Syndicat Mixte Interdépartemental
de la Vallée de la Lèze

CARTOGRAPHIE DES SECTEURS SUBMERGES

Rapport d'étude

Aout 2017

SMIVAL

Place de l'Hôtel de Ville
31410 SAINT SULPICE SUR LÈZE
tél : 05 61 87 38 49 ou 05 61 87 24 11
fax : 05 61 87 24 11
smival@wanadoo.fr – wwww.smival.fr

Rédacteur :

ISL Ingénierie – Sud Ouest
15 rue du Maréchal Harispe
64500 Saint-Jean-de-Luz
Tél. : +33 5 59 85 14 55
Fax : +33 5 59 85 33 16
www.isl.fr

SOMMAIRE

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS 3

2 ETAPE 1 : FONCTIONNEMENT DU BASSIN VERSANT ET ANALYSE HYDROLOGIQUE 4

2.1 Fonctionnement du bassin versant 4

2.1.1 Caractéristiques du bassin versant 4

2.1.2 Géomorphologie de la vallée 5

2.1.3 Stations hydrométriques existantes 6

2.1.4 Autres données hydrologiques 7

2.2 Analyse hydrologique 8

2.2.1 Analyse pluviométrique générale 8

2.2.2 Ajustements statistiques aux stations 10

2.2.3 Evolution des débits de pointe sur le bassin versant 10

2.3 Analyse préliminaire de l'inondabilité du territoire 13

3 ETAPE 2 : MISE EN ŒUVRE DES OUTILS DE MODELISATION HYDRAULIQUE 17

3.1 Modélisation hydraulique 1D de la Lèze 17

3.1.1 Préambule 17

3.1.2 Vérification et modification du modèle hydraulique existant 18

3.1.3 Limite de la modélisation hydraulique 19

3.1.4 Conclusion 20

3.2 Modélisation hydraulique 2D sur le secteur de Le Fossat 21

3.2.1 Emprise et topologie du modèle 21

3.2.2 Construction du maillage 22

3.2.3 Intégration de la topographie 23

3.2.4 Conditions aux limites 25

3.2.5 Coefficient de rugosité et représentativité du modèle hydraulique 2D 26

3.3 Modélisation hydraulique 2D sur le secteur de Lézat à Saint-Sulpice 30

3.3.1 Emprise et topologie du modèle 30

3.3.2 Construction du maillage 31

3.3.3 Intégration de la topographie 32

3.3.4 Conditions aux limites 35

3.3.1 Coefficient de rugosité et représentativité du modèle hydraulique 2D 37

3.4 Prise en compte des apports intermédiaires 41

4 CHOIX DES SCENARIOS HYDROLOGIQUES ET REALISATIONS DES ATLAS 43

4.1 Choix des scénarios hydrologiques 43

4.1.1 Débits de débordements dans les zones à enjeux 43

4.1.2 Sectorisation de la vallée de la Lèze 49

4.1.3 Choix des stations de références et informations cartographiées 49

4.1.4 Choix des scénarios 49

4.2 Méthodologie pour la réalisation des atlas 51
4.2.1 Constructions des classes de hauteurs d'eau 51
4.2.2 Cartographie des scénarios 52

ANNEXE 1 : BIBLIOGRAPHIE 53

ANNEXE 2 : ATLAS CARTOGRAPHIQUE 54

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

La vallée de la Lèze, située entre la vallée de la Garonne et de l'Ariège, a connu de nombreuses crues au cours des dernières décennies, entrainant des dommages importants sur les enjeux humains, matériels et économiques de la vallée.

Dans l'optique de répondre à cette problématique, le Syndicat Mixte Interdépartemental de la Vallée de la Lèze (SMIVAL) s'efforce depuis 2003 à mettre en œuvre une politique de prévention et de gestion du risque inondation, à l'échelle du bassin versant. Dans ce cadre-là, plusieurs études hydrauliques et hydrologiques ont été réalisées, conduisant notamment à la mise en place d'un Programmes d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) en 2008.

Lors de l'inondation particulièrement intense de juin 2000, la sécurité des personnes a été fortement menacées (225 personnes évacuées à Saint-Sulpice-sur-Lèze, 170 patients évacués d'une clinique à Lagardelle-sur-Lèze, plus de 500 habitations sinistrées à Labarthe-sur-Lèze).

Afin d'améliorer la gestion de crise sur l'ensemble de la vallée de la Lèze (de Pailhès jusqu'à Labarthe-sur-Lèze), une étude cartographie des zones submergées en fonction des hauteurs à l'échelle de la station de prévision ainsi qu'au niveau des autres échelles limnimétriques. C'est l'objet du présent rapport.

Cette mission est découpée en 3 étapes :

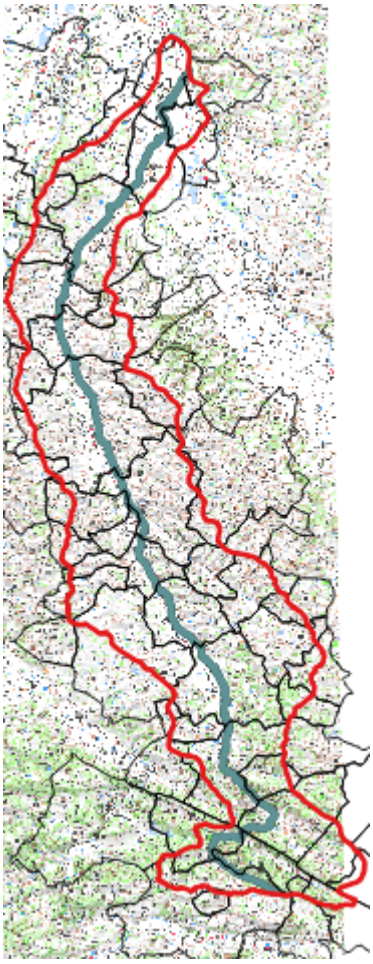
- Etape 1 : Fonctionnement du bassin versant et analyse hydrologique,
- Etape 2 : Mise en œuvre des outils de modélisations hydrauliques (nouveaux modèles 2D et validation du modèle 1D existant),
- Etape 3 : Choix des scénarios hydrologiques et réalisations des atlas.

2 ETAPE 1 : FONCTIONNEMENT DU BASSIN VERSANT ET ANALYSE HYDROLOGIQUE

2.1 Fonctionnement du bassin versant

2.1.1 Caractéristiques du bassin versant

La Lèze est un affluent de l'Ariège qui prend sa source sur la commune de la Bastide-de-Sérou dans le massif de Plantaurel, à une altitude de 550 m. De 70 km de long, le cours d'eau a une orientation générale Sud – Nord et rejoint l'Ariège sur la commune de Labarthe-sur-Lèze, à une altitude d'environ 160 m. Cette confluence se situe 8 km en amont de la confluence Ariège/Garonne.



Le bassin versant de la Lèze est caractérisé par une forme très allongée (K_G>2)[1], pour une surface totale drainée de 351 km^2 (Figure 1).

La géologie générale du bassin versant s'inscrit dans les molasses du bassin Aquitain, soit des formations argilo-limoneuses, plus ou moins sableuses.

En termes d'occupation du sol, le bassin versant de la Lèze est essentiellement agricole (84% de la surface du bassin) et forestier sur sa partie amont (14% de la surface du bassin). Les secteurs urbains ne représentent que 2% de la surface du bassin versant.[2]

Le profil en long de la vallée présente plusieurs secteurs bien déterminés (Figure 2) :

- en pente forte de la source à Pailhès (> 1%),
- en pente moyenne de Pailhès au Fossat (0,4%),
- en pente relativement faible du Fossat à la confluence (0,2%).

[1] K_G correspond à l'indice de compacité de Gravelius, fonction du périmètre et de l'aire du bassin versant [$K_G = P/ (2.(\pi A)^{0,5})$]

[2] Ces estimations sont réalisées à partir des données Corine Land Cover 2012

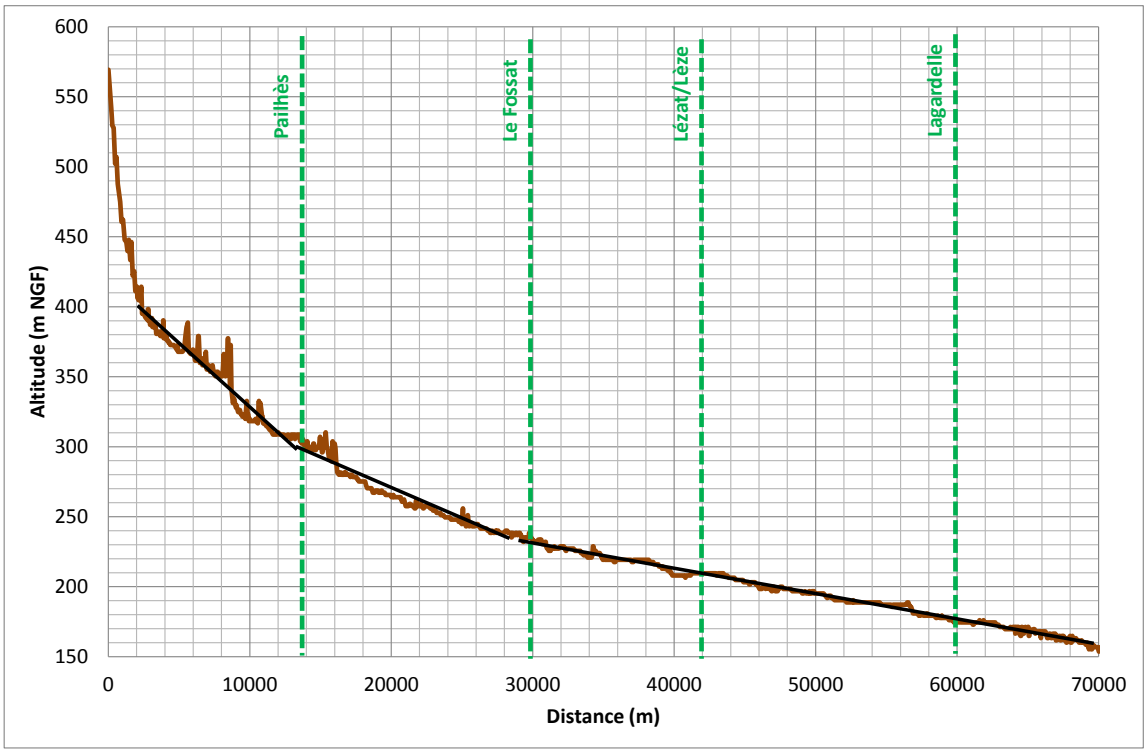


Figure 2 : Profil en long de la vallée (source : BD Alti 75 m de l'IGN)

De ces éléments est déduit le comportement hydrologique du bassin suivant :

- les apports latéraux à la Lèze sont plutôt diffus sans influence d'affluents marquée (hormis, le Latou dont le bassin versant représente 46 km^2),
- le ruissellement parait prédominant devant l'infiltration vue les surfaces agricoles présentes,
- les crues de la Lèze sont des crues de propagation, particulièrement sur le secteur aval.

2.1.2 Géomorphologie de la vallée

Depuis sa source, la vallée de la Lèze est relativement encaissée jusqu'à Pailhès, d'une largeur de 100 à 150 m. Ce tronçon est, de plus, contrôlé par la présence du barrage de Mondely.

En aval de Pailhès, la vallée s'élargie pour atteindre 300-400 m, jusqu'à la confluence avec le Latou, sur la commune de St-Ybars. En aval de cette confluence et jusqu'à Lagardelle-sur-Lèze, la largeur de la vallée est d'environ 600-700 m. Le lit majeur est principalement constitué de vastes parcelles agricoles (champs, prairies), munies de réseaux de drainage captant les ruissellements de coteaux. Sur tout le tronçon médian de la Lèze, le cours d'eau est par endroits perché par rapport à la plaine, formant ainsi en crue des grandes étendues d'eau ne revenant pas directement à la rivière.

A partir de Lagardelle-sur-Lèze, la rivière correspond à un large cône alluvial très plat et évasé, directement connecté à la plaine alluviale de l'Ariège. En crue, les écoulements empruntent les cheminements les plus bas pouvant correspondre à des ruisseaux secondaires et des fossés agricoles contournant la Lèze pour rejoindre directement l'Ariège.

Sur l'ensemble du linéaire entre Pailhès et Labarthe-sur-Lèze, la Lèze est longée par une route départementale (RD919 puis RD4) faisant localement obstacle à l'étalement de la crue.

2.1.3 Stations hydrométriques existantes

Sur le bassin versant de la Lèze, 4 stations hydrométriques sont disponibles pour la prévision et l'observation des crues (Tableau 1).

Sur la Lèze, seule la station du Fossat est une station de prévision des crues, les autres étant des stations d'observation (crue et/ou étiage).

Code station	Cours d'eau	Commune	Surface du bassin	Période d'observation	Fiabilité[3]	Utilisation
O1814010	Lèze	Pailhès	70 km^2	2009-2016	Station fiable en crue	Observation
O1824010	Lèze	Le Fossat	120 km^2	1989-2009[4]	Informations uniquement sur les hauteurs mesurées – pas de loi de tarage disponible	Prévision
O1844020	Lèze	Lézat-sur-Lèze	237 km^2	1968-2016	Station fiable en crue	Observation
O1874010	Lèze	Labarthe-sur-Lèze	351 km^2	1968-2016	Station fiable uniquement à l'étiage	Observation
O1712510	Ariège	Auterive	3 450 km^2	1966-2016	Bonne en haute eaux d'après la fiche synthèse BanqueHydro	Prévision

Tableau 1 : Caractéristiques des stations hydrométriques disponibles

Ainsi, les stations hydrométriques sur le bassin versant sont globalement fiables en crue hormis la station de Labarthe-sur-Lèze qui est fiable uniquement à l'étiage d'après la DREAL.

Sur cette station de Labarthe-sur-Lèze, plusieurs analyses existantes permettent de quantifier les incertitudes en crue :

- dans son étude de 2001 [1][5], INGEROP précise que le plus fort jaugeage réalisé à cette station était de 90.5 m^3/s (en mars 1971); de plus, il est précisé dans le document que la capacité du lit mineur est estimé à 85 m^3/s ;
- lors du jaugeage de la crue de janvier 2014 [4], EAUCEA évalue le débit de cette crue à Beaumont-sur-Lèze à 120 m^3/s, lorsque la donnée bancarisée de la DREAL indique 87 m^3/s.

Les points de jaugeages disponibles ont été fournis par la DREAL (cf. figure suivante). Ils sont essentiellement concentrés pour les débits d'étiage inférieurs à 7 m^3/s.

[3] La fiabilité des stations provient des analyses réalisées dans les études existantes ou les informations disponibles dans les fiches synthèses de la Banque Hydro

[4] Données disponibles dans l'étude hydraulique de la Lèze réalisée en 2011-2012 par la CACG pour le SMIVAL [5]

[5] Les numéros entre crochet [X] renvoient à la bibliographie en Annexe 1. La synthèse des études et données disponibles réalisée dans le rapport de phase 1 de la présente étude (Etude hydraulique du secteur aval – ISL, 2016).

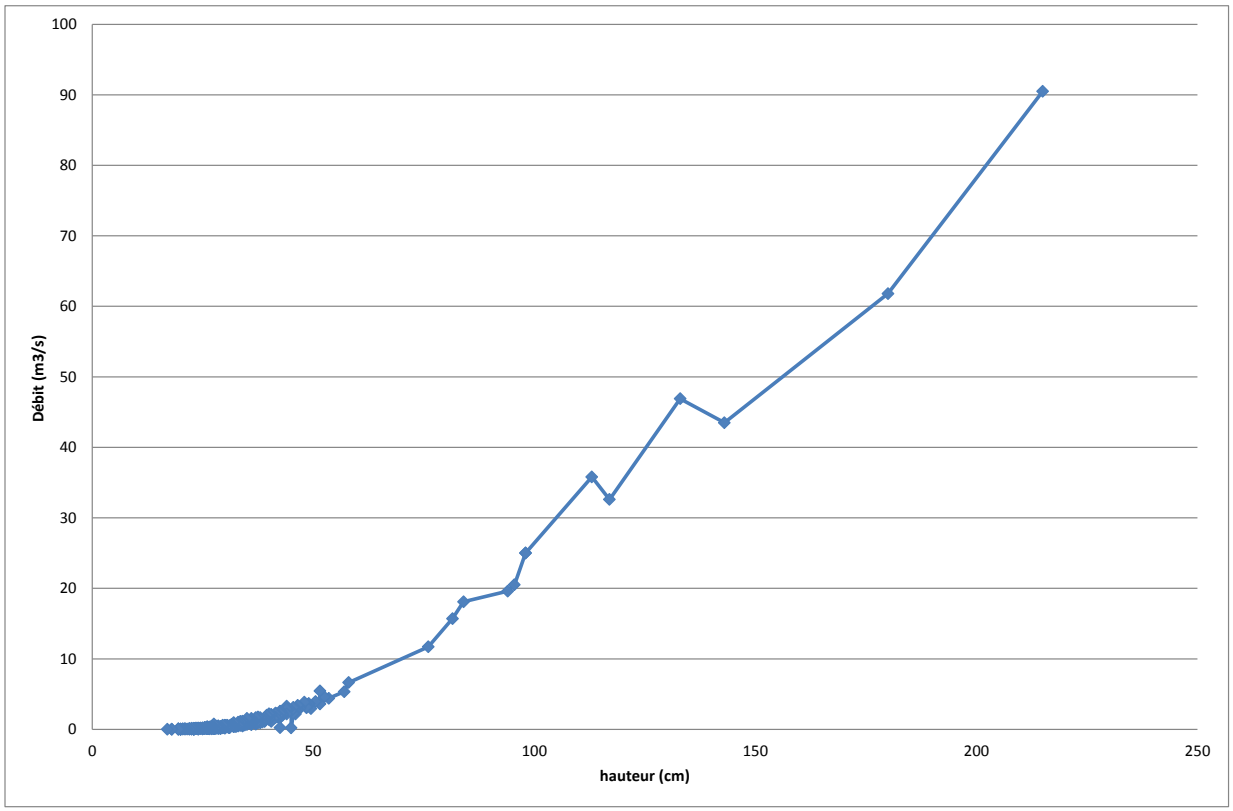


Figure 3 : Jaugeages à la station de Labarthe-sur-Lèze

2.1.4 Autres données hydrologiques

Outre l'exploitation des débits observés aux stations hydrométriques, l'analyse hydrologique s'appuie sur :

- les résultats de l'étude hydraulique globale de la Lèze menée en 2011 par la CACG pour le SMIVAL [5],
- les données SHYREG-débit disponibles sur la Lèze : cette base de données fournie, en plusieurs points de la Lèze, l'estimation des débits de pointe du cours d'eau pour des périodes de retour comprises entre 2 et 1000 ans.

Ces données sont exploitées en complément des analyses aux stations pour confirmer et étendre les résultats à l'ensemble du bassin versant.

En effet, le nombre limité et les périodes d'observation aux stations ne permettent pas de disposer d'un échantillon de mesures suffisamment dense pour caractériser le fonctionnement hydrologique sur l'ensemble du bassin versant : notamment, la période d'observation sur la partie amont du bassin versant (2009-2016 à la station de Pailhès) rend difficile l'analyse de la corrélation des crues entre l'amont et l'aval du bassin.

2.2 Analyse hydrologique

2.2.1 Analyse pluviométrique générale

La pluviométrie générale sur le bassin versant est analysée à partir de deux sources d'information :

1. La base de données AURELHY fournissant la pluviométrie moyenne annuelle sur le territoire,
2. Les cartes de pluies extrêmes observées issues du site pluiesextremes.meteo.fr.

Cette analyse permet d'identifier la typologie des évènements à l'origine des fortes crues de la Lèze.

La carte des données AURELHY sur le bassin versant (Figure 4) met en avant une certaine homogénéité de la pluviométrie annuelle sur le bassin versant, autour de 700-800 mm/an. Des valeurs plus fortes (jusqu'à 1 000 mm) sont observées localement sur une petite partie amont du bassin versant.

