

Syndicat Mixte du bassin de l'Agout



DIAGNOSTIC DU RISQUE INONDATION SUR LES COMMUNES DE BRASSAC ET NOAILHAC

Etude hydraulique



Jun 2022

LE PROJET

Client	Syndicat Mixte du bassin de l'Agout
Projet	Diagnostic du risque inondation sur les communes de Brassac et Noailhac
Intitulé du rapport	Etude hydraulique

LES AUTEURS

	<p>Cereg Ingénierie - 589 rue Favre de Saint Castor – 34080 MONTPELLIER Tel : 04.67.41.69.80 - Fax : 04.67.41.69.81 - montpellier@cereg.com www.cereg.com</p>
------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Réf. Cereg - 2022-CISO-000125

Id	Date	Etabli par	Vérifié par	Description des modifications / Evolutions
V1	06/2022	Maxime CABUY	Julie SAUGNAC	

TABLE DES MATIERES

A. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DES SITES	8
A.I. VISITE DE TERRAIN ET RENCONTRE DES ACTEURS LOCAUX	9
A.I.1. Points marquants le fonctionnement du site	9
A.I.2. Historique des crues.....	11
A.I.2.1. <i>Crue sur la Durenque</i>	11
A.I.2.2. <i>Crue sur l'Agout</i>	15
A.II. HYDROLOGIE.....	19
A.II.1. Commune de Noailhac.....	19
A.II.2. Commune de Brassac.....	20
A.II.2.1. <i>Données disponibles</i>	20
A.III. MODELISATION HYDRAULIQUE	21
A.III.1. Méthodologie.....	21
A.III.2. Données topographiques.....	21
A.III.3. Maillage du modèle et conditions aux limites	23
A.III.3.1. <i>Maillage de la zone d'étude</i>	23
A.III.3.2. <i>Conditions aux limites</i>	25
A.III.4. Calage et exploitation du modèle	26
A.III.4.1. <i>Modèle de la Durenque - Noailhac</i>	26
A.III.4.2. <i>Modèle de l'Agout au droit du centre bourg de la commune de Brassac</i>	29
A.III.5. Exploitation du modèle pour les crues statistiques	32
A.III.5.1. <i>Commune de Noailhac</i>	32
A.III.5.2. <i>Commune de Brassac</i>	34
B. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT DE REDUCTION DE L'IMPACT DES CRUES.....	38
B.I. SCENARIOS D'AMENAGEMENT	39
B.I.1. Noailhac	39
B.I.1.1. <i>Solution 1 : Ouverture du gabarit du pont</i>	39
B.I.1.2. <i>Solution 2 : Aménagement de la ZEC</i>	41
B.I.1.3. <i>Solution 3 : Protection rapprochée</i>	44
B.I.1.4. <i>Aménagement du chemin</i>	45
B.I.2. Brassac	46
B.I.2.1. <i>Solution 5 : Mobilisation de la Zone d'Expansion de crue</i>	46
B.II. SYNTHESE.....	50

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Tableau des PHE sur la commune de Brassac.....	18
Tableau 2 : Débits statistiques retenus (m3/s).....	19
Tableau 3 : Tableaux des débits statistiques à la station de Castres.....	20
Tableau 4 : Débits statistiques retenus (m3/s).....	20
Tableau 5 : Données de débits transposé par la formule de Myer (m3/s).....	21
Tableau 6 : repères de la crue de 2020	26
Tableau 7 : Coefficient de Strickler obtenus lors du calage	27
Tableau 8 : repères de la crue de février 2017.....	29
Tableau 9 : Ecart avec les PHE observés pour la crue de 2017 pour les différents scénarii modélisés.....	30
Tableau 10 : Nombres de bâtis concernés par les inondations.....	33
Tableau 11 : Nombres de bâtis concernés par les inondations.....	37
Tableau 12 : Nombres d'enjeux concernés par les inondations.....	41
Tableau 13 : Nombres d'enjeux concernés par les inondations.....	50

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 : Zone d'étude sur la commune de Noailhac	6
Illustration 2 : Zone d'étude sur la commune de Brassac	7
Illustration 3 : Conduite d'évacuation sous le pont.....	9
Illustration 4 : Ouvrage de décharge obstrué.....	10
Illustration 5 : Vue de l'amont du pont	10
Illustration 6 : Ouvrages en travers de l'Agout sur la commune de Brassac.....	11
Illustration 7 : Schéma du déroulement de la crue	13
Illustration 8 : Image de la première propriété et des serres	14
Illustration 9 : Pont sur la Durenque durant la crue de 2020.....	15
Illustration 10 : Images de la crue de 2017 sur la commune de Brassac.....	16
Illustration 11 : Machine à laver réhaussée suite à l'inondation de 2017.....	16
Illustration 12: Transposition du débit de crue de février 2017 sur la commune de Brassac.....	17
Illustration 13 : Photos de la crue de 1995 sur la commune de Brassac.....	18
Illustration 14 : Hydrogramme de la crue de mai 2020.....	19
Illustration 15 : Hydrogrammes des crues statistiques	20
Illustration 16 : Levé topographique des profils en travers	22
Illustration 17 : levé LIDAR par drone de la zone d'étude.....	22
Illustration 18 : Levé topographique des profils en travers	23
Illustration 19 : Vue du maillage de la zone d'étude	24
Illustration 20 : Vue du maillage de la zone d'étude	25

Illustration 21 : Hauteurs d'eau pour la crue de 2020.....	27
Illustration 22 : Vitesses d'écoulement pour la crue de 2020	28
Illustration 23 : Hauteurs d'eau pour la crue de calage de février 2017	30
Illustration 24 : Vitesses d'écoulement pour la crue de février 2017	31
Illustration 25 : ZEC en amont du pont	32
Illustration 26 : Présence des clôtures qui protègent les enjeux	33
Illustration 27 : Inondabilité pour une occurrence de crue 5 ans	34
Illustration 28 : Inondabilité pour une occurrence de crue 10 ans	35
Illustration 29 : Inondabilité pour une crue d'occurrence 20 ans	36
Illustration 30 : Inondabilité pour une occurrence 50 ans	37
Illustration 31 : Vue de l'amont du pont	39
Illustration 32 : Incidence pour la crue biennale (Etat actuel - Etat projet) (m).....	40
Illustration 33 : Incidence pour la crue centennale (Etat actuel - Etat projet) (m)	41
Illustration 34 : Illustration du scénario 2 aménagement de la ZEC.....	42
Illustration 35 : Hauteurs d'eau en état projet pour une crue d'occurrence 2 ans	42
Illustration 36 : Incidence entre l'état actuel et projet (aménagement de la ZEC) – Q2.....	43
Illustration 37 : Incidence entre l'état actuel et l'état projet (aménagement de la ZEC)	44
Illustration 38 : Hauteurs d'eau sur les parcelles potentiellement concernées par de la protection rapprochées (Crue centennale)	44
Illustration 39 : solution d'aménagement 4	46
Illustration 40 : solution d'aménagement 5	47
Illustration 41 : Incidence pour la crue biennale (Etat actuel - Etat projet) (m).....	48
Illustration 42 : Incidence pour la crue décennal (Etat actuel - Etat projet) (m).....	48
Illustration 43 : Incidence pour la crue vicennale (Etat actuel - Etat projet) (m)	49
Illustration 44 : Incidence pour la crue cinquantiennale (Etat actuel - Etat projet) (m)	49

PREAMBULE

Dans le cadre du PAPI Agout et suite à la réalisation d'un diagnostic approfondi du risque inondation sur le bassin versant de l'Agout, plusieurs zones vulnérables ont été identifiées. En particulier, deux secteurs situés sur les communes de Noailhac et Brassac font l'objet d'un risque inondation important nécessitent des diagnostics hydrauliques spécifiques

Sur la commune de Noailhac, suite aux intempéries du 11 Mai 2020 et des 1 et 2 février 2021 des débordements récurrents de la rivière Durenque ont été observés avec des dégâts importants au niveau de l'avenue Constantin de Boissezon sur la commune de Noailhac. De nombreuses habitations sont ainsi impactées.

La commune de Brassac est également particulièrement soumise aux inondations de l'Agout comme ce fut le cas en février 2017. Lors de cette crue, d'importants dégâts ont impacté la commune et plus particulièrement le secteur de La Lande où se situent le camping municipal, le stade de foot, des habitations, une pompe de relevage des eaux usées, et plus loin la maison de santé, l'AEP du secteur de La Lande ainsi que des bâtiments communaux.

Dans un souci de protection des lieux et de la population, le syndicat souhaite ainsi la réalisation d'un diagnostic hydraulique visant à étudier des solutions d'aménagement permettant d'assurer la protection des biens et des personnes.

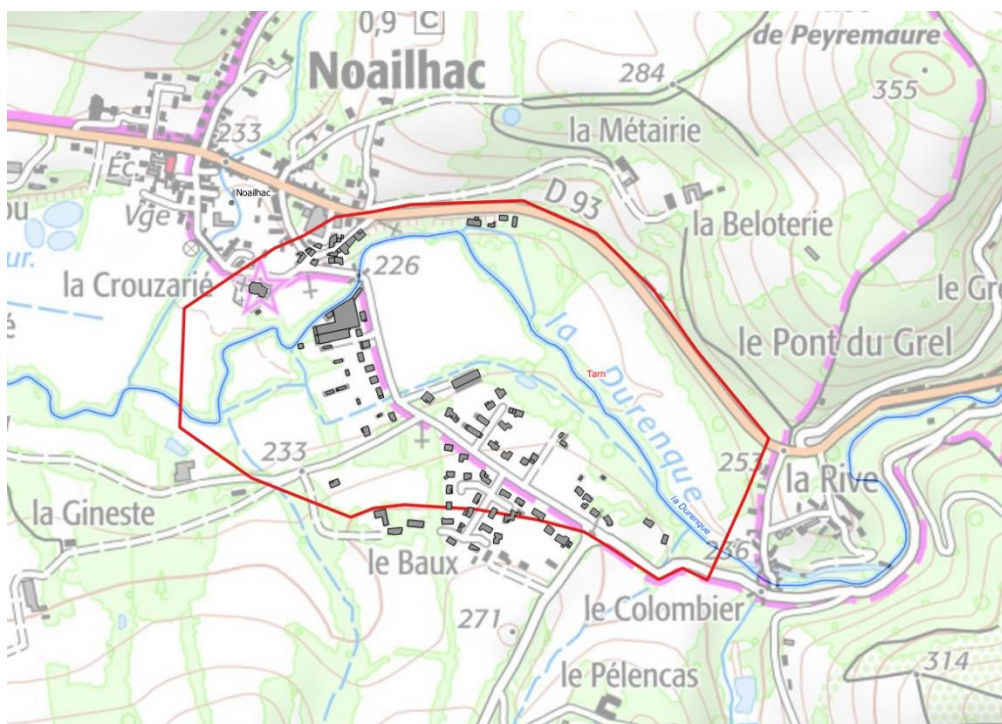


Illustration 1 : Zone d'étude sur la commune de Noailhac

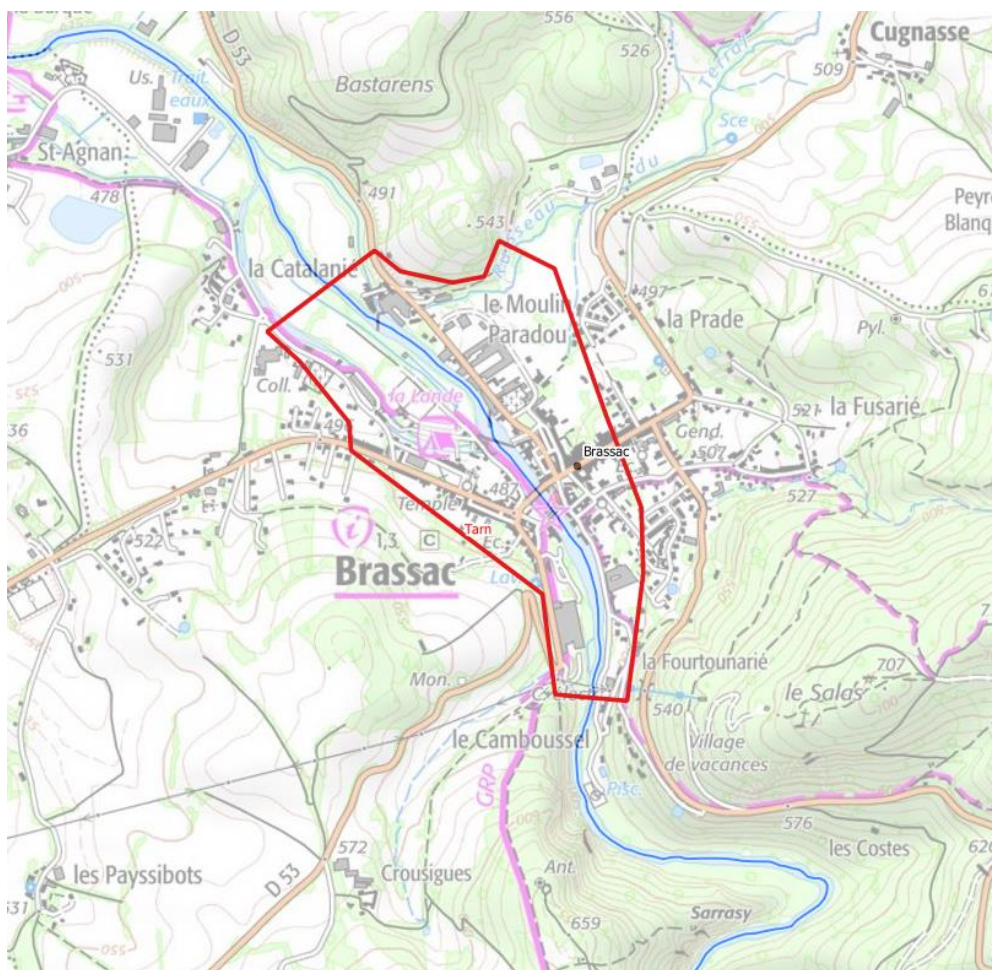


Illustration 2 : Zone d'étude sur la commune de Brassac

A. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DES SITES



A.I. VISITE DE TERRAIN ET RENCONTRE DES ACTEURS LOCAUX

Des visites de terrain ont pu être réalisées en mai 2022 afin de recueillir :

- Des données sur le fonctionnement hydraulique du site ;
- Des retours d'expérience sur les crues passées lors d'échange avec les habitants ;
- De mieux appréhender la topographie des lieux.

Les riverains et le maire de la commune ont pu être rencontrés. Ces échanges ont permis de caractériser les écoulements sur le secteur et définir les enjeux soumis aux crues.

