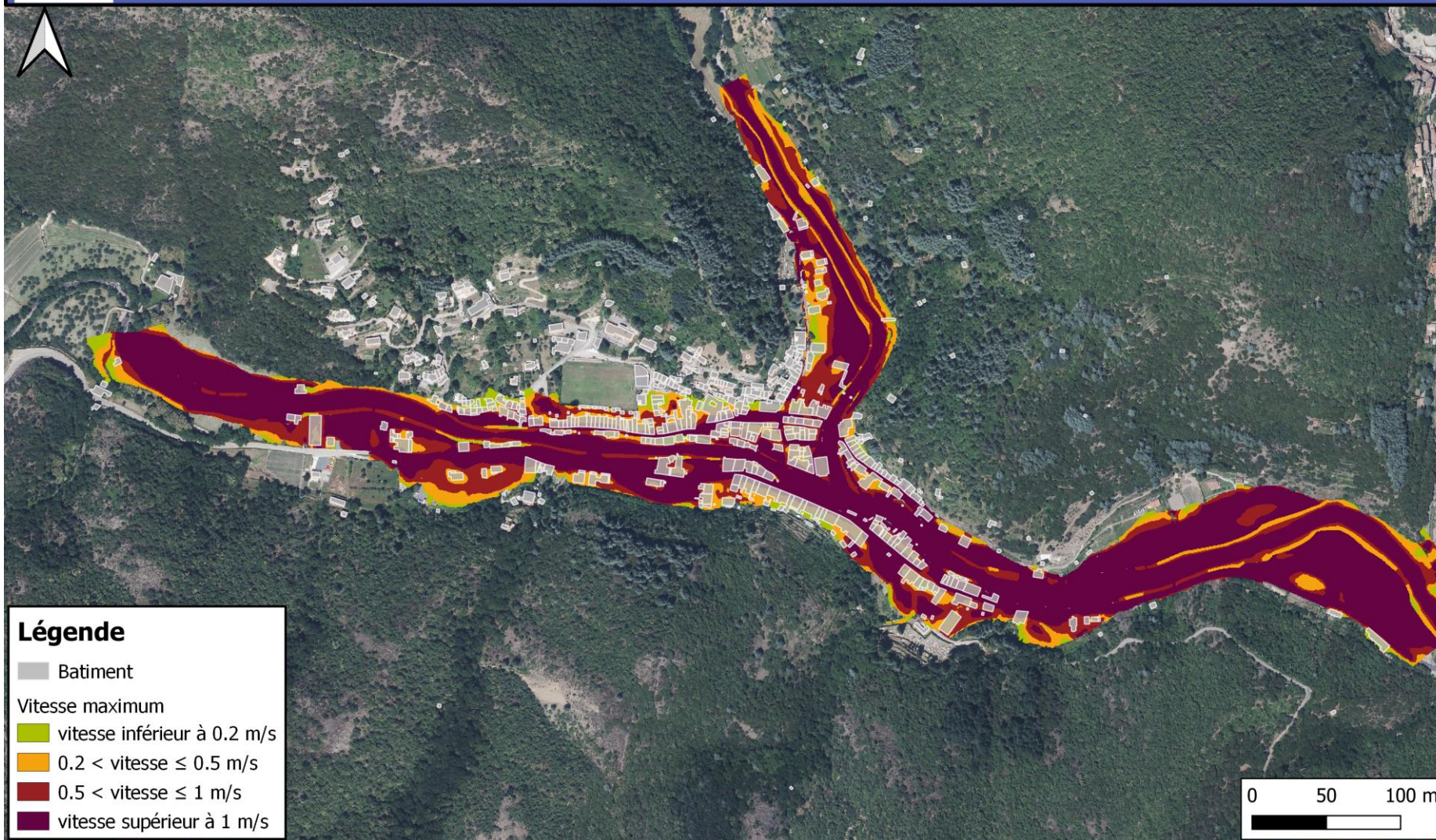












3.3 - Phase 3 : Présentation des enjeux

3.3.1.1 - Recensement des enjeux

Le recensement des enjeux a été établi selon les étapes suivantes :

- Compilation des données SIG existantes ;
- Enquêtes de terrain ;
- Finalisation de la base de données enjeux.

Le recensement a été réalisé dans l'emprise de la zone inondable la plus vaste disponible (Qexceptionnelle), sur l'ensemble des communes étudiées.

3.3.1.1.1 - Compilation des données existantes : sources de données exploitées

Cette étape vise à réaliser une synthèse cartographique des éléments disponibles afin de fournir une « base » à la base de données enjeux à constituer et un support pour les investigations de terrain à mener.

À l'échelle du périmètre d'étude, les enjeux suivants ont été identifiés :

- Les habitations (sans étage hauteur de bâti $\leq 4m$ / collectif : surface $> 180m^2$) ;
- Les établissements publics (y compris patrimoniaux) ;
- Les activités économiques ;
- Les infrastructures de réseaux secs et humides (centrale électrique, transformateurs, installation eau potable, usine de traitement, eaux usées).

Le tableau ci-après récapitule les différentes sources de données pouvant être exploitées.

TABLEAU 5 : SYNTHÈSE DES SOURCES DE DONNÉES UTILISÉES PAR TYPOLOGIE D'ENJEU

Enjeux considérés	Sous-catégorie	Sources de données / date
Habitations	Bâti en dur de plus de 30m² restant une fois les autres enjeux définis	BD Topo de 2023
		BD Cadastre
		Données statistiques de l'INSEE (population) et carroyage
Établissements publics	Tous	BD Topo de 2023
Activités économiques	Entreprises	BD Topo de 2023
Agriculture	Serres	BD Topo de 2023
	Exploitations agricoles	BD Topo de 2023
	Parcellaire agricole	RPG de 2020
Infrastructures de réseaux secs et humides	STEP	BD Topo de 2023
	Postes de transformation, centrales électriques	
	Captages AEP, stations de pompage, usines de traitement	
	Déchetteries	
Patrimoine	Bâtiments patrimoniaux	BD Topo de 2018

Cette base de données « enjeux » a été combiné aux enjeux de l'ancienne ACB réalisée en 2017. C'est sur la base de ce travail que des compléments ont été apportés par des visites du terrain.

3.3.1.1.2 - Terrain

Les enquêtes de terrain ont été réalisées avec une tablette Samsung Galaxy, outil équipé de l'application « Field Maps », afin d'optimiser les temps de saisie des données et leur traitement. Ces enquêtes de terrain ont été réalisées dans l'**emprise de la zone inondable maximale disponible (crue exceptionnelle état actuel)**.

Ces investigations sont indispensables pour satisfaire aux exigences des prescriptions du Ministère dans l'application des courbes de dommages. D'une manière générale, elles ont pour objectif de valider et compléter les données disponibles.

Les enquêtes de terrain visent à :

- Vérifier la nature du bâtiment (en cas de « conflit » entre les différentes sources de données) ;
- Caractériser l'occupation du rez-de-chaussée (commerces ? habitation ?) ;
- Confirmer la présence d'un éventuel étage pour les habitations ;
- Caractériser les hauteurs de seuil : il s'agit ici de fournir une première détermination de ce paramètre, à l'échelle de groupes de bâtis (aussi appelés « îlots »). La taille de l'îlot est fonction des caractéristiques du territoire il peut aller de quelques habitations à un quartier en fonction de l'homogénéité du paramètre.
- Préciser la localisation des entreprises / vérifier leur activité (enseigne, activité pratiquée) ;
- Vérifier la localisation et vocation des établissements publics (y compris les bâtiments historiques – patrimoniaux) pré-identifiés.
- Fournir des précisions : des commentaires ont été relevés tout au long de la campagne de terrain. Ils permettent, par exemple, de noter la présence de caravanes, mobil homes, embâcles, aires de gens du voyage, des bâtiments en construction, surélévation du terrain naturel...
- Compléter la base de données dans l'éventualité où certains bâtis ne seraient pas identifiés.

L'objectif final a été d'affiner et confirmer les enjeux identifiés suite aux traitements des différentes bases de données.

3.3.1.1.3 - Finalisation de la base de données

La carte ci-après localise les enjeux situés en zone inondable.

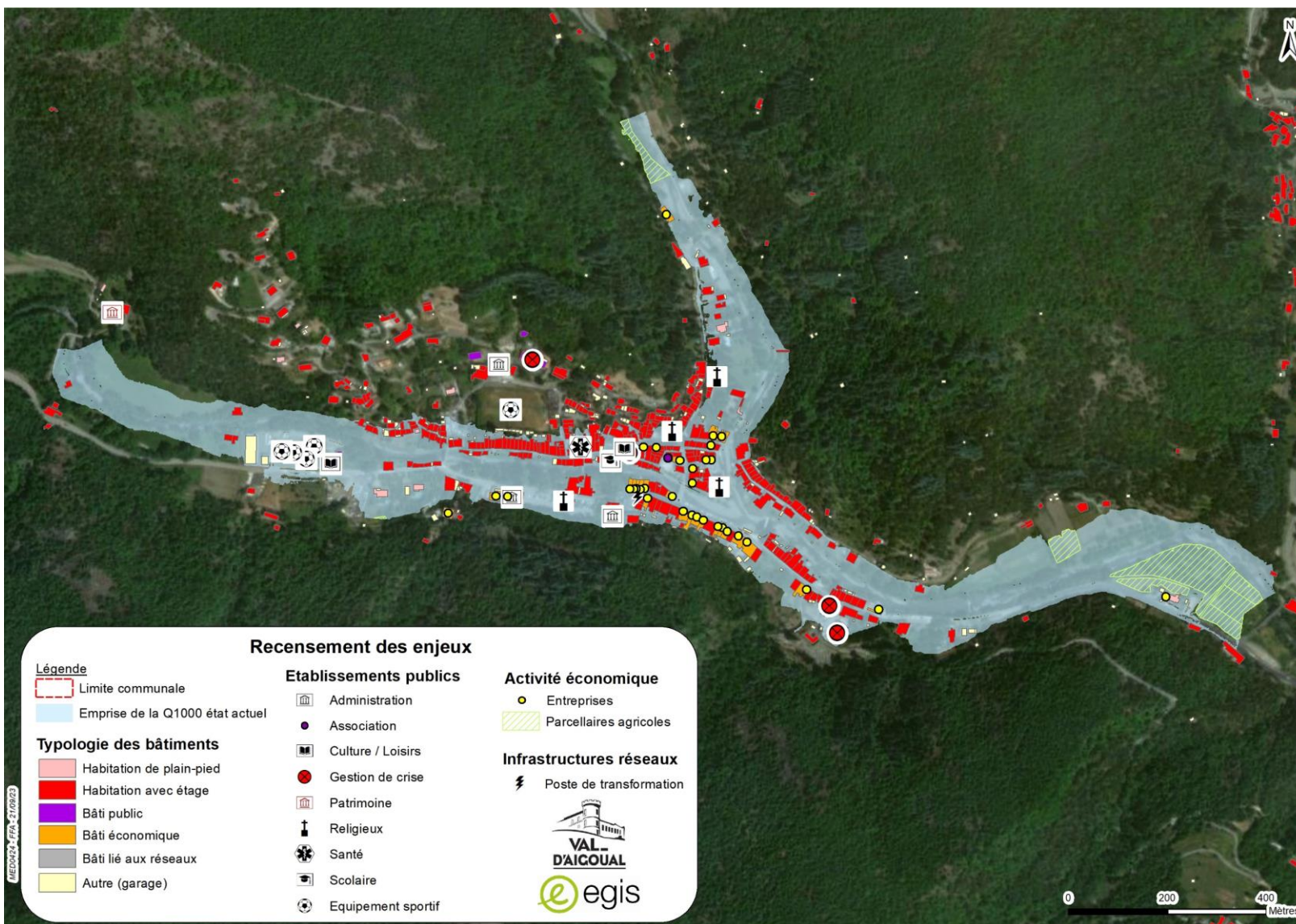


Figure 25 : Enjeux identifiés sur la zone d'étude

3.4 - Phase 4 : Propositions de solutions d'aménagements

3.4.1 - Scénarios d'aménagement

3.4.1.1 - Présentation des scénarios

Plusieurs scénarios d'aménagement ont été envisagés pour solutionner les dysfonctionnements présentés précédemment lié au seuil du Clarou et de l'Hérault :

- Scénario 1 : Reconstruction du seuil de l'Hérault à son emplacement actuel ;
- Scénario 2 : Reconstruction du seuil de l'Hérault à l'aval de la confluence Clarou/Hérault en amont du seuil actuel ;
- Scénario 3 : Reconstruction du seuil de l'Hérault avant la confluence Clarou/Hérault ;
- Scénario 4 : Suppression du parking aval du seuil du Clarou ;
- Réduction de la côte du seuil du Clarou et curage des sédiments accumulés.