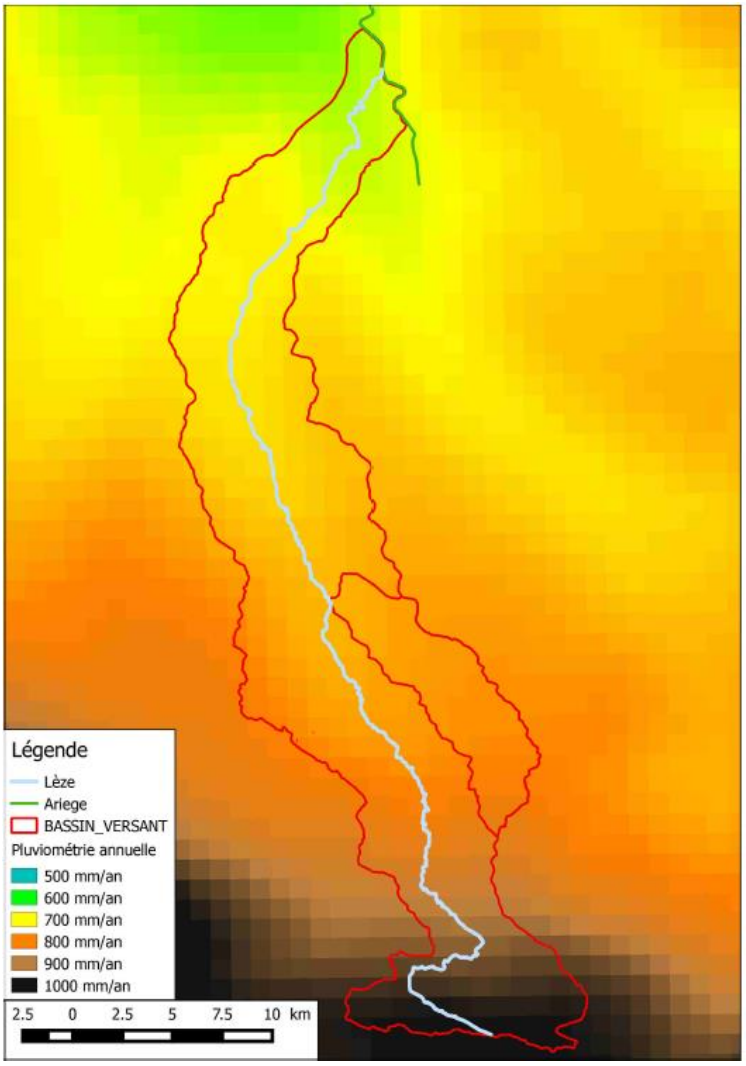


Figure 4 : Répartition des pluies annuelles moyennes sur le bassin versant de la Lèze

Les cartes des pluies extrêmes observées permettent d'analyser si cette répartition moyenne annuelle se retrouve également sur les évènements intenses occasionnant des crues sur la Lèze.

Les cartes des pluies de forts évènements observés sur la Lèze sont extraites de la base de données pluiesextremes.meteo.fr :

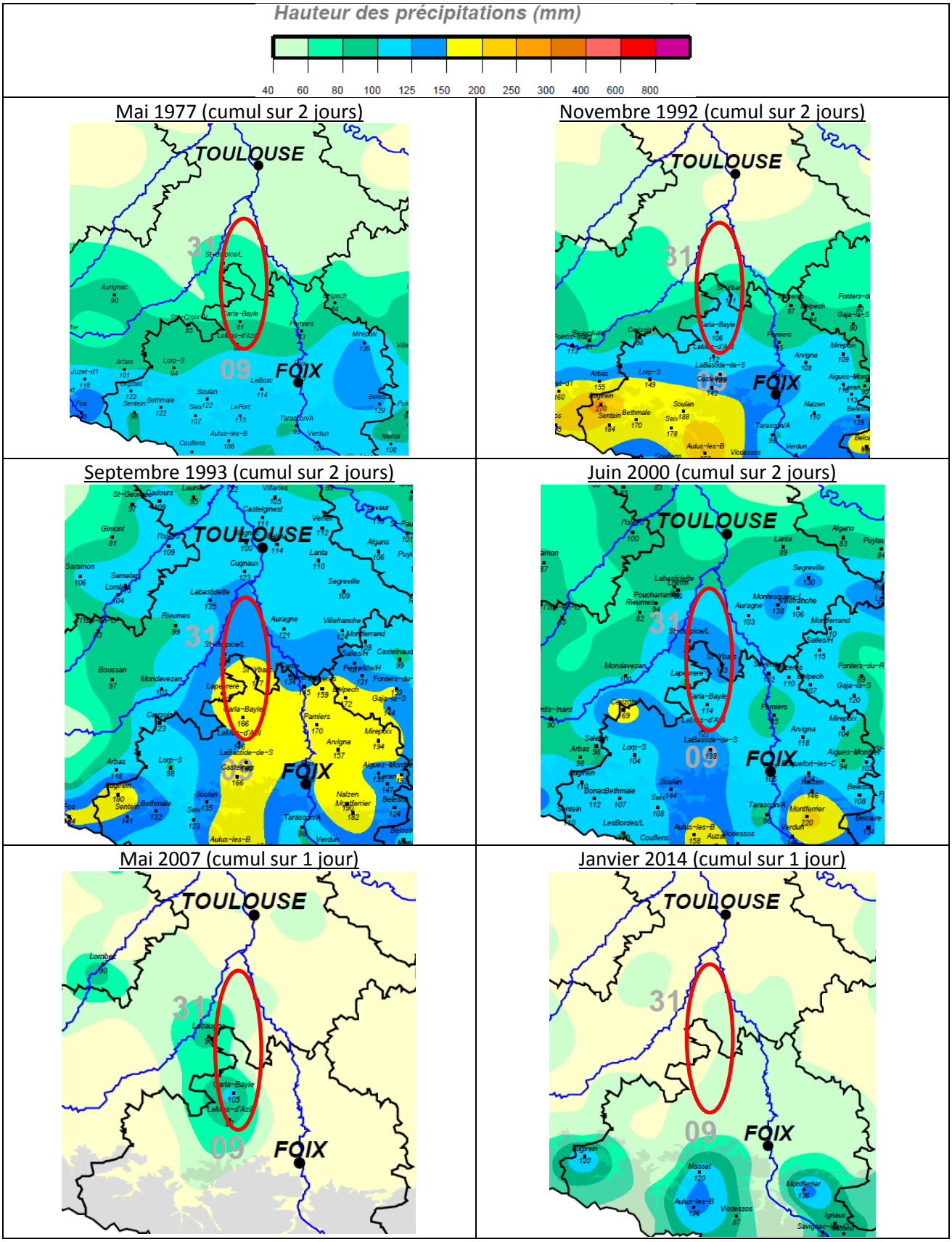


Figure 5 : Cartes des pluies ayant engendrés des fortes crues mesurées sur la Lèze (cumul sur une durée de 1 j ou 2j)

Ces cartes montrent que, de manière générale, il existe une certaine homogénéité des pluies occasionnant des crues sur le bassin versant de la Lèze. Néanmoins, sur la moitié des évènements (mai 1977, novembre 1992 et septembre 1993), un gradient pluviométrique Sud->Nord est observé.

2.2.2 Ajustements statistiques aux stations

L'analyse statistique des débits mesurés aux stations de la Lèze ne peut se faire que sur les stations de Lézat-sur-Lèze et Labarthe-sur-Lèze, la station de Pailhès ne disposant pas d'une chronique suffisamment grande. Sur la station du Fossat, seules les hauteurs d'eau sont bancarisées, faute de la disponibilité d'une loi de tarage validée. Néanmoins, l'étude hydraulique de 2011 a permis de proposer une loi de tarage établie à partir d'une modélisation hydraulique locale. Les débits issus de cette analyse sont exploités pour réaliser un ajustement statistique.

Les analyses aux stations de Lézat et Labarthe ont déjà été menées dans le cadre de l'étude hydraulique de la Lèze aval[6]. Les résultats sont complétés par l'analyse sur la station du Fossat.

L'estimation des débits décennaux aux stations a été confrontée aux autres valeurs disponibles (SHYREG-débit et étude CACG) :

Q10	Q_P Le Fossat	Q_P Lézat	Q_P Labarthe
Surface	120 km^2	237 km^2	351 km^2
Ajustements aux stations	54-67 m^3/s	82-98 m^3/s	116 m^3/s
Résultats CACG	52 m^3/s	80 m^3/s	77 m^3/s
Valeurs SHYREG-débit	60 m^3/s	95 m^3/s	126 m^3/s

Tableau 2 : Estimation du débit décennal aux stations et confrontation avec les valeurs existantes

Sur la partie amont du bassin versant (Le Fossat, Lézat), les résultats sont cohérents entre les 3 sources d'information. En revanche, l'analyse menée conduit à réévaluer à la hausse les débits de référence sur la Lèze par rapport aux valeurs retenues lors de l'étude de 2011-2012 sur la partie aval du bassin versant (Labarthe-sur-Lèze) [5].

Ainsi, sur l'ensemble du bassin versant, il est proposé de retenir les valeurs SHYREG-débit, cohérentes avec les observations aux stations :

	Q_P Le Fossat	Q_P Lézat	Q_P Labarthe
T = 10 ans	60 m^3/s	95 m^3/s	126 m^3/s
T = 20 ans	74 m^3/s	117 m^3/s	156 m^3/s
T = 50 ans	98 m^3/s	153 m^3/s	204 m^3/s
T = 100 ans	119 m^3/s	186 m^3/s	249 m^3/s
T = 1000 ans	218 m^3/s	340 m^3/s	456 m^3/s

Tableau 3 : Rappel des débits de référence proposés à Lézat et Labarthe

2.2.3 Evolution des débits de pointe sur le bassin versant

Pour pouvoir établir des scénarios hydrologiques cohérents sur le bassin versant, l'évolution des débits de pointe de l'amont vers l'aval du bassin est analysée à partir des données SHYREG-débit, des résultats de l'étude CACG et des informations ponctuelles disponibles aux stations hydrométriques.

[6] Rapport ISL 2016 : « 16F-004-RS-2_Rapport_phase1_bibliographie-hydrologie-methode_v1 »

2.2.3.1 Exploitation des données SHYREG-débit

Le graphique ci-après présente l'évolution du débit de pointe obtenu par la méthode SHYREG, sur le bassin versant pour plusieurs périodes de retour.

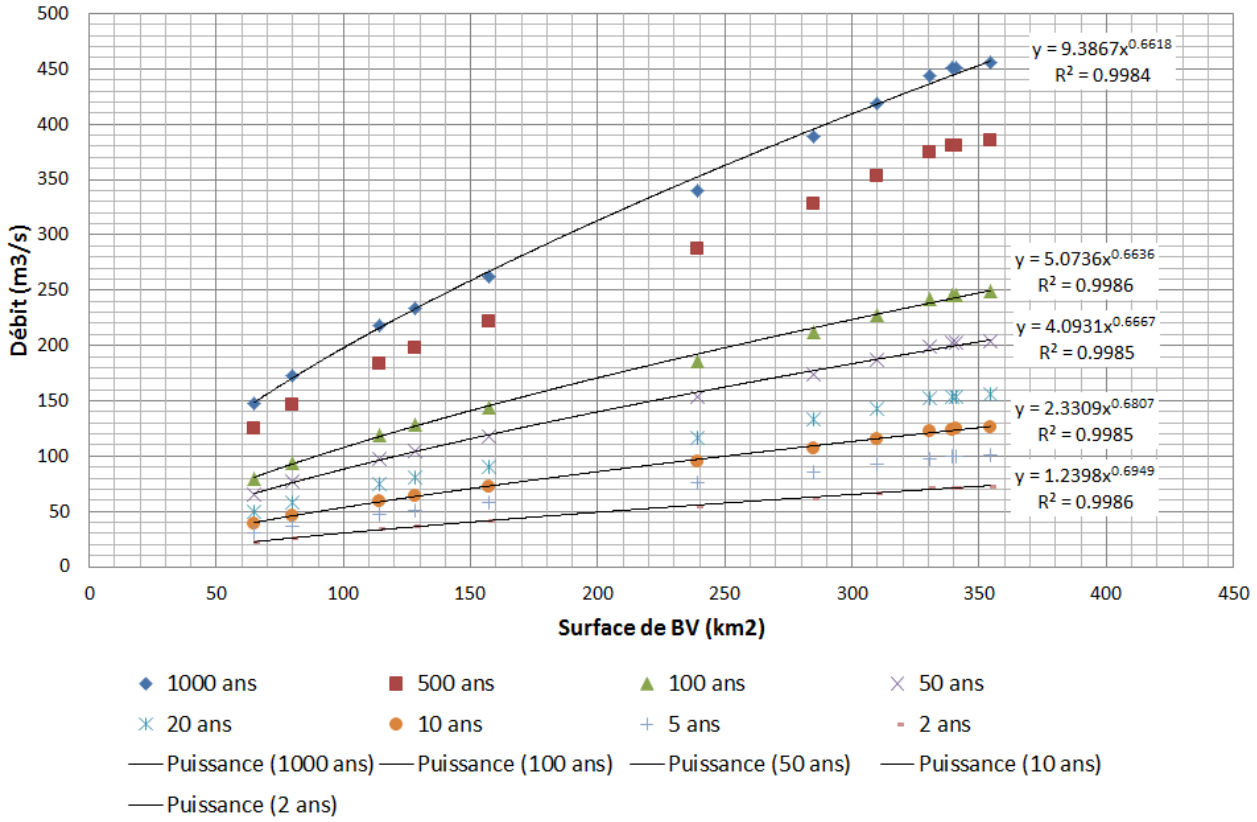


Figure 6 : Evolution des débits SHYREG sur le bassin versant

Cette évolution est de la forme « $Q_P = A \times S^B$ », A et B étant deux paramètres fonction de la période de retour et S la surface du bassin drainé. Cette forme s'apparente à une loi de Meyer, avec pour paramètre régional B, variant dans le cas de la Lèze entre 0,66 et 0,70.

Ainsi, en fixant la station du Fossat comme station de référence hydrologique, il est possible de calculer le débit de pointe en tout point du cours d'eau par la relation suivante :

$$Q_P = \frac{Q_{LE\ FOSSAT}}{S_{LE\ FOSSAT}{}^{B}} \times S^B, \text{ avec } B \in [0{,}66\,;\,0{,}70]$$

2.2.3.2 Comparaison avec les résultats de l'étude CACG [5]

Les tendances identifiées ci-avant avec les données SHYREG sont comparées aux résultats de l'étude menées en 2011 par la CACG. Cette comparaison est menée pour les crues de période de retour 10, 50 et 100 ans.

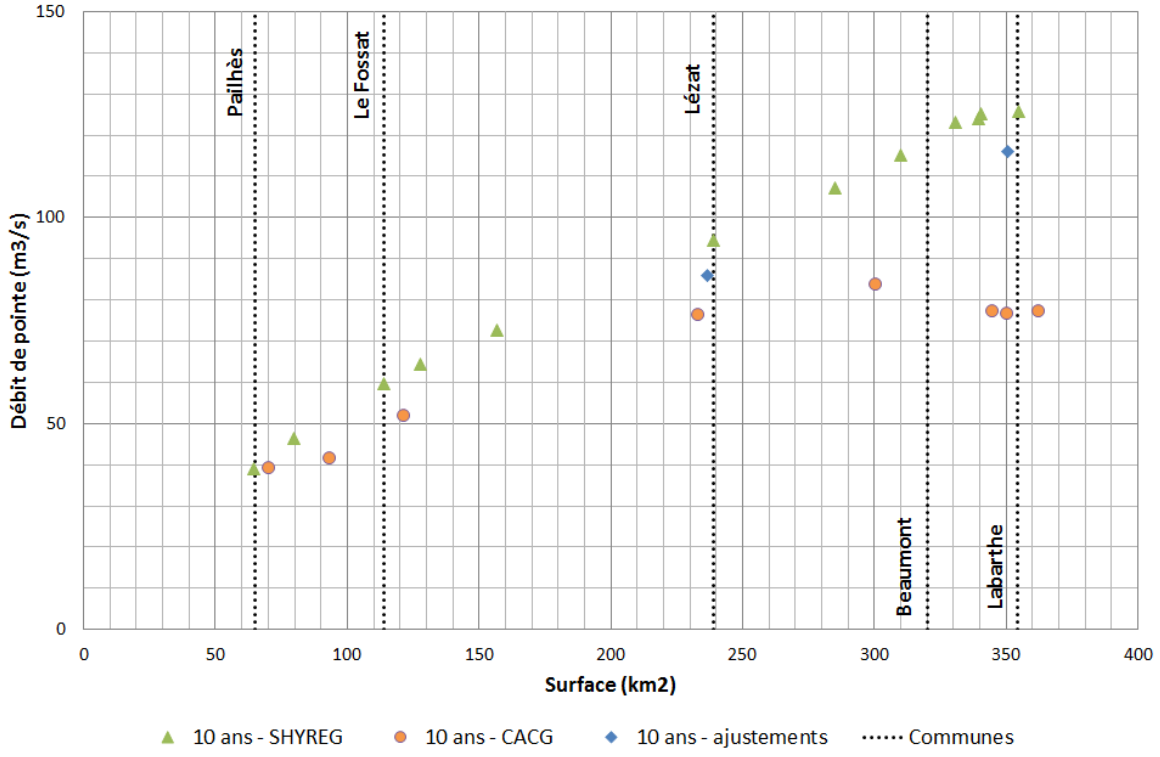


Figure 7 : Comparaison des tendances pour la crue décennale

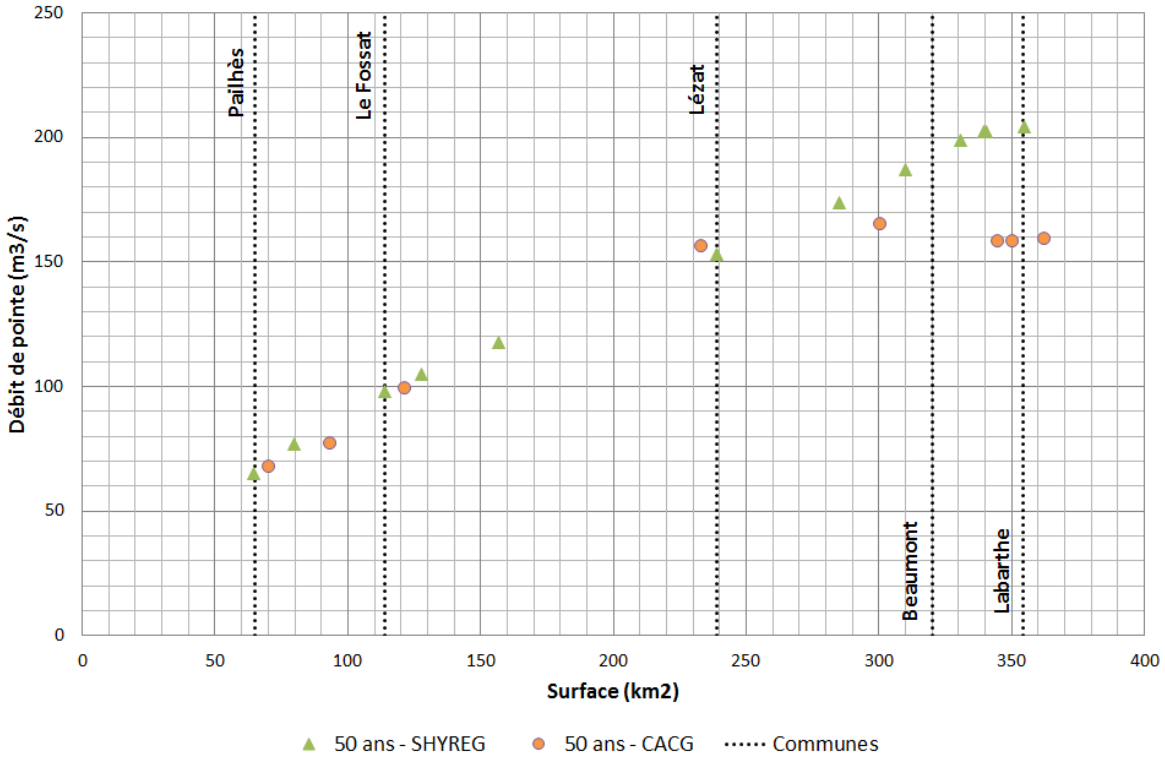


Figure 8 : Comparaison des tendances pour la crue cinquantennale

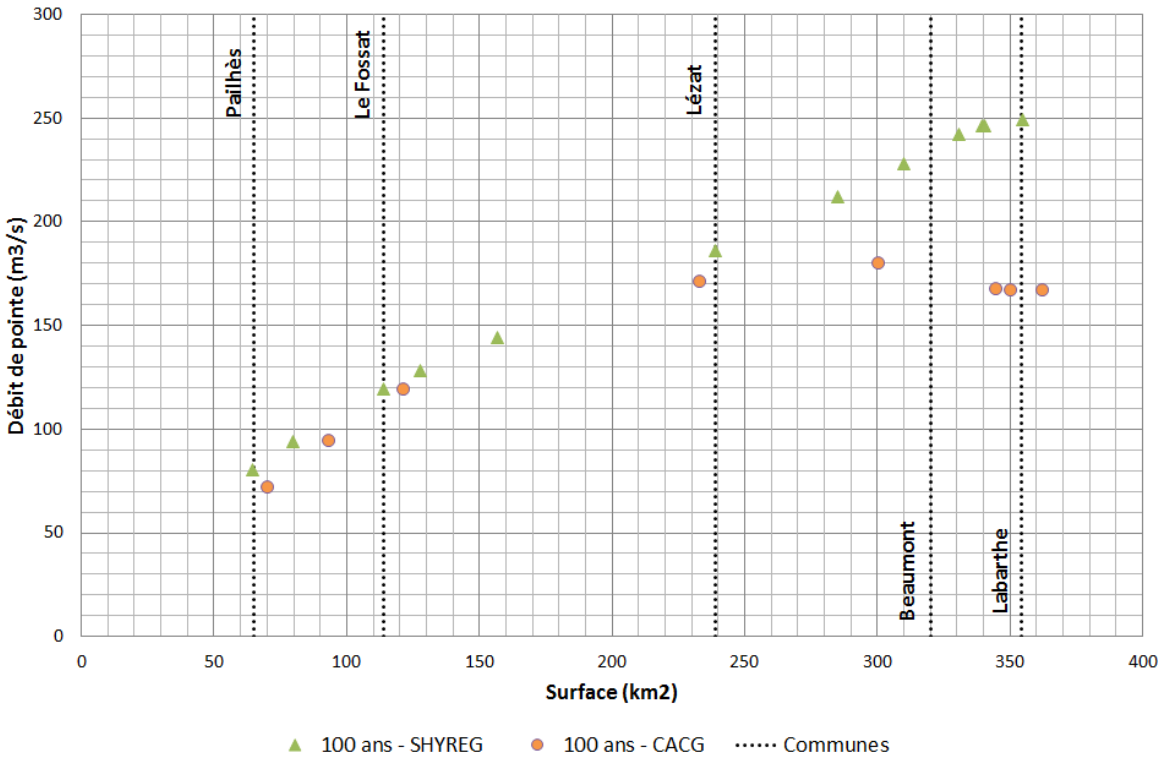


Figure 9 : Comparaison des tendances pour la crue centennale

Ces graphiques montrent que sur la partie amont du bassin versant, les données SHYREG-débit sont cohérentes avec les résultats de l'étude CACG et de l'ajustement statistique à la station de Lézat (pour la crue décennale).