A.I.1. Points marquants le fonctionnement du site

Commune de Noailhac

Certains points limitants ont été mis en lumière :

- La présence d'une conduite d'évacuation sous le pont de l'avenue Constantin de Boissezon



Illustration 3 : Conduite d'évacuation sous le pont

- Un ouvrage de décharge totalement obstrué à l'aval du pont qui draine les eaux présentes dans le champ vers la Durenque



Illustration 4 : Ouvrage de décharge obstrué

- La capacité restreinte des différents ponts du franchissement de la Route départementale
- De plus, le pont est en réalité composé de la succession de deux pont, un premier piéton et un second routier, qui entraîne une réduction de la largeur d'écoulement.

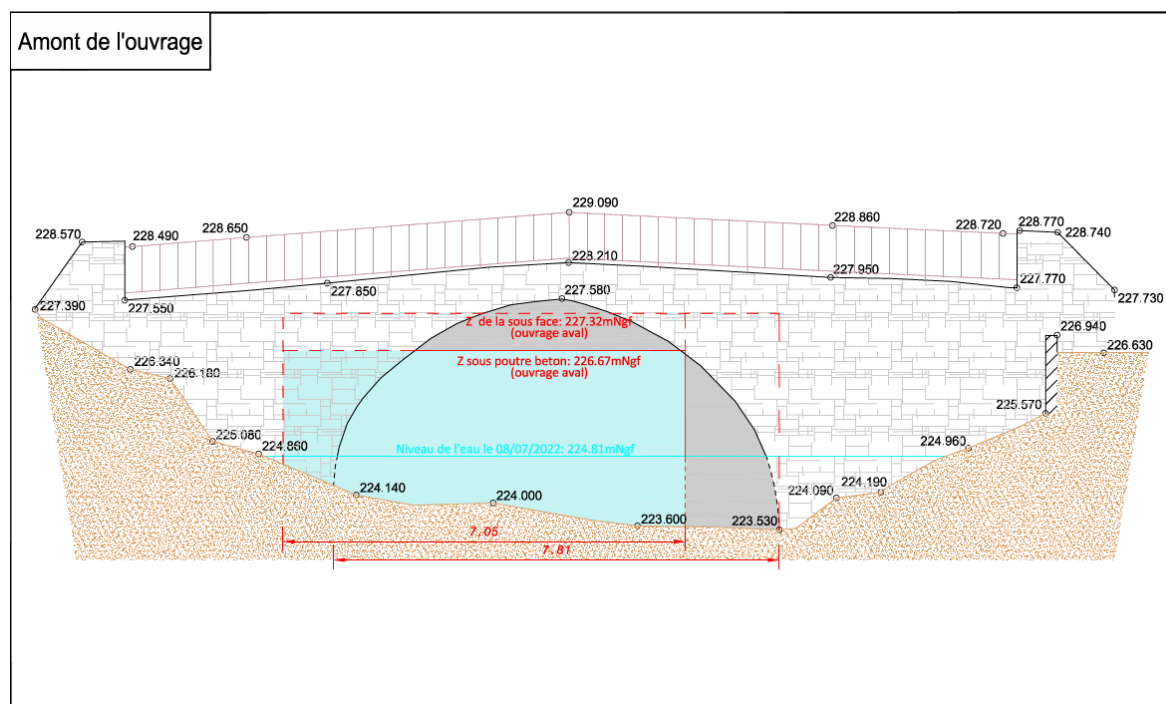


Illustration 5 : Vue de l'amont du pont

Commune de Brassac

Une analyse sur le terrain a été réalisée afin de recueillir :

- Des données sur le fonctionnement hydraulique du site ;
- Des retours d'expérience sur les crues passées lors d'échange avec les habitants ;
- De mieux appréhender la topographie des lieux.

Lors de la visite, un échange avec l'ancien Maire de la commune a eu lieu afin d'approfondir la connaissance sur le déroulement des crues localement.

La commune de Brassac est traversée par l'Agout, de nombreux ouvrages franchissent le cours d'eau avec notamment le vieux ponts et de nombreux seuils.



Illustration 6 : Ouvrages en travers de l'Agout sur la commune de Brassac

A.I.2. Historique des crues

A.I.2.1. Crue sur la Durenque

Les enquêtes et analyse bibliographique ont révélés que plusieurs crues avaient touchés le secteur. Les éléments suivants sur le déroulement des crues sont ressortis :

La crue du 10 mai 2020

Une crue débordante a eu lieu sur la commune en mai 2020. Celle-ci a particulièrement touché la propriété située à l'aval du pont sur la Durenque ainsi que les serres attenantes. Le propriétaire des lieux vivant sur place a pu fournir des photos en différents points du site.

La crue a donc débordé en premier lieu dans le champ situé en le pont et le seuil sur la Durenque. Les eaux se sont ensuite écoulées du champ vers l'aval du cours d'eau en empruntant un chemin situé entre les habitations (illustration sur le plan qui suit).

Des batardeaux permettent de protéger les propriétés, mais malheureusement lors de l'évènement de 2020, le batardeau situé à l'aval du pont, protégeant les serres, à céder et l'eau s'est engouffré dans la propriété. Cependant, le mur qui ceinture la maison était suffisamment haut pour limiter les venues d'eau.

La partie en point haut du champ n'a pas été inondés lors de l'évènement de mai 2020, il en est de même pour les habitations qui ont été épargnées. Les murs longeant les parcelles étaient suffisants pour limiter le passage de l'eau.



Illustration 7 : Schéma du déroulement de la crue



Illustration 8 : Image de la première propriété et des serres

En revanche, le pont sur la Durenque n'était pas en charge durant la crue. Il restait entre 10 et 20 cm de tirant d'air comme le montre la photographie suivante prise durant la crue.



Illustration 9 : Pont sur la Durenque durant la crue de 2020

A.I.2.2. Crue sur l'Agout

▲ Crue du 14 février 2017 : L'Agout

Le 14 février 2017, une importante crue a créé des dégâts sur la commune de Brassac et plus particulièrement sur le secteur de La Lande où se situent le camping municipal, le stade de foot, des habitations, une pompe de relevage des eaux usées, et plus loin la maison de santé, l'AEP du secteur de La Lande ainsi que des bâtiments communaux.

Les fortes pluies ont provoqué une augmentation importante du débit de l'Agout en entrée du barrage et par conséquent une augmentation soudaine du débit en fin de système. En précipitations normales, le barrage de la Raviège tamponne les crues annuelles. Dans le cas de l'évènement de février 2017, les procédures de sécurisation du barrage ont restitué des débits proches de la crue décennale de l'Agout.

La mairie de Brassac a pu constater un certain nombre de dégâts sur le camping de La Lande, le terrain de foot ainsi que les bâtiments, chemins d'accès et habitations situés dans le périmètre de l'inondation.

En voici le récapitulatif :

- Voirie emportée,
- Réseaux et installations électriques endommagés et arrachés,
- Espaces verts abîmés et arbres emportés,
- Barrière électrique de l'entrée du camping endommagée

Ces dégâts ne concernent que le camping directement impacté. Concernant la maison de santé, lors de la crue, l'accès au parking a été bloqué par la montée de l'eau. De plus, le bas du bâtiment a été impacté par l'inondation. Ce secteur pouvant recevoir du public, de surcroît des personnes malades ou handicapées doit faire l'objet d'une attention particulière.



Illustration 10 : Images de la crue de 2017 sur la commune de Brassac



Illustration 11 : Machine à laver réhaussée suite à l'inondation de 2017

Une étude menée par EDF sur la crue de 2017 au niveau du barrage de la Ravière a permis de récupérer l'hydrogramme de la crue. Ce débit est transposé au niveau de la commune de Brassac par application de la formule de Myer.

Ce débit transposé permettra de reproduire l'évènement de 2017 pour valider le calage du modèle.

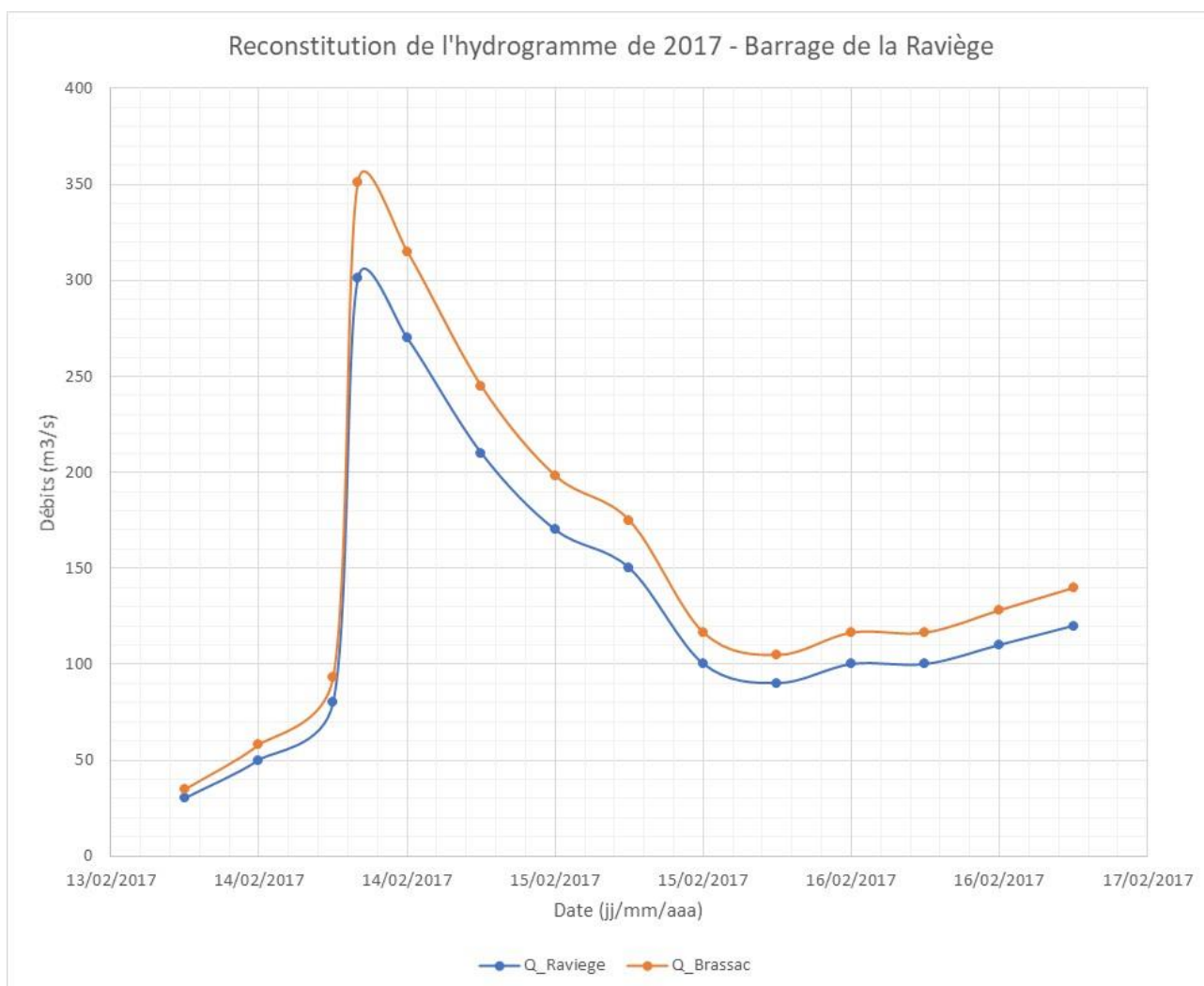


Illustration 12: Transposition du débit de crue de février 2017 sur la commune de Brassac

Crue de 1995, 1996 et 1999

Trois crues importantes ont eu lieu sur la commune en 1995, 1996 et 1999 comme en témoigne l'ancien maire de la commune de Brassac. Ce dernier a pu nous partager quelques photographies prises lors de la crue de 1995.



Illustration 13 : Photos de la crue de 1995 sur la commune de Brassac

Cependant nous n’avons aucune donnée concernant l’hydrologie des trois crues n’a pu être récupérée ce qui rend leurs utilisations pour le calage du modèle impossible.

Le tableau suivant récapitule toutes les données de PHE disponibles pour les crues sur la commune de Brassac :

Année de la crue	Description du Lieu	Cote PHE (m NGF)	Hauteur à l'échelle (m)
1995	Pont de la D622		2.23
1995	Quai de la lande	484.6	
1995	Maison de l'ancien maire : en face du magasin de matériaux	483.1	
1996	Pont de la D622		2.06
1999	Pont de la D622		0.85
2017	Entrée du camping	484.3	
2017	Parking de la maison de santé	482.8	
2017	Accueil du camping	483.8	
2017	Pont de la D622	484.79	1.9

Tableau 1: Tableau des PHE sur la commune de Brassac

A.II. HYDROLOGIE

A.II.1. Commune de Noailhac

La Durenque est un cours d'eau non jaugé, c'est-à-dire qu'aucune station de mesure n'est en fonction sur la rivière.

Une étude hydrologique de l'ensemble du bassin versant a été réalisée dans le cadre de la modernisation du système d'alerte des crues sur les bassins versants du Thoré de la Durenque et de l'Arnette. Dans ce cadre, une modélisation hydraulique des événements antérieurs significatifs a été réalisée. L'évènement de mai 2020 a donc été simulé. Les hydrogrammes de crue issue de cette étude sont les suivants.

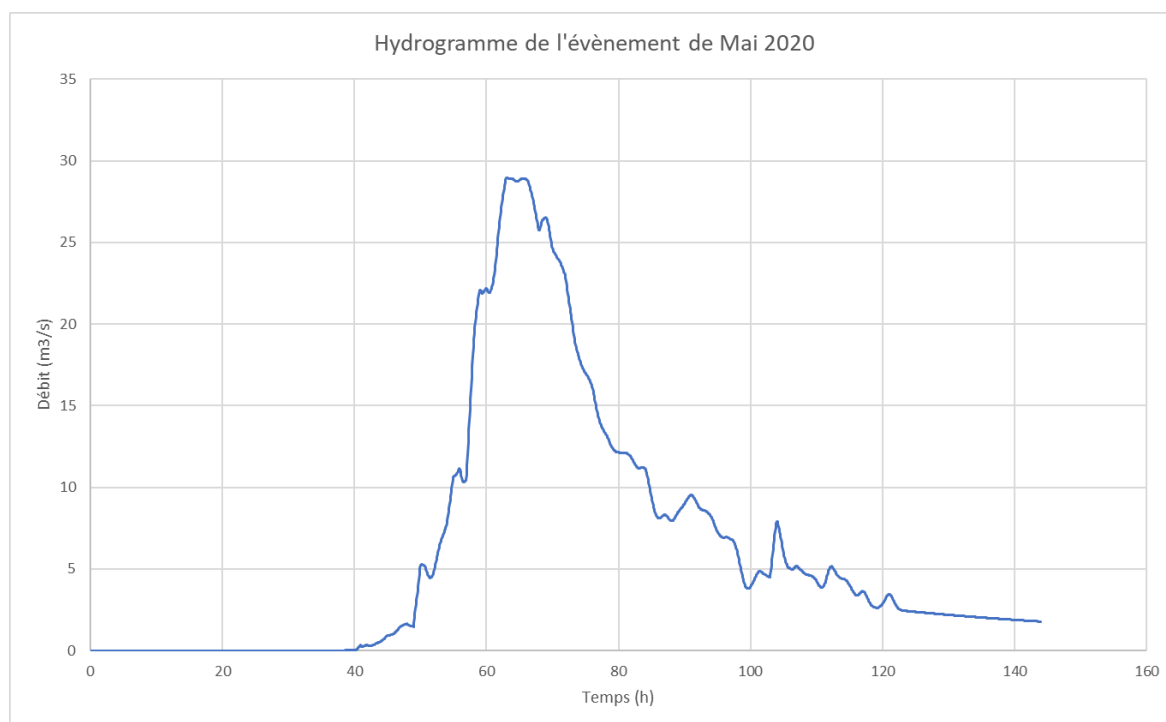


Illustration 14 : Hydrogramme de la crue de mai 2020

Ces données ont été utilisées dans le cadre de la présente étude.