FIGURE 26 : SCENARIOS D'AMENAGEMENT DES SEUILS DU CLAROU ET DE L'HERAULT

3.4.1.2 - Analyse multicritère : choix des scénarios

Une analyse multicritère des différents aménagements a été réalisée afin d'évaluer les avantages et inconvénients de chacun d'entre eux :

■ Scénario 1 :

La reconstruction du seuil actuel permet de conserver sa capacité de réserve en eau.

En termes d'impact sur le risque inondation, la reconstruction conserve la situation actuelle.

Pour ce qui est de la réglementation environnementale, la continuité écologique ne sera pas améliorée, cela risque d'être un point bloquant même. En effet lorsqu'il s'agit de reconstruction, cette dernière doit améliorer la situation actuelle en termes de continuité écologique.

L'intervention dans un cours d'eau nécessite la mise en place de batardeaux à l'aval de l'ouvrage projet ce qui nécessite une mise en œuvre assez complexe et coûteuse. De plus, une zone dédiée à l'aval de la zone de travaux doit permettre la décantation des eaux de chantier avant rejet dans le cours d'eau, une zone de décantation devra être mise en place, rajoutant une contrainte en termes de coût.

Aucune contrainte foncière n'est créée par ce scénario.

■ Scénario 2 :

La reconstruction du seuil à l'aval de la confluence permet de conserver sa capacité de réserve en eau.

En termes d'impact sur le risque inondation, la reconstruction augmente au maximum de 20 cm la hauteur d'eau aux de manière localisée.

Pour ce qui est de la réglementation environnementale, un dossier d'Autorisation vis-à-vis du Dossier Loi sur l'Eau devra être mis en place. La continuité écologique ne sera pas améliorée, cela risque d'être un point bloquant même. En effet lorsqu'il s'agit de reconstruction, cette dernière doit améliorer la situation actuelle en termes de continuité écologique.

L'intervention dans un cours d'eau nécessite la mise en place de batardeaux à l'aval de l'ouvrage projet ce qui nécessite une mise en œuvre assez complexe et coûteuse. La zone de décantation pourra être assurée par le seuil actuel, ce qui permettra de réaliser des économies sur le coût final des travaux.

L'intervention sur les berges crée une contrainte vis-à-vis des riverains.

Ce scénario implique d'intervenir sur des berges où des réseaux enterrés peuvent être implantés, cela crée une contrainte supplémentaire.

■ Scénario 3 :

La reconstruction du seuil à l'aval de la confluence permet de conserver sa capacité de réserve en eau.

En termes d'impact sur le risque inondation, la reconstruction augmente au maximum de 18 cm la hauteur d'eau aux de manière localisée.

Pour ce qui est de la réglementation environnementale, un dossier d'Autorisation vis-à-vis du Dossier Loi sur l'Eau devra être mis en place. La continuité écologique ne sera pas améliorée, cela risque d'être un point bloquant même. En effet lorsqu'il s'agit de reconstruction, cette dernière doit améliorer la situation actuelle en termes de continuité écologique.

L'intervention dans un cours d'eau nécessite la mise en place de batardeaux à l'aval de l'ouvrage projet ce qui nécessite une mise en œuvre assez complexe et coûteuse. La zone de décantation pourra être assurée par le seuil actuel, ce qui permettra de réaliser des économies sur le coût final des travaux.

L'intervention sur les berges crée une contrainte vis-à-vis des riverains.

Ce scénario implique d'intervenir sur des berges où des réseaux enterrés peuvent être implantés, cela crée une contrainte supplémentaire.

■ Scénario 4 :

En termes d'impact sur le risque inondation, ce scénario abaisse localement jusqu'à 60 cm la hauteur d'eau.

Pour ce qui est de la réglementation environnementale, un dossier de Déclaration vis-à-vis du Dossier Loi sur l'Eau devra être mise en place. La continuité écologique ne sera pas améliorée, cependant l'intervention vise à abaisser le seuil et non le reprendre complètement.

L'intervention dans un cours d'eau nécessite la mise en place de batardeaux à l'aval de l'ouvrage projet ce qui nécessite une mise en œuvre assez complexe et coûteuse. De plus, une zone dédiée à l'aval de la zone de travaux doit permettre la décantation des eaux de chantier avant rejet dans le cours d'eau, une zone de décantation devra être mise en place, rajoutant une contrainte en termes de cout.

L'intervention sur les berges crée une contrainte vis-à-vis des riverains.

Ce scénario implique d'intervenir sur des berges où des réseaux enterrés peuvent être implantés, cela crée une contrainte supplémentaire.

■ Scénario 5 :

En termes d'impact sur le risque inondation, ce scénario abaisse jusqu'à 15 cm la hauteur d'eau sur 100 m.

Pour ce qui est de la réglementation environnementale, un dossier d'Autorisation devra être mise en place pour intervenir sur le linéaire du cours d'eau. La continuité écologique se verrait améliorée par la baisse de la côte du seuil.

L'intervention dans un cours d'eau nécessite la mise en place de batardeaux à l'aval de l'ouvrage projet ce qui nécessite une mise en œuvre assez complexe et coûteuse. De plus, une zone dédiée à l'aval de la zone de travaux doit permettre la décantation des eaux de chantier avant rejet dans le cours d'eau, une zone de décantation devra être mise en place, rajoutant une contrainte en termes de cout.

L'intervention sur les berges crée une contrainte vis-à-vis des riverains. De plus, un abaissement du seuil et u curage nécessiterai de renforcer les berges qui sont actuellement maintenu par le seuil et les sédiments présents dans le cours d'eau.

Ce scénario implique d'intervenir sur des berges où des réseaux enterrés peuvent être implantés, cela crée une contrainte supplémentaire.

Le 29 juin 2023 un COPIL a été tenu pour présenter les résultats des différents scénarios ainsi que les avantages et inconvénients qu'ils représentent.

TABLEAU 6 : ANALYSE MULTICRITERE DES SCENARIOS D'AMENAGEMENTS

Scénario d'aménagement	Besoin en réserve d'eau	Enjeux réglementaires	Impact en cas d'inondation	Continuité écologique	Foncier/ enjeux humains	Difficulté de mise en œuvre	Contraintes liées aux réseaux (à vérifier)	Coûts de construction
S1 : Reconstruction du seuil de l'Hérault à son emplacement actuel	+	/	/	-	/	--	/	---
S2 : Reconstruction du seuil de l' Hérault après la confluence	+	Autorisation	--	-	-	-	-	--
S3 : Reconstruction du seuil de l' Hérault avant la confluence	+	Autorisation	-	-	+	-	--	--
S4 : Enlever le parking sur le Clarou	/	Déclaration	+	/	-	-	-	-
S5 : Réduire la côte du seuil du Clarou + curage	/	Autorisation	++	+	--	---	/	---

Suite à l'analyse multicritère ci-dessus et en concertation avec le maître d'ouvrage lors du COPIL du 29 juin 2023, les scénarios 2 et 4 ont été retenus pour les deux cours d'eau.

3.4.1.3 - Description des aménagements retenus

- Pour le scénario 2, EGIS propose plusieurs types de seuil possible à mettre en place :
- Seuil escamotable gonflable : scénario 2.1

Ce seuil peut être gonflé à l'air ou à l'eau lorsque cela est nécessaire aux besoins de la commune (retenu d'eau pour la saison estivale). En période de crue il est dégonflé et est totalement transparent. Cela a un avantage également pour la continuité écologique.



FIGURE 27 : EXEMPLE DU BARAGE ESCAMOTABLE D'ALES (BR LINGENIERIE)

- Seuil à clapet en métal : scénario 2.2

Une deuxième solution envisageable est de mettre en place un seuil en métal à clapet dans le fond du cours d'eau sur un socle en béton. Cette technique permet de créer une retenue d'eau lorsque le clapet est fermé. Une fois le clapet ouvert, le seuil est hydrauliquement transparent.



FIGURE 28 : EXEMPLE D'OUVRAGE A CLAPET METALIQUE

■ Seuil en bois : scénario 2.3

Sur la commune de Valleraugue, en amont de la zone d'étude, une retenue en bois est en place depuis les années 1970. Il permet de créer une retenue pour former un plan d'eau de baignade. Cet ouvrage et ses caractéristiques techniques ne sont cependant pas documentées.

Au vu de la taille de l'ouvrage à mettre en place sur la zone d'étude du Clarou et des enjeux présents à proximité, EGIS ne s'engage pas à proposer cette solution comme solution technique faisable sur une telle section de cours d'eau.

- Pour le scénario 4, il a été question de supprimer seulement une partie du parking, cependant cette solution est plus coûteuse que retirer l'intégralité du parking. En effet, la partie de l'ouvrage conservée devrait être renforcée et reconstruite en partie avec des techniques anciennes complexes à mettre en œuvre.

3.4.2 - Impact hydraulique des aménagements retenus

3.4.2.1 - Etat projet – suppression du parking Clarou

L'aménagement retenu consiste à supprimer complètement le parking sur le Clarou. Les figures suivantes montrent les hauteurs d'eau maximales obtenues en l'état projet et l'impact du projet sur les niveaux d'eau pour les 5 événements.

La suppression du parking sur le Clarou permet de rendre plus d'espace au cours d'eau.

L'impact du projet sur les niveaux d'eau est relativement limité dans le lit mineur pour les crues Q5 et Q10, vu que le Clarou n'est pas encore totalement débordé.