Sur la partie aval, cette cohérence ne se retrouve pas, à savoir :

- les données SHYREG-débit correspondent à une loi puissance, traduisant une augmentation du débit de pointe en fonction de la surface de bassin versant drainé (cf. §2.2.3.1),
- l'étude CACG propose une stagnation du débit de pointe à partir de Lézat, traduisant l'effet de laminage de la vallée qui compense les apports latéraux relativement diffus sur ce bassin versant.

Cet effet de laminage ne se retrouvant pas dans les ajustements des chroniques aux stations de Lézat et Labarthe (augmentation de 30% du débit entre les deux stations pour les crues observées), **il est proposé de retenir les valeurs de la méthode SHYREG** pour caractériser les scénarios d'inondation à venir.

2.3 Analyse préliminaire de l'inondabilité du territoire

L'analyse préliminaire de l'inondabilité du territoire est menée à partir des données hydrauliques disponibles, à savoir les enveloppes des crues de période de retour 20 et 50 ans, ainsi qu'une reconstitution de la crue de juin 2000, issues de l'étude hydraulique de 2011.

L'analyse de ces résultats permet, dans un premier temps de scinder le territoire en 3 secteurs :

- la commune de Pailhès, caractérisée par une vallée encaissée et des débordements relativement limités jusqu'à la crue de juin 2000,
- le secteur aval (à partir du pont de la RD12 sur la commune de Lagardelle), caractérisé par de larges zones d'écoulements en lit majeur mobilisées ou non en fonction de l'intensité de la crue,
- entre les deux, une vallée de la Lèze caractérisée par un lit majeur mobilisé dès la crue de période de retour 20 ans, qui s'élargit d'amont vers l'aval.

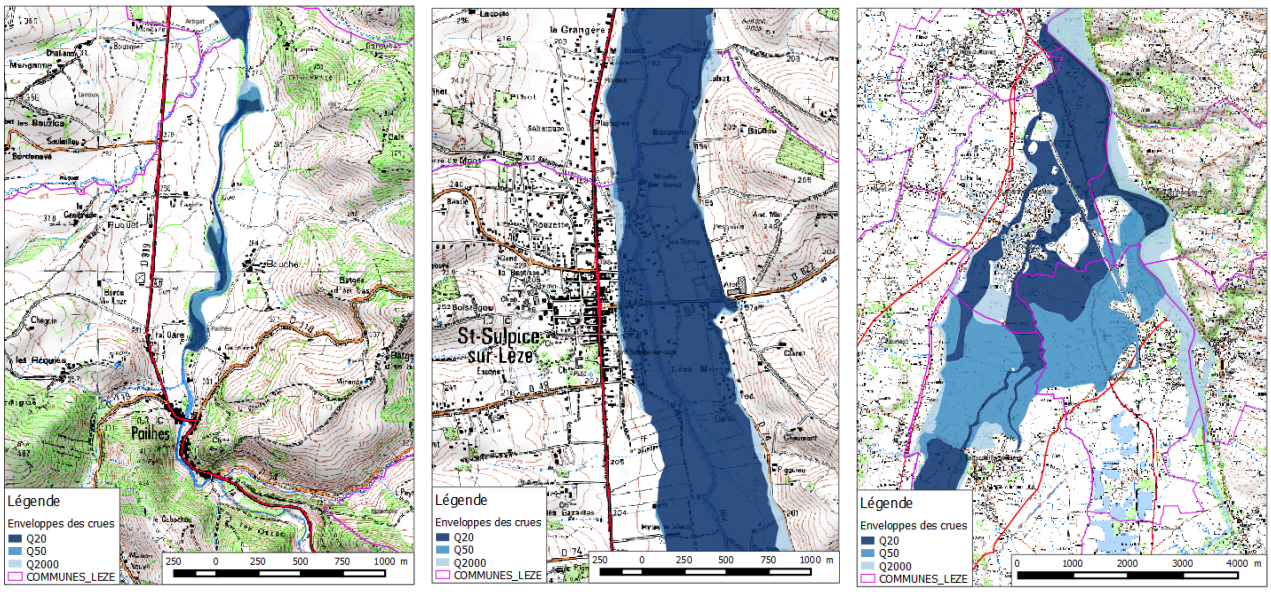


Figure 10 : Fonctionnement général du territoire : à gauche, la vallée encaissée à Pailhès / au milieu, la vallée élargie de la Lèze à Saint-Sulpice / à droite, le cône alluvial de la Lèze aval

A partir de cette analyse préliminaire, des tendances se dégagent quant à la définition des scénarios d'inondation sur les communes à l'étude :

- Sur la commune de Pailhès, les premiers enjeux touchés sont en limite de zone inondable pour la crue de type juin 2000. Les scénarios d'inondation devront correspondre à des crues plus importantes (centennale et au-delà) ;
- Entre les communes de Pailhès et Lagardelle-sur-Lèze, les enveloppes des 3 crues disponibles sont globalement peu différentes entre elles. La terrasse alluviale correspondante est mobilisée dès la crue de période de retour 20 ans et il n'y a aucun autre seuil d'inondation marqué jusqu'à une crue de type juin 2000. Ainsi, pour ce secteur – qui intègre la majeure partie des communes à l'étude – il sera probablement nécessaire de retenir au moins 2 scénarios inférieurs à la crue vicennale, de façon à identifier la crue des premiers dommages et une autre crue intermédiaire ;
- Sur le secteur aval (communes de Lagardelle-sur-Lèze, Labarthe-sur-Lèze et Vernet), les enveloppes disponibles mettent en avant plusieurs seuils d'inondabilité. A priori, il sera nécessaire de définir un scénario d'inondation inférieur à la crue vicennale de façon à identifier la crue des premiers dommages.

Les scénarios d'inondation sur chaque commune seront précisés après exploitation des modèles hydrauliques sur le territoire, par analyse de la topographie et des niveaux atteints en fonction des débits simulés.

L'analyse consistera à définir les seuils d'inondabilité caractéristiques de chaque commune et d'en estimer les débits susceptibles de les dépasser. Deux exemples sont fournis ci-après, sur les communes de Pailhès et de Saint-Sulpice-sur-Lèze.

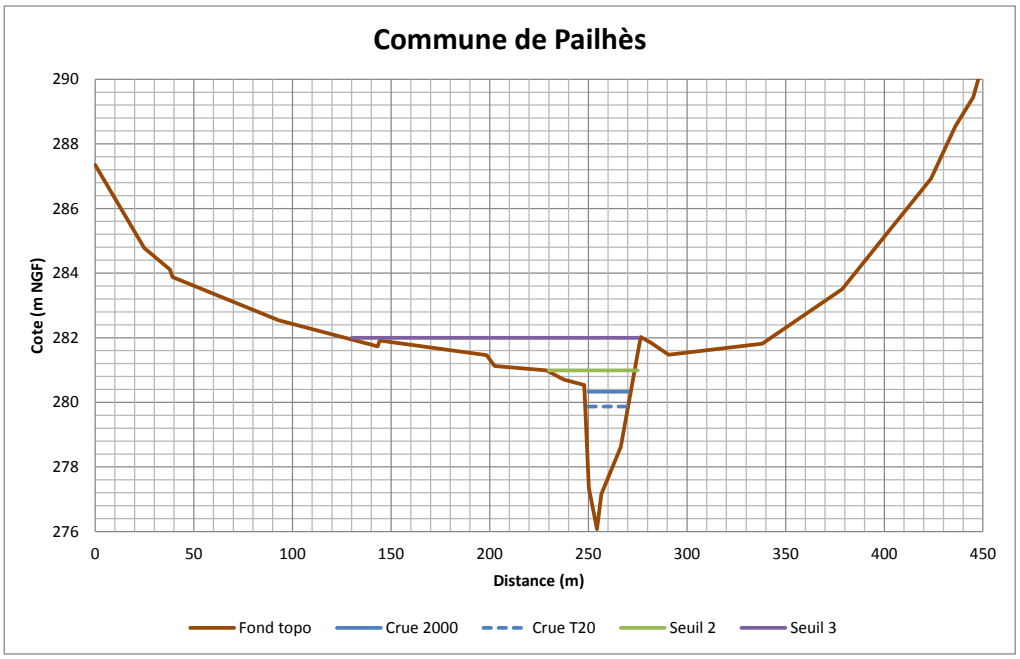


Figure 11 : Seuil d'inondabilité sur la commune de Pailhès

Outre la crue de juin 2000 qui correspondrait à une crue de plein bord sur le secteur considéré, la topographie de la vallée permet d'identifier deux seuils d'inondabilité supérieurs, activant la rive gauche puis la rive droite. L'exploitation du modèle hydraulique permettra d'estimer les débits de la Lèze nécessaire pour dépasser ces seuils et inonder le lit majeur. Dans le cas où ces seuils ne sont dépassés que pour des crues très rares (> 500 ans par exemple), il conviendra de ne pas les considérer pour la définition des scénarios d'inondation opérationnels.

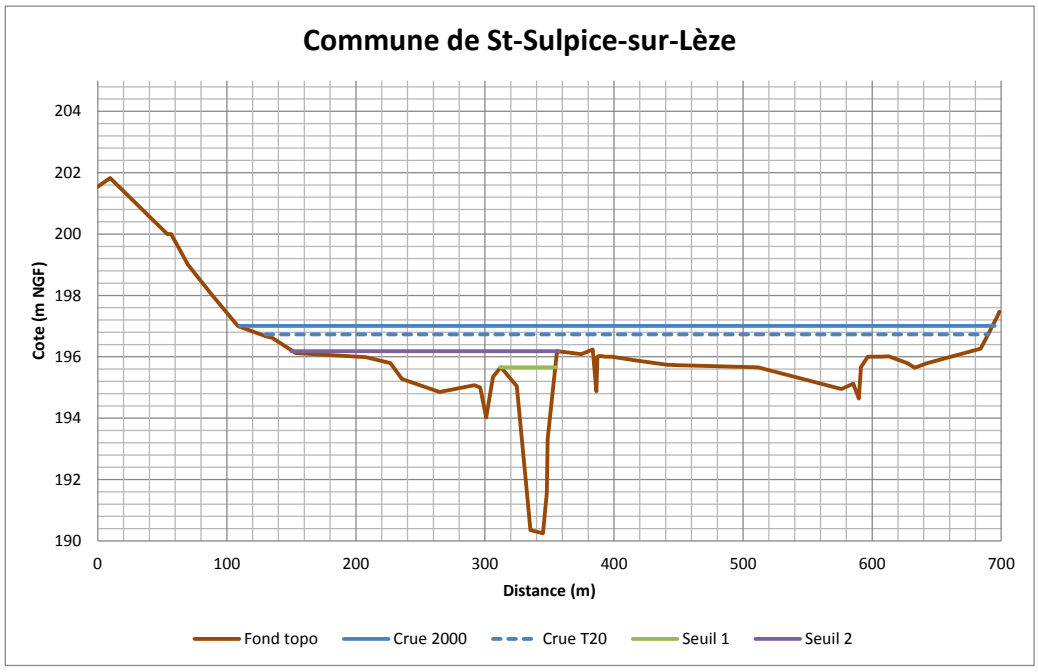


Figure 12 : Seuil d'inondabilité sur la commune de St-Sulpice-sur-Lèze

Conformément à l'analyse précédente, les seuils d'inondabilité marquants sont atteints pour des crues inférieures à la crue de période de retour 20 ans. Au-delà de la crue de juin 2000, aucune nouvelle terrasse potentiellement inondable n'est identifiée. L'intérêt ou non de définir un scénario d'inondation plus fort sera fixé après analyse des enjeux présents sur les coteaux et des débits nécessaires pour atteindre ces enjeux.

3 ETAPE 2 : MISE EN ŒUVRE DES OUTILS DE MODELISATION HYDRAULIQUE

La Lèze est modélisée de la commun de Pailhès jusqu'à la confluence avec l'Ariège sur la commune de Labarthe-sur-Lèze. Au total, 4 modèles hydrauliques sont exploités :

- 1 modèle hydraulique 1D : la Lèze sur l'ensemble du linéaire à l'étude a fait l'objet d'une modélisation hydraulique 1D en 2011 (étude CACG [5]), à l'aide du logiciel Hec-Ras. Ce modèle hydraulique est réutilisé dans le cadre de la présente étude,
- 3 modèles hydrauliques 2D : sur les secteurs à forts enjeux, des modèles hydrauliques 2D localisés ont été construits à l'aide du logiciel Telemac2D. Les communes concernées sont Le Fossat, Lézat-sur-Lèze, Saint-Sulpice-sur-Lèze, Lagardelle-sur-Lèze et Labarthe-sur-Lèze.

Le présent paragraphe décrit les phases d'adaptation/construction des différents modèles.

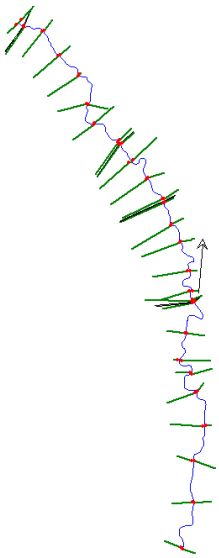
Remarque : le modèle hydraulique 2D de la Lèze aval, intégrant les communes de Lagardelle-sur-Lèze et Labarthe-sur-Lèze est décrit dans le rapport de mission 1 de la présente étude (Etude hydraulique du secteur aval de la Lèze – ISL, 2016).

3.1 Modélisation hydraulique 1D de la Lèze

3.1.1 Préambule

Le modèle hydraulique 1D de la Lèze de 2011 [5] est composé de trois tronçons :

- *Tronçon amont* de Pailhès[7] à l'amont de la commune de Le Fossat
- *Tronçon intermédiaire* de l'amont de la commune de Le Fossat jusqu'à la commune de Lagardelle-su-Lèze,
- *Tronçon aval* de la commune de Lagardelle-sur-Lèze à la confluence avec l'Ariège sur la commune de Labarthe-sur-Lèze.



Les tronçons amont et intermédiaire représentent la vallée de la Lèze jusqu'à la commune de Lagardelle-sur-Lèze. Sur le linéaire considéré, la vallée est relativement rectiligne et le lit majeur est délimité par les coteaux. Bien que la modélisation 1D ait des limites (cf. paragraphe 3.1.3 page 19), elle est suffisante pour représenter les écoulements en crue du cours d'eau.

[7] La topographie n'étant pas disponible sur toute la commune de Pailhès, la modélisation hydraulique débute à l'aval du centre bourg

Le tronçon aval est relativement complexe, et a fait l'objet
en 2011 d'une modélisation bifilaire en intégrant l'Ayguère,
en lit majeur rive gauche de la Lèze, et des zones de stockage des débordements en rive droite. Les échanges entre la Lèze et les lits majeurs rive gauche et rive droite sont représentés par des déversoirs latéraux. Compte tenu du fait que cette zone est représentée par une modélisation hydraulique bidimensionnelle (mission 1 de la présente étude), ce modèle 2D a été exploité pour la cartographie des secteurs submergés.

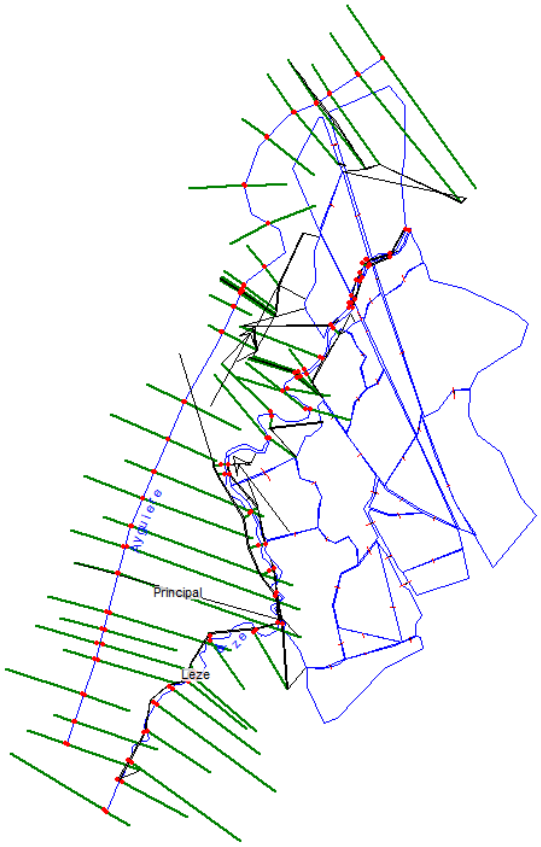


Figure 14 : Modèle hydraulique 1D du tronçon aval

3.1.2 Vérification et modification du modèle hydraulique existant

La prise en main du modèle et l'analyse de son fonctionnement ont permis d'identifier la nécessité de réaliser quelques adaptations avant son utilisation dans le cadre de la présente mission.

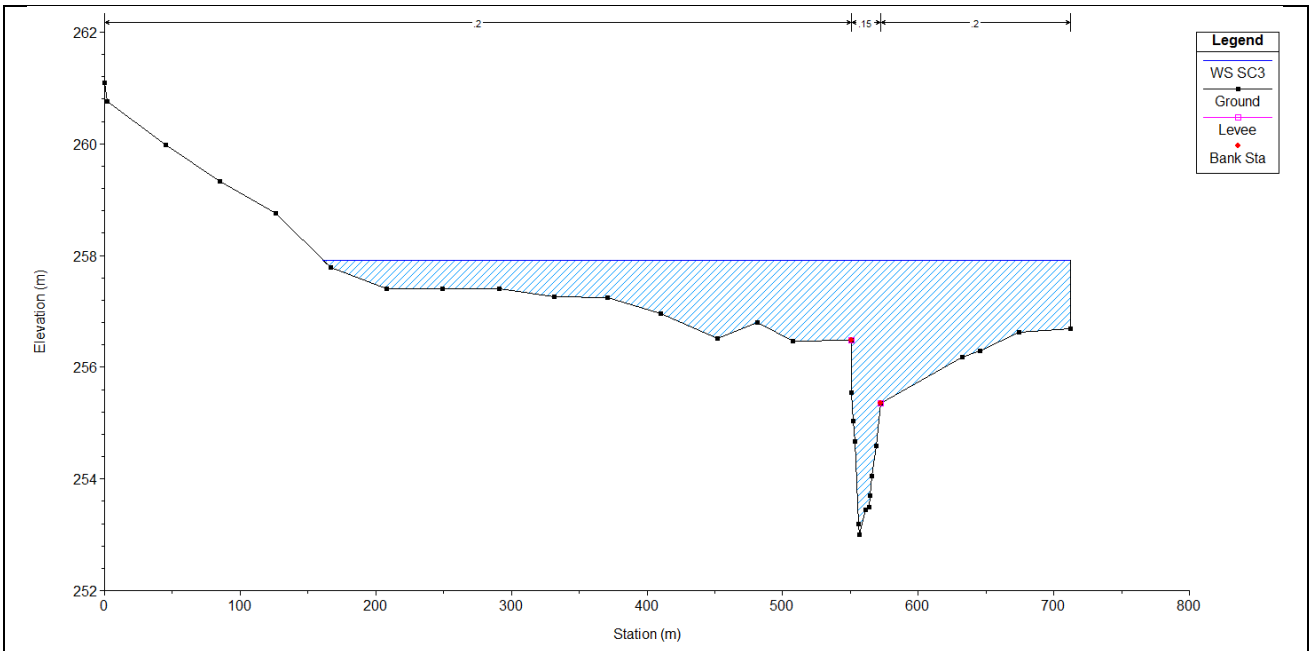
Le travail réalisé sur le modèle hydraulique 1D de la Lèze consiste en la vérification de la représentativité du modèle, et le cas échéant, la modification du modèle. En particulier, sur certains secteurs, l'extension des profils en travers du modèle a été réalisée pour représenter l'ensemble du lit majeur. Les profils en travers ont été modifiés au moyen des LIDAR disponibles.