Toutefois, il est également nécessaire de s'intéresser aux débits de crue statistiques. Etant donné la forte sensibilité du modèle à l'infiltration, il a été retenu d'utiliser les débits SHYREG pour ces événements.

La méthode SHYREG est une approche développée pour la connaissance régionale de l'aléa pluvial (SHYREG pluie) et hydrologique (SHYREG débit) en tout point du territoire français par l'INRAE. Elle est basée sur le couplage d'un générateur stochastique de pluie horaire et d'un modèle hydrologique cette méthode permet d'évaluer sur chaque cours d'eau en plusieurs points les débits de pointe statistiques pour les occurrences 2 à 10 000 ans.

Les hydrogrammes ont été reconstitués sur la base de l'évènement de 2020. Les débits retenus et les hydrogrammes sont donc les suivants :

La Durenque	Q2	Q5	Q10	Q50	Q50	Q100
Débits (m3/s)	35.9	47.9	59	72.3	93.9	114

Tableau 2 : Débits statistiques retenus (m3/s)

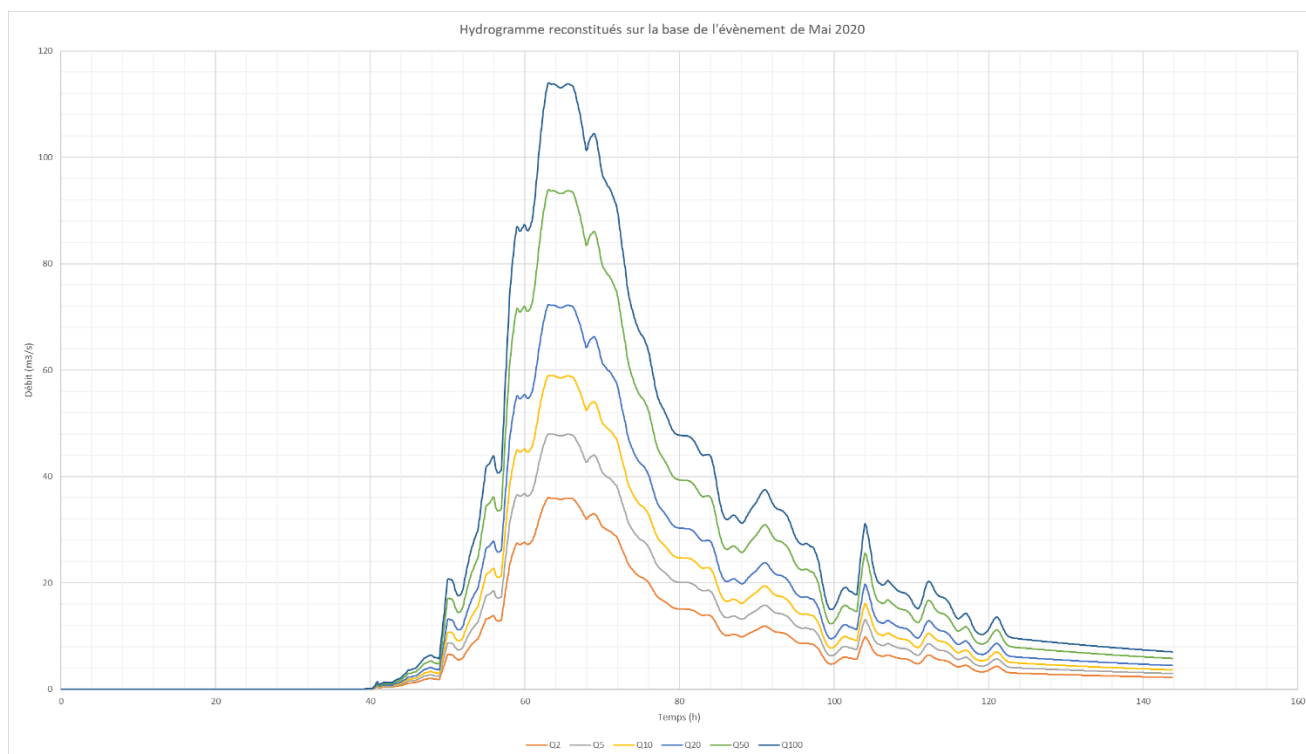


Illustration 15 : Hydrogrammes des crues statistiques

A.II.2. Commune de Brassac

Ce chapitre est dédié à l’analyse hydrologique du site afin d’obtenir les débits statistiques et de crues pour les injections dans le modèle numérique sur la commune de Brassac situé sur l’Agout.

A.II.2.1. Données disponibles

Des stations hydrométriques sont disponibles sur l’Agout comme celle sur la commune de Brassac ou de Castres. Cependant, la station sur la commune de Brassac n’est pas exploitable et n’a aucune signification hydrologique comme le signale le site Hydroportail.

Une station est disponible à Castres ouverte depuis 1988 et toujours en fonctionnement. Les débits statistiques à la station sont les suivants :

Identifiant	Nom	Surface BV (km ²)	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100
O422 2510 02	L'Agout à Castres	920	163	272	344	413	502	574

Tableau 3 : Tableaux des débits statistiques à la station de Castres

De plus sur le secteur nous disposons des données de débit SHYREG comme sur le secteur de la Durenque :

L'Agout à Brassac	Q2	Q5	Q10	Q50	Q50	Q100
Débits (m3/s)	140	214	292	394	570	736

Tableau 4 : Débits statistiques retenus (m3/s)

Formule de Myer

Le débit de la crue de référence retenue au droit d'une station hydrométrique jaugée peut être rapporté au droit du bassin versant d'étude par la méthode de transposition.

Cette méthode est applicable dès lors que l'on dispose de données hydrométriques soit en un autre point du bassin versant à étudier, soit sur un bassin versant voisin présentant les mêmes caractéristiques morphologiques. La formule de Myer permet alors d'obtenir le débit de crue recherché :

$$Q_T = Q_{T\ BV\ connu} \cdot \left(\frac{S_{BV}}{S_{BV\ connu}} \right)^\alpha$$

Avec :

Q_T : débit de fréquence T en m³/s du bassin versant à étudier ;

$Q_{T\ BV\ connu}$: débit de fréquence T en m³/s du bassin versant jaugé ;

S_{BV} : Surface en km² du bassin versant à étudier ;

$S_{BV\ connu}$: Surface en km² du bassin versant jaugé ;

α : Coefficient de Myer ;

Nous appliquons donc la formule de Myer sur les données disponibles pour la station sur l'Agout à Castres pour un coefficient de Myer de 0.75, valeur usuelle pour la France.

Nom	Surface BV (km ²)	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100
L'Agout à Brassac	447	95	158	200	240	292	334

Tableau 5 : Données de débits transposé par la formule de Myer (m³/s)

Les débits obtenus de cette manière ne pouvant être vérifié et à première vue semblent assez faible sur la commune de Brassac il a été choisi de retenir les valeurs de débit obtenue par la méthode SHYREG.

A.III. MODELISATION HYDRAULIQUE

A.III.1. Méthodologie

La zone d'étude est une zone urbaine, donc présentant de multiples axes d'écoulement. L'utilisation d'un modèle hydraulique 2D (simulation dans les 2 directions X et Y de l'espace) est par conséquent nécessaire.

Le code de calcul utilisé est SW2D, développé par le laboratoire HYDROSCIENCES de Montpellier. Ce code de calcul repose sur la discrétisation de la zone d'étude en petites mailles basées sur les données topographiques et résout à chaque pas de temps l'ensemble des équations 2D du système de Barré de Saint Venant.

A.III.2. Données topographiques

Commune de Noailhac

Des levés topographiques ont été réalisé dans le cadre de l'étude sur la commune de Noailhac. Ces levés comprennent les missions suivantes :

- Des profils en travers sur les cours d'eau principaux avec coupe et vue en plan (10 profils en lit mineur) ;

- 2 levés d'ouvrage de type pont ;
- Un levé d'ouvrage de type seuil complexe ;
- Un relevé LIDAR sur une surface de 39 ha.

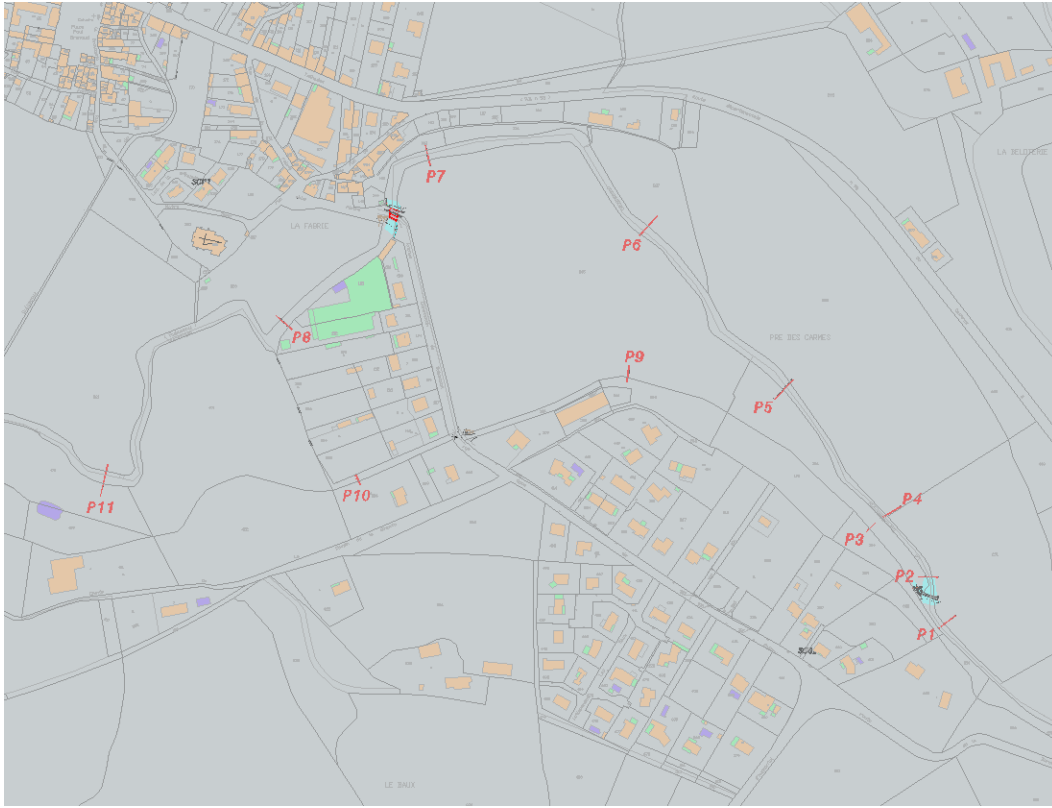


Illustration 16 : Levé topographique des profils en travers

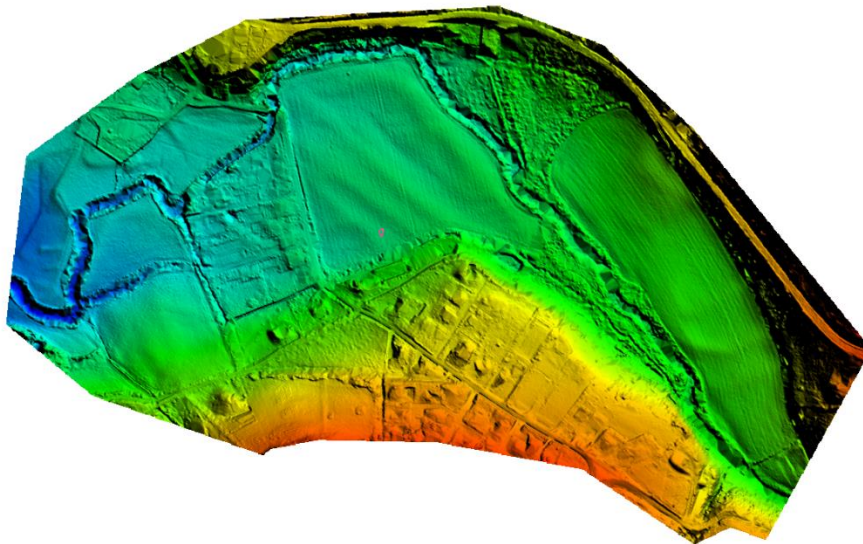


Illustration 17 : levé LIDAR par drone de la zone d'étude

Commune de Brassac

Des levés topographiques ont été réalisés dans le cadre de l'étude sur la commune de Brassac. Ces levés comprennent les missions suivantes :

- Des profils en travers sur les cours d'eau principaux avec coupe et vue en plan (7 pour le lit mineur / 4 pour le lit mineur et majeur) ;
- 4 levés d'ouvrages de type pont ;