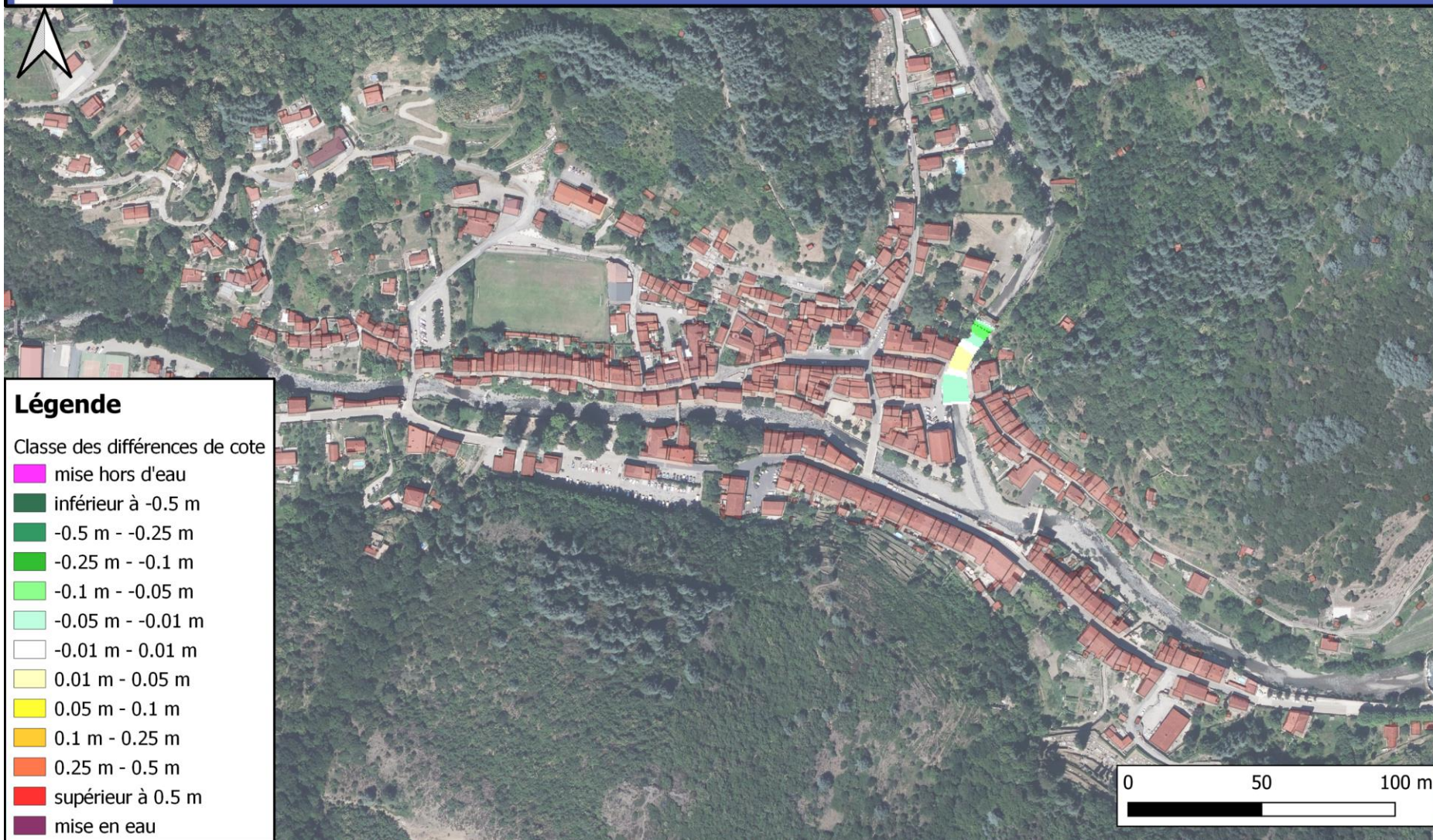
Pour Q50 et Q100, la suppression du parking permet de réduire les hauteurs d'eau de plus de 50 cm pour l'habitation en rive gauche et d'environ 20 à 40 cm pour l'habitation en rive droite.

Pour Q1000, l'impact du projet est limité à la rive gauche, car le Clarou est principalement débordé sur la rive droite en raison de la contrainte de la topographie. L'impact du projet couvre une plus grande surface mais de moindre ampleur.