Les données LIDAR utilisées dans le cadre de la présente étude ont été fournies par les DDT de l'Ariège et de la Haute-Garonne. Au total, quatre LIDAR permettent de couvrir la zone d'étude :

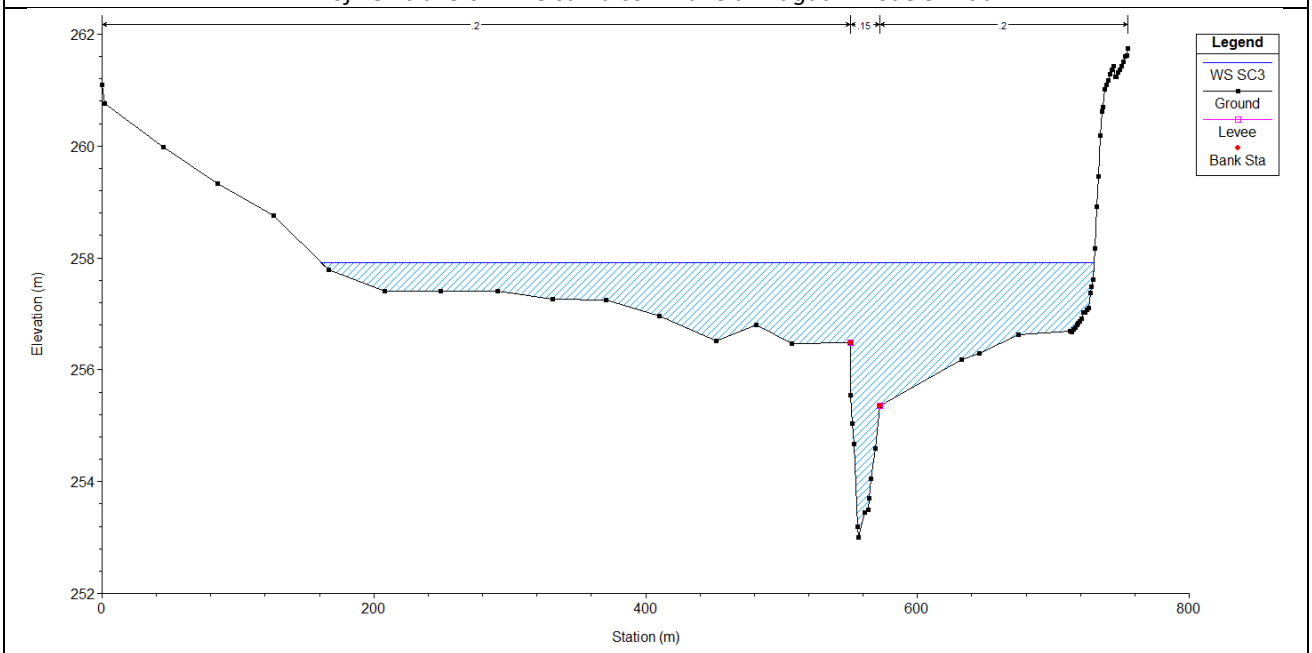
- LIDAR n°1 : de Pailhès à l'amont de Saint-Sulpice-sur-Lèze,
- LIDAR n°2 : sur le secteur de la commune de Saint-Sulpice-sur-Lèze,

- LIDAR n°3 : sur le secteur de la commune de Beaumont-sur-Lèze,
- LIDAR n°4 : de Lagardelle-sur-Lèze à Labarthe-sur-Lèze.

A titre d'exemple, la figure suivante présente un profil en travers qui a été modifié afin de représenter l'intégralité du lit majeur.



Profil en travers LMA8 sur la commune d'Artigat – modèle initial



Profil en travers LMA8 sur la commune d'Artigat – modèle modifié

Figure 15 : Exemple de profil en travers modifié sur la commune d'Artigat

3.1.3 Limite de la modélisation hydraulique

Des merlons sont localement présents en haut de berge de la Lèze (cf. figure suivante). Ces protections, de taille variable (pouvant aller de 0,5 à 1,5 m d'après l'examen de quelques merlons sur les données lidar), retardent les débordements du cours d'eau. Du point de vue de la modélisation hydraulique 1D, et pour un même débit, des débordements peuvent apparaître sur des profils en travers d'une zone non protégée,

tandis que sur le/les profils en travers intégrant des merlons, l'écoulement est potentiellement contenu dans le lit mineur (dans l'hypothèse de la résistance des merlons). La prise en compte de la propagation de l'écoulement en lit majeur n'est pas prise en compte en 1D, et donc pas nécessairement bien représentée.

Il s'agit là d'une limite de la modélisation hydraulique 1D dans le cadre de la cartographie des zones inondées. Toutefois, on s'affranchit de cette limite sur les zones à forts enjeux en lit majeur par la mise en œuvre des modèles hydrauliques bidimensionnels.

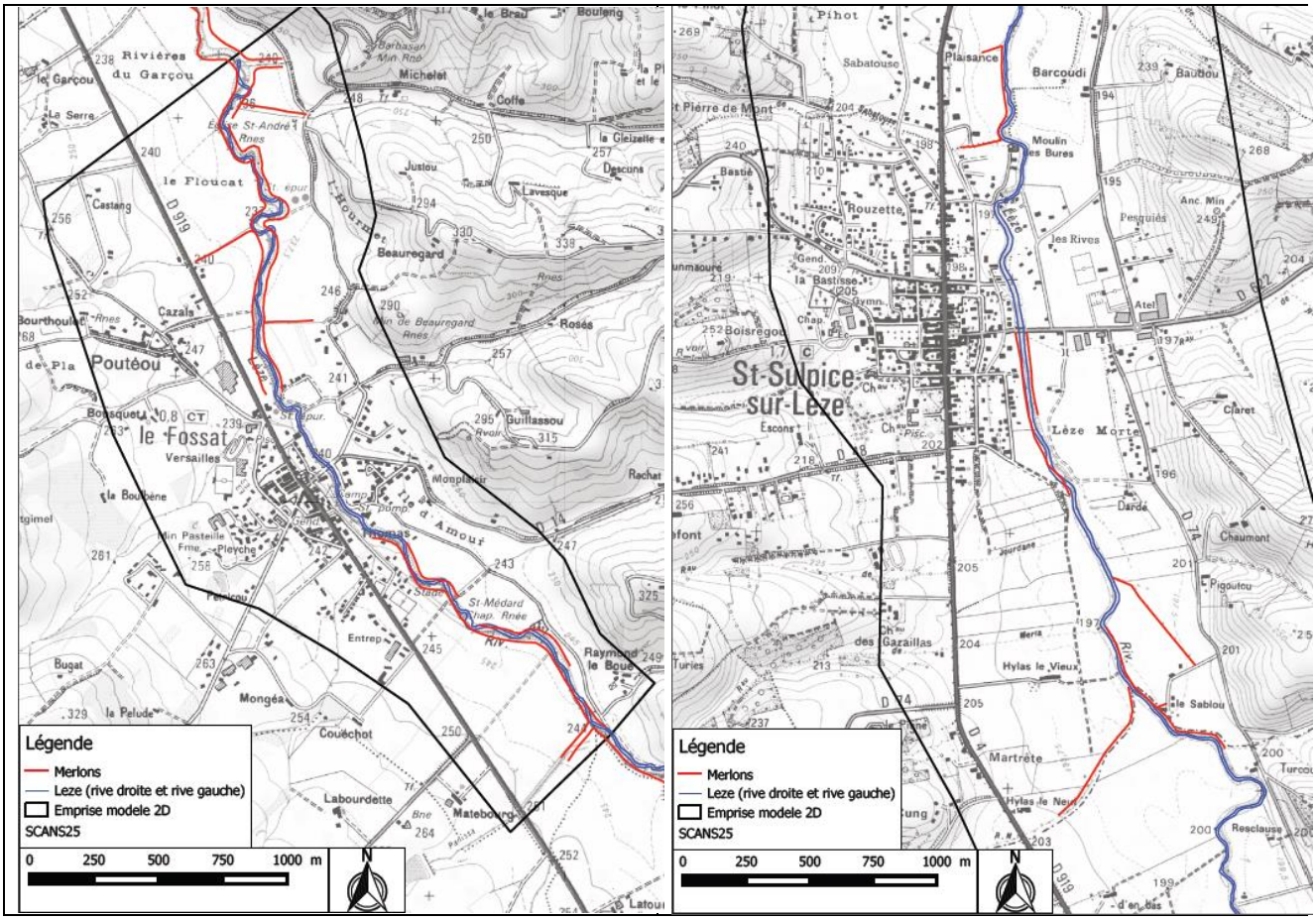


Figure 16 : Localisation des merlons sur les modèles hydrauliques bidimensionnels – secteurs de Le Fossat et Saint-Sulpice-sur-Lèze

3.1.4 Conclusion

Les adaptations du modèle hydraulique 1D réalisées ci-avant permettent de valider son utilisation dans le cadre de la présente mission.

De plus, une modélisation hydraulique 2D sera réalisée sur les secteurs à forts enjeux (Le Fossat, Lézat - Saint-Sulpice, Lagardelle - Labarthe), ce qui permettra d'affiner l'information dans ces zones.

3.2 Modélisation hydraulique 2D sur le secteur de Le Fossat

3.2.1 Emprise et topologie du modèle

Pour les besoins de l'étude, le modèle hydraulique s'étend de la limite communale entre Artigat et le Fossat en amont, jusqu'à 700 mètres en amont de la limite communale entre Le Fossat et Sainte-Suzanne en aval. Cette emprise correspond à environ 4 km de linéaires de cours d'eau.

La limite Est du modèle hydraulique correspond aux coteaux en lit majeur rive droite de la Lèze. La limite Ouest correspond aux coteaux en lit majeur rive gauche.

Les éléments structurants de la vallée sont intégrés à la modélisation hydraulique :

- la Lèze ainsi que les ouvrages traversant,
- les zones urbaines dans l'emprise du modèle,
- les infrastructures linéaires en lit majeur (routes en remblais).

Une densification du maillage est réalisée au niveau du cours d'eau, des secteurs urbanisés, et autour des infrastructures linéaires.

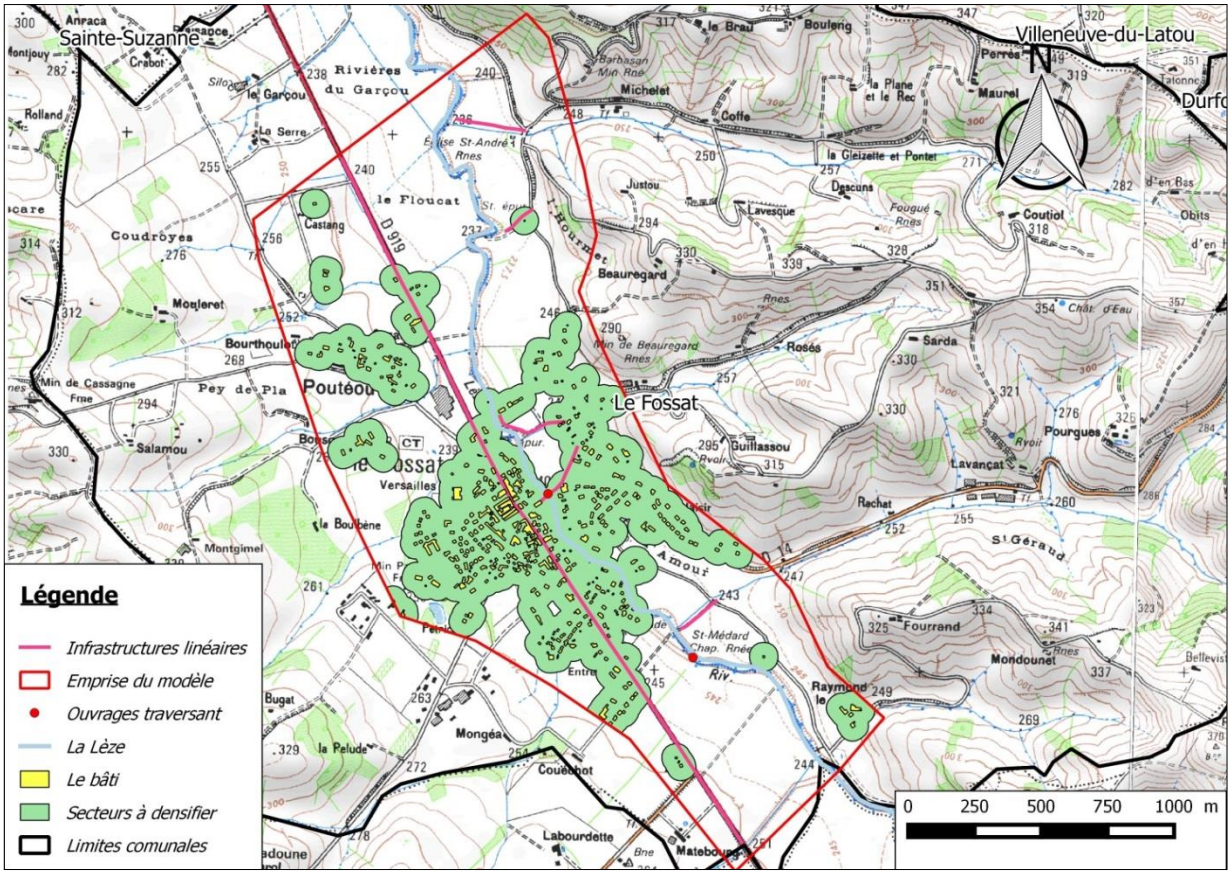


Figure 17 : Eléments structurants du modèle hydraulique de Le Fossat

Deux ouvrages hydrauliques sont implémentés au sein du modèle hydraulique :

- le seuil en amont du centre de Le Fossat,
- le pont de la RD14 qui franchit la Lèze au centre de Le Fossat.

En effet, les effets dus à ces ouvrages (rehausse de la ligne d'eau en amont du seuil, pertes de charges au droit du pont…) doivent être considérés afin d'estimer l'emprise de la zone inondable le plus finement possible en fonction du scénario considéré.

3.2.2 Construction du maillage

Le maillage s'appuie sur l'ensemble des éléments structurants identifiés précédemment (cf. paragraphe 3.2.1 page 21).

La taille moyenne des mailles varie en fonction des éléments à représenter :

- en lit mineur de la Lèze : 2 à 3 m
- en lit majeur :
  - dans les secteurs urbains densifiés : 10 m,
  - dans les secteurs non densifiés : 30 à 40 m.

Le nombre total de nœuds est de 46 000, pour plus de 91 000 mailles.

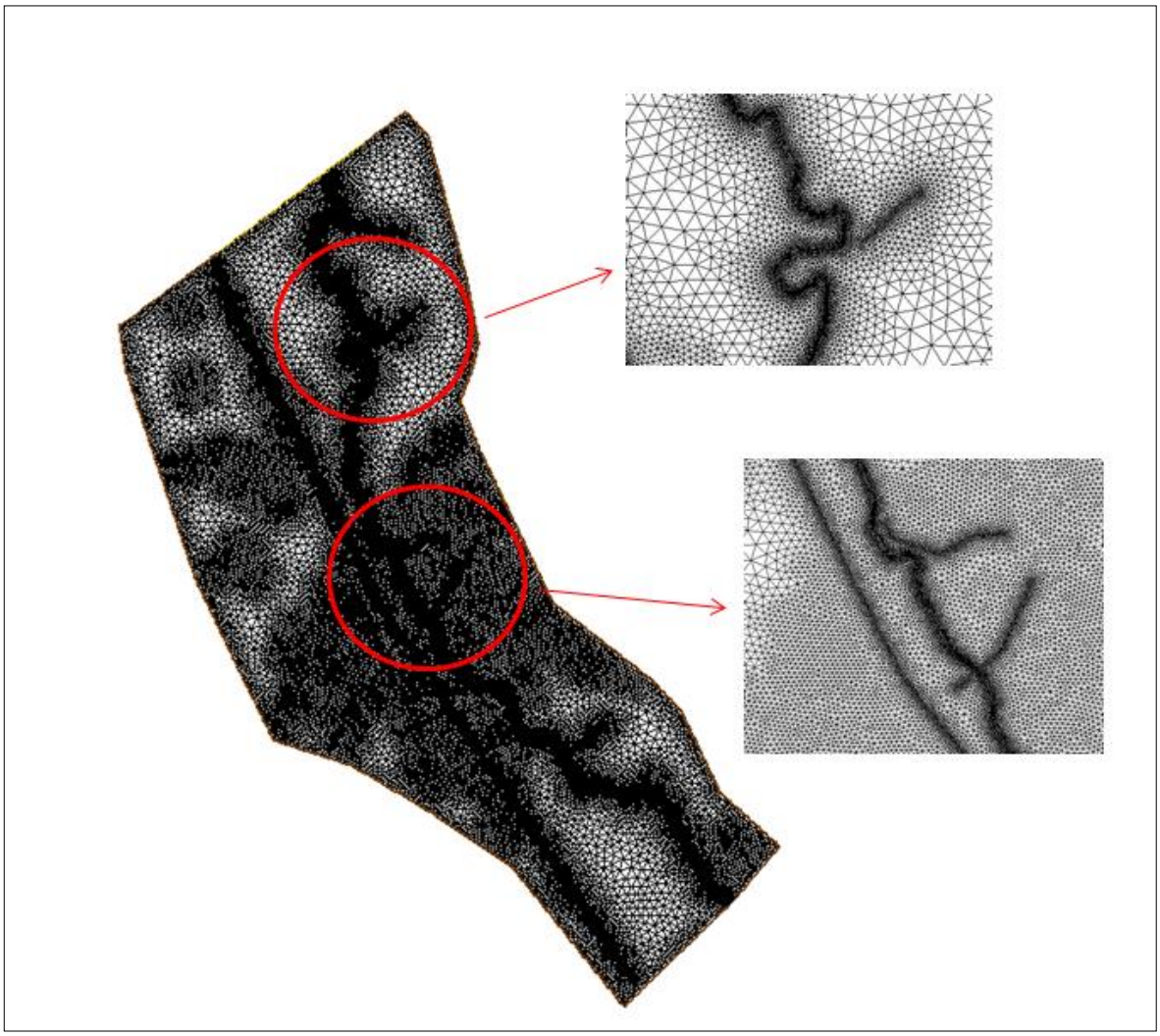


Figure 18 : Structure du maillage du modèle de Le Fossat – Zoom sur des zones de densification du maillage en fonction de l'élément à représenter

3.2.3 Intégration de la topographie

Les données bathymétriques / topographiques utilisées sont les suivantes :

- le LIDAR en lit majeur, fourni par la DDT de l'Ariège,
- les profils bathymétriques de la Lèze et les relevés topographiques des ouvrages, issus de la campagne topographique de 2010, fournis par le SMIVAL.

Les données Lidar couvrent l'ensemble du secteur d'étude. Ces données sont validées par comparaison avec les levés au sol réalisés dans le cadre de la campagne topographique de 2010 (cf. Figure 19 ci-après).

La vérification n'est pas réalisée sur l'ensemble des profils mais par une méthode d'échantillonnage, visant à sélectionner aléatoirement les profils sur lesquels l'analyse est portée, tout en s'assurant de balayer les éléments principaux.

La figure ci-après illustre l'analyse réalisée sur le levé LMA 23.