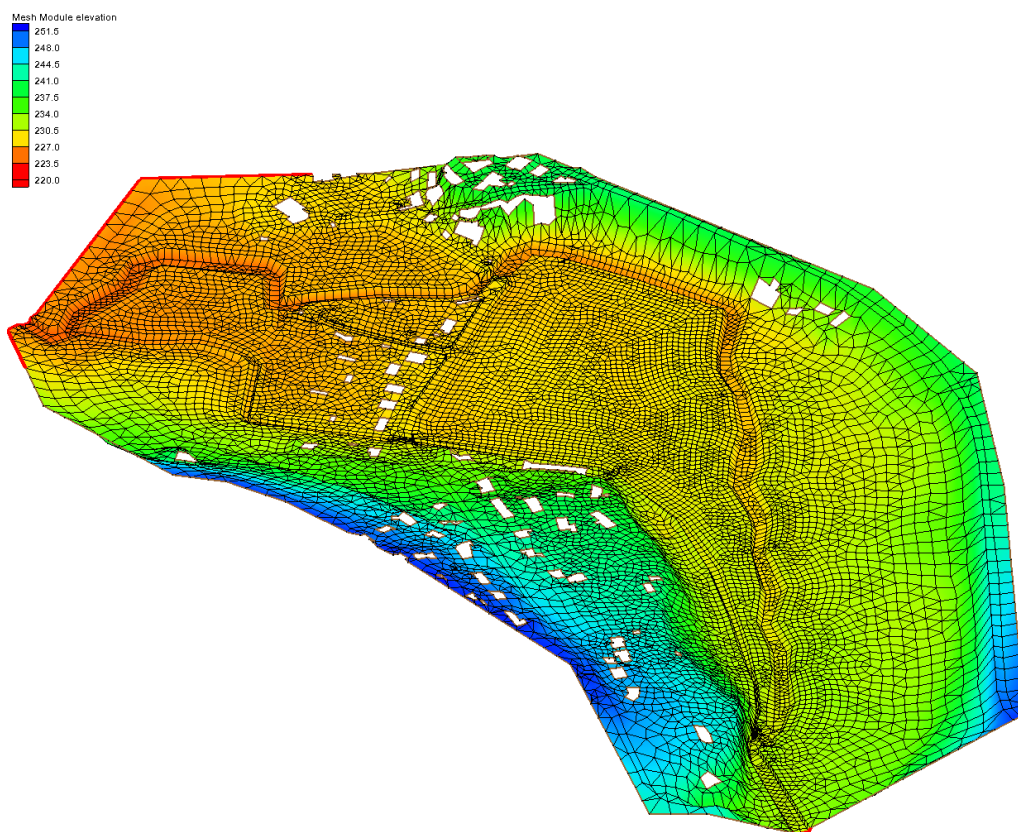


Illustration 19 : Vue du maillage de la zone d'étude

Commune de Brassac

Le modèle mathématique utilisé s'appuie sur un maillage de l'espace élaboré à partir des différents points topographiques et complétés localement par des observations de terrain. Le maillage ainsi créé permet de prendre en compte les éléments structurants principaux du secteur : les bâtiments, les voiries, les trottoirs et les remblais nécessaires à la bonne description du fonctionnement hydrodynamique de la zone d'étude.

Le modèle mis en œuvre couvre une **superficie de 55 hectares** pour décrire la zone d'étude et est défini par 29 000 mailles d'une dimension moyenne de 20 m², avec une taille minimale de 0.1 m². L'illustration suivante présente le maillage réalisé pour les besoins de l'étude.

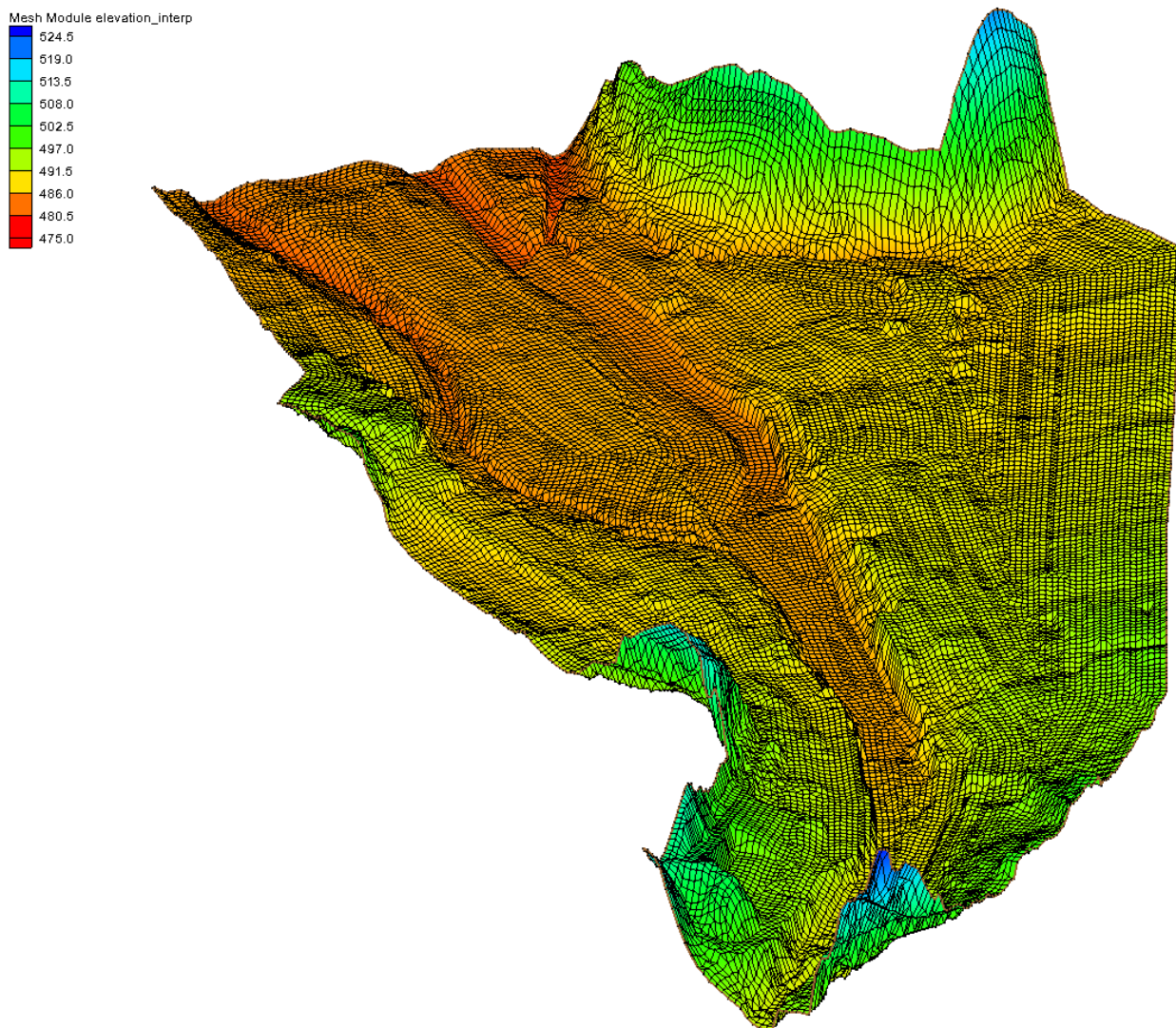


Illustration 20 : Vue du maillage de la zone d'étude

A.III.3.2. Conditions aux limites

Pour le modèle de la commune de Noailhac

Les conditions aux limites du modèle hydraulique correspondent à des débits ou à un coefficient d'écoulement.

▲ **Conditions limites amont**

En limite amont du modèle on retrouve la Durenque avec une injection d'un hydrogramme correspondant aux débits calculés dans la partie précédente.

▲ **Condition limite aval**

Une condition d'écoulement libre a été prise à l'aval du modèle : cela signifie qu'il n'y a pas été considéré de contrôle aval marqué.

Pour le modèle de la commune de Brassac

Les conditions aux limites du modèle hydraulique correspondent à des débits ou à un coefficient d'écoulement.

Conditions limites amont

En limite amont du modèle on retrouve l'Agout avec une injection d'un hydrogramme correspondant aux débits calculés dans la partie précédente.

Condition limite aval

Une condition d'écoulement libre a été prise à l'aval du modèle : cela signifie qu'il n'y a pas été considéré de contrôle aval marqué.

A.III.4. Calage et exploitation du modèle

A.III.4.1. Modèle de la Durenque - Noailhac

Le modèle sur la Durenque a été calé sur la crue de 2020, crue dont des côtes ont pu être observés par le propriétaire des serres. On retrouve comme principale point de calage :

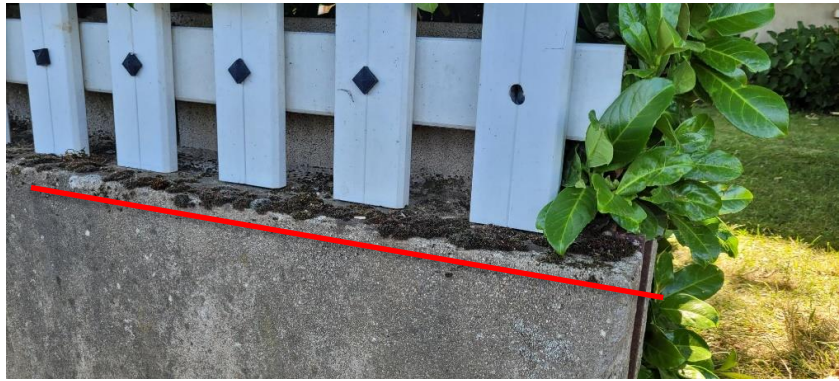

Repère de crue	Remarques
	<p>Muret d'une 40aine de centimètre, l'eau débordée légèrement par-dessus lors de la crue</p>
	<p>Entre 5 et 10 cm d'eau sur la propriété au niveau des serres</p>

Tableau 6 : repères de la crue de 2020

La crue de 2020 a été simulé en faisant varier le coefficient de Strickler afin de reproduire l'événement pour être le plus proche possible des témoignages obtenus. Pour cela plusieurs scénarios ont été simulés en faisant varier le coefficient de Strickler dans le lit de la Durenque entre 10 et 20.

Les résultats obtenus qui donnent les meilleurs résultats sont ceux avec les coefficients de Strickler suivants :

Zone	Strickler
CHAMPS	20
ROUTE	50
COURS D'EAU	15

Tableau 7 : Coefficient de Strickler obtenus lors du calage

Avec ce jeu de Strickler les résultats obtenus sont :

L'Agout SMBA
 Syndicat Mixte du Bassin de l'Agout (SMBA)
 Etude hydraulique sur la commune de Noailhac
Calage de la crue de 2020

1



Illustration 21 : Hauteurs d'eau pour la crue de 2020



Illustration 22 : Vitesses d'écoulement pour la crue de 2020

Au niveau des repères de crues obtenus auprès des habitants l'évènement est bien représenté :

- Au niveau du pont la hauteur maximale atteinte lors de la crue est 226.52 m NGF soit 15cm en-dessous de la cote sous poutre ;
- Au niveau des serres la hauteur varie entre 5 et 10 cm comme le témoignage du propriétaire
- Au niveau du muret la hauteur d'eau varie entre 35 et 45 cm en fonction de la proximité à la Durenque ce qui représente les évènements réels

A ce stade, le modèle est considéré comme calé pour ce jeu de Strickler.

A.III.4.2. Modèle de l'Agout au droit du centre bourg de la commune de Brassac

Le modèle sur l'agout au droit du centre bourg de la commune de Brassac a été calé sur la crue de février 2017, crue dont des côtes ont pu être observées au droit de l'entrée et l'accueil du camping, le parking de la maison de santé ainsi que dans le lit de l'Agout au niveau du pont de la D622. Les valeurs des PHE sont rappelés ci-après.

Repère de crue	Remarques
	<p>Entrée du camping : Cote PHE = 484.3 m pour la crue de février 2017 ;</p> <p>Accueil du camping : Cote PHE = 483.8 m pour la crue de février 2017.</p>
	<p>Parking de la maison de santé : Cote PHE = 482.8 m pour la crue de février 2017</p>
	<p>Pont de la départementale 622 : Cote PHE = 484.79 et Hauteur à l'échelle = 1.9 m.</p>

Tableau 8 : repères de la crue de février 2017

La crue de février 2017 a été simulée en faisant varier le coefficient de Strickler entre 10 et 20. afin de reproduire l'événement afin de représenter au mieux la dynamique d'inondation et être le plus représentatif des témoignages obtenus. Les résultats obtenus en comparaison avec les cotes PHE sont les suivants :

Zone	Strickler testé	Cote modèle hydraulique	Cote PHE
Entrée du camping	10	484.90 (+ 50 cm)	484.3
	15	484.5 (+20 cm)	
	20	484.29 (-1 cm)	
Accueil du camping	10	484.65 (+85 cm)	483.8
	15	484.19 (+39 cm)	
	20	483.87 (+ 7 cm)	
Parking de la maison de santé	10	483.70 (+90 cm)	482.8
	15	483.1 (+30 cm)	
	20	482.72 (-8 cm)	
Pont de la D622	10	486.0 (+120 cm)	484.8
	15	485.5 (+70 cm)	
	20	485.1 (+30 cm)	

Tableau 9 : Ecart avec les PHE observés pour la crue de 2017 pour les différents scénarii modélisés

Le modèle hydraulique reproduit les cotes PHE réelles pour le camping et la maison de santé avec un écart moyen de 7 cm. Un écart entre le modèle et la crue réelle est observée dans le lit de l'Agout où le modèle hydraulique surestime le niveau d'eau de 30 cm. L'écart plus important s'explique par la présence de phénomènes locaux induit par la présence du pont. Cet écart est donc à relativiser. Le paramètre de Strickler retenu est de 20.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Cartographie des hauteurs pour la crue de février 2017 :

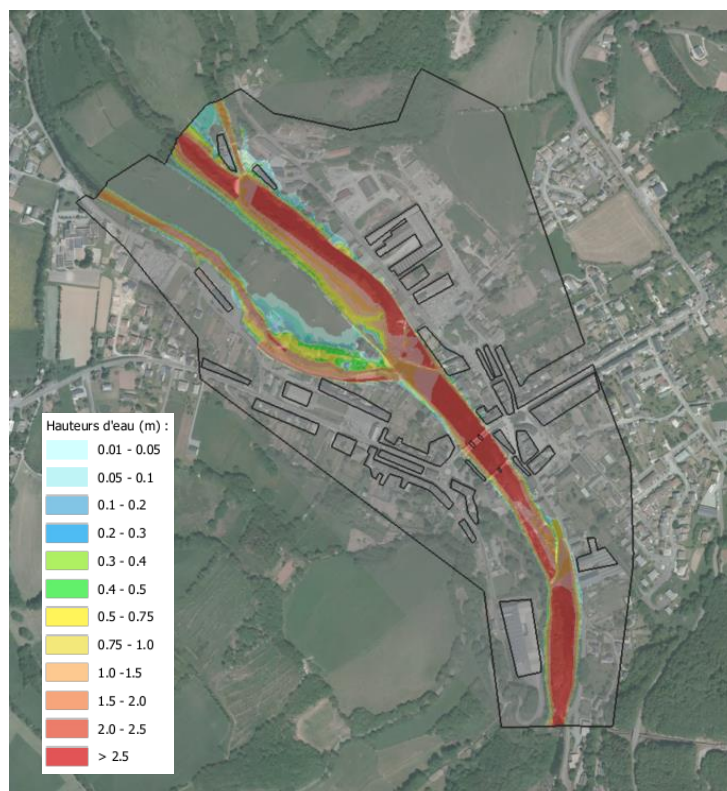


Illustration 23 : Hauteurs d'eau pour la crue de calage de février 2017

Le modèle fait apparaître des hauteurs d'eau supérieures à 2.5 m dans le lit de l'Agout. On peut noter que l'extension de la zone inondable est assez limitée : Des débordements importants apparaissent uniquement au droit du camping, de la maison de santé de Brassac et de la zone du stade. Le camping est inondé par des hauteurs d'eau entre 40 et 60 cm, la maison de santé par des hauteurs d'eau de 5 à 15 cm et la zone du stade par des hauteurs d'eau de 10 à 40 cm. Le fonctionnement hydraulique est correctement représenté.