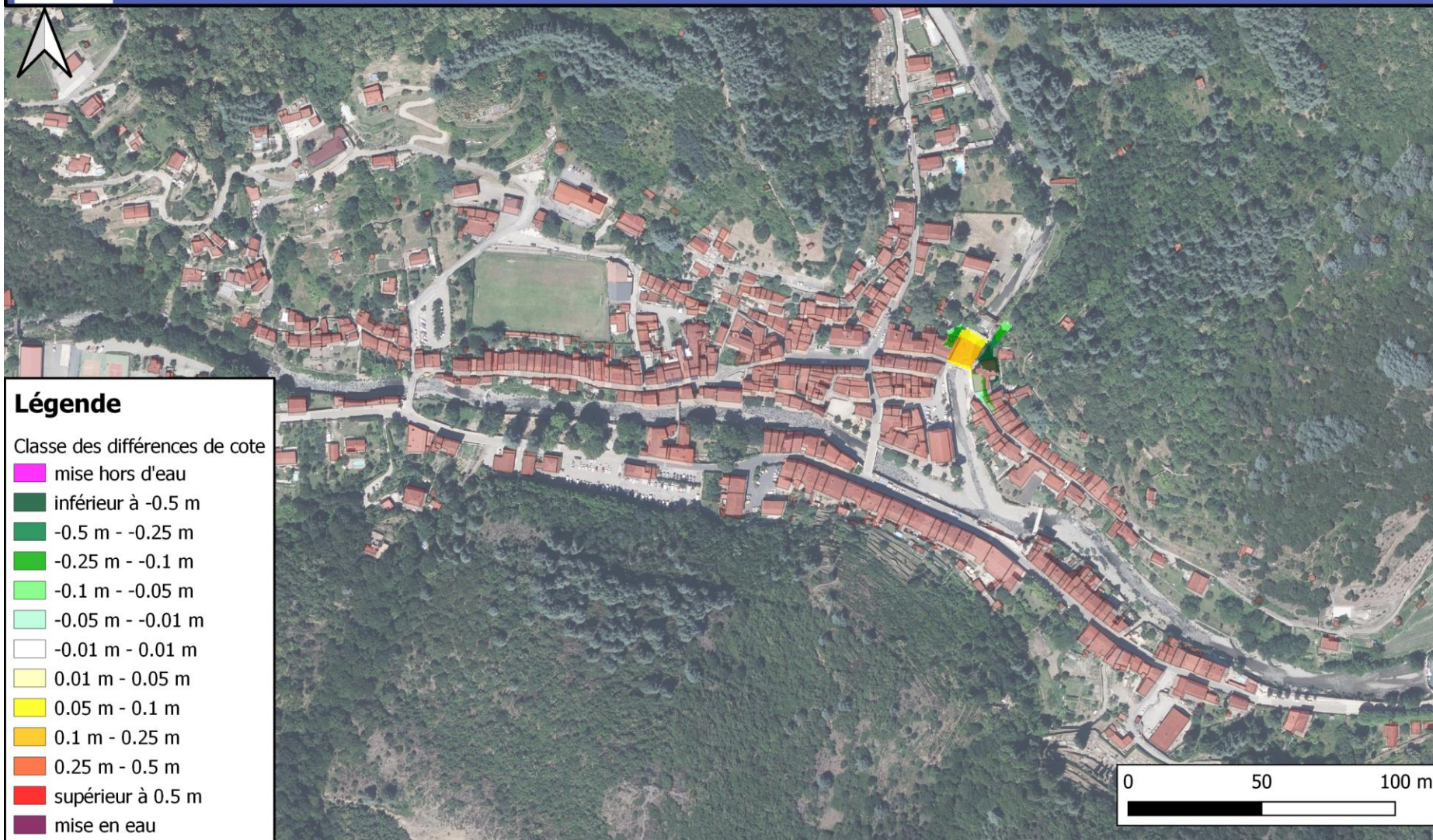




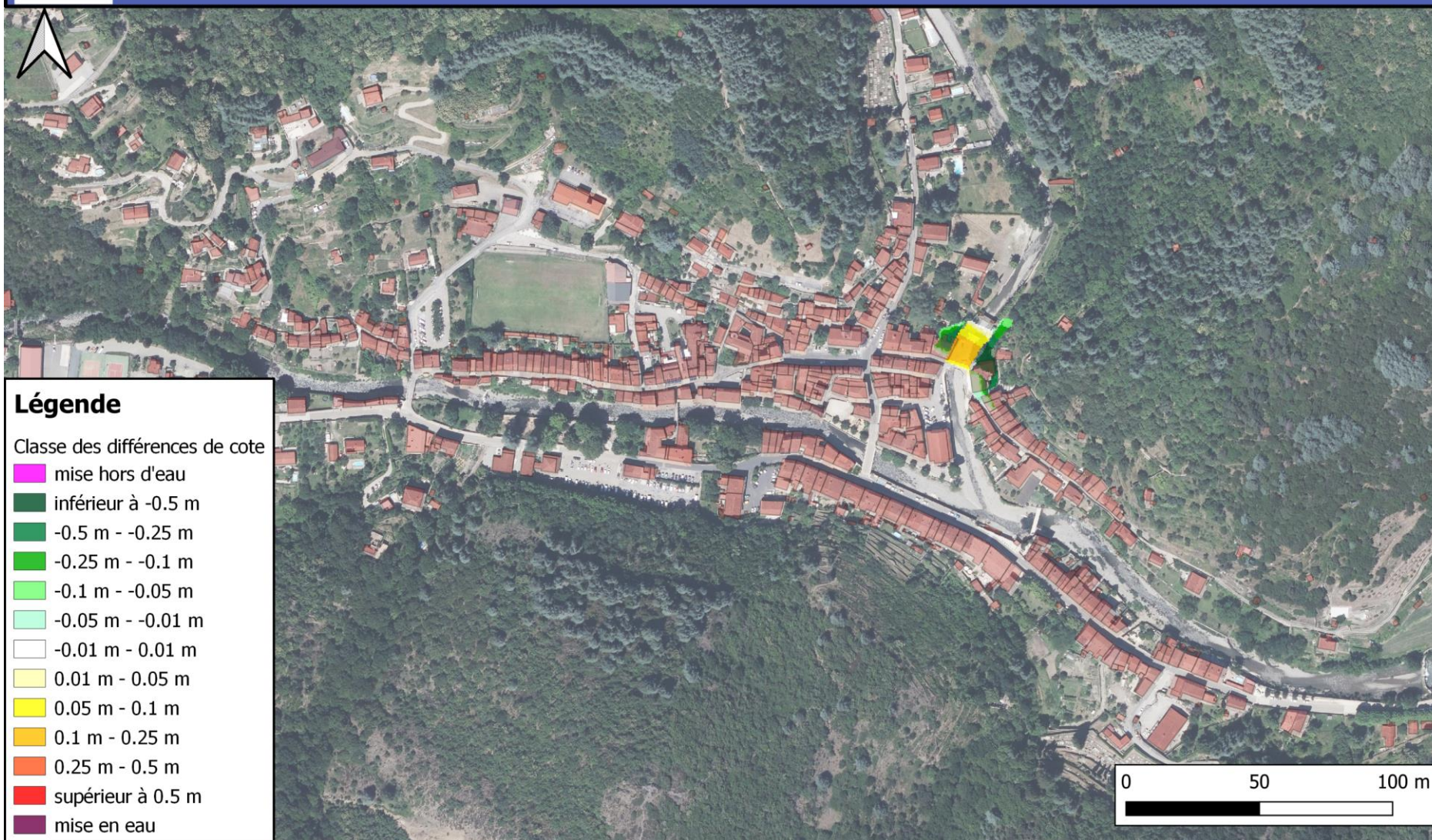


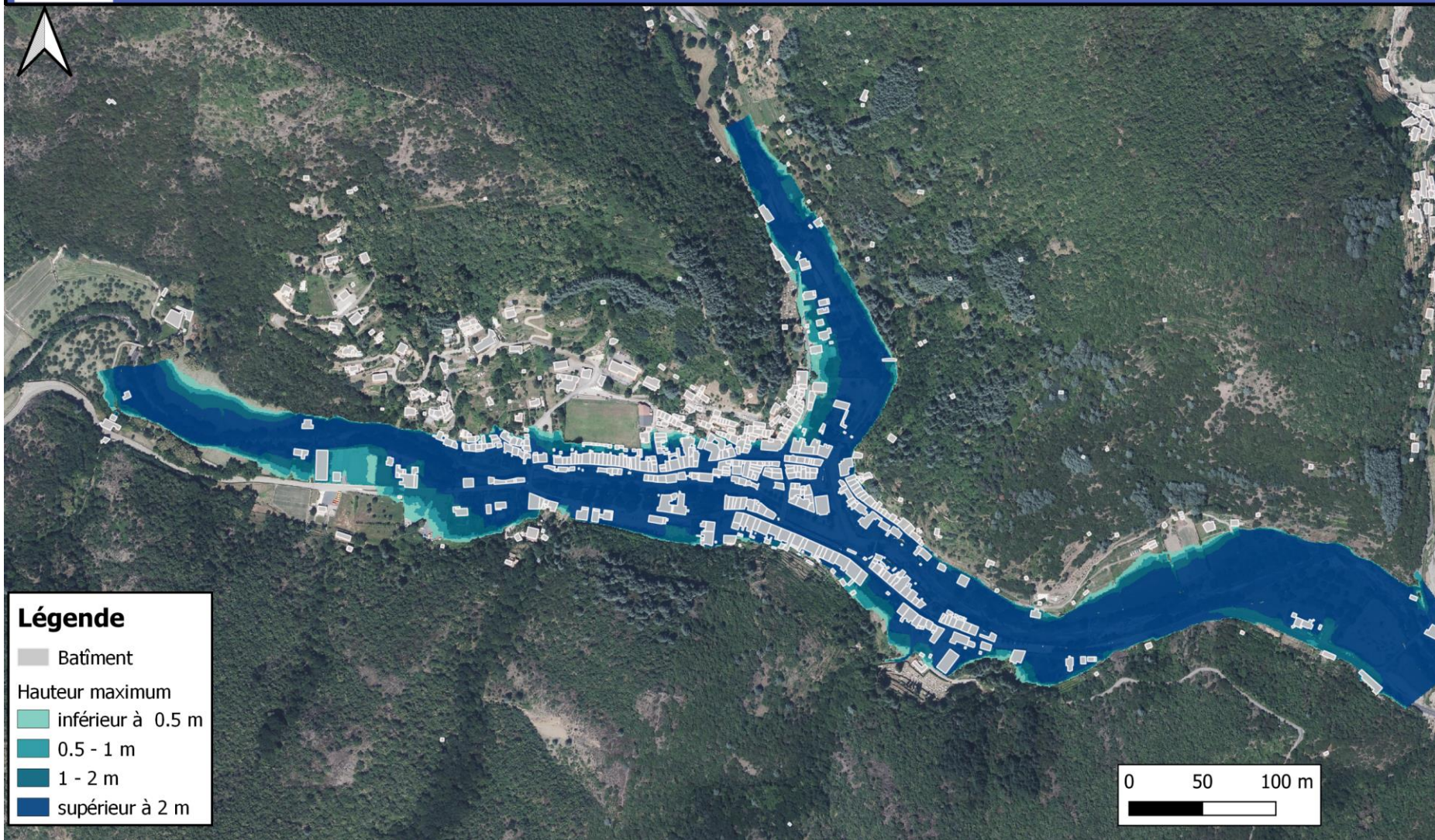


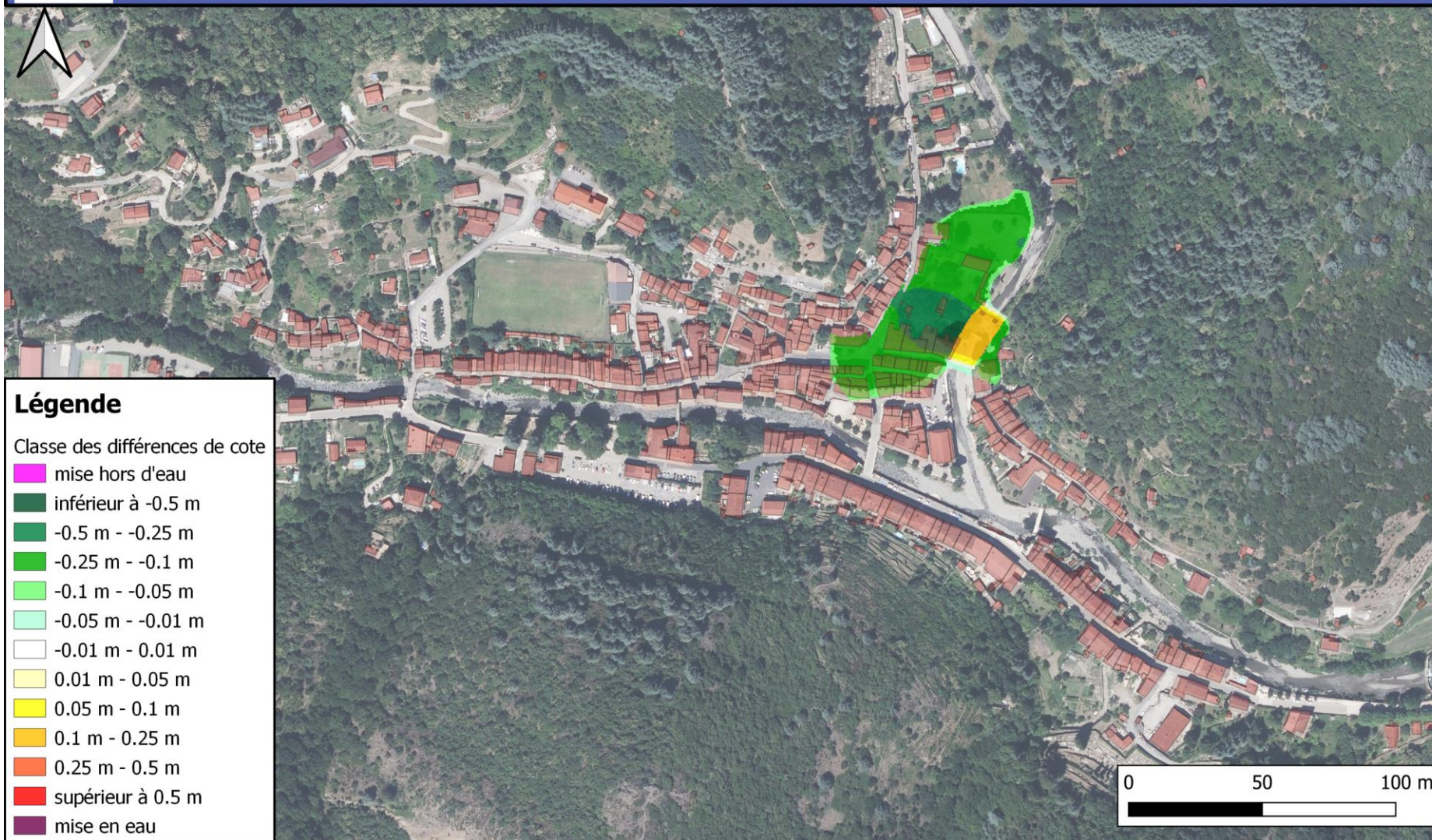












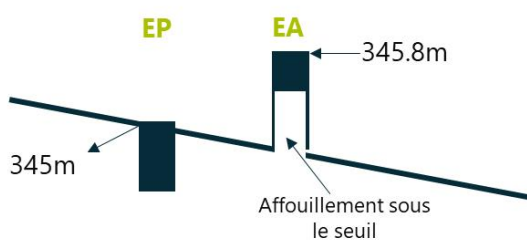
3.4.2.2 - Etat projet – reconstruction du seuil Hérault

Dans la présente section, l'aménagement sur l'Hérault ne prend en compte que l'impact réel de la **construction du seuil de fond au même niveau que le lit du cours d'eau, sans tenir compte de l'impact de l'installation d'une planche pendant la période estivale** (vu que les crues historiques ont eu lieu principalement entre la fin du mois de septembre et de novembre).

En plus, les simulations en état actuel (section 3.2.4) ont pris en compte l'affouillement sous le seuil actuel observé lors de notre visite de terrain (Figure 7). Par conséquent, la différence entre l'état actuel et l'état projet correspond actuellement à la suppression du seuil actuel de l'Hérault (Figure 29).

En général, le projet a un impact très faible sur les niveaux d'eau lors des crues, en particulier pour les crues majeures (Q100 et Q1000).

Pour Q50, Q10 et Q5, l'impact de l'aménagement sur l'Hérault est inférieur à 3 cm de hauteur d'eau pour les habitants des deux côtés.



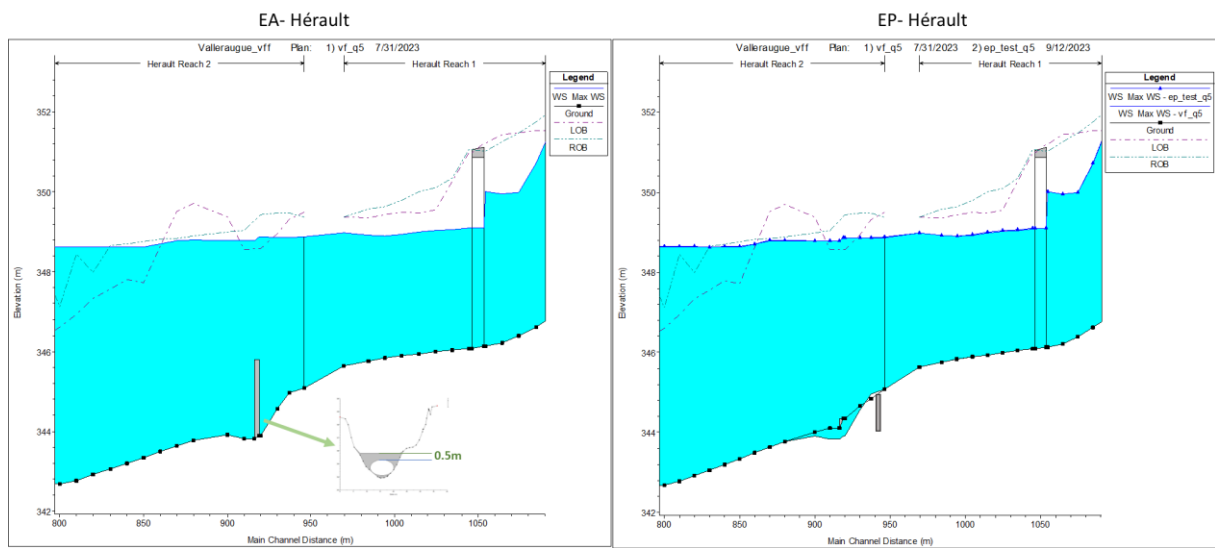
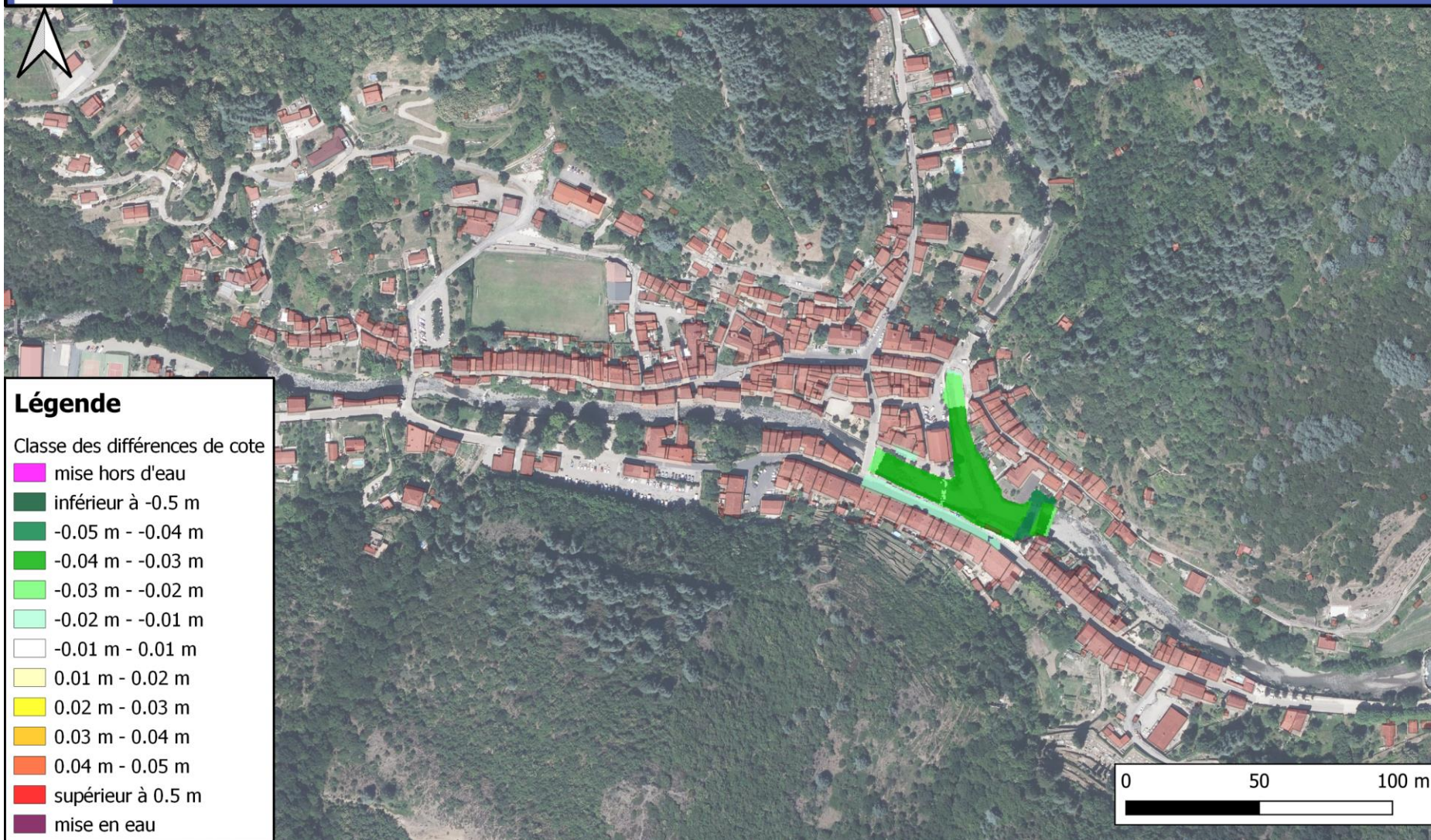