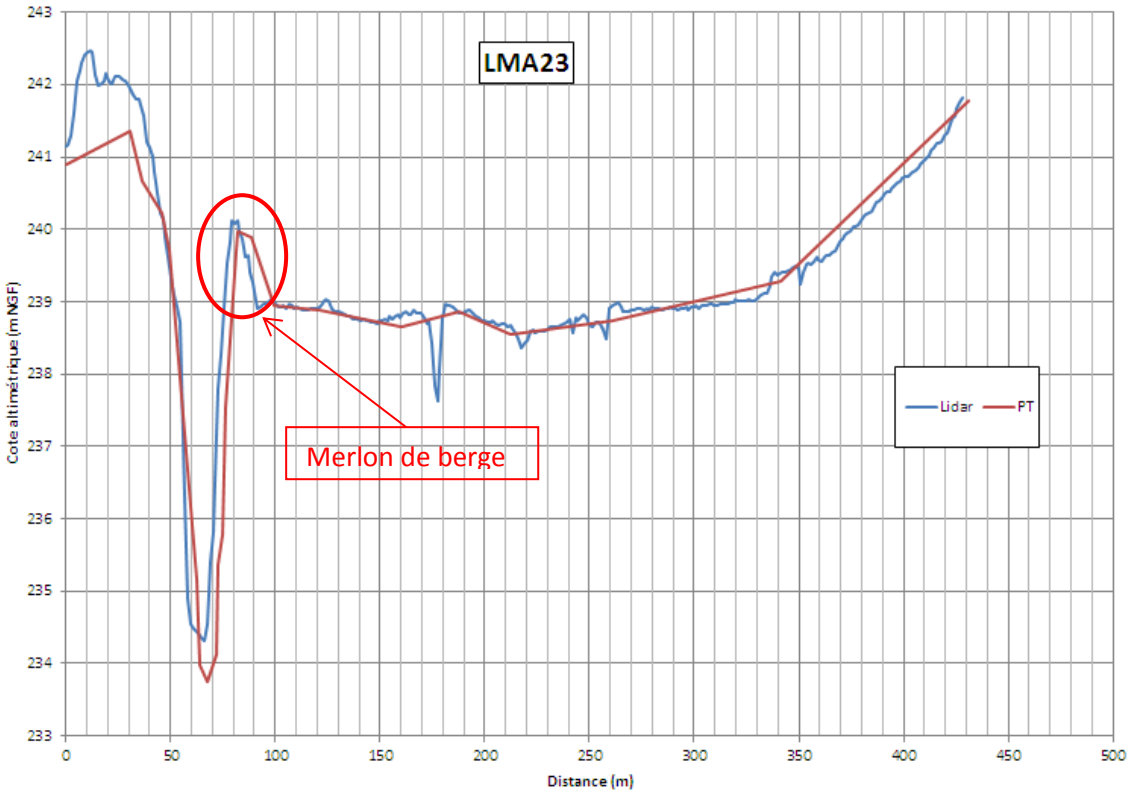


Figure 19 : Exemple de comparaison des données LIDAR / LEVES AU SOL (LMA 23)

Au vue de la comparaison, on remarque que le Lidar est globalement cohérent avec le profil en travers bathymétrique / topographique. De plus, on note que le Lidar représente les merlons de berges. Le Lidar a donc été utilisé afin de caractériser la topographie du lit majeur.

En revanche, une différence non négligeable apparaît entre les deux sources de données au niveau du lit mineur (+/- 50 cm). Cette différence s'explique par le fait que les données Lidar représentent le niveau d'eau et non pas le fond du lit. Dans ce cas précis, les levés de terrain sont pris en compte car plus fiables pour représenter le lit mineur. Un Modèle Numérique de Terrain (MNT) du lit mineur de la Lèze a donc été réalisé à partir des profils bathymétriques disponibles.

Par ailleurs, la campagne topographique de 2010 a permis le levé des ouvrages hydrauliques traversant la Lèze sur l'ensemble de la vallée. Concernant le secteur de le Fossat, seuls deux ouvrages figures sur l'emprise de la modélisation hydraulique : le seuil en amont du centre (seuil 12) et le pont de la RD14 (OH17). La figure suivante illustre le gabarit du pont de la RD14.

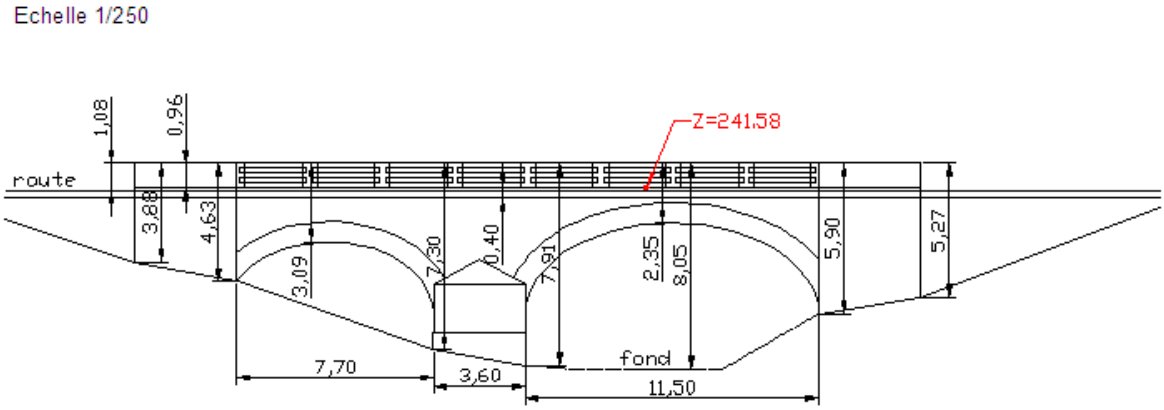


Figure 20 : Gabarit et cotes du pont de la RD14 (OH 17)

La figure suivante illustre l'intégration de la bathymétrie / topographie sur le maillage du modèle hydraulique :

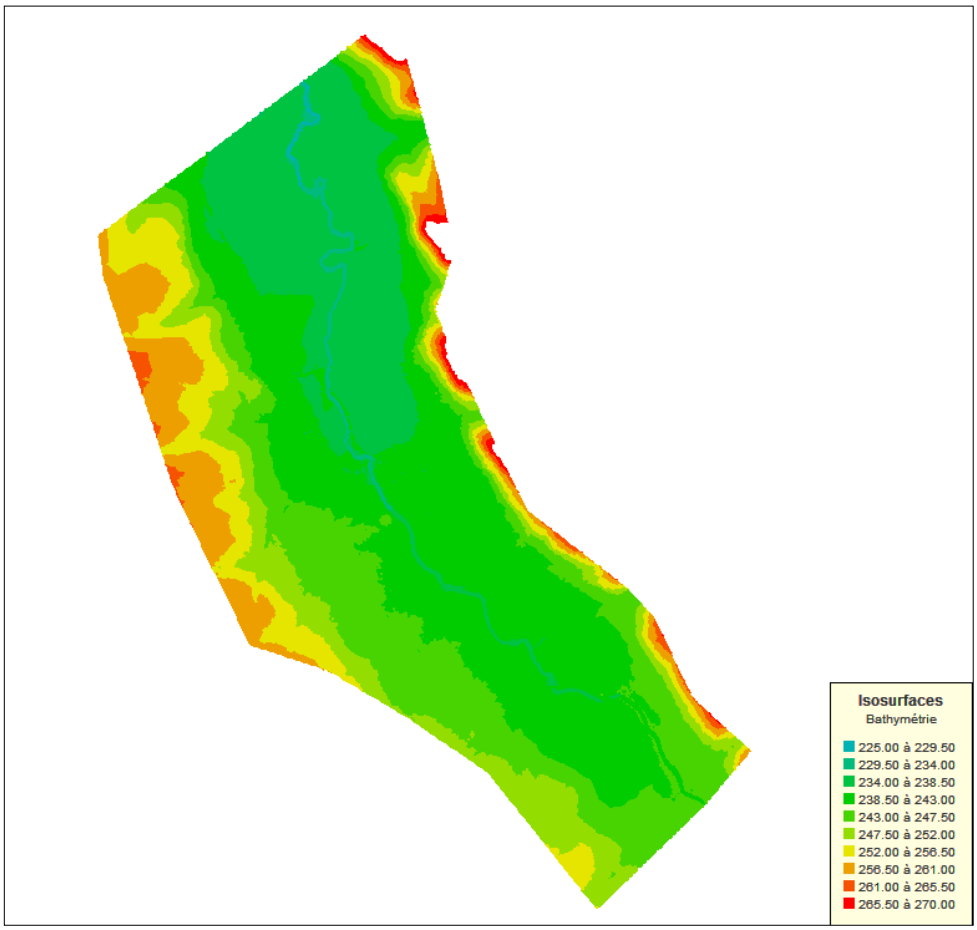


Figure 21 : Intégration de la bathymétrie / topographie sur le maillage du modèle hydraulique

3.2.4 Conditions aux limites

Les frontières du modèle sont réparties en trois catégories :

- la condition à la limite amont,
- la condition à la limite aval,
- les frontières solides.

Elles sont identifiées sur la figure ci-après :

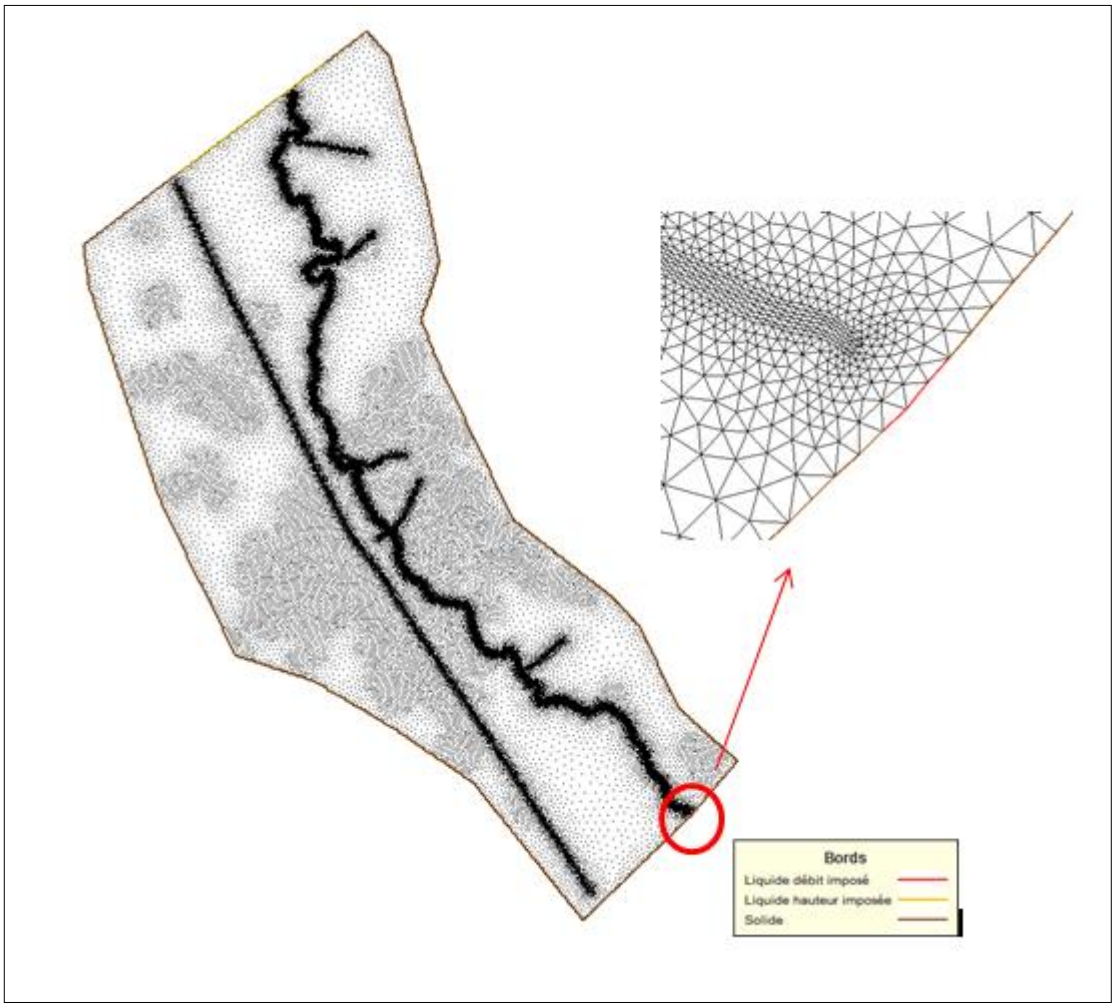


Figure 22 : Frontières du modèle hydraulique de Le Fossat

La condition limite amont est de type « débit imposé ». En fonction du scénario considéré, une valeur fixe de débit est injectée en entrée du modèle (calcul réalisé en régime permanent).

La condition limite aval est de type «hauteur imposée». Une loi de tarage est implémentée en sortie du modèle afin de fixer les hauteurs d'eau. Cette courbe de tarage est issue du modèle hydraulique 1D HEC-RAS (cf. paragraphe 3.1 page 17).

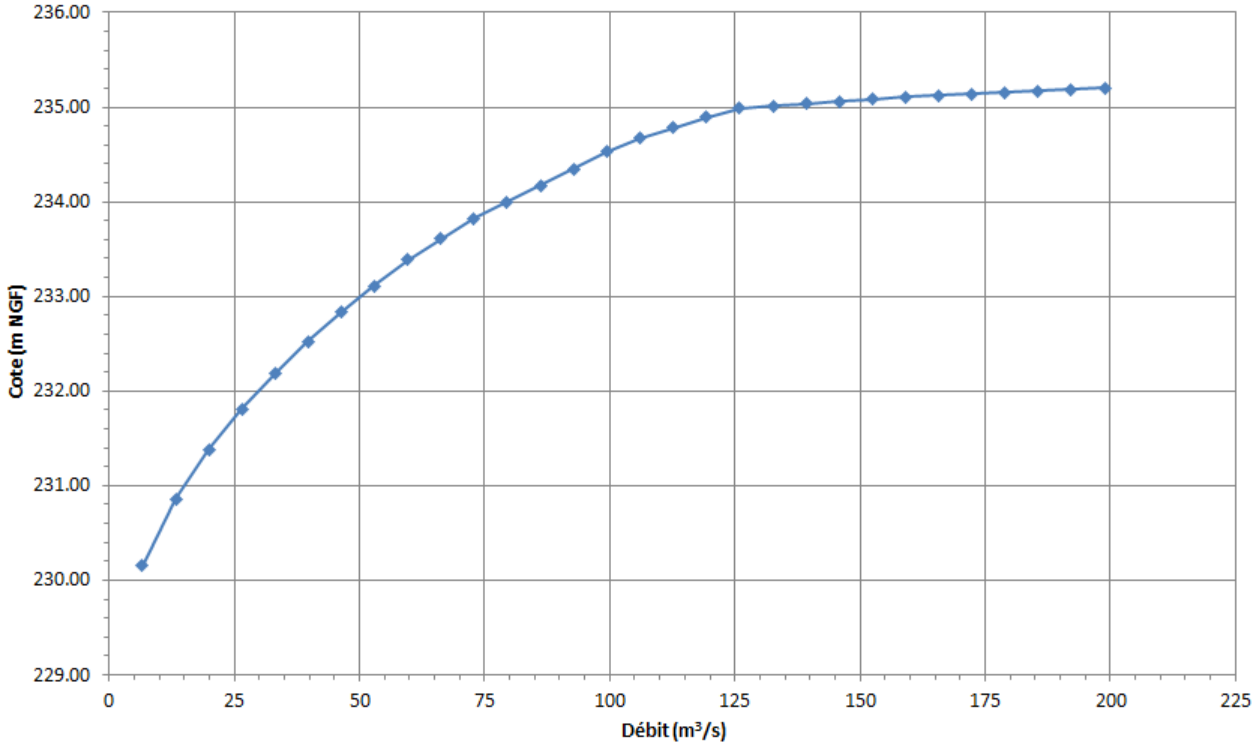


Figure 23 : Loi de tarage implémentée en condition aval du modèle de Le Fossat

3.2.5 Coefficient de rugosité et représentativité du modèle hydraulique 2D

3.2.5.1 Définition des coefficients de rugosité

Les coefficients de rugosité (ou coefficients de Strickler) introduits dans le modèle hydraulique sont :

- Pour le lit mineur : K = 25,
- Pour le lit majeur (prairie) : K = 20,
- Pour les zones urbanisées : K = 10.

Le tableau ci-dessous présente les coefficients de Strickler en fonction de l'occupation du sol.

Nature des parois	Valeur de K en $m^{1/3}/s$
Béton lisse	75-90
Canal en terre, non enherbé	60
Canal en terre, enherbé	50
Rivière de plaine, sans végétation arbustive	35-40
Rivière de plaine, large, végétation peu dense	30
Rivière à berges étroites très végétalisées	10-15
Lit majeur en prairie	20-30
Lit majeur en vigne ou taillis	10-15
Lit majeur urbanisé	10-15
Lit majeur en forêt	<10

Tableau 4 : Coefficient de Strickler en fonction de la nature du sol (source : « Aide-mémoire d'hydraulique à surface libre » - Degoutte)

La représentativité du modèle hydraulique est alors évaluée à l'aide :

- de la courbe de tarage à la station hydrométrique de Le Fossat fournie par la DREAL,
- des informations disponibles sur la crue de janvier 2014,
- des repères de la crue de juin 2000 disponibles sur la zone de modélisation, et figurant dans l'étude hydraulique de 2011 de la CACG [5].

Pour mener à bien la modélisation hydraulique sur le secteur de Le Fossat, deux modèles hydrauliques ont été construits :

- <u>modèle hydraulique 1D :</u> un modèle hydraulique 1D localisé autour du pont de la RD14 est construit afin d'estimer la courbe de tarage au droit de l'ouvrage et de la comparer aux repères disponibles localement (cf. figure ci-dessous),
- <u>modèle hydraulique 2D :</u> le modèle hydraulique 2D intègre a loi de tarage calculée par modélisation hydraulique 1D au droit du pont.

Il s'agit là d'une méthode itérative qui a été mis en place pour palier à tous problèmes de modélisation de l'ouvrage hydraulique.

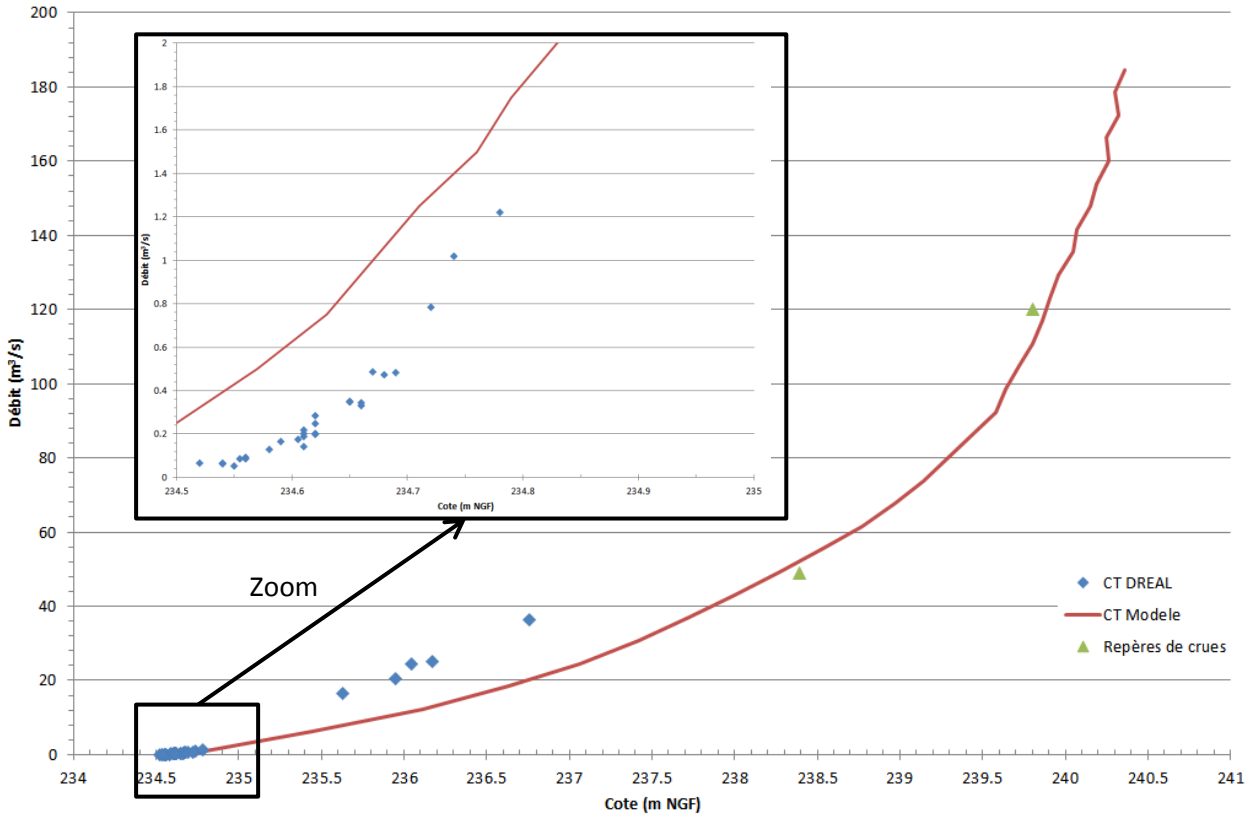


Figure 24 : Loi de tarage au droit du pont de la RD14 à Le Fossat

On constate que pour les faibles débits, pour lesquels la DREAL estime que les données sont fiables (pour les hauteurs à l'échelle inférieures à 90 cm), la courbe de tarage modélisée est proche de la courbe de tarage de la DREAL. Par ailleurs, pour les écoulements en crue, la courbe de tarage modélisée représente de manière satisfaisante les cotes observées, aussi bien pour l'évènement de janvier 2014 que pour l'évènement de juin 2000.

3.2.5.2 Evaluation de la représentativité du modèle et courbe de tarage

Dans un premier temps, la représentativité du modèle hydraulique est évaluée à l'aide de la crue de janvier 2014. Cette crue, dont le débit de pointe est estimé à 49 m^3/s à Le Fossat (d'après le retour d'expérience réalisé par le SMIVAL), n'a pas été débordante sur le secteur.

La figure ci-après présente l'hydrogramme de la crue de janvier 2014, qui a été introduit en entrée du modèle hydraulique 2D.