Cartographie des vitesses pour la crue de février 2017 :

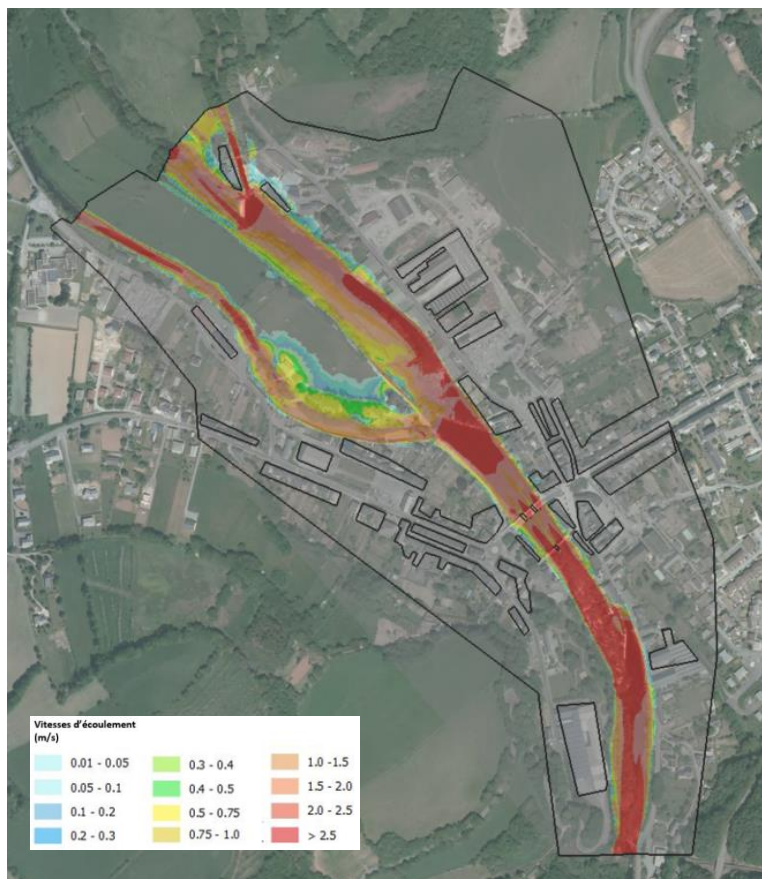


Illustration 24 : Vitesses d'écoulement pour la crue de février 2017

Les vitesses d'écoulement confirment les hauteurs d'eau élevées dans le lit de l'Agout. Les vitesses sont supérieures à 2.5 m/s. En ce qui concerne les points de débordement, le camping est impacté par des vitesses d'écoulement entre 0.5 et 1 m/s. La maison de santé de Brassac est impactée par des vitesses d'écoulement entre 0.5 et 0.75 m/s.

A ce stade, le modèle est considéré comme représentatif et calé.

A.III.5. Exploitation du modèle pour les crues statistiques

A.III.5.1. Commune de Noailhac

Les crues statistiques ont été simulés afin de comprendre le fonctionnement du site lors des crues et de mettre en avant les causes de débordements sur cette partie de la commune.

Les crues de l'occurrence 2 ans jusqu'à celle d'occurrence 100 ans ont donc été simulées et les résultats sont tous répertoriés.

Crue d'occurrence 2 ans

Pour cette occurrence de crue, des débordements commencent à s'opérer en champ majeur notamment au droit du champ situé à l'amont du pont de la rue de l'Abbé Pistre.

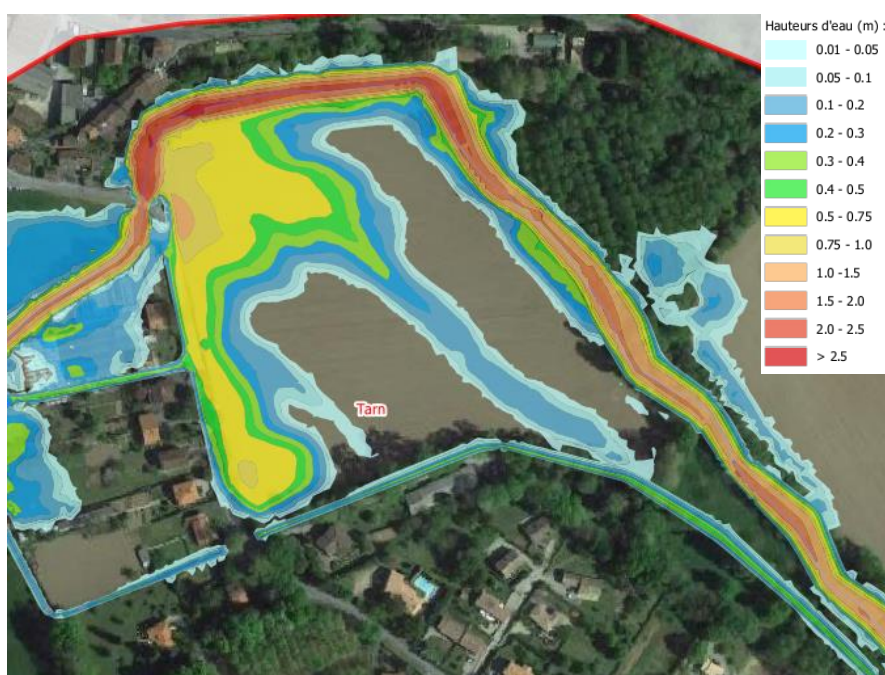


Illustration 25 : ZEC en amont du pont

Les ponts jouent un rôle de verrou hydraulique qui bloque les eaux sur l'amont et par conséquent dans le champ situé sur la berge gauche de la Durenque.

De plus, la présence des clôtures et des batardeaux (planches en bois actuellement) joue un rôle de protection pour les enjeux situés en bordure de la Durenque. Les eaux s'écoulent donc sur le chemin situé le long des serres pour se rejeter dans la Durenque plus en aval.

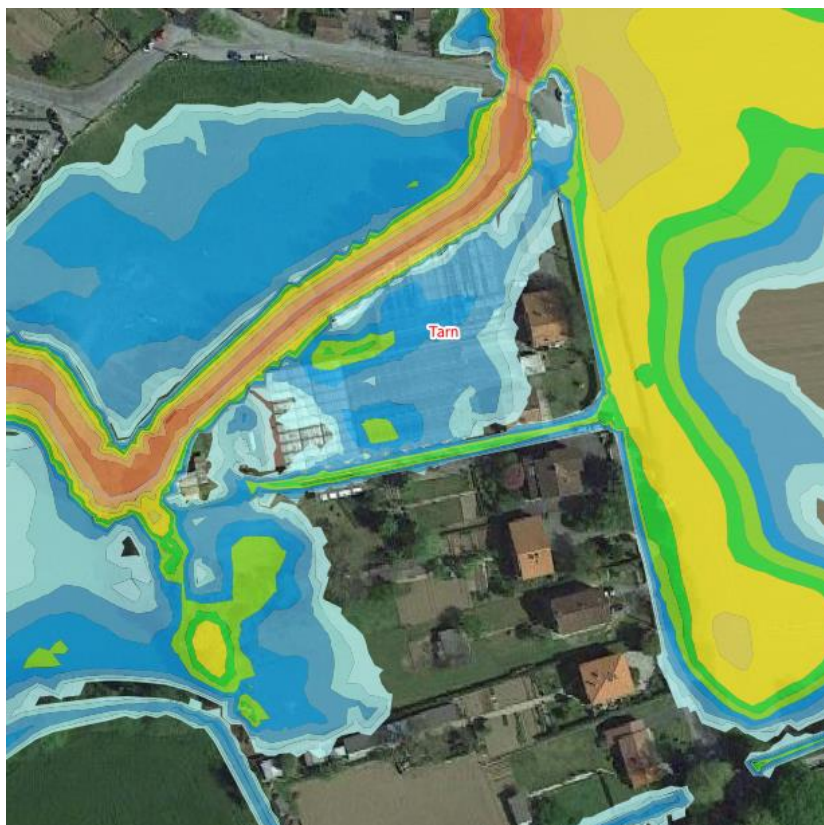


Illustration 26 : Présence des clôtures qui protègent les enjeux

Analyse des crues d'occurrences supérieures

Pour les crues d'occurrences supérieures les analyses sont les mêmes que pour la crue d'occurrence biennale avec la présence du pont qui limite les écoulements et favorise les débordements dans le champ situé à l'amont de ce dernier.

Cependant, la présence de clôtures protège les enjeux jusqu'à la crue décennale, crue à partir de laquelle les eaux passent par-dessus ces dernières.

Synthèse sur les enjeux

Le tableau qui suit récapitule le nombre d'enjeux bâtis concernés par les inondations en fonction des occurrences des crues :

Occurrence de crue	Q2	Q5	Q10	Q50	Q50	Q100
Nombre de Bâtis	1 + les serres	4 + les serres	6 + les serres	6 + les serres	6 + les serres	6 + les serres

Tableau 10 : Nombres de bâtis concernés par les inondations

A.III.5.2. Commune de Brassac

Les crues statistiques ont été simulées afin de comprendre le fonctionnement du site lors des crues et de mettre en avant les causes de débordements sur cette partie de la commune. Les crues de l'occurrence 5 ans jusqu'à celle d'occurrence 50 ans ont donc été simulées et les résultats sont tous répertoriés ci-après.

▲ **Crue d'occurrence 5 ans**

Dès l'occurrence 5 ans, des débordements sont observés en champ majeur notamment au droit du camping. Les hauteurs d'eau varient entre 10 et 35 cm. Des débordements de l'ordre de 5 à 10 cm sont également observés au droit du Quai de la Lande et du gîte du moulin Paradou.

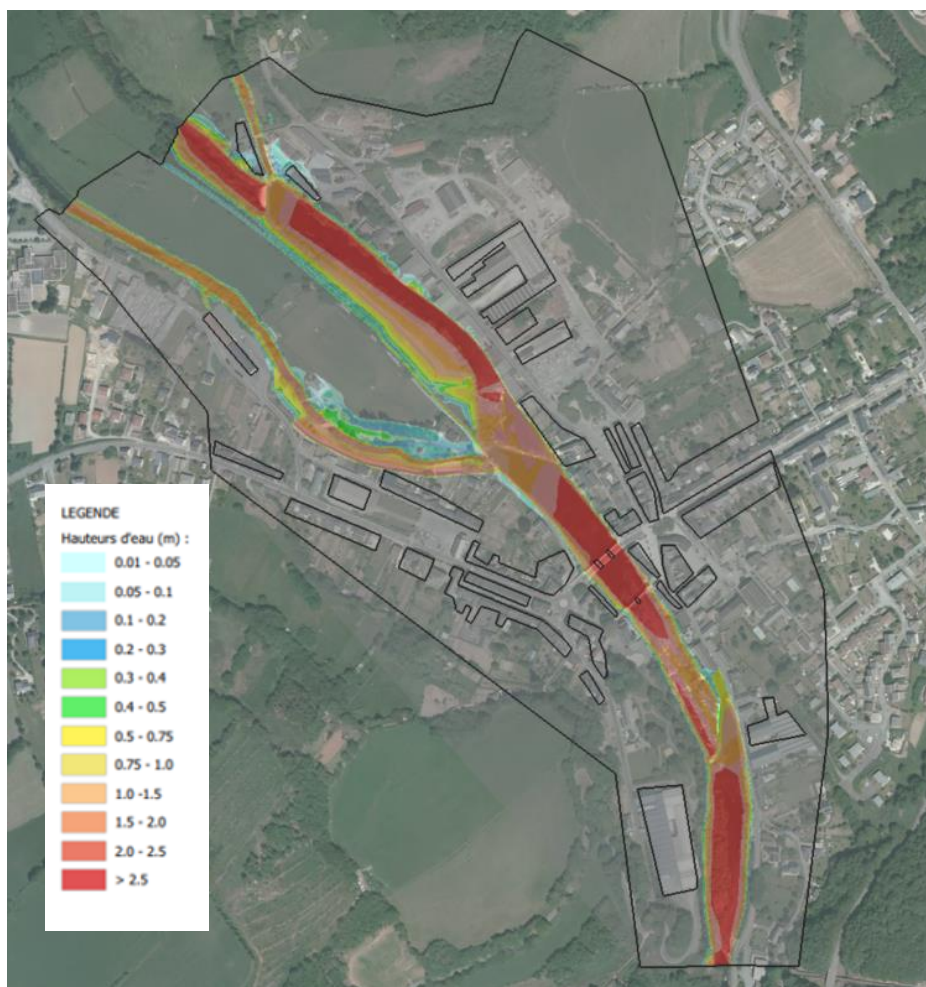


Illustration 27 : Inondabilité pour une occurrence de crue 5 ans

▲ **Crue d'occurrence 10 ans**

Des débordements plus importants en champs majeur au droit du camping sont observables. Les hauteurs d'eau varient entre 40 et 65 cm. Des débordements plus importants sont également présents au droit du gîte du moulin Paradou et au droit du quai de la Lande (20 à 30 cm). Des débordements d'une dizaine de centimètres sont également observés au droit du stade. Un nouveau point de débordement apparaît au droit du parking de la maison de santé avec des hauteurs d'eau de 5 à 10 cm sont présentes.