FIGURE 29. ILLUSTRATION DE L'ETAT PROJET DANS LA PRESENTE SECTION





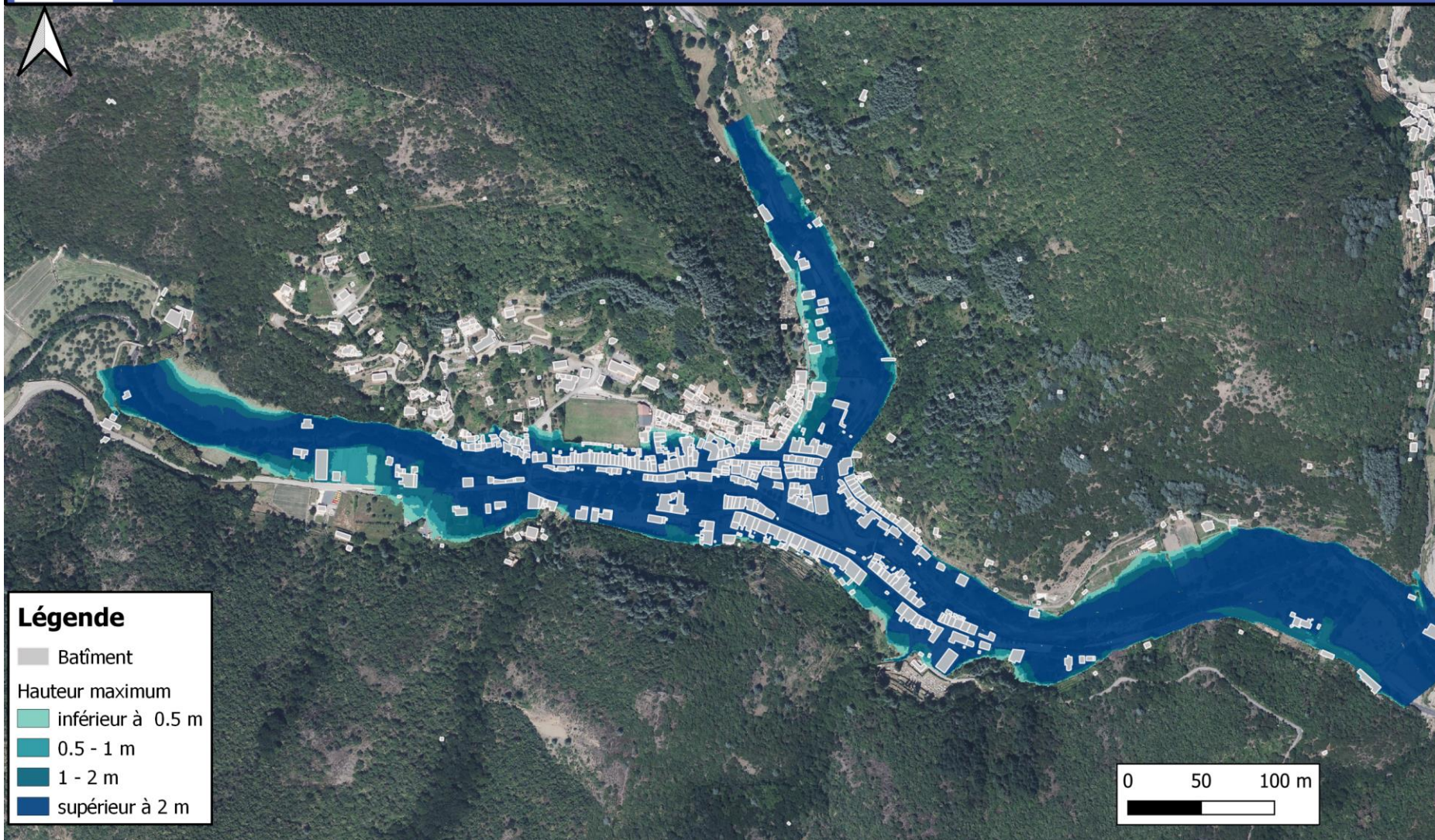














3.4.3 - Chiffrage des scénarios d'aménagements

Ce chapitre établit le chiffrage des deux scénarios retenus avec le maître d'ouvrage. Les montants établis seront intégrés à l'ACB/AMC qui permettra de statuer sur l'efficacité de la solution retenue.

3.4.3.1 - Seuil de l'Hérault

Les tableaux suivants font le bilan des actions à mettre en place pour la réalisation de l'ouvrage technique :

- Seuil gonflable :

TABLEAU 7 : MONTANT SCENARIO 2.1

Seuil gonflable 2 m de haut		Hérault : Reconstruction du seuil avec parement pierre et corps béton (hypothèse substratum rocheux proche permettant un ancrage et un bétonnage toute hauteur)		
N°	Actions	P.U (H.T.)	Qté	Prix (H.T)
1	Destruction de l'ouvrage maçonné	100 €	300 m ³	30,000 €
2	Création du seuil			
2.1	Déblais + évacuation	60 €	240 m ³	14,400 €
2.2	Déroctage	150 €	20 m ³	3,000 €
2.3	Fondation par ancrages dans le rocher (à confirmer lors du dimensionnement)	150000 €	1 Ft	150,000 €
2.4	Béton	450 €	150 m ³	67,500 €
2.5	Coffrage en parement pierre	500 €	225 m ²	112,500 €
2.6	Acier	4 €	22500 kg	90,000 €
3	Seuil gonflable	385000 €	1 Ft	385,000 €
4	Protection aval du seuil en enrochements	80 €	150 m ³	12,000 €
Total (H.T.)				864,400 €
Option	Passe à poisson			200,000 €
Montant total avec forfaits (H.T.)				1,296,600 €
Montant total avec forfaits et option (H.T.)				1,496,600 €

Forfait	Prix (H.T.)
Amené et repli de chantier (20%)	172,880 €
Etudes complémentaires (maîtrise d'œuvre, géotechnique, ...) (10%)	86,440 €
Aléa (20%)	172,880 €

- Seuil en métal à clapet :

TABLEAU 8 : MONTANT SCENARIO 2.2

Seuil en métal : 1,5 m max de hauteur		Hérault : Reconstruction du seuil avec parement pierre et corps béton (hypothèse substratum rocheux proche permettant un ancrage et un bétonnage toute hauteur)		
N°	Actions	P.U (H.T.)	Qté	Prix (H.T)
1	Destruction de l'ouvrage maconné	100 €	300 m ³	30,000 €
2	Création du seuil			
2.1	Déblais + évacuation	60 €	240 m ³	14,400 €
2.2	Déroctage	150 €	20 m ³	3,000 €
2.3	Fondation par ancrages dans le rocher (à confirmer lors du dimensionnement)	150000 €	1 Ft	150,000 €
2.4	Béton	450 €	150 m ³	67,500 €
2.5	Coffrage en parement pierre	500 €	225 m ²	112,500 €
2.6	Acier	4 €	22500 kg	90,000 €
3	Seuil gonflable	100000 €	1 Ft	100,000 €
4	Protection aval du seuil en enrochements	80 €	150 m ³	12,000 €
Total (H.T.)				579,400 €
Option	Passé à poisson			200,000 €
Montant total avec forfaits (H.T.)				869,100 €
Montant total avec forfaits et option (H.T.)				1,069,100 €

Forfait	Prix (H.T.)
Amené et repli de chantier (20%)	115,880 €
Etudes complémentaires (maitrise d'œuvre, géotechnique, ...) (10%)	57,940 €
Aléa (20%)	115,880 €

3.4.3.2 - Seuil du Clarou

TABLEAU 9 : MONTANT SCENARIO 4

Clarou : Destruction complète du parking (hypothèse pont historique autoporteur)				
N°	Actions	P.U (H.T.)	Qté	Prix (H.T)
1	Destruction de l'ouvrage maconné (320 m ²)	100 €	700 m ³	70,000 €
2	Refection mur latéraux (25 ml * 2 * 4 m haut)	600 €	200 m ²	120,000 €
3	Reprise parement amont pont route (esthétique)	4500 €	15 m	67,500 €
4	Curage matériaux lit mineur (0.5 m)	35 €	175 m ³	6,125 €
Total				263,625 €
Montant total avec forfaits (H.T.)				395,438 €
(T.T.C.)				474,525 €

3.4.4 - Évaluation de l'impact des aménagements (ACB)

3.4.4.1 - Rappels et objectifs

Conformément aux exigences du cahier des charges PAPI 3, l'analyse à réaliser doit s'adapter à l'importance des investissements financiers des aménagements considérés :

- **Pour les projets d'un montant inférieur à 2M€HT : ce sont des justifications économiques** qui doivent être réalisées.
- **Pour les projets d'un montant compris entre 2 et 5 M€ : l'ACB** doit être utilisée.
- **Pour les projets de plus de 5 millions d'euros (M€) : l'AMC** est la méthode de référence dans la procédure de labellisation. Le guide du CGDD de mars 2018 s'utilise alors en réponse au cahier des charges de l'AMC, qui décrit le contenu a minima attendu d'une AMC inondation.

L'analyse ACB/AMC doit permettre d'évaluer la pertinence, la faisabilité, l'efficacité et l'efficacité¹ des aménagements projetés. In fine, elle permet d'établir si les projets d'aménagement sont économiquement rentables.

Compte tenu des aménagements proposés, l'analyse nécessaire est une justification économique tel que définie dans le guide méthodologie des AMC de mars 2018. Le présent rapport a donc pour objectif de présenter les résultats de cette analyse et vise à fournir des éléments d'aide à la décision.

Nota : ce rapport contient la méthodologie utilisée.

¹ Efficience = rentabilité

3.4.4.2 - Précisions sur l'exploitation des données enjeux

3.4.4.2.1 - Précision sur la méthode d'estimation de la population habitant en zone inondable

La méthode de calcul est fournie dans le guide méthodologique d'élaboration des AMC (CGDD – mars 2018) :

- 1- Croisement géographique de la zone inondable et du carroyage de population INSEE ;
- 2- Calculer la population de chacun de ces carreaux ayant subi un découpage au prorata de leur surface (population du carreau initial \times surface / surface initiale du carreau).
- 3- Sélection du bâti d'habitation de la base de données enjeux créés ;
- 4- Suppression des bâtiments dont la hauteur est supérieure à 100 mètres ;
- 5- En cas de présence de bâtiments de hauteur inférieure à 3 mètres, imposer une hauteur égale à 3 mètres pour ces bâtiments ;
- 6- Calcul de la surface développée par bâtiment = surface \times hauteur / 3 ;
- 7- Attribuer une population à chaque bâtiment au prorata de leur surface développée : population du carreau \times surface développée du bâtiment / surface développée totale présente sur le carreau.
- 8- Somme de la population des bâtiments par commune.
- 9- Calculer la part communale que cela représente en relevant les données de population par commune sur le site de l'INSEE :

<http://www.insee.fr/fr/bases-de-donnees/default.asp?page=recensement/resultats/2011/rp2011.htm>

On considère un **minimum de 1 personne / habitation**.