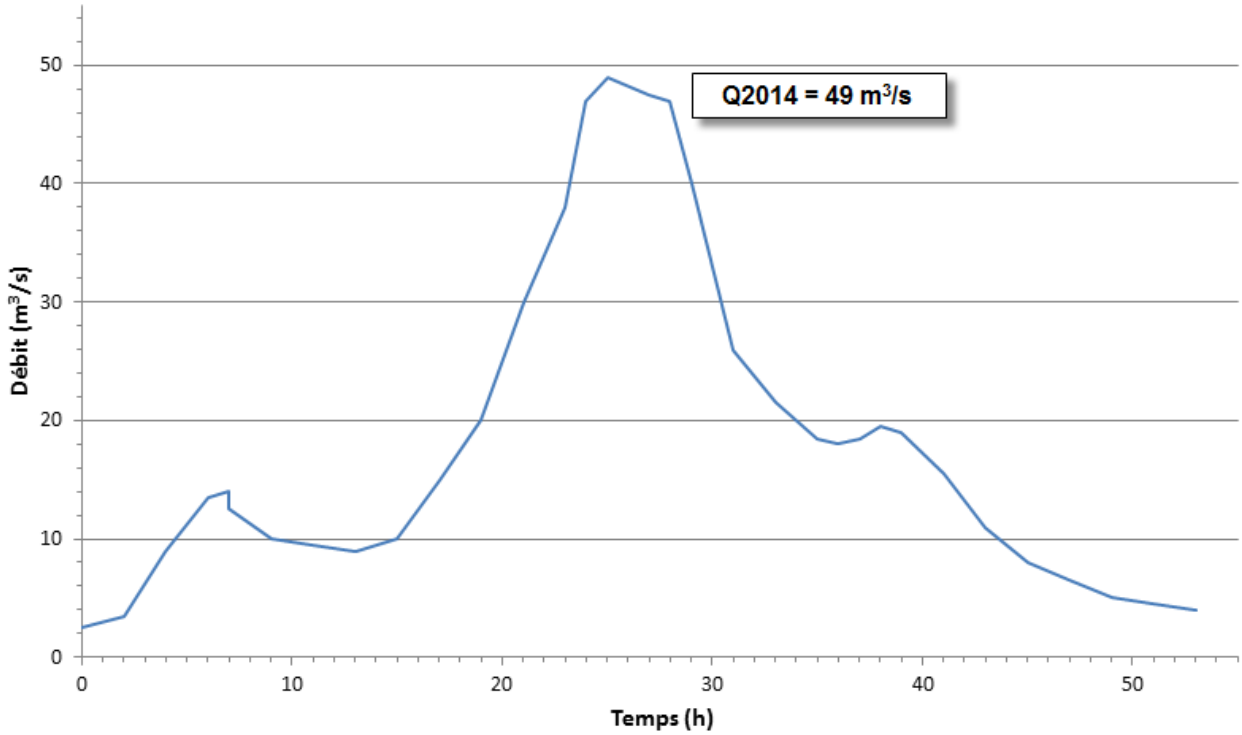


Figure 25 : Hydrogramme de la crue de janvier 2014 à Le Fossat (source : REX SMIVAL)

La figure suivante présente les hauteurs d'eau maximale sur le secteur de Le Fossat pour la crue de janvier 2014. On constate qu'il n'y a pas de débordement au droit de la commune, conformément aux observations effectuées pour cet évènement.

La cote modélisé au droit du pont de la RD14 est de 238,3 m NGF, contre 238,39 m NGF pour la cote observée en crue. Le modèle hydraulique 2D est donc proche des observations pour cet évènement.

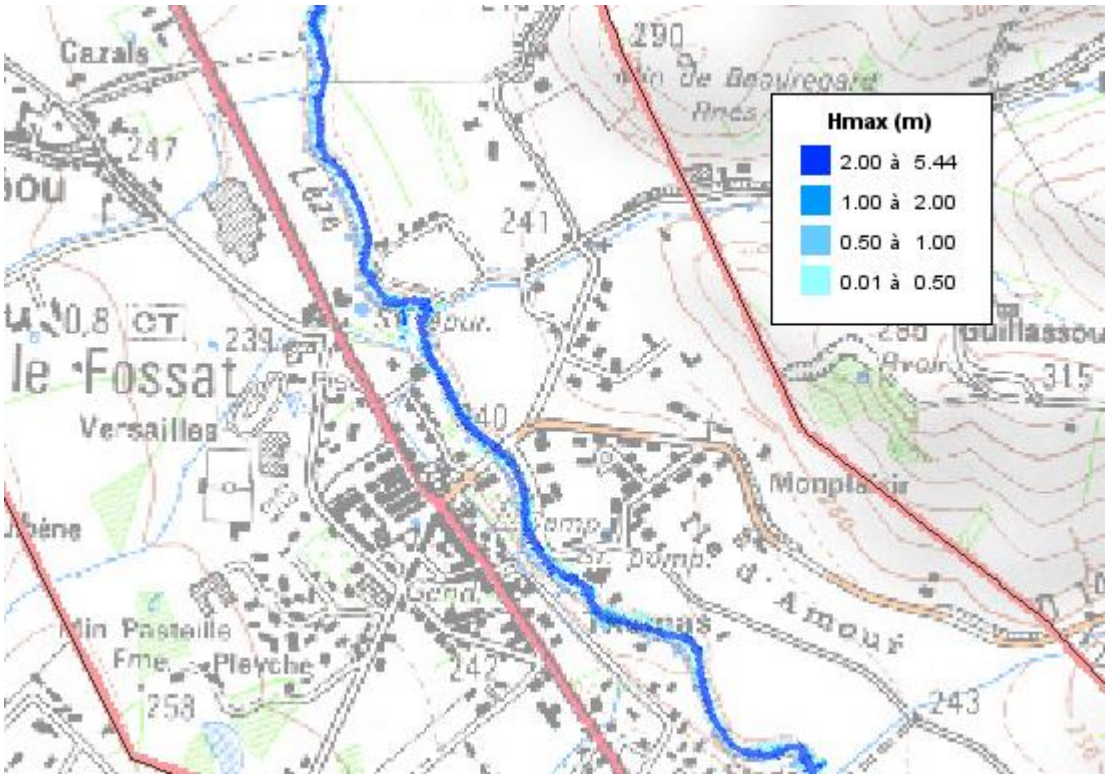


Figure 26 : Hauteurs d'eau maximales issues de la modélisation hydraulique de la crue de janvier 2014 à Le Fossat

3.2.5.3 Evaluation de la représentativité du modèle pour de forts débits - crue de juin 2000

Des repères de la crue de juin 2000 sont disponibles sur le secteur de Le Fossat. Ces repères vont nous permettre de vérifier la représentativité du modèle pour les forts débits du cours d'eau. La figure ci-après présente la localisation des repères de la crue de juin 2000 disponible sur le secteur de Le Fossat.

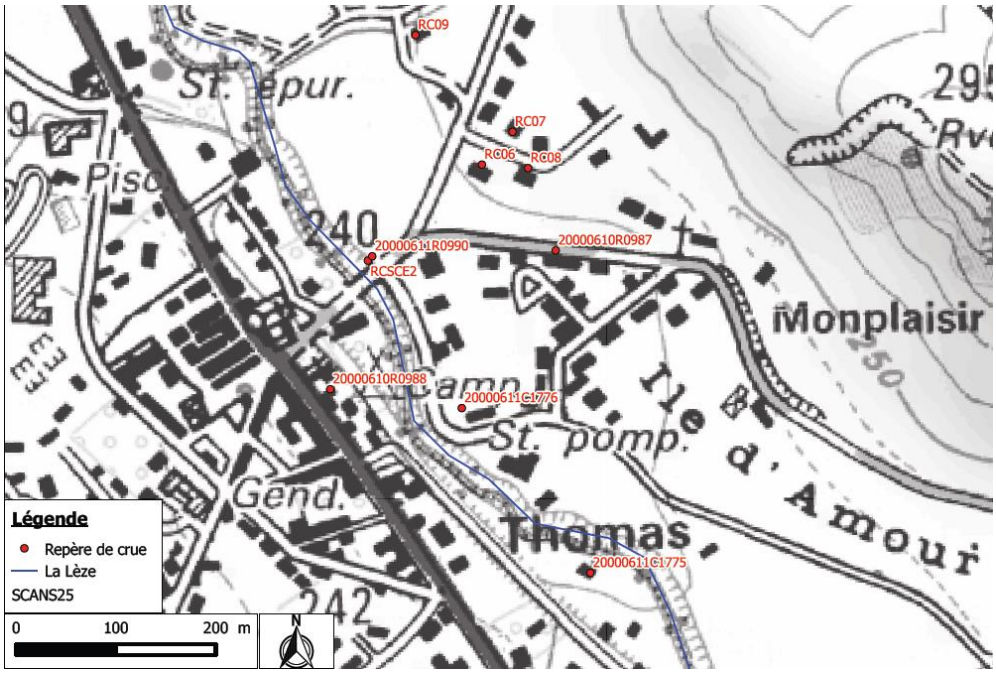


Figure 27 : Localisation des repères de la crue de juin 2000 sur la commune de Le Fossat

Le tableau suivant donne les cotes observées et simulées au droit des repères de crues, ainsi que les débits correspondants estimés dans les études hydrauliques antérieures.

Repère de crue	Débit (m^3/s)	Cote observée (m NGF)	Cote simulée (m NGF)	Ecart (m) (simulé – observé)
RC06	120	239.90	239.47	-0.43
RC07	120	239.78	239.46	-0.32
RC08	120	239.73	239.52	-0.21
RC09	120	239.81	239.40	-0.41
RCSCE2	120	239.61	239.86	+0.25
20000611C1775	120	240.64	240.30	-0.34
20000611C1776	120	240.11	239.95	-0.16
20000610R0987	120	239.64	239.70	+0.06
20000610R0988	120	240.51	240.68	+0.17
20000610R0990	120	239.91	240.30	+0.39

Tableau 5 : Représentativité du modèle hydraulique vis-à-vis des repères de crues

Compte tenu de ces résultats, le modèle hydraulique 2D de la Lèze sur la commune de Le Fossat, pour les forts débits, est jugé satisfaisant pour représenter les écoulements sur la zone.

3.3 Modélisation hydraulique 2D sur le secteur de Lézat à Saint-Sulpice

3.3.1 Emprise et topologie du modèle

Le modèle hydraulique bidimensionnel s'étend de la limite communale entre Lézat-sur-Lèze et Saint-Ybars, en amont, jusqu'à 100 m en aval du pont de la RD74 sur la commune de Montaut, en aval. Ce modèle intègre ainsi les zones à forts enjeux que sont les communes de Lézat-sur-Lèze et Saint-Sulpice-sur-Lèze.

Les limites Est et Ouest du modèle suivent les coteaux de la Lèze, respectivement en rive droite et en rive gauche.

Les éléments structurants intégrés à la modélisation sont les suivants :

- la Lèze ainsi que les ouvrages traversant,
- la Rijolle, affluent rive droite de la Lèze en aval de Lézat, qui permet d'intégrer au modèle les apports intermédiaires entre Lézat et Saint-Sulpice,
- les zones urbaines dans l'emprise du modèle,
- les infrastructures linéaires en lit majeur (routes en remblais),
- les aménagements du scénario C, tranche 2 du PAPI.

Remarque : les aménagements du scénario C tranche 2 du PAPI ne sont pas intégrés au modèle hydraulique dans le cadre de la cartographie des zones submergées en fonction de la hauteur aux échelles. Il s'agit là simplement de construire le maillage comme si ces éléments devaient être représentés. Ainsi, dans le cas où une modélisation en situation aménagé de Saint-Sulpice (intégrant le scénario C du PAPI) devrait être menée, le maillage n'aurait pas à être modifié. Il suffirait de directement intégrer les éléments au modèle.

Une densification du maillage est réalisée dans les secteurs urbanisés, autour des infrastructures linéaires, ainsi qu'au niveau des aménagements hydrauliques prévus dans le PAPI.

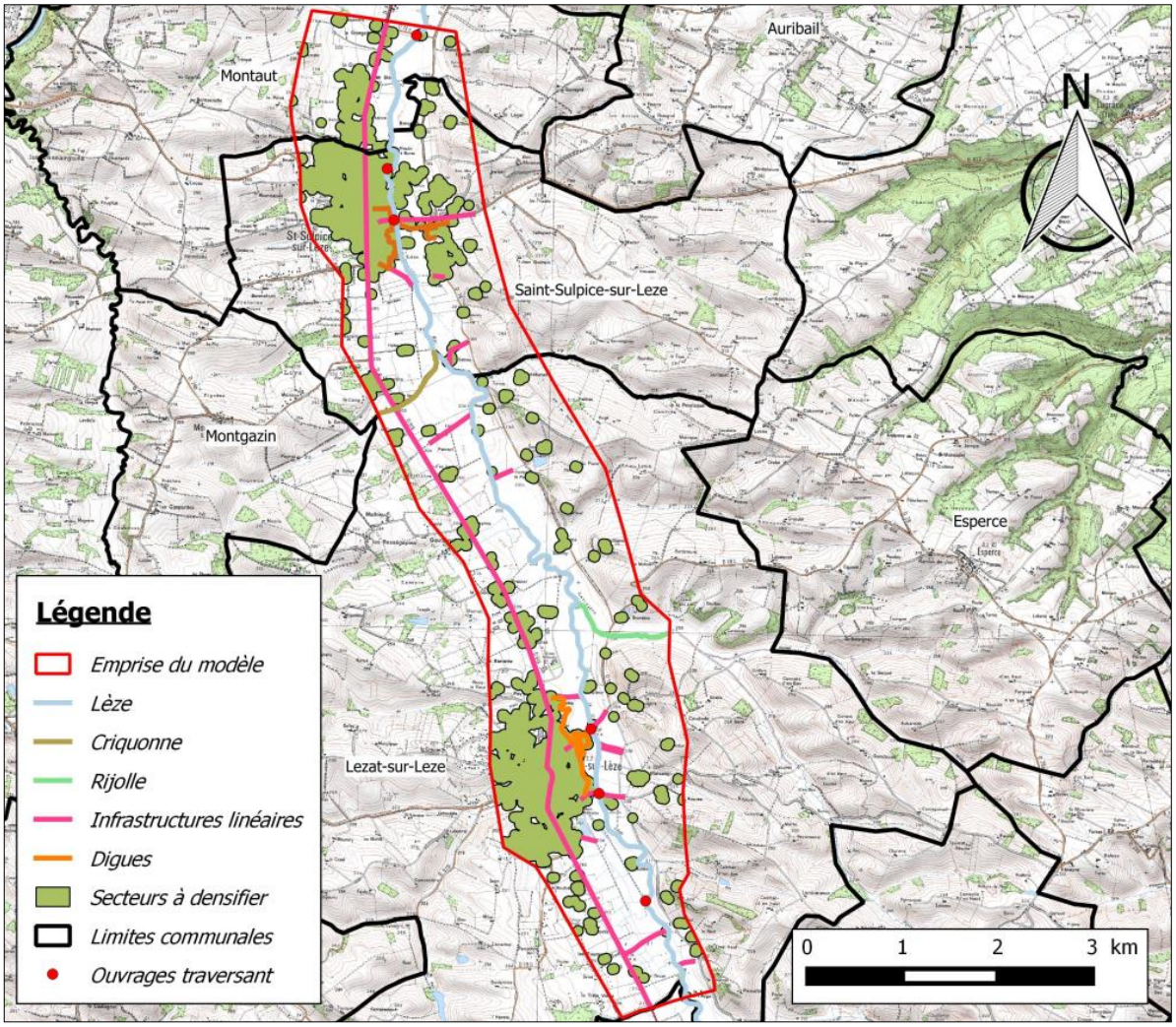


Figure 28 : Eléments structurants du modèle hydraulique de Lézat / Saint-Sulpice

3.3.2 Construction du maillage

Le maillage s'appuie sur l'ensemble des éléments structurants identifiés précédemment (cf. paragraphe 3.3.1 page 30).

La taille moyenne des mailles varie en fonction des éléments à représenter :

- en lit mineur :
  - dans le lit mineur de la Lèze : 2 à 3 m,
  - dans le lit mineur de la Rijolle : 10 m,
- en lit majeur :
  - dans les secteurs urbains densifiés : 15 m,
  - au niveau des infrastructures linéaires et des digues : 5 à 10 m,
  - dans les secteurs non densifiés : 40 m.

Le nombre total de nœuds est de 128 500, pour plus de 254 000 mailles.

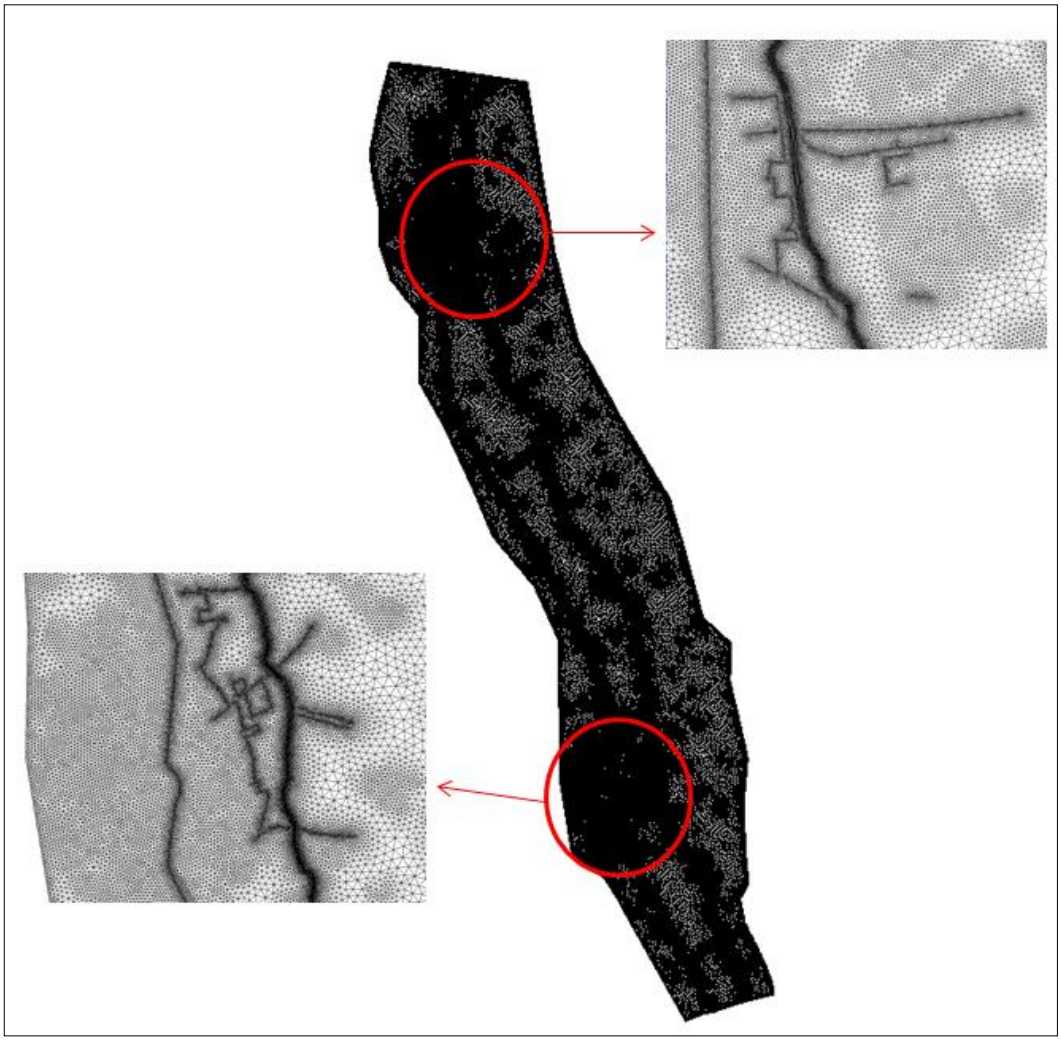


Figure 29 : Structure du maillage du modèle de Lézat / Saint-Sulpice – Zoom sur les zones de densification du maillage en fonction de l'élément à représenter

Remarque : Le lit mineur de la Rijolle n'est pas représenté de manière précise. Toutefois, il ne s'agit pas de représenter les écoulements de la Rijolle, mais simplement d'introduire les apports intermédiaires entre Lézat et Saint-Sulpice dans le modèle hydraulique 2D.

3.3.3 Intégration de la topographie

Les données bathymétriques / topographiques utilisées sont les suivantes :

- les LIDAR en lit majeur, fournis par les DDT de l'Ariège et de la Haute-Garonne (secteur de Saint-Sulpice – la limite départementale entre la Haute-Garonne et l'Ariège se situe au droit de la limite communale entre Saint Sulpice et Lezat),
- les profils bathymétriques de la Lèze et les relevés topographiques des ouvrages, issus de la campagne topographique de 2010, fournis par le SMIVAL.

Les données Lidar couvrent l'ensemble du secteur d'étude. Ces données sont validées par comparaison avec les levés au sol réalisés dans le cadre de la campagne topographique de 2010 (cf. Figure 30 ci-après).