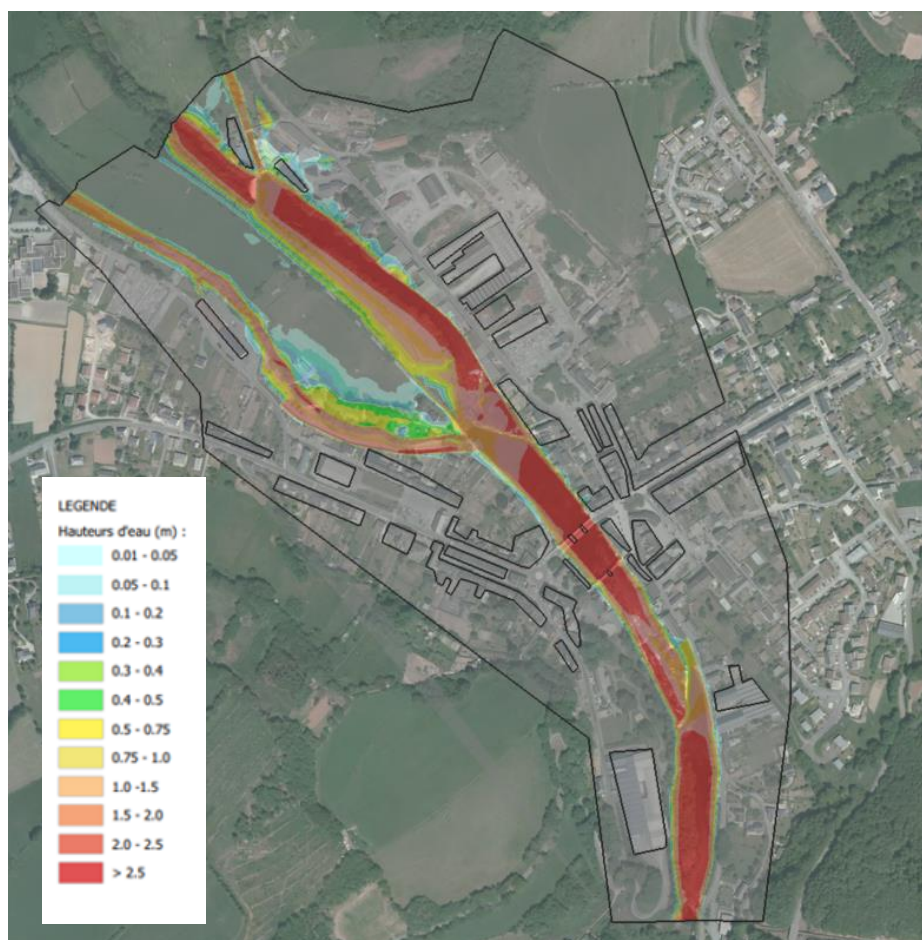


Illustration 28 : Inondabilité pour une occurrence de crue 10 ans

Crue d'occurrence 20 ans

L'emprise des zones inondables est globalement similaire avec une extension plus importante au droit du stade et des hauteurs d'eau légèrement plus importantes au droit des enjeux cités.

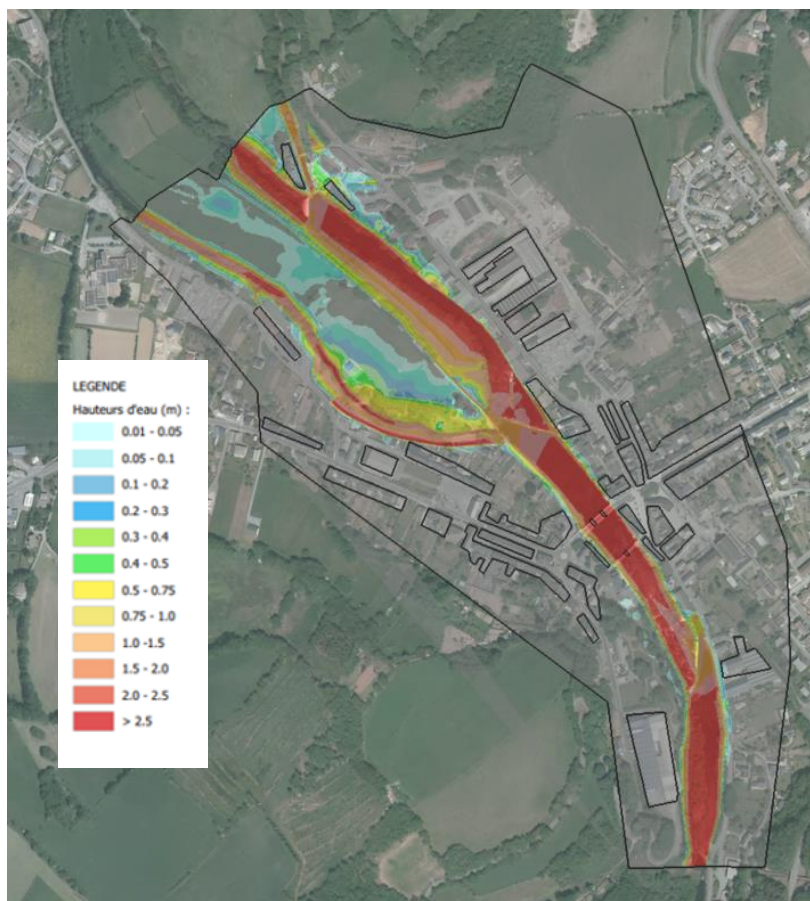


Illustration 29 : Inondabilité pour une crue d'occurrence 20 ans

Crue d'occurrence 50 ans

L'intégralité du champ majeur concernant le camping, le stade et le champ est inondé. Les hauteurs d'eau sont plus importantes que les occurrences précédentes au droit des enjeux cités et peuvent atteindre 80 à 90 cm.

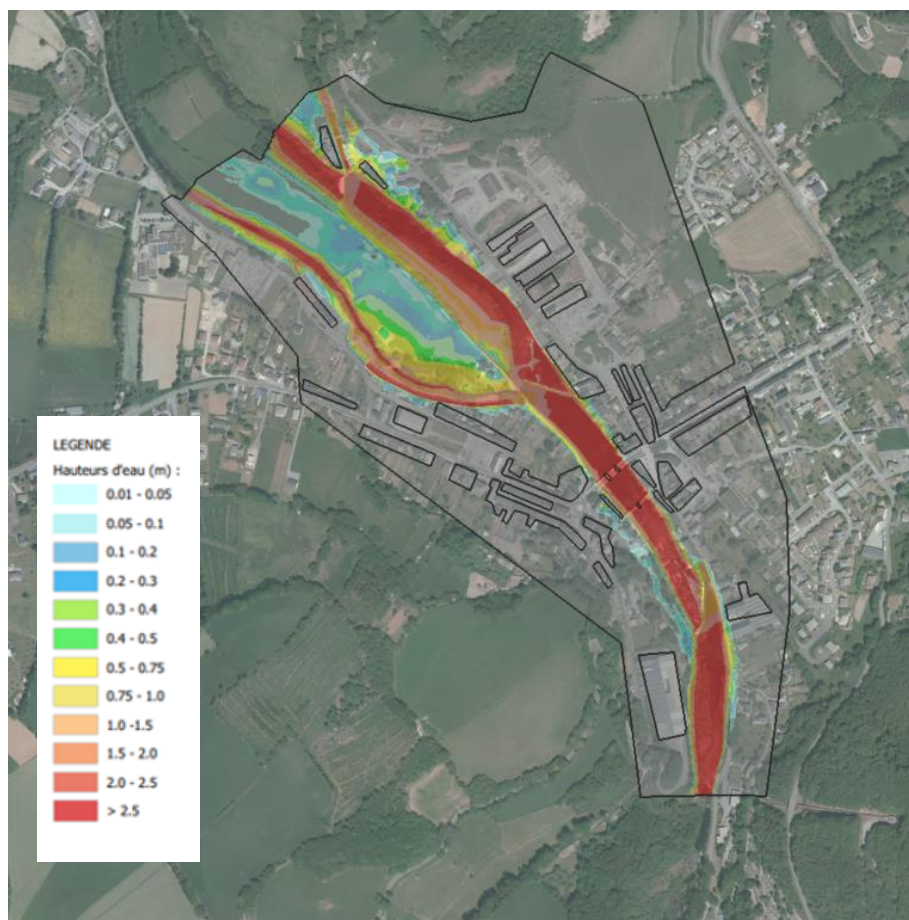


Illustration 30 : Inondabilité pour une occurrence 50 ans

Synthèse sur les enjeux

Le tableau qui suit récapitule le nombre d'enjeux bâtis concernés par les inondations en fonction des occurrences des crues :

Occurrence de crue	Q5	Q10	Q20	Q50
Nombre de Bâtis	4	6	15	17
	+ le camping	+ le camping	+ le camping	+ le camping

Tableau 11 : Nombres de bâtis concernés par les inondations

B. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT DE REDUCTION DE L'IMPACT DES CRUES



En fonction du diagnostic, il a été identifié les points noirs hydrauliques sur le secteur. L'objectif est de proposer des solutions d'aménagement visant à réduire l'impact des crues au droit des bâtis impactés.

Dans la mesure du possible, des solutions pouvant permettre également de mettre la nature et les écosystèmes au cœur des aménagements ont été privilégiées, ceci pour réduire les risques d'inondation, mais aussi pour l'amélioration des cadres de vie, c'est-à-dire des solutions fondées sur la nature.

Les solutions réfléchies sont les suivantes :

- L'augmentation du gabarit du pont (le double pont en réalité) pour retrouver la largeur réelle du lit mineur de la Durenque ;
- L'augmentation de la capacité de la zone d'expansion de crue afin de favoriser l'étalement dans le champ et ainsi limiter les hauteurs d'eau au niveau des enjeux ;
- La mise en place de protection rapprochée, de type batardeaux, au niveau de chaque enjeu concerné par les inondations ;

Les paragraphes suivants s'attachent à présenter, pour chacun de ces aménagements, les caractéristiques, l'incidence hydraulique.

B.I. SCENARIOS D'AMENAGEMENT

B.I.1. Noailhac

B.I.1.1. Solution 1 : Ouverture du gabarit du pont

La première solution envisageable est la reprise du pont afin d'agrandir la section de passage et d'ainsi moins contraindre les écoulements.

Pour rappel le pont est constitué de l'enchaînement de deux ouvrages :

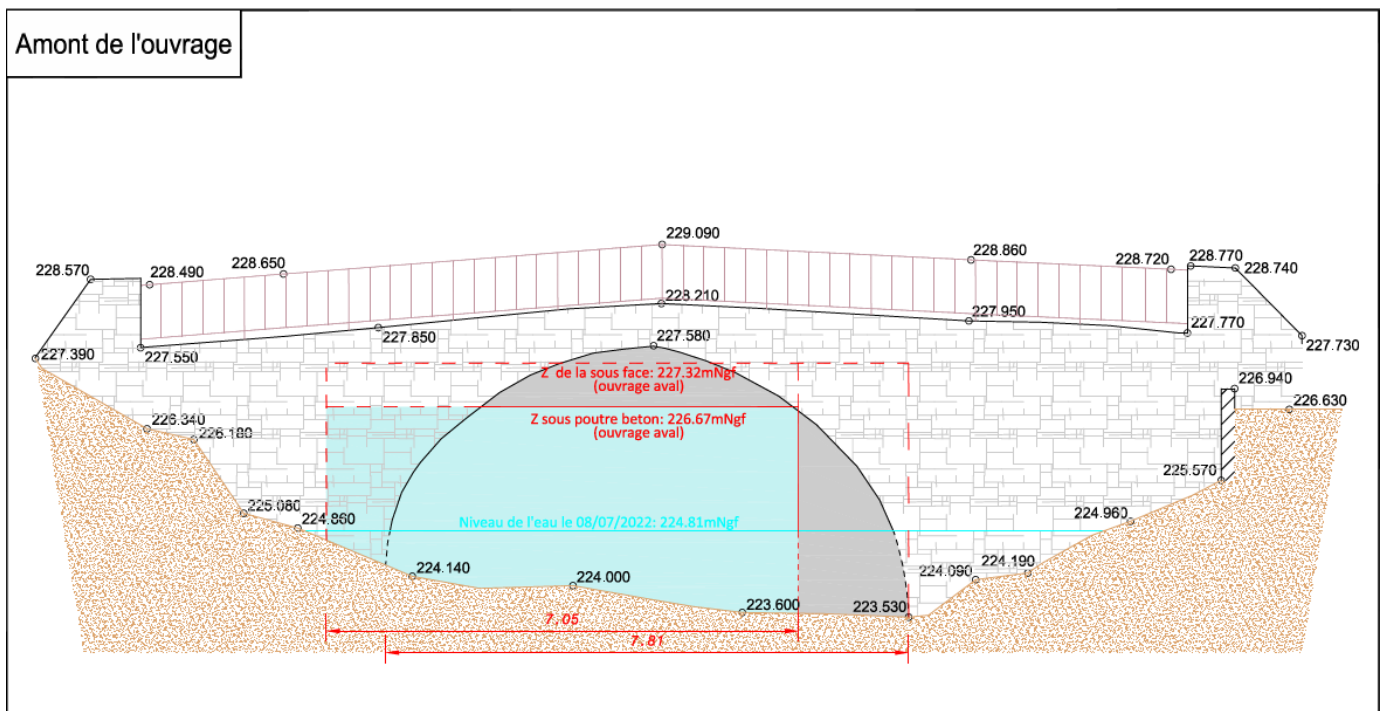


Illustration 31 : Vue de l'amont du pont

La disposition des deux ouvrages limite les écoulements sur environ 7 mètres de large alors que le lit de la Durenque fait en moyenne 11 mètres de large sur le secteur.

Des simulations de ce scénario ont été réalisées pour les différentes occurrences afin d'analyser l'impact de la reprise de l'ouvrage sur les lignes d'eau lors des crues.

Analyse des impacts

Ce réaménagement du pont permet une ouverture de la section d'écoulement ce qui a pour conséquence directe un impact assez important sur les hauteurs d'eau.

En effet, pour une crue d'occurrence 2 ans il y a une différence jusqu'à 25 cm d'eau en amont immédiat du pont et dans le champ d'expansion de la crue. Cette diminution des hauteurs d'eau est moins importante à mesure que l'occurrence de la crue augmente pour atteindre tout de même environ 10 cm pour une crue d'occurrence 100 ans.

En revanche, cette ouverture entraîne une réhausse de la ligne d'eau à l'aval immédiat de l'ouvrage, de l'ordre de 10 à 25 cm. Cette réhausse s'étale sur une centaine de mètres après l'ouvrage mais dans des proportions moindres (2 à 10 cm de réhausse).