Les résultats ne doivent pas être considérés comme fiables mais comme des ordres de grandeur.

3.4.4.2.2 - Ajustement sur les activités économiques

Afin de ne pas surestimer les dommages aux activités économiques, les codes APE suivants ont été supprimés de l'analyse :

- 01*** « culture et production animale chasse et services annexes »,
- 02*** « sylviculture et exploitation forestière »
- 03*** « pêche et exploitation forestière ».
- Ces activités à vocation agricole ont été enlevées car il n'y a pas de courbe d'endommagement disponible pour ces enjeux et leur localisation est très approximative. Les bâtis agricoles sont identifiés par les données issues de la BDTopo et une estimation des coûts est fournie.
- 5520Z « Hébergement touristique et autre hébergement de courte durée » :
- Correspond aux chambres d'hôte : compte-tenu du fait que les dommages indirects ne sont pas évalués, cette activité a été écartée de l'analyse. En effet, le dommage direct correspond à une habitation et sera évaluée comme telle.
- 6810Z « activités des marchands de biens immobiliers » / 6832A « Administration d'immeubles et autres biens immobiliers » / 6832B « Supports juridiques de gestion de patrimoine immobilier » :

- Ces codes abritent un nombre non négligeable de sociétés visant à gérer des biens immobiliers en multipropriétés, indivision... : en termes d'enjeux, ils correspondent généralement à des habitations (ou assimilés) et sont considérées comme telles dans la présente analyse.
- 6820A « location de logements » / 6820B « Location de terrains et d'autres biens immobiliers » :
- 6820A a été enlevé de la liste : il correspond à une activité complémentaire à celle des campings, c'est cette activité (principale) qui est prise en compte dans la présente analyse.
- 6820B a été enlevé car correspond à des activités de location / exploitation biens immobiliers non résidentiels, généralement complémentaires à une activité principale
- Ces codes APE ont été enlevés afin de ne pas faire de double compte pour une même entreprise.
- 94*** « activités des organisations associatives » :
- A défaut de données plus précises, les associations ciblées sont considérées comme de faible envergure, sans local dédié (hormis locaux fournis par la commune qui eux sont pris en compte dans les courbes dédiés aux établissements publics).

Les codes suivants représentent des équipements publics, définis de manière plus précises dans d'autres bases de données ou non présents sur la zone d'étude :

- 35*** « production et distribution d'électricité, de gaz, de vapeur et d'air conditionné »,
- 36*** « captage, traitement et distribution d'eau »,
- 37*** « collecte et traitement des eaux usées » ;
- 38*** « collecte, traitement et élimination des déchets, récupération » ;

3.4.4.2.3 - Détermination du nombre d'emplois

Ce paramètre est important pour l'estimation du NEMA Emplois mais également pour l'évaluation des dommages aux entreprises.

Il s'agit de déterminer le nombre d'actifs exposés aux inondations si elles surviennent le jour.

Compte-tenu des imprécisions sur la localisation des entreprises dans la BD Sirene, de la fiabilité des sources de données disponibles ainsi que de l'importance des enquêtes de terrain réalisées) : la base de données SIRENE n'a pas été exploitée directement pour la détermination des activités économiques. Cependant, elle a été utilisée (soit en faisant une « jointure » via SIG avec les noms d enseigne soit manuellement) afin de récupérer le nombre de salariés et le code APE.

Dans ce cas (exploitation des données SIRENE), le nombre d'employés retenu est celui défini dans le guide méthodologique des AMC :

TABLEAU 10 : CORRESPONDANCE ENTRE LES TRANCHES D'FFECTIF DE LA BD SIRENE ET L'FFECTIVE MOYEN RETENU POUR L'APPLICATION DES COURBES DE DOMMAGES AUX ACTIVITES ECONOMIQUES

Tranche d'effectif salarié de l'établissement (TEFET BD SIRENE)		Nombre moyen de salariés retenu pour l'analyse
NN	Unités non employeuses (pas de salarié au cours de l'année de référence et pas d'effectif au 31/12) ou unités sans mise à jour d'effectif	1
00	0 salarié (unités ayant eu des salariés au cours de l'année de référence mais plus d'effectif au 31/12)	1
01	1 ou 2 salariés	1
02	3 à 5 salariés	4
03	6 à 9 salariés	7
11	10 à 19 salariés	15
12	20 à 49 salariés	35
21	50 à 99 salariés	75
22	100 à 199 salariés	150
31	200 à 249 salariés	225
32	250 à 499 salariés	375
41	500 à 999 salariés	750
42	1 000 à 1 999 salariés	1 500
51	2 000 à 4 999 salariés	3 500
52	5 000 à 9 999 salariés	7 500
53	10 000 salariés et plus	12 000

Nota : si les données SIRENE n'étaient pas disponibles, des recherches sur des sites internet du type societe.com ont été réalisées afin de fournir une estimation de dommages ajustée (via la détermination d'un nombre de salariés affiné).

Les informations ont également été croisées avec la base de données ESANE de l'INSEE. Cette base de données permet de déduire un effectif moyen par code APE d'après les données nationales du nombre d'entreprises et d'employés par code APE.

On considère un **minimum de 1 personne / entreprise**.

Les résultats ne doivent pas être considérés comme fiables mais comme des ordres de grandeur.

3.4.4.2.4 - Distinction : établissements publics / activités économiques

La distinction entre les établissements publics et les activités économiques a été faite d'après leurs codes APE, les correspondances sont fournies dans le tableau suivant :

TABLEAU 11 : DISTINCTION ENTRE EQUIPEMENTS PUBLICS ET ACTIVITES ECONOMIQUES EN FONCTION DU CODE APE

Nature de l'enjeu	Code APE présents sur la zone d'étude
ETABLISSEMENTS PUBLICS	53*** « Activité de poste et de courrier » 84*** « administration publique et défense, sécurité sociale obligatoire », 85*** « enseignement », 86*** « activités pour la santé humaine », 87*** « hébergement médico-social et social », 88*** « action sociale sans hébergement », 90*** « activités créatives artistiques et de spectacle », 91*** « bibliothèques, archives, musée et autres activités culturelles », 93*** « activités sportives récréatives et de loisirs »,
ACTIVITES ECONOMIQUES (hors exploitations agricoles)	Les autres codes APE Distinction pour la sous-catégorie « campings » : (code APE 5530Z « terrains de camping et parcs pour caravanes ou véhicules de loisirs ») ;

3.4.4.3 - Méthodologie utilisée pour l'estimation des dommages

Ce chapitre vise à fournir les méthodes de calcul et les principales hypothèses retenues pour obtenir les résultats fournis dans la suite du présent rapport.

3.4.4.4 - Évaluation des montants de dommages monétaires

3.4.4.4.1 - Hypothèses de caractérisation des bâtis inondations

Les bâtiments associés à des montants de dommages sont ceux qui sont considérés inondés.

Les hypothèses suivantes ont été retenues pour qualifier l'inondabilité d'un bâti :

- **Bâti présentant une surface d'au moins 30 m²** : cette hypothèse est conforme à celle retenue dans le guide méthodologique de l'analyse multicritères de 2014, elle permet d'écarter les « cabanons » ou autres bâtis légers pour lesquels l'estimation d'un dommage serait surestimée.
- **Calcul du seuil des bâtiments** : les seuils ont été collectés dans les bases de données existantes en fonction de leur disponibilité. Ces informations ont été complétées par la réalisation du Streetview afin d'observer le nombre de marches PAR bâtiment. Un coefficient de 17 cm a été attribué par la suite afin de pouvoir soustraire ce seuil aux hauteurs d'eau maximal de chaque bâti.
- **Plus de 20% du polygone bâti est compris en zone inondable** : cela évite la prise en compte de bâtis à proximité immédiate de la zone inondable, non impactés mais pouvant être considérés par l'utilisation des croisements automatiques SIG.

3.4.4.4.2 - Paramètres utilisés

- **Hauteurs d'eau** : elles sont directement issues des résultats aux mailles des modélisations hydrauliques réalisées.

Nota : compte tenu de la configuration de la zone urbaine à proximité immédiate du lit (cf les figures ci-après), un travail a été mené en cartographie afin de distinguer les bâtiments dans l'emprise du lit mineur pour lesquels la hauteur « min » devait être retenue à contrario des autres bâtiments où la hauteur « max » est celle retenue pour l'ACB.

FIGURE 30 : CONFIGURATION DE LA ZONE UBRAINE ET PROFIL

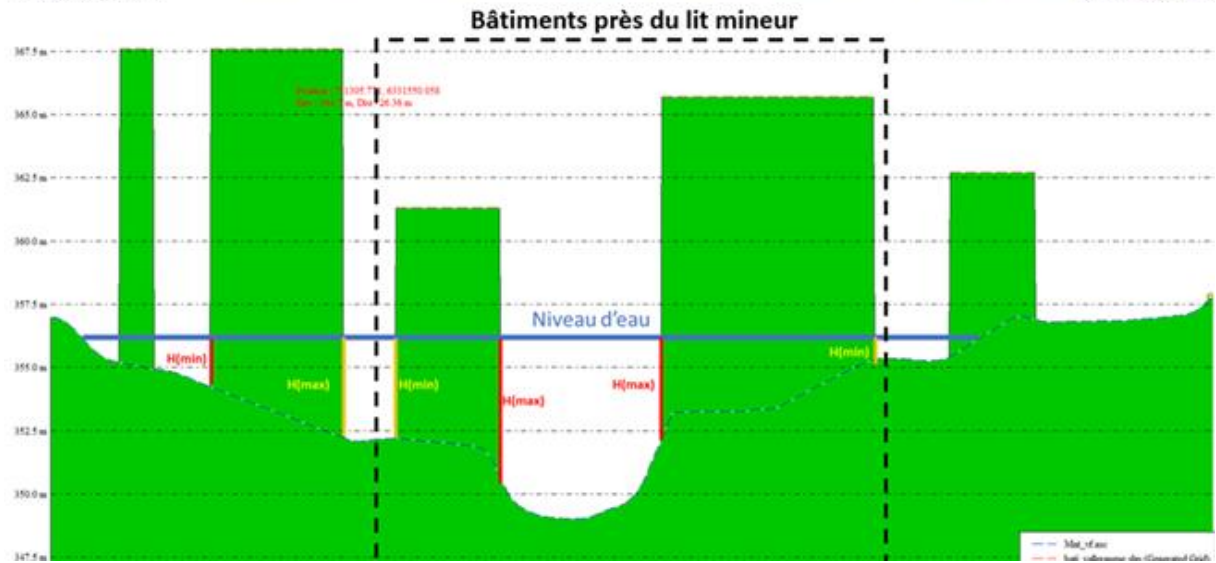


FIGURE 31 : BATIMENTS CONCERNES (PAR LES HAUTEURS D'EAU « MIN » EN JAUNE)



- Vitesses d'écoulement : elles sont exploitées uniquement pour l'estimation des dommages aux cultures.
- Durée de submersion : compte-tenu du contexte du périmètre d'étude, la durée de submersion est considérée **inférieure à 48 h** pour tous les évènements considérés.
- Saisonnalité : la période de survenue des principaux évènements est **l'automne**.

3.4.4.4.3 - Les courbes de dommages proposées

Le guide méthodologique du CGDD de mars 2018 propose des courbes d'endommagement (visant à déterminer les coûts directs d'une inondation) en fonction des types d'enjeux présentés ci-après.

Il est précisé que la zone d'étude est impactée par une inondation de type « **fluviale** ». Ainsi, ce sont les courbes assimilés à ce type d'inondation qui ont été retenues dans cette ACB.

Les montants de dommages calculés à partir de ces courbes permettent de disposer, par occurrence de crues, d'une estimation des dommages dits directs.