La vérification n'est pas réalisée sur l'ensemble des profils mais par une méthode d'échantillonnage, visant à sélectionner aléatoirement les profils sur lesquels l'analyse est portée, tout en s'assurant de balayer les éléments principaux.

Les figures ci-après illustrent l'analyse réalisée.

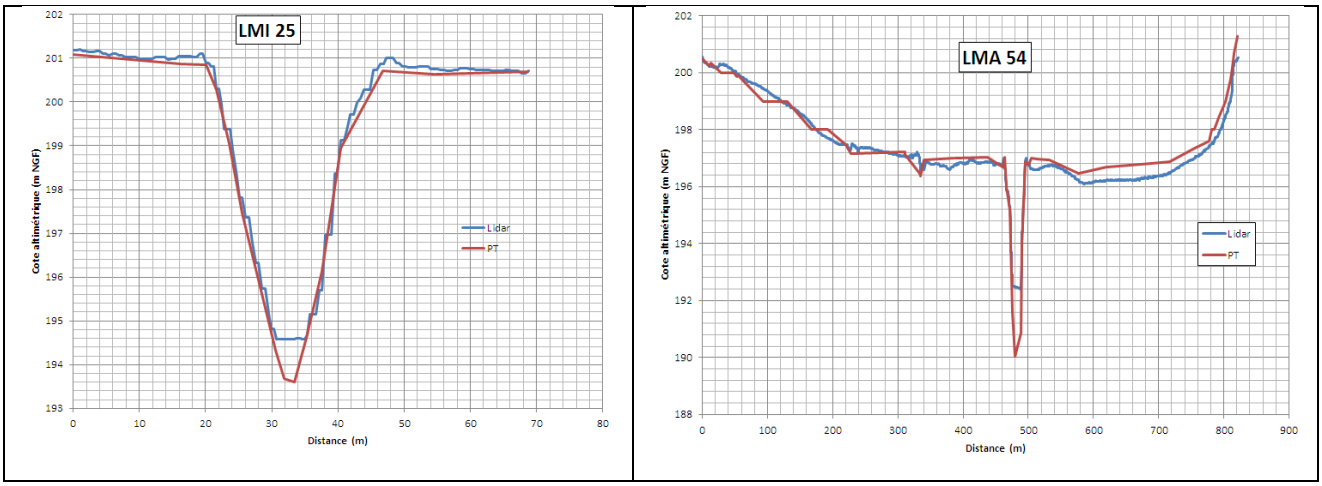


Figure 30 : Exemple de comparaison des données LIDAR / LEVES AU SOL (LMI 25 et LMA 54)

A l'instar des levés réalisés au Fossat, cette comparaison met en évidence une incohérence du Lidar au niveau du lit mineur de la Lèze. Cette différence s'explique par le fait que les données Lidar représentent le niveau d'eau et non pas le fond du lit. En revanche, le Lidar parait cohérent en lit majeur et permet également de caractériser les merlons présents.

De cette analyse les conclusions suivantes peuvent être tirées :

- la comparaison des données Lidar et des levés topographiques en lit majeur permet de valider les données Lidar,
- les données Lidar ne doivent pas être utilisées pour caractériser la bathymétrie de la Lèze,
- le Lidar permet la visualisation des remblais et autres merlons de berges.

Les profils bathymétriques issus de la campagne topographique réalisée en 2010 sur la Lèze sont utilisés pour la caractérisation du lit mineur. Un MNT a donc été construit à partir de ces levés.

Lors de cette campagne, les ouvrages hydrauliques traversant la Lèze ont également été levés sur l'ensemble de la vallée de la Lèze. Sur la zone de modélisation, sont concernés :

- le seuil situé en amont du lieu-dit « la Chaussée » sur la commune de Lézat (seuil 3),
- le pont de la route d'Escayre à Lézat (OH 12),
- le pont de la RD19b à Lézat (OH 11),
- le pont de la RD622 à Saint-Sulpice (OH 10),
- le seuil du Moulin des Bures à Saint-Sulpice (seuil 2),
- le pont de la RD74g à Montaut (OH09).

Les gabarits et sections de ces ouvrages ont été implémentés dans le modèle hydraulique 2D. La figure suivante illustre le gabarit du pont de la RD74g à Montaut (OH09).

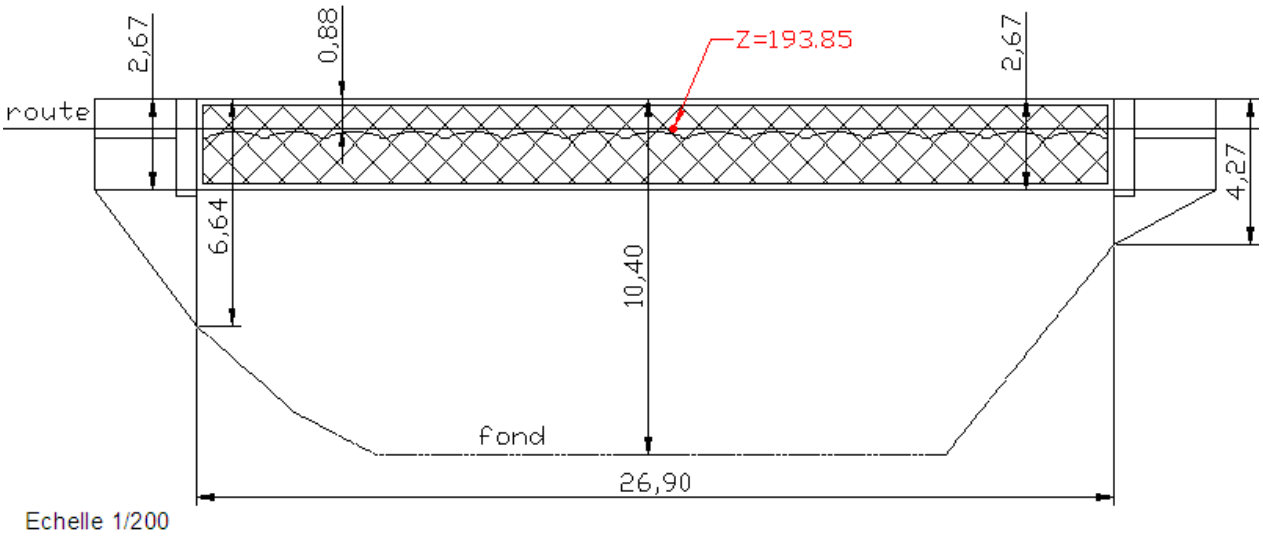


Figure 31 : Gabarit et cotes du pont de la RD74g à Montaut (OH09)

La figure suivante illustre l'intégration de la bathymétrie / topographie sur le maillage du modèle hydraulique :

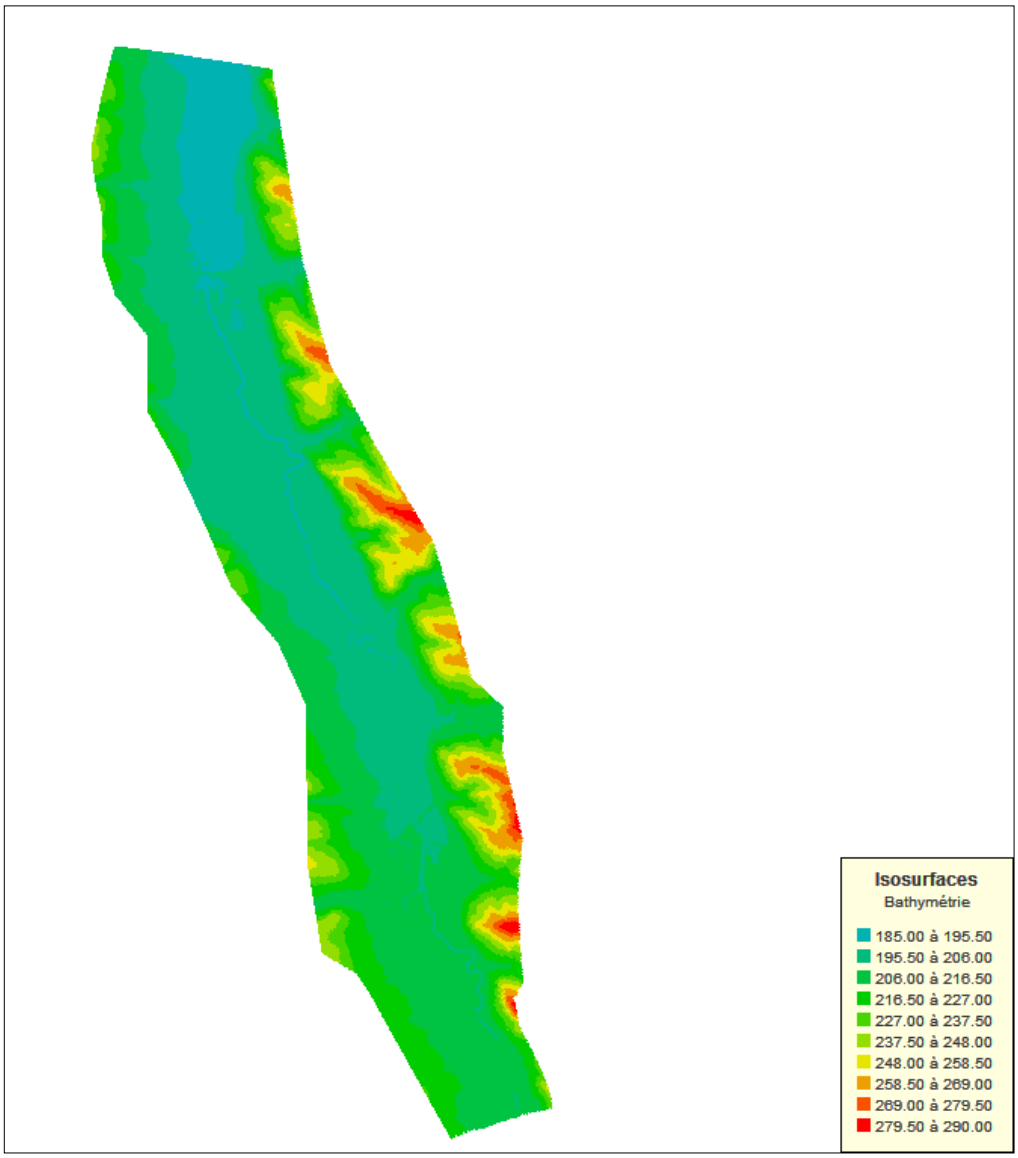


Figure 32 : Intégration de la topographie sur le modèle de Lézat / Saint-Sulpice

3.3.4 Conditions aux limites

Les frontières du modèle sont réparties en trois catégories :

- la condition à la limite amont,
- la condition à la limite aval,
- les frontières solides.

Elles sont identifiées sur la figure ci-après :

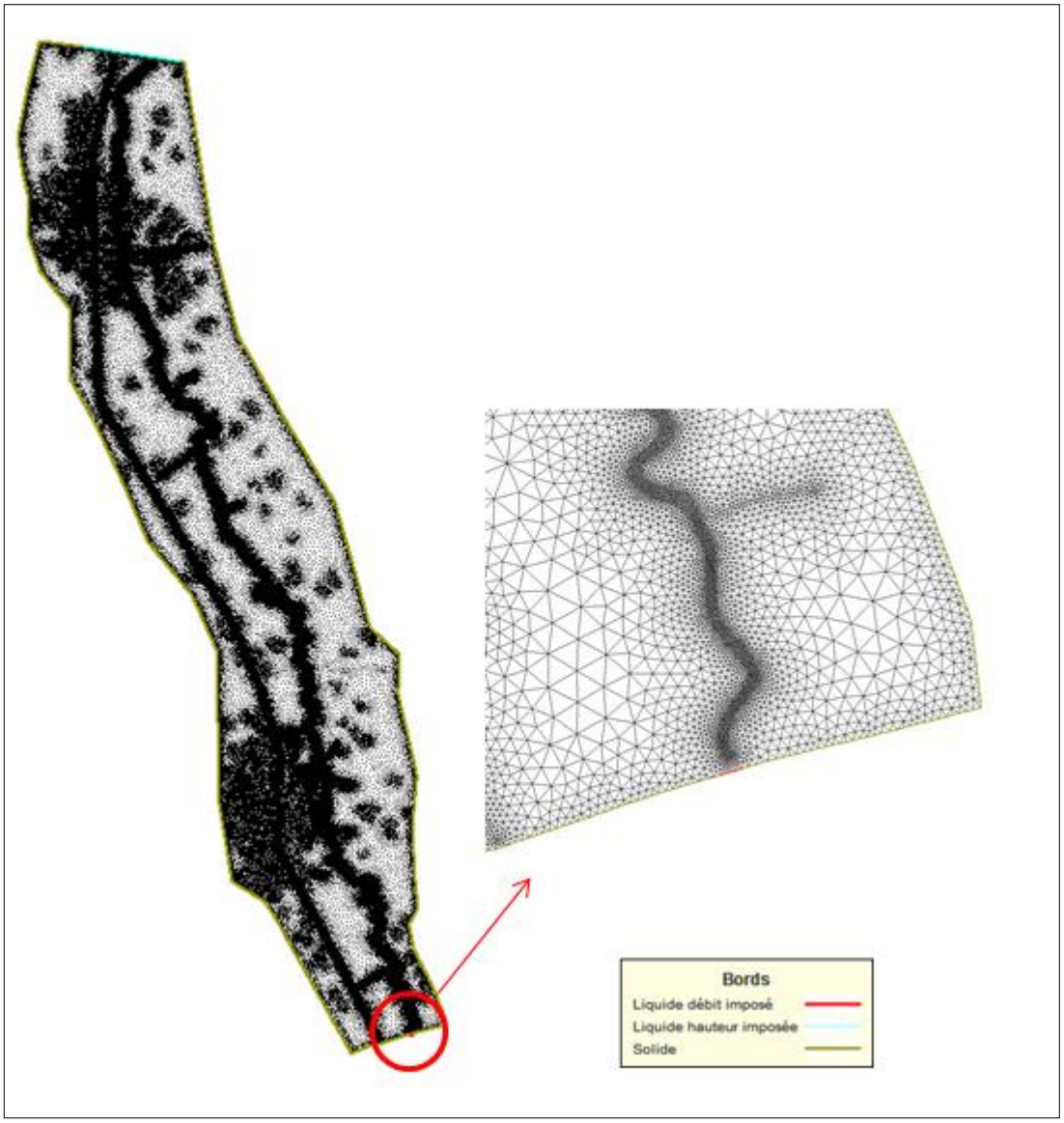


Figure 33 : Frontières du modèle hydraulique de Lézat / Saint Sulpice

La condition limite amont est de type « débit imposé ». En fonction du scénario considéré, une valeur fixe de débit est injectée en entrée du modèle. Le calcul est réalisé en régime permanent.

La condition limite aval est de type «hauteur imposée». Une loi de tarage est implémentée en sortie du modèle afin de fixer les hauteurs d'eau. Cette courbe de tarage est issue du modèle hydraulique 1D HEC-RAS (cf. paragraphe 3.1 page 17).

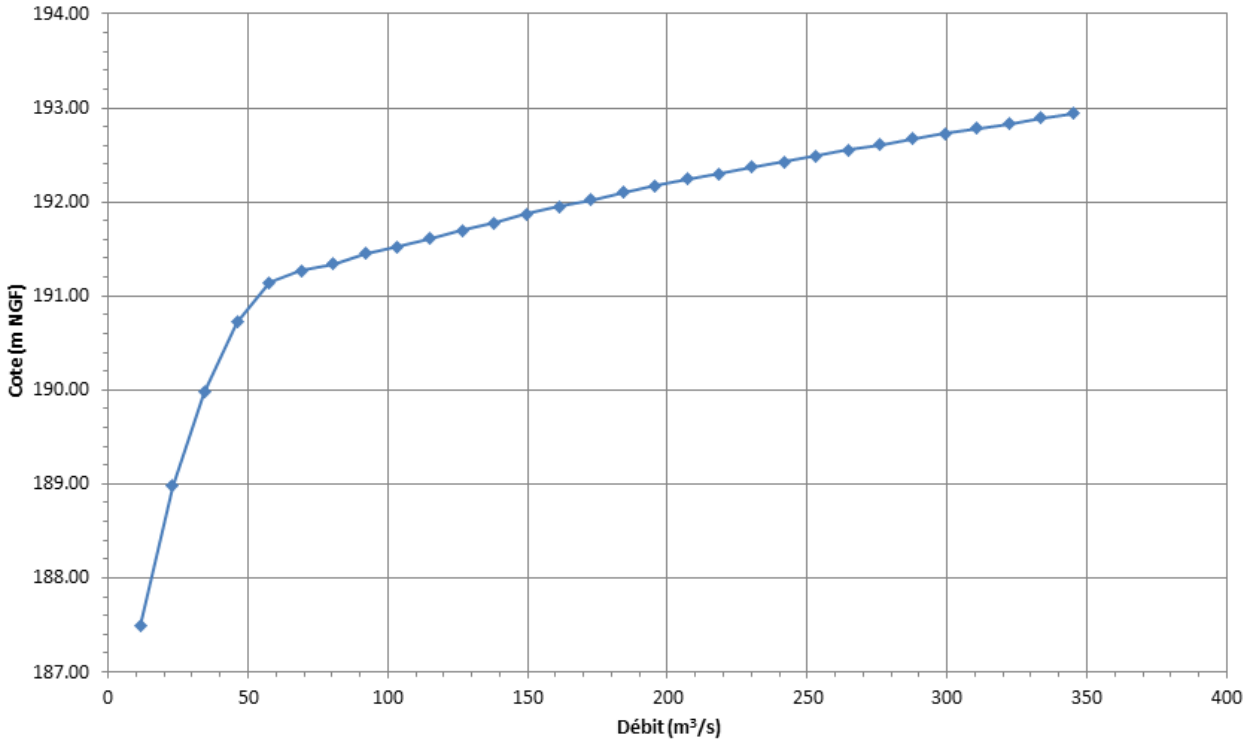


Figure 34 : Loi de tarage implémentée en tant que condition aval du modèle de Lézat / Saint Sulpice

3.3.1 Coefficient de rugosité et représentativité du modèle hydraulique 2D

3.3.1.1 Définition des coefficients de rugosité

Les coefficients de rugosité (ou coefficient de Strickler) introduit dans le modèle hydraulique sont :

- Pour le lit mineur : K = 25,
- Pour le lit majeur (prairie) : K = 20,
- Pour les zones urbanisées : K = 10.

Le tableau ci-dessous présente les coefficients de Strickler en fonction de la nature des matériaux.

Nature des parois	Valeur de K en $m^{1/3}/s$
Béton lisse	75-90
Canal en terre, non enherbé	60
Canal en terre, enherbé	50
Rivière de plaine, sans végétation arbustive	35-40
Rivière de plaine, large, végétation peu dense	30
Rivière à berges étroites très végétalisées	10-15
Lit majeur en prairie	20-30
Lit majeur en vigne ou taillis	10-15
Lit majeur urbanisé	10-15
Lit majeur en forêt	<10

Tableau 6 : Coefficient de Strickler en fonction de la nature du sol (source : Degoutte)

La représentativité du modèle hydraulique est alors évaluée à l'aide :

- de la courbe de tarage à la station hydrométrique de Lézat-sur-Lèze fournie par la DREAL,
- des éléments disponibles sur la crue de janvier 2014,
- des repères de la crue de juin 2000 disponibles sur la zone de modélisation, et figurant dans l'étude hydraulique de 2011 de la CACG [5].

3.3.1.2 Evaluation de la représentativité du modèle pour de faibles débits de crue-courbe de tarage

Dans un premier temps, la représentativité du modèle hydraulique est évaluée à l'aide de la crue de janvier 2014. Cette crue, dont le débit de pointe est estimé à 74 m^3/s à Lézat-sur-Lèze (d'après le retour d'expérience réalisé par le SMIVAL), a été faiblement débordante. Par ailleurs, pour le pic de cet évènement, la cote atteinte au droit du pont de la RD19b à Lézat était d'environ 205,75 m NGF (soit 20 cm sous la cote inférieure du tablier – cf. photographie ci-dessous).

Figure 35 : Ecoulement au droit du pont de la RD19b pour la crue de janvier 2014 à Lézat (source : REX SMIVAL)

La figure ci-dessous présente l'hydrogramme de la crue de janvier 2014 qui a été introduit dans le modèle hydraulique 2D.