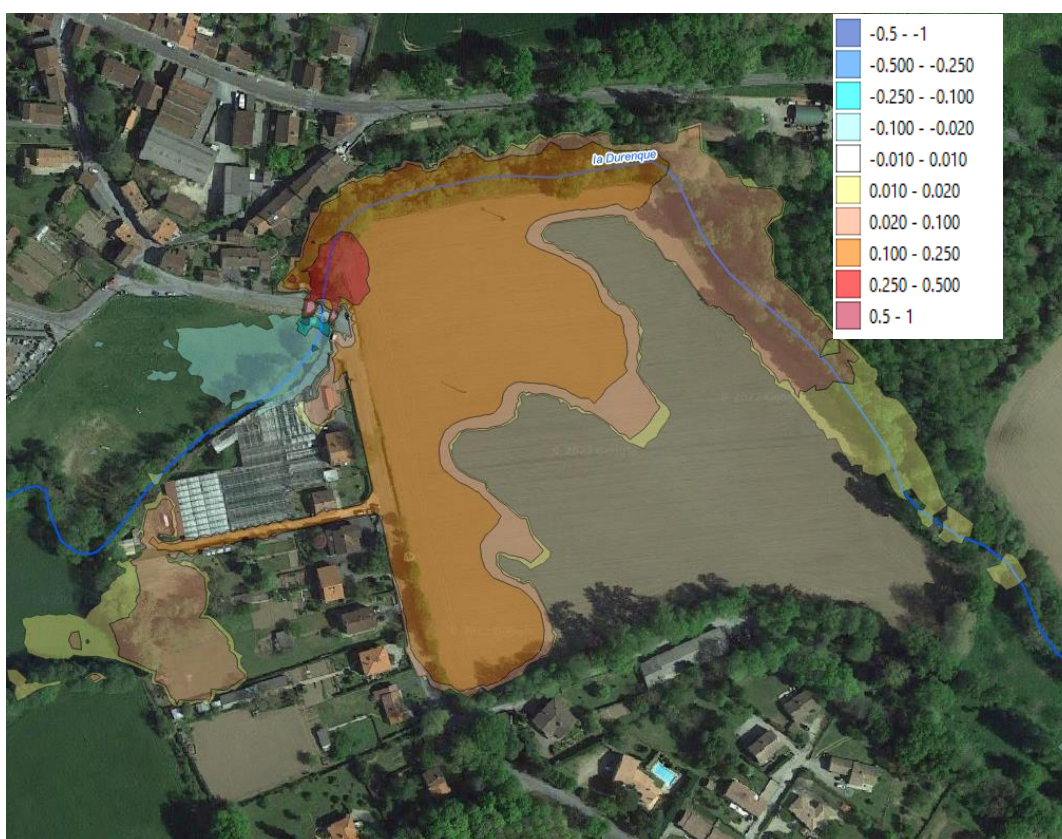


Illustration 32 : Incidence pour la crue biennale (Etat actuel - Etat projet) (m)

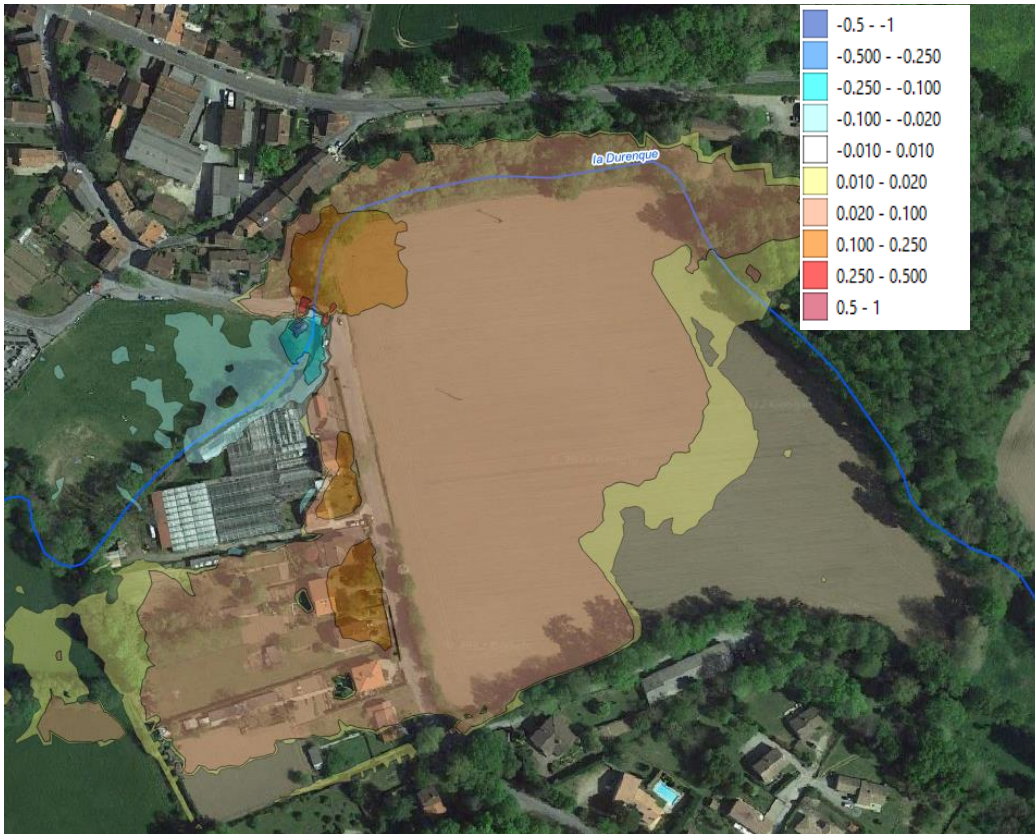


Illustration 33 : Incidence pour la crue centennale (Etat actuel - Etat projet) (m)

Concernant les bâtis, le tableau suivant récapitule en fonction de l'occurrence de la crue le nombre de bâtis concernés par les inondations :

Occurrence de crue	Q2	Q5	Q10	Q50	Q50	Q100
Etat actuel	1 + les serres	4 + les serres	6 + les serres	6 + les serres	6 + les serres	6 + les serres
Etat projet 1	1 + les serres	1 + les serres	1 + les serres	6 + les serres	6 + les serres	6 + les serres

Tableau 12 : Nombres d'enjeux concernés par les inondations

Synthèse

Ce principe d'aménagement à un impact important sur les lignes d'eau permettant de réduire l'impact de la présence de l'ouvrage et ainsi faciliter le déroulement de la crue.

B.I.1.2. Solution 2 : Aménagement de la ZEC

Le champ situé en amont du pont est naturellement une zone d'expansion de crue qui est mise en eau dès les crues fréquentes.

Le scénario d'aménagement envisagé est le décaissement d'une vingtaine de centimètres du champ afin d'élargir la section d'écoulement avec pour objectif d'abaisser les niveaux d'eau au droit des enjeux situés en bordure de la Durenque. Les simulations de ce scénario d'aménagement ont été faites sur les mêmes crues statistiques qui ont permis l'analyse de l'état actuel afin de pouvoir comparer les hauteurs d'eau obtenues.

Le décaissement réalisé pour la simulation en état projet est fait de la manière suivante :



Illustration 34 : Illustration du scénario 2 aménagement de la ZEC

Le décaissement concerne environ 13 000 m³ de terre. L'incidence de ce scénario vis-à-vis de l'état actuel a été observée pour des crues fréquentes et des crues plus importantes.

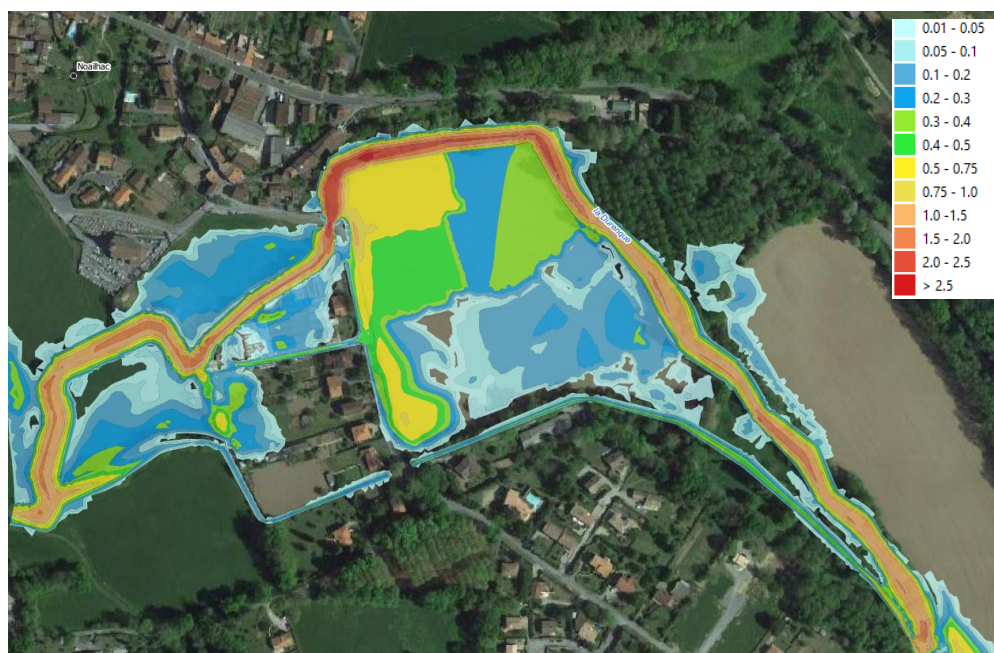


Illustration 35 : Hauteurs d'eau en état projet pour une crue d'occurrence 2 ans

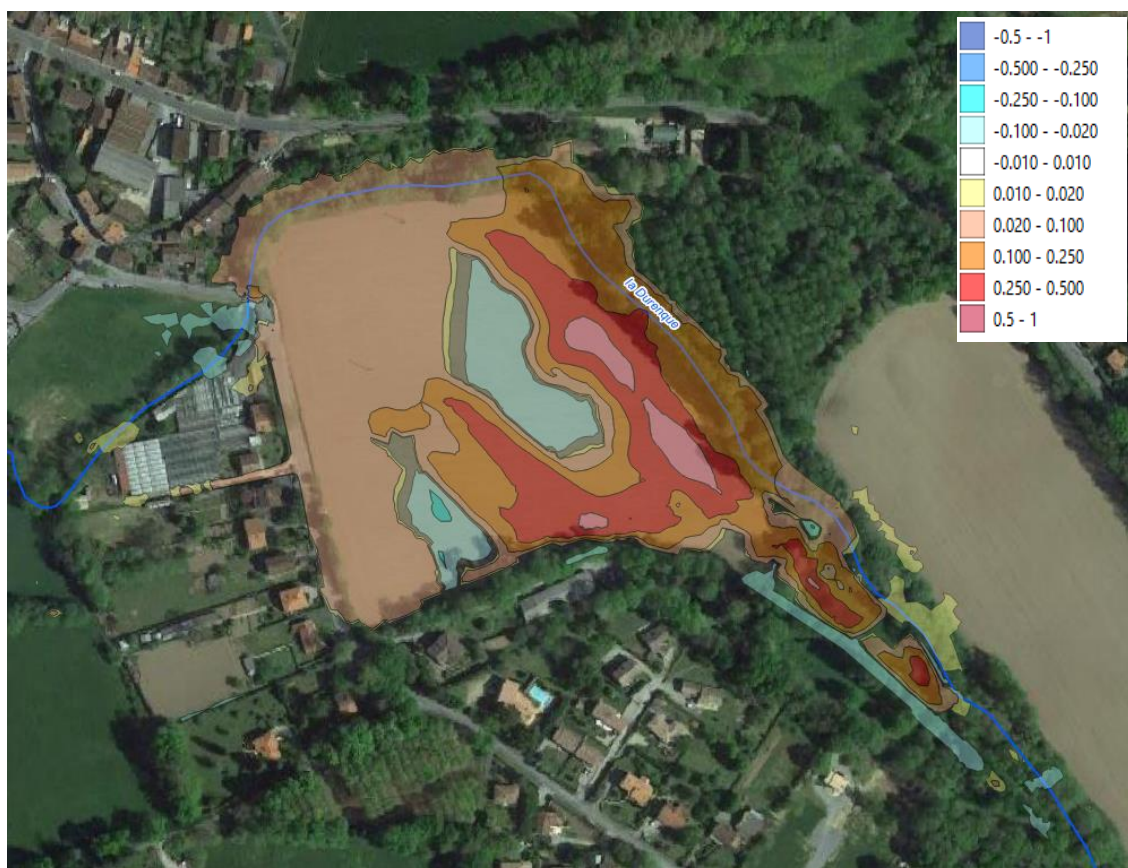


Illustration 36 : Incidence entre l'état actuel et projet (aménagement de la ZEC) – Q2

Pour une crue biennale l'aménagement de la ZEC conduit à une incidence uniquement au droit de la ZEC et que très localement sur les enjeux situés en rive gauche de la Durenque. Cette solution n'a donc pas un impact fort en termes de protection des enjeux. Il en est de même pour des crues plus importantes où le décaissement de la zone n'exerce pas une influence importante sur le déroulement de la crue.



Illustration 37 : Incidence entre l'état actuel et l'état projet (aménagement de la ZEC)

B.I.1.3. Solution 3 : Protection rapprochée

Actuellement, les riverains vivant dans les habitations en bord de la Durenque ont mis en place des planches, jouant le rôle de batardeaux, afin de bloquer les eaux à distance de leurs habitations. Les planches sont plus ou moins résistantes comme en témoignent les événements de 2020 où une des planches protégeant les serres à céder.

Une des solutions envisageables est la mise en place de protection directement au droit des enjeux ciblés comme à risque avec la mise en place de batardeaux étanches et solides. Cette solution permet de protéger à moindre coût les quelques habitations pour des crues de faibles occurrences.

Les parcelles concernées par cette solution ne doivent pas excéder 80 cm d'eau, il y a donc six parcelles qui sont concernées par cette solution de protection :



Illustration 38 : Hauteurs d'eau sur les parcelles potentiellement concernées par de la protection rapprochées (Crue centennale)

B.I.1.4. Aménagement du chemin

Lors de la reconnaissance sur le terrain une solution avait été identifiée. Cette dernière consiste à réaménager le chemin longeant les serres afin de favoriser l'évacuation des eaux de la ZEC vers l'aval de la Durenque.



Illustration 39 : solution d'aménagement 4

Il faut ainsi reprendre l'avenue Constantin de Boissezon de manière à créer un point bas au niveau de l'entrée du chemin pour ainsi favoriser le passage de l'eau sur ce dernier qui est déjà en état actuel un exutoire aux eaux de la ZEC.

Cependant, cette solution n'a qu'une réelle efficacité pour de faibles débits car l'exutoire est rapidement contraint par les hauteurs d'eau dans la Durenque qui jouent un rôle de contrôle aval limitant ainsi les débits sur le chemin.