■ L'habitat

Les montants de dommages sont disponibles pour les catégories suivantes (courbes CGDD) :

TABLEAU 12 : COURBES DE DOMMAGE DISPONIBLES POUR L'HABITAT

Pour les dommages au bâti	Pour les dommages au mobilier
Habitat individuel sans étage	Mobilier individuel sans étage
Habitat individuel avec étage	Mobilier individuel avec étage
Logement en collectif	Mobilier logement en collectif
Sous-sol individuel	
Sous-sol d'un immeuble (cave + garage)	

Ainsi le montant total de dommage par typologie d'habitat (individuel avec / sans étage – collectif) correspond à la somme des dommages bâti + mobilier + dommages au sous-sol (si pertinent).

Nota : compte tenu de l'absence d'information sur la présence d'un sous-sol, cette courbe n'a pas été appliquée.

Deux types de courbes (logement / surfacique) sont applicables selon l'étendue de la zone d'étude :

- Détermination du montant de dommage d'après les surfaces d'habitat : cette courbe sera appliquée aux **habitats collectifs** ;
- Détermination du montant de dommage d'après des valeurs fournies au logement (« entité de bien ») : cette courbe sera appliquée aux **habitats individuels**.

■ Les activités économiques et touristiques (hors agricoles)

Les courbes de mars 2018 pour les activités économiques proposent :

- Une fonction de dommages aux équipements et aux stocks par employé (fonction « équipement-stock »),
- Une fonction de dommages surfacique pour le bâti (fonction « bâti »),
- Une fonction de dommages « totaux par employé » qui correspond à la somme des dommages au bâtiment, aux équipements et aux stocks.

Il est recommandé de privilégier la détermination des dommages par le cumul de l'application des deux premières courbes.

L'application de la 3^{ème} (dommages totaux par employé) est utilisable lorsque l'acquisition des données de surfaces des bâtiments par entreprise est problématique. Notre expérience dans la réalisation montre que c'est généralement le cas, par exemple en centre urbain où un bâtiment peut accueillir plusieurs commerces de proximité.

Ainsi, nous proposons d'utiliser les fonctions de dommages totaux par salarié.

Cependant, ces fonctions ne sont applicables que quand les dommages calculés sont inférieurs à 1.5M€. Au-delà de cette limite, les fonctions « équipement-stock » et « bâti » seront employées pour les entreprises concernées.

Ces courbes impliquent que l'on dispose, *a minima*, par entreprise, de la nature de l'activité pratiquée et du nombre d'employés (effectif).

- Détermination de la **nature de l'activité** des entreprises : elle sera issue des données disponibles ou des investigations de terrain complémentaires menées ;
- Détermination de **l'effectif des entreprises** : il sera déterminé d'après les données disponibles sur internet ou dans la base de données ESANE de l'INSEE où un nombre moyen d'emplois par activité est disponible.

Chaque typologie d'entreprise pourra ainsi corrélée avec une courbe d'endommagement disponible dans le catalogue du CGDD de mars 2018.

■ Les équipements publics

Les courbes d'endommagement du CGDD – Mars 2018 définissent les 7 sous-catégories suivantes :

- A. Établissements scolaires
- B. Établissements d'incendie et de secours
- C. Centres techniques municipaux
- D. Administrations publiques
- E. Commissariats de police / gendarmeries
- F. Hébergements sociaux
- G. Établissements de santé

La courbe d'endommagement disponible dans le catalogue du CGDD de mars 2018 (estimée par sous-catégorie) fait appel à la superficie du bâti concerné.

■ Les cultures agricoles

Nous proposons l'utilisation des courbes d'endommagement du CGDD – Mars 2018 dont les typologies disponibles sont les suivantes :

1. blé tendre,
2. maïs grain et ensilage,
3. orge,
4. « autres céréales »,
5. colza,
6. tournesol,
7. autres oléagineux,
8. autres cultures industrielles,
9. arboricultures et vergers,
10. vignes,
11. légumes-fleurs,
12. fourrage,
13. prairies permanentes,
14. prairies temporaires.

Ces catégories correspondent à la typologie des cultures disponibles dans le RPG en France métropolitaine.

■ Le bâti agricole

EGIS EAU propose le calcul du montant de dommage supplémentaire pour cet enjeu.

Les valeurs d'endommagement proposées pour cette typologie d'enjeux seront issues de notre expérience dans la réalisation des ACB.

Une correspondance avec une courbe existant d'établissement public sera réalisée. La courbe « C » est retenue pour cette analyse.

NB : ce type de correspondance a d'ores et déjà été validé dans le cadre de réalisation d'ACB réalisée dans le cadre de dossier PAPI et validé par les experts en charge de leur analyse.

■ Les bâtis « autres »

EGIS EAU propose le calcul du montant de dommage supplémentaire pour cet enjeu, correspondant au garage individuel (non accolé) une habitation), les poolhouses, les cabanons ...

Les valeurs d'endommagement proposées pour cette typologie d'enjeux seront issues de notre expérience dans la réalisation des ACB.

Une correspondance avec une courbe existant d'établissement public sera réalisée. La courbe « C » est retenue pour cette analyse.

NB : ce type de correspondance a d'ores et déjà été validé dans le cadre de réalisation d'ACB réalisée dans le cadre de dossier PAPI et validé par les experts en charge de leur analyse.

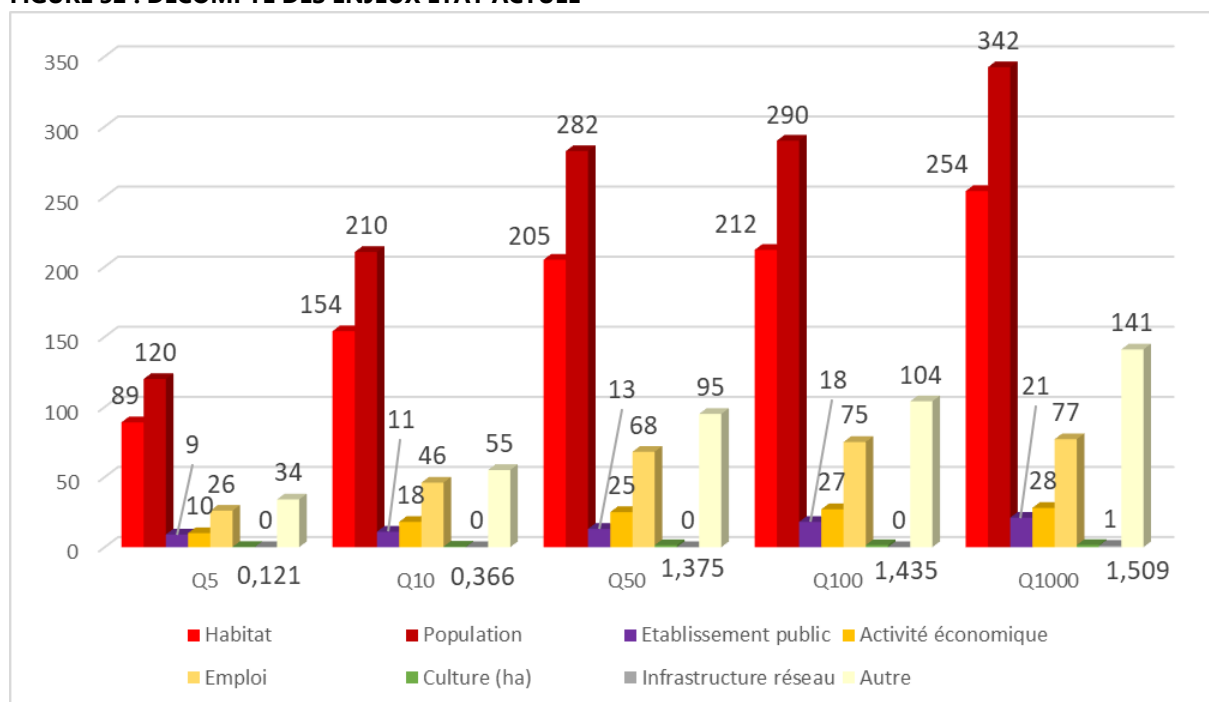
3.4.5 - Résultats de la justification économique

3.4.5.1 - Impact du projet d'aménagement sur les enjeux

TABLEAU 13 : DECOMPTE DES ENJEUX

	État actuel					État projet Clarou					État projet Hérault				
	Q51	Q10	Q50	Q100	Q1000	Q5	Q10	Q50	Q100	Q1000	Q5	Q10	Q50	Q100	Q1000
Habitat	89	154	205	212	254	89	154	205	212	254	89	154	205	212	254
<i>Population</i>	120	210	282	290	342	120	210	282	290	342	120	210	282	290	342
Établissement public	9	11	13	18	21	9	11	13	18	21	9	11	13	18	21
Activité économique	10	18	25	27	28	10	18	25	27	28	10	18	25	27	28
<i>Emploi</i>	26	46	68	75	77	26	46	68	75	77	26	46	68	75	77
Culture (ha)	0,1 22	0,3 66	1,3 75	1,4 35	1,5 09	0,1 19	0,3 56	1,3 73	1,4 34	1,5 09	0,1 19	0,3 57	1,3 69	1,4 34	1,5 09
Infrastructure réseau	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Autre (garages)	34	55	95	104	141	34	55	95	104	141	33	55	95	104	141
TOTAL (bâti)	142	238	338	361	445	142	238	338	361	445	141	238	338	361	445

FIGURE 32 : DECOMPTE DES ENJEUX ETAT ACTUEL



Le tableau et graphique ci-avant mettent en évidence le décompte des enjeux en zone inondable en état actuel et pour les 2 états projets (Clarou et Hérault).

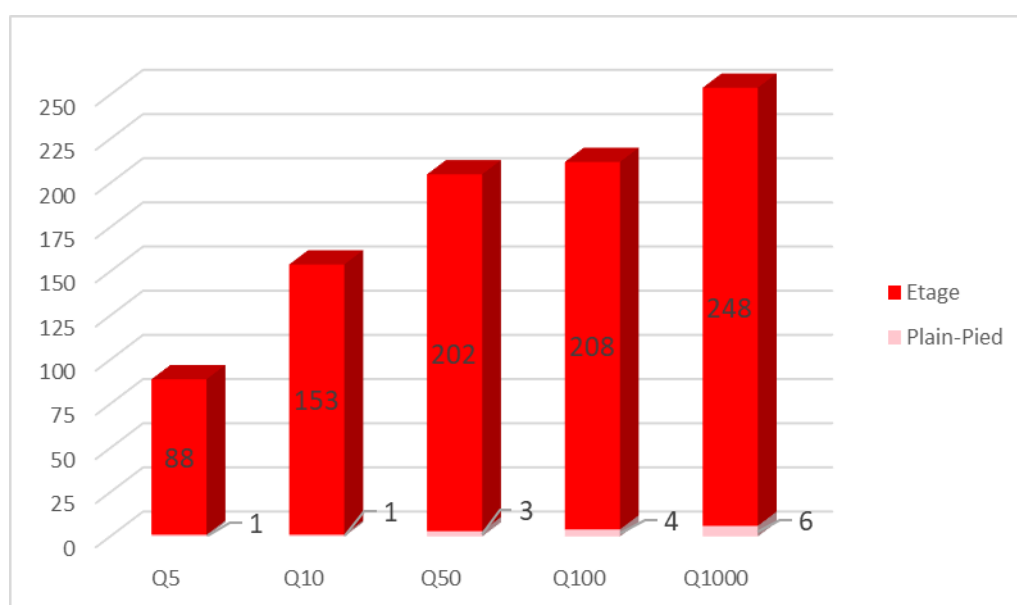
On observe que les états projets n'ont quasiment aucune incidence sur les enjeux en zone inondable.

La seule différence constatée porte sur les cultures pour l'aménagement du Clarou et celui de l'Hérault ainsi que sur 1 garage pour Q5 pour le scénario Hérault.

Pour les autres typologies d'enjeux, on dénombre :

- Entre 89 et 254 habitations. Ces dernières disposent pour la grande majorité d'au moins un étage.