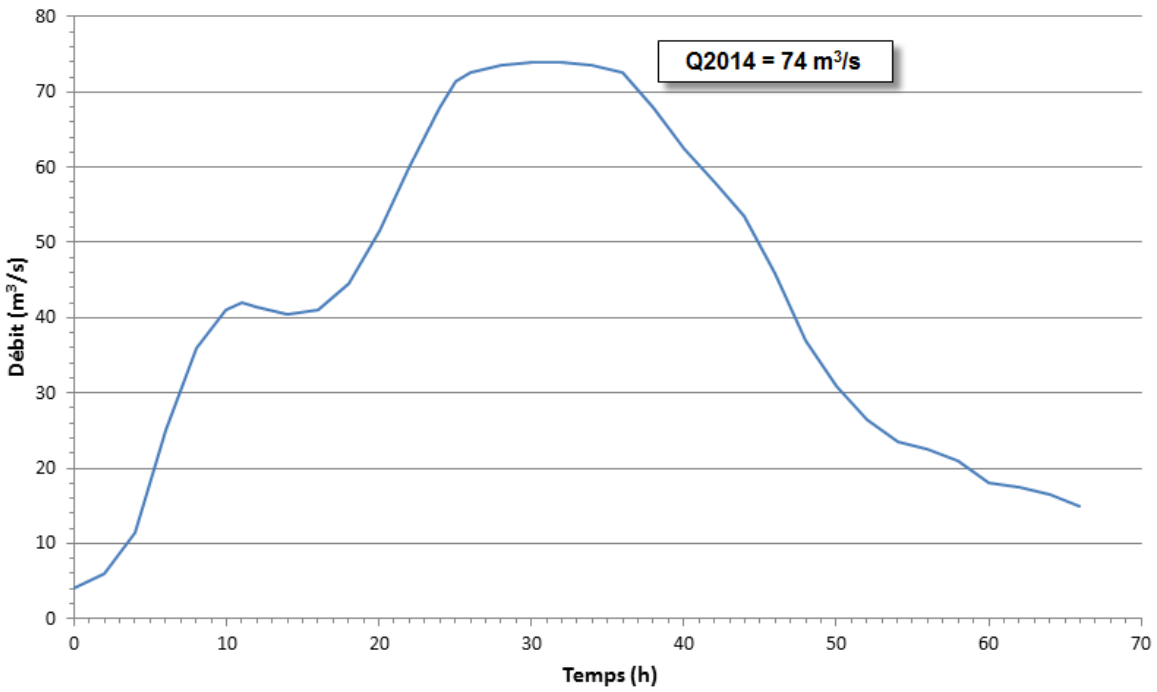


Figure 36 : Hydrogramme de la crue de janvier 2014 à Lézat-sur-Lèze (source : REX SMIVAL)

La figure suivante présente les hauteurs d'eau maximale sur le secteur de Le Fossat pour la crue de janvier 2014. On constate que des débordements apparaissent sur la partie amont de la commune et en amont rive droite du pont de la RD19b.

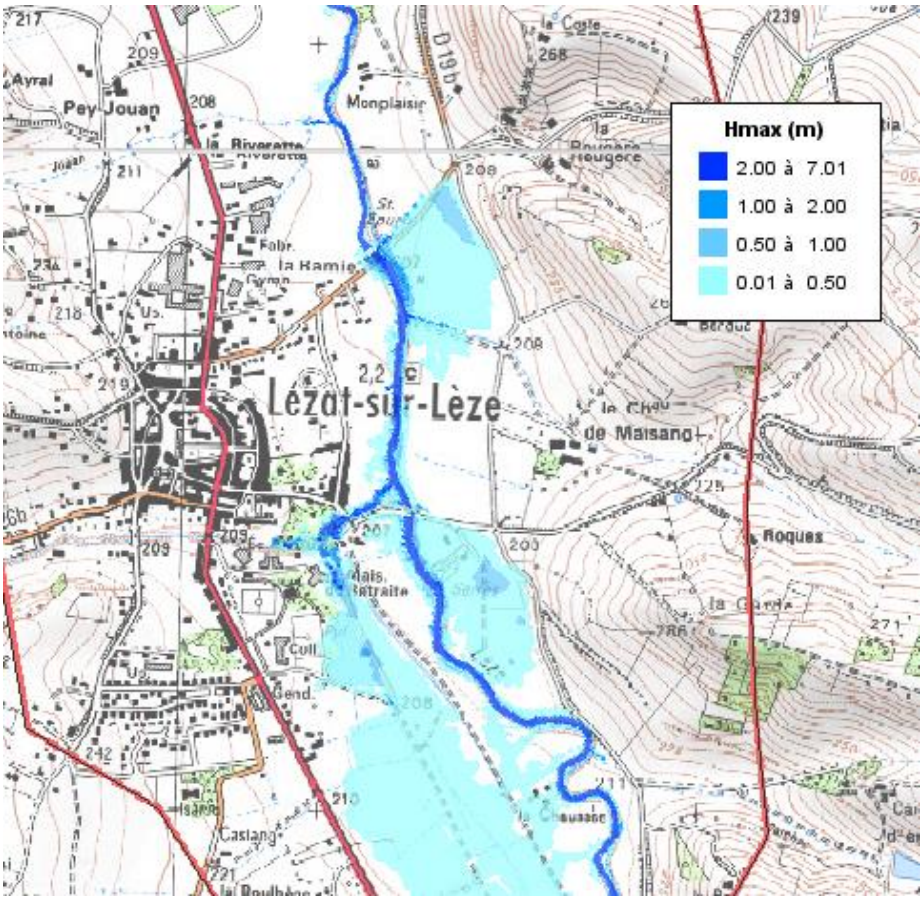


Figure 37 : Hauteurs d'eau maximales issues de la modélisation hydraulique de la crue de janvier 2014 à Lézat

La cote d'eau maximale modélisée au droit du pont est de 205,93 m NGF, soit 18 cm au-dessus de la cote observée pour cet évènement (environ 205,75 m NGF).

Dans les faits, les débordements ont eu lieu en rive droite et en rive gauche de la Lèze en amont du pont. Or le modèle hydraulique ne présente que des débordements en rive droite car la topographie du lit majeur disponible (données Lidar) est plus basse en rive droite qu'en rive gauche. Toutefois, le modèle retranscrit assez bien la cote observée sur la zone.

Cette modélisation est également utilisée pour vérifier le calage du modèle hydraulique sur la courbe de tarage fournie par la DREAL Midi-Pyrénées (cf. Figure 38 ci-après). La courbe de tarage issue du modèle hydraulique bidimensionnel est comparable à la courbe de tarage extraite des jaugeages de la DREAL.

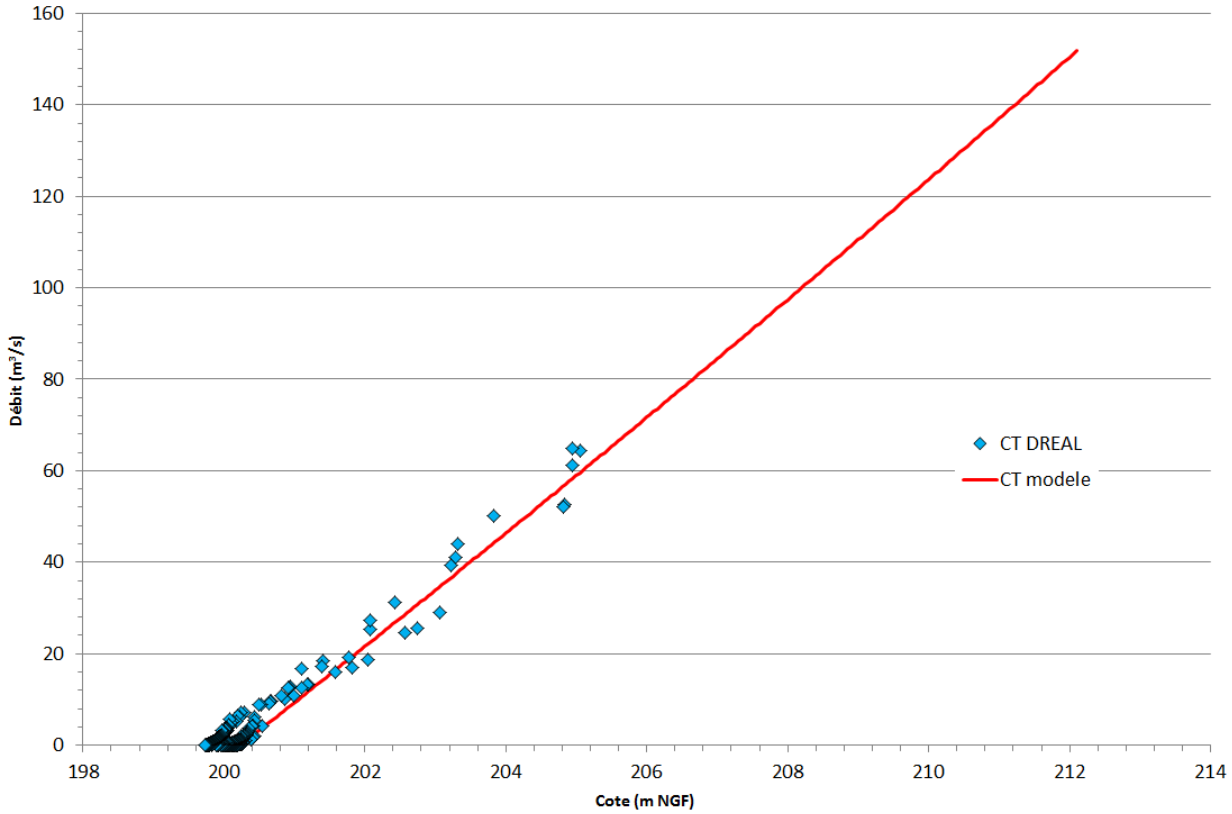


Figure 38 : Comparaison de la courbe de tarage modélisée à la courbe de tarage estimée par la DREAL

Au vu de la comparaison précédente, le modèle hydraulique 2D de la Lèze sur la commune de Saint Sulpice est jugé représentatif des écoulements sur la zone.

3.3.1.3 Evaluation de la représentativité du modèle pour de forts débits - crue de juin 2000

Des repères de la crue de juin 2000 sont disponibles sur le secteur de Lézat-sur-Lèze. Ces repères vont nous permettre de vérifier la représentativité du modèle pour les forts débits du cours d'eau. La figure ci-après présente la localisation des repères de la crue de juin 2000 disponible sur le secteur de Lézat-sur-Lèze.

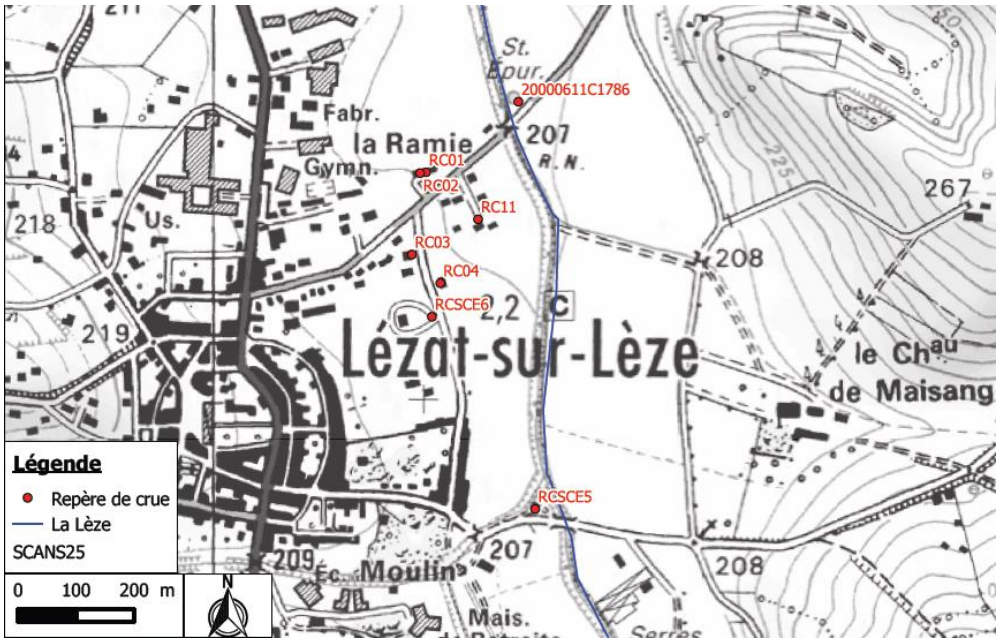


Figure 39 : Localisation des repères de la crue de juin 2000 sur la commune de Lézat-sur-Lèze

La représentativité du modèle hydraulique est alors évaluée à l'aide des repères de la crue de juin 2000 disponibles sur la zone de modélisation, et figurant dans l'étude hydraulique de 2011 de la CACG [5]. Le tableau suivant donne les cotes observées et simulées au droit des repères de crues, ainsi que les débits correspondant estimés dans les études hydrauliques antérieures.

Repère de crue	Débit (m^3/s)	Cote observée (m NGF)	Cote simulée (m NGF)	Ecart (m) (simulé – observé)
RC01	170	206.63	206.6	-0.03
RC02	170	206.64	206.56	-0.08
RC03	170	206.81	206.67	-0.14
RC04	170	206.74	206.71	-0.03
RC11	170	206.73	206.7	-0.03
20000611C11786	170	206.22	206.1	-0.12
RCSCE5	170	207.32	206.95	-0.37
RCSCE6	170	206.71	206.71	0.00

Tableau 7 : Représentativité du modèle hydraulique vis-à-vis des repères de crues

Compte tenu de ces résultats, le modèle hydraulique 2D de la Lèze sur le secteur de Lézat / Saint-Sulpice est jugé représentatif des écoulements sur la zone.

3.4 Prise en compte des apports intermédiaires

Le modèle hydraulique 1D ainsi que le modèle hydraulique 2D situé sur le secteur de Lézat / Saint-Sulpice représente des linéaires de cours d'eau importants. Afin d'obtenir une homogénéité des scénarios modélisés à l'échelle du bassin versant, il est nécessaire de prendre en compte les apports intermédiaires des différents sous bassins versants.

Pour ce faire, la corrélation sur les débits de la Lèze mise en évidence dans l'analyse hydrologique du bassin versant (cf. paragraphe 2.2 page 8) est utilisée. En entrée des modèles hydrauliques, une gamme de débit est introduite afin de définir les scénarios à retenir pour la cartographie. Et, au droit des principaux

affluents et des zones à enjeux, un débit supplémentaire est injecté afin de prendre en compte les apports des sous bassins versants intermédiaires sur le linéaire du cours d'eau.

Pour rappel, la corrélation sur les débits est donnée par la relation suivante :

$$Q_P = \frac{Q_{LE\ FOSSAT}}{S_{LE\ FOSSAT}{}^{B}} \times S^{B}, \text{ avec } B \in [0{,}66\ ;\ 0{,}70]$$

La figure suivante présente l'ensemble des sous bassins versants qui ont été pris en compte.

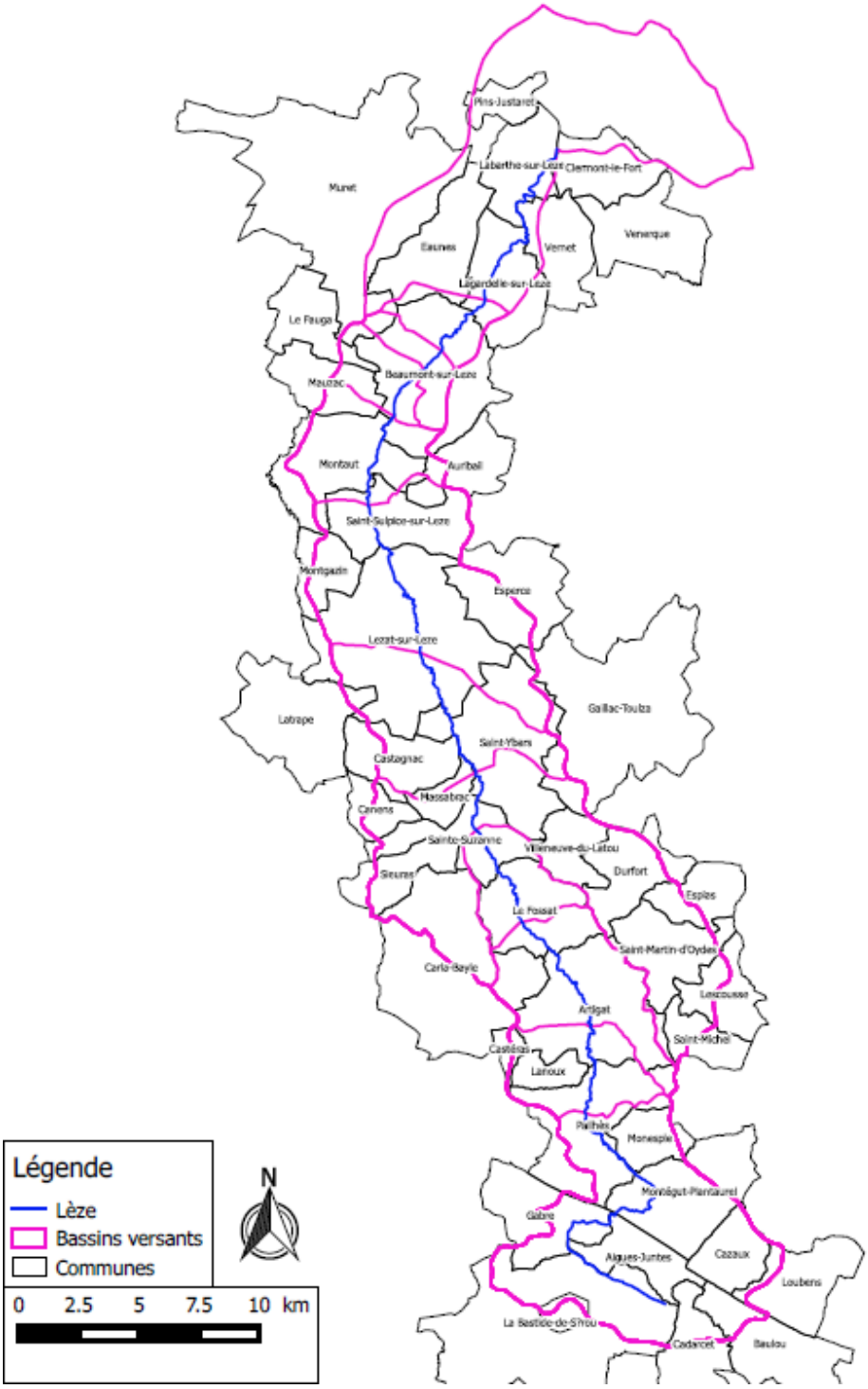


Figure 40 : Les sous bassins versants de la Lèze considérés pour définir les apports intermédiaires

4 CHOIX DES SCENARIOS HYDROLOGIQUES ET REALISATIONS DES ATLAS

Les modèles hydrauliques présentés au paragraphe précédent (cf. paragraphe 3 page 17) sont utilisés afin de définir les scénarios hydrologiques à considérer dans le cadre de la cartographie des secteurs submergés.

4.1 Choix des scénarios hydrologiques

4.1.1 Débits de débordements dans les zones à enjeux

Les modèles hydrauliques 1D et 2D permettent d'évaluer les débordements dans les zones à enjeux. Ce paragraphe présente les débits de plein bord et de débordement de la Lèze selon le secteur considéré.

4.1.1.1 Pailhès

Le secteur de Pailhès a fait l'objet d'une modélisation hydraulique 1D. Sur la commune de Pailhès, un profil en travers a été examiné afin d'évaluer les débits de débordement du cours d'eau (Profil situé au PK = 54431.07).

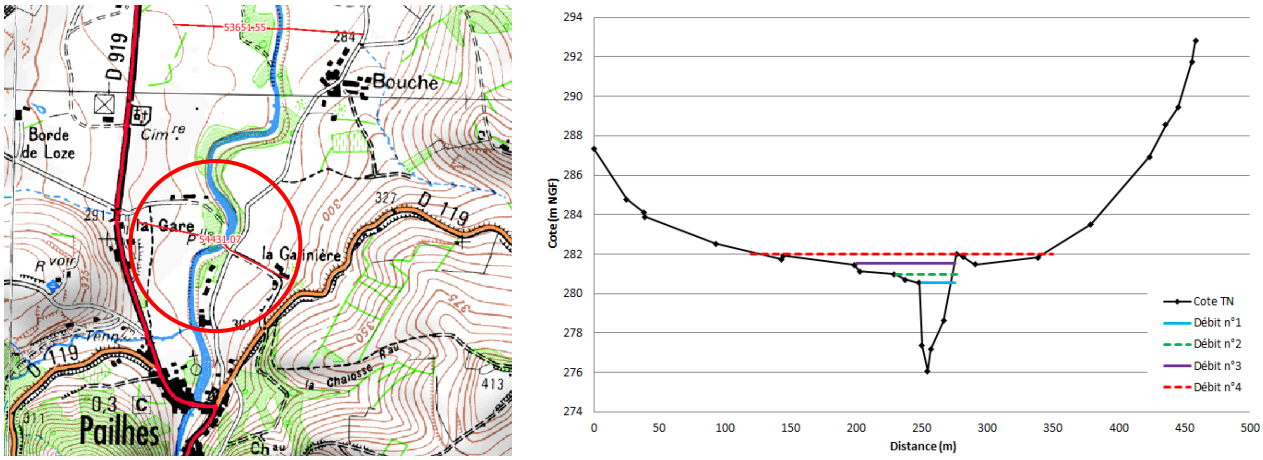