B.I.2. Brassac

B.I.2.1. Solution 5 : Mobilisation de la Zone d'Expansion de crue

A la vue des résultats sur Brassac, il a été réfléchi à une solution d'aménagement permettant de mobiliser plus fréquemment la zone d'expansion de crue au bord de l'Agout en rive gauche. Il a ainsi été projeté les aménagements suivants :

- Arasement de la banquette en rive gauche pour plusieurs scénarii de hauteurs allant de 0.5 m à 1 m.
- Suppression du mur afin de favoriser les débordements sur la zone d'expansion projeté

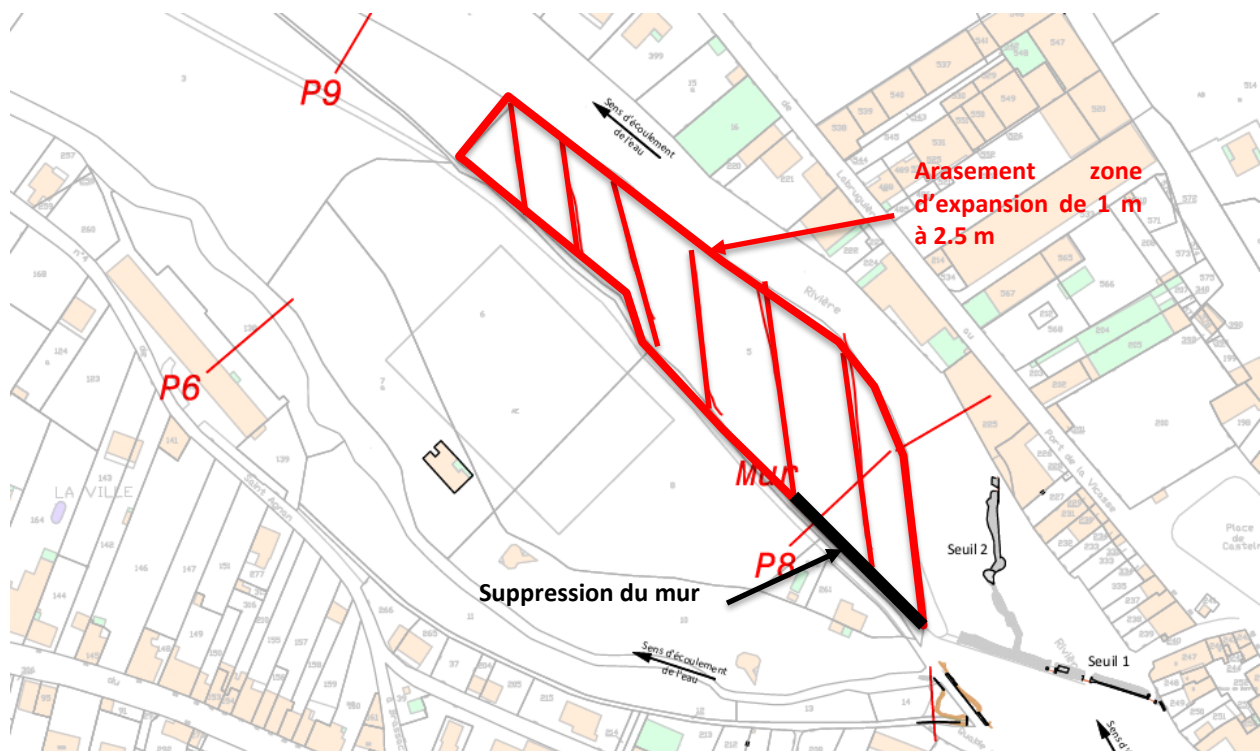


Illustration 40 : solution d'aménagement 5

Les modélisations hydrauliques ont mis en évidence que l'intérêt de cet aménagement était globalement réduit vis-à-vis des enjeux habités existants. En effet, du fait de la configuration du lit et de l'inondabilité importante du secteur, l'efficacité n'est visible que pour les occurrences d'inondabilité fréquente.

Des simulations de ce scénario ont été réalisées pour les différentes occurrences afin d'analyser l'impact de la reprise de l'ouvrage sur les lignes d'eau lors des crues.

Analyse des impacts

L'arasement de la banquette et la suppression du mur permettent une ouverture de la section d'écoulement ce qui a pour conséquence directe un impact assez important sur les hauteurs d'eau. Cet aménagement fait intervenir un volume de décaissement d'environ 17 000 m³.

Pour des crues d'occurrence 5 et 10 ans, une différence jusqu'à 35 cm d'eau est observée dans le lit de l'Agout. Le niveau d'eau est diminué en aval de la zone d'aménagement ainsi qu'en amont et au droit de la branche secondaire de l'Agout qui borde le camping et la maison de santé. Cette diminution des hauteurs d'eau est moins importante à mesure que l'occurrence de la crue augmente mais reste tout de même à 20 cm pour une crue d'occurrence 50 ans.

En revanche, l'arasement de la banquette et la suppression du mur entraînent une accélération des vitesses d'écoulement au droit du dernier seuil, ce qui provoque une légère réhausse de la ligne d'eau de l'ordre de 5 à 10 cm en fonction des différentes occurrences. Cette réhausse s'étale sur une cinquantaine de mètres à l'aval du seuil dans le lit mineur de l'Agout pour les occurrences 5 et 10 ans et déborde en champs majeur pour les occurrences de crue 20 et 50 ans.

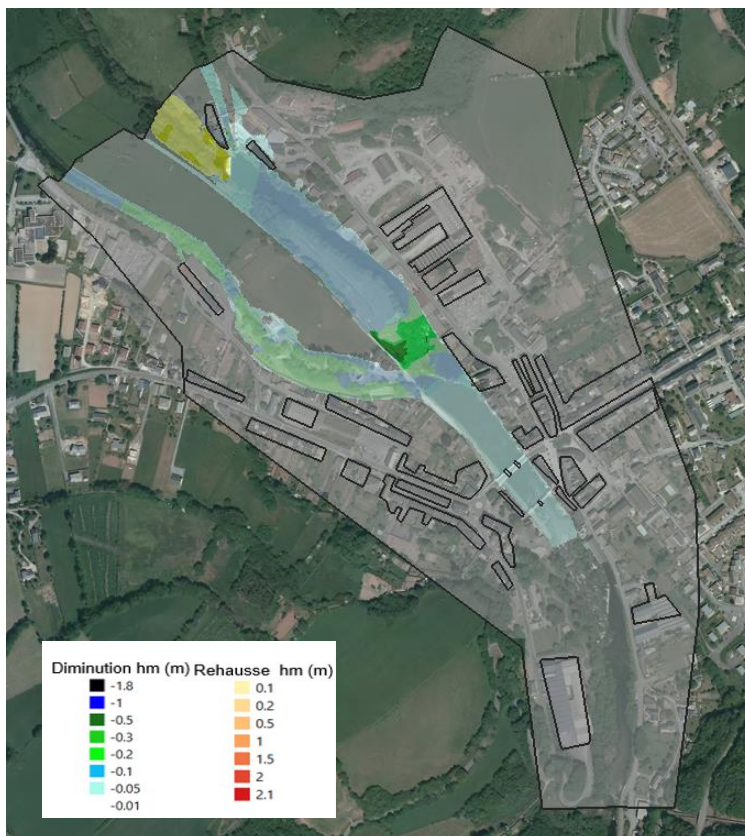


Illustration 41 : Incidence pour la crue biennale (Etat actuel - Etat projet) (m)

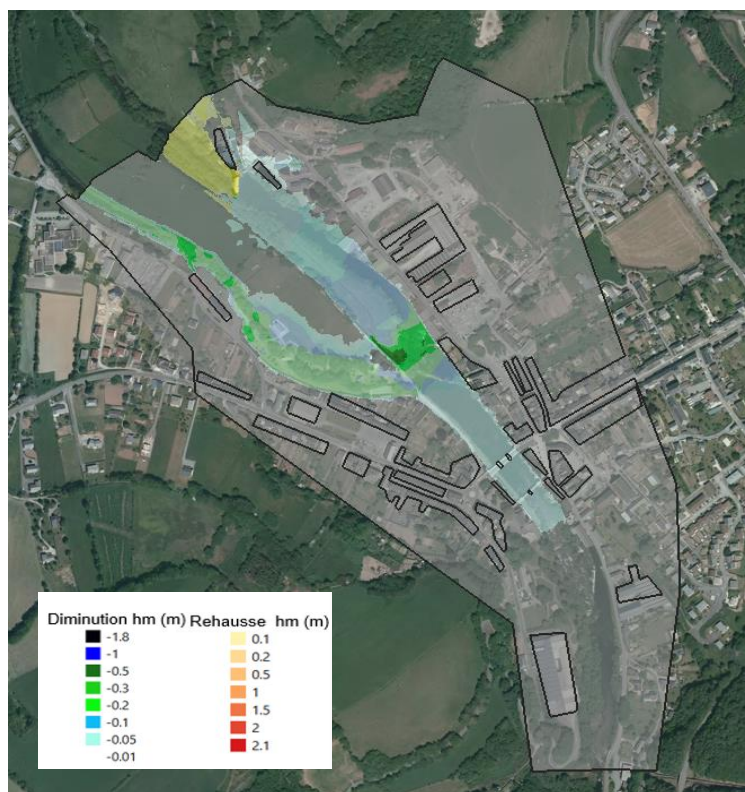


Illustration 42 : Incidence pour la crue décennal (Etat actuel - Etat projet) (m)

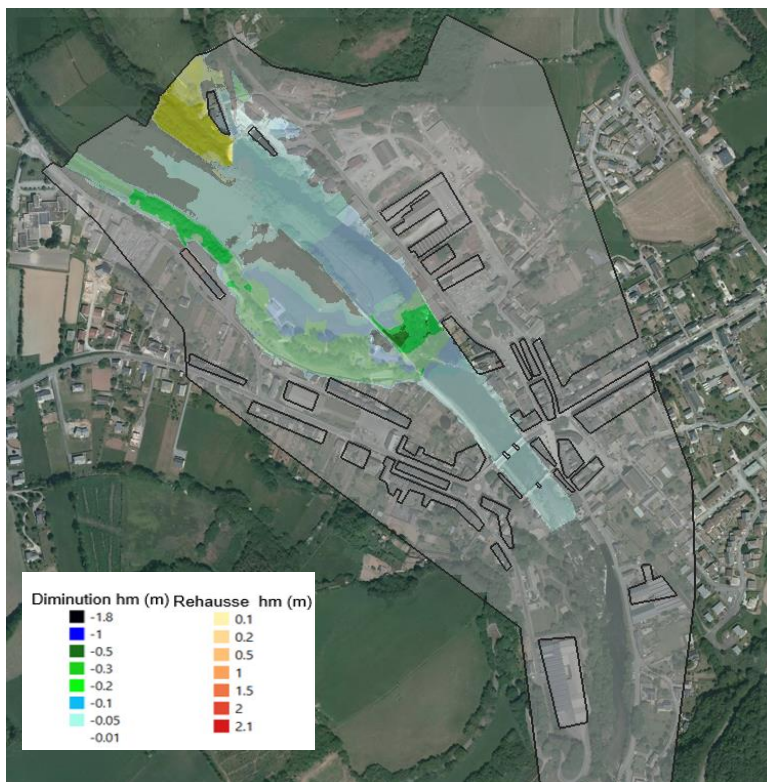


Illustration 43 : Incidence pour la crue vicennale (Etat actuel - Etat projet) (m)

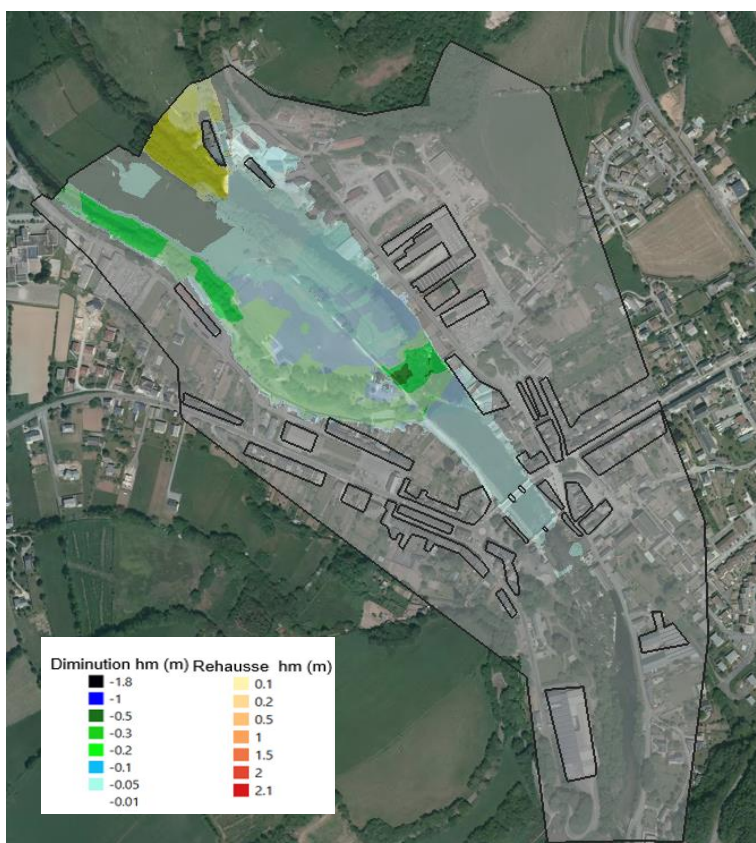


Illustration 44 : Incidence pour la crue cinquantennale (Etat actuel - Etat projet) (m)

Concernant les bâtis, le tableau suivant récapitule en fonction de l'occurrence de la crue le nombre de bâtis concernés par les inondations :

Occurrence de crue	Q5	Q10	Q20	Q50
Etat actuel	4 <i>+ le camping</i>	6 <i>+ le camping</i>	15 <i>+ le camping</i>	17 <i>+ le camping</i>
Etat projet 1	4 <i>+ le camping</i>	6 <i>+ le camping</i>	15 <i>+ le camping</i>	17 <i>+ le camping</i>

Tableau 13 : Nombres d'enjeux concernés par les inondations

Synthèse

Ce principe d'aménagement à un impact important sur les lignes d'eau permettant de réduire le niveau d'eau et faciliter le déroulement de la crue. Cependant, il ne diminue pas suffisamment les niveaux d'eau au droit des différents enjeux.

B.II. SYNTHÈSE

L'étude hydraulique a permis de mettre en évidence les points noirs hydraulique qui engendre les débordements au droit des enjeux bâtis. Il apparaît que l'inondabilité des terrains est très fréquente avec des enjeux touchés dès la crue biennale pour l'ensemble des zones d'étude.

L'analyse des solutions d'aménagement potentiel a mis en évidence que les gains hydrauliques n'étaient notables que pour les occurrences de crue fréquentes (2 à 10 ans). Une recherche d'efficacité plus importante et pour des crues rares reviendrait à envisager des modifications structurelles importantes, telles qu'un recalibrage du lit ou bien l'endiguement rapproché des enjeux. Ces aménagements n'ont pas été étudiés dans la présente étude étant donné le peu d'enjeux impactés.

En conclusion, il apparaît nécessaire de mixer les solutions d'aménagement avec des propositions de travaux pour une efficacité permettant de limiter l'inondabilité pour les occurrences fréquentes (solution 1 et 2) et de protéger les enjeux bâtis pour des crues rares par la mise en place de batardeaux (hors serres).

Etant donné que les hauteurs d'eau sont inférieures à 80 cm même pour une crue centennale, la mise en place de protections rapprochées (batardeaux) paraît également réaliste et limite les coûts d'investissement. Des études complémentaires sont nécessaires pour aboutir à un programme d'action coordonné.