FIGURE 33 : REPARTITION DES HABITATIONS DISPOSANT D'UN ETAGE



- Ainsi, ce sont entre 120 et 342 habitants qui sont exposés au risque inondation.
- Le deuxième enjeu présentant un nombre important de bâtiments inondés correspond aux garages (« autre »). Entre 34 et 141 sont recensés comme impactés entre Q5 et Q1000.
- On retrouve par la suite les activités économiques où entre 10 et 28 entreprises, soit entre 26 et 77 emplois sont touchés par les crues étudiées. On note que les entreprises inondées sont essentiellement des entreprises de proximité.

TABLEAU 14 : LISTE DES ENTREPRISES INONDEES EN Q1000 ETAT ACTUEL

IDU	Enseigne	Code APE	Estimation des salariés	Q5	Q10	Q50	Q100	Q1000
285	hôtel les bruyères	5510Z	8			X	X	X
284	pharmacie de l'Aigoual	4773Z	5		X	X	X	X
266	maison médicale	8621Z	6				X	X
283	Meublé de tourisme	5520Z	2		X	X	X	X
282	Le moulin de bouzigue	5520Z	2			X	X	X
242	la coconiere	5520Z	2					X
265	au joli jardin	4719B	2			X	X	X
267	les cueilleurs de lumière	2319Z	2		X	X	X	X

243	garmath luc	4778B	2			X	X	X
292	la voûte restaurant	5610A	4	X	X	X	X	X
276	les 4 saisons	5610A	4			X	X	X
280	Café du jardin	5610A	4	X	X	X	X	X
279	immobilier des cévennes	6831Z	2			X	X	X
277	boulangerie Frederic Guerineau	4724Z	4			X	X	X
275	pizza 4000	5610C	4	X	X	X	X	X
268	prieur	4399C	4	X	X	X	X	X
287	euro repar	4520A	3			X	X	X
286	melissa	4721Z	2			X	X	X
271	Le jardin de gaia	4721Z	2			X	X	X
270	Lafoux Frederic	4722Z	2	X	X	X	X	X
294	pain et compagnie	4724Z	2	X	X	X	X	X
290	tabac presse Agnes Estrade	4726Z	1	X	X	X	X	X
281	Véro couture	1413Z	1			X	X	X
291	coiffeur meliss'coiffure	9602A	2	X	X	X	X	X
272	imagin'hair	9602A	2	X	X	X	X	X
278	cardabelle	4776Z	1			X	X	X
274	café du siècle	5630Z	1	X	X	X	X	X
269	académie chorale des cévennes	6920Z	1				X	X

■ Côté établissement public, entre 9 et 21 établissements publics sont touchés par les inondations.

TABEAU 15 : LISTE DES ETABLISSEMENTS PUBLICS INONDES EN Q1000 ETAT ACTUEL

IDU	COMMENT	Q5	Q10	Q50	Q100	Q1000
12015	ehpad	X	X	X	X	X
39	mairie	X	X	X	X	X
1924	église	X	X	X	X	X
4404	école	X	X	X	X	X
40	bibliothèque	X	X	X	X	X
32	mairie	X	X	X	X	X
31	mairie	X	X	X	X	X
5109	mairie	X	X	X	X	X
11914	association	X	X	X	X	X
11831	centre religieux		X	X	X	X
1928	service technique commune		X	X	X	X
1936	église saint martin					X
13373	poste			X	X	X
41	secours				X	X
1907	établissement religieux					X
13392	office tourisme			X	X	X
4103	foyer rural				X	X
11805	asso tennis				X	X

1888	foyer rural	X	X
11809	foyer rural		X
1893	foyer rural	X	X

- Enfin, côté culture, entre 0.12 ha et 1.51 ha sont submergés. On note qu'en état projet, ces résultats sont revus légèrement à la baisse de quelques m².
- Les infrastructures réseaux ne sont quasiment impactés sur le périmètre de l'analyse. Seul 1 poste de transformation est inondé en Q1000.

3.4.5.2 - Impact du projet d'aménagement sur les dommages

Concernant les montants de dommages, le même constat est fait : aucun des 2 états projets n'a d'incidence importante sur le montant des dommages.

TABLEAU 16 : SYNTHÈSE DES DOMMAGES

	Q5	Q10	Q50	Q100	Q1000
Etat actuel	2 243 901 €	4 765 619 €	9 902 872 €	10 803 406 €	14 862 189 €
Etat projet Clarou	2 243 876 €	4 765 615 €	9 902 872 €	10 803 429 €	14 843 376 €
Etat projet Hérault	2 243 722 €	4 758 474 €	9 902 565 €	10 803 197 €	14 862 189 €

On note qu'en état actuel et en état projet, les montants de dommages ont les mêmes ordres de grandeur, voire sont similaires :

- Q5 : 2.24 M€ ;
- Q10 : entre 4.76 M€ et 4.77 M€ ;
- Q50 : 9.90 M€ ;
- Q100 : 10.80 M€ ;
- Q1000 : entre 14.84 M€ et 14.86 €.

En état projet Clarou, l'incidence est inférieure à 100€ jusqu'à en Q100 inclus. On observe d'ailleurs une légère augmentation des dommages en Q100. Pour Q1000, les dommages sont réduits de 18 813 €.

En état projet Hérault, les incidences du projet (baisse des hauteurs d'eau) permettent des réductions comprises entre 180 € (Q5) et environ 7 145 € pour Q10. Aucune incidence n'est observée pour Q1000.

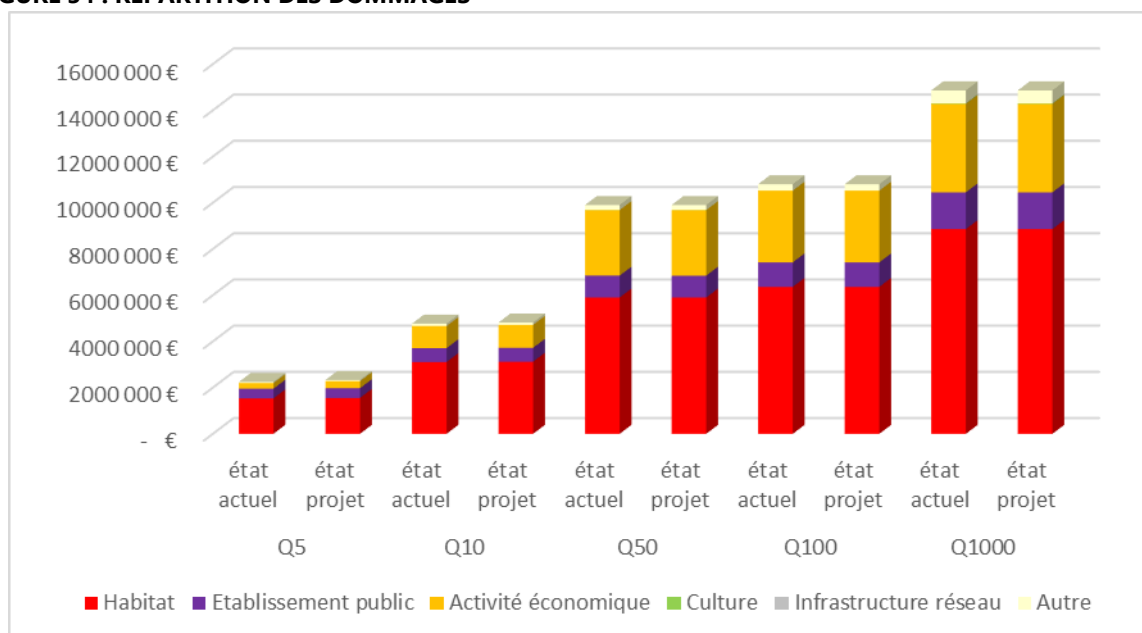
TABLEAU 17 : MONTANTS DE DOMMAGES PAR TYPOLOGIE D'ENJEUX ET PAR CRUES - CLAROU

	Q5		Q10		Q50		Q100		Q1000	
	état actuel	état projet C	état actuel	état projet C	état actuel	état projet C	état actuel	état projet C	état actuel	état projet C
Habitat	1 532 285 €	1 532 285 €	3 105 982 €	3 105 982 €	5 898 757 €	5 898 757 €	6 359 623 €	6 359 623 €	8 859 216 €	8 847 783 €
Établissement public	419 729 €	419 729 €	600 709 €	600 709 €	947 046 €	947 046 €	1 060 162 €	1 060 162 €	1 591 953 €	1 587 020 €
Activité économique	243 818 €	243 818 €	955 013 €	955 013 €	2 835 510 €	2 835 510 €	3 101 591 €	3 101 591 €	3 826 458 €	3 824 434 €
Culture	127 €	102 €	194 €	189 €	1 746 €	1 746 €	2 838 €	2 861 €	19 367 €	19 364 €
Infrastructure réseau	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	1 042 €	1 042 €
Autre	47 943 €	47 943 €	103 722 €	103 722 €	219 813 €	219 813 €	279 191 €	279 191 €	564 154 €	563 734 €
TOTAL	2 243 901 €	2 243 876 €	4 765 619 €	4 765 615 €	9 902 872 €	9 902 872 €	10 803 406 €	10 803 429 €	14 862 189 €	14 843 376 €
Incidence		- 25 €		- 4 €		0 €		23 €		- 18 813 €

TABLEAU 18 : MONTANTS DE DOMMAGES PAR TYPOLOGIE D'ENJEUX ET PAR CRUES - HERAULT

	Q5		Q10		Q50		Q100		Q1000	
	état actuel	état projet C	état actuel	état projet C	état actuel	état projet C	état actuel	état projet C	état actuel	état projet C
Habitat	1 532 285 €	1 532 285 €	3 105 982 €	3 105 982 €	5 898 757 €	5 898 525 €	6 359 623 €	6 359 623 €	8 859 216 €	8 859 216 €
Établissement public	419 729 €	419 729 €	600 709 €	600 709 €	947 046 €	947 046 €	1 060 162 €	1 060 162 €	1 591 953 €	1 591 953 €
Activité économique	243 818 €	243 818 €	955 013 €	947 889 €	2 835 510 €	2 835 482 €	3 101 591 €	3 101 591 €	3 826 458 €	3 826 458 €
Culture	127 €	87 €	194 €	190 €	1 746 €	1 699 €	2 838 €	2 630 €	19 367 €	19 366 €
Infrastructure réseau	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	1 042 €	1 042 €
Autre	47 943 €	47 803 €	103 722 €	103 705 €	219 813 €	219 813 €	279 191 €	279 191 €	564 154 €	564 154 €
TOTAL	2 243 901 €	2 243 722 €	4 765 619 €	4 758 474 €	9 902 872 €	9 902 565 €	10 803 406 €	10 803 197 €	14 862 189 €	14 862 189 €
Incidence		-180 €		-7 145 €		-307 €		-208 €		-0 €

FIGURE 34 : REPARTITION DES DOMMAGES



Quel que soit l'état projet étudié, les incidences sont mineures. Ainsi, on observe :

- Que la typologie d'enjeux la plus dommageable est l'habitat. Il génère entre 1.53 M€ et 8.86 M€ de dommages ;
- On retrouve ensuite les activités économiques : qui concentrent entre 0.24 M€ et 3.82 M€ ;
- Les établissements publics causent, quant à eux, entre 0.42 M€ et 1.59 M€ ;
- Les garages (nommés « autres ») génèrent entre 0.05 M€ et 0.56 M€ de dommages ;
- On retrouve avec des montants respectivement inférieurs à 20 K€ et inférieur à 1.1 K€, les cultures et les infrastructures réseaux.

3.4.5.3 - Conclusion

Il est possible de conclure qu'aucun des 2 projets d'aménagement (Clarou et Hérault) ne permettent de réduire les enjeux inondés ou de réduire les dommages associés ou de manière très ponctuelle et mineure.

Ainsi, la situation en état projet est très sensiblement identique à celle en état actuel. Quel que soit le montant d'investissement proposé, le projet ne pourra pas être rentable en l'état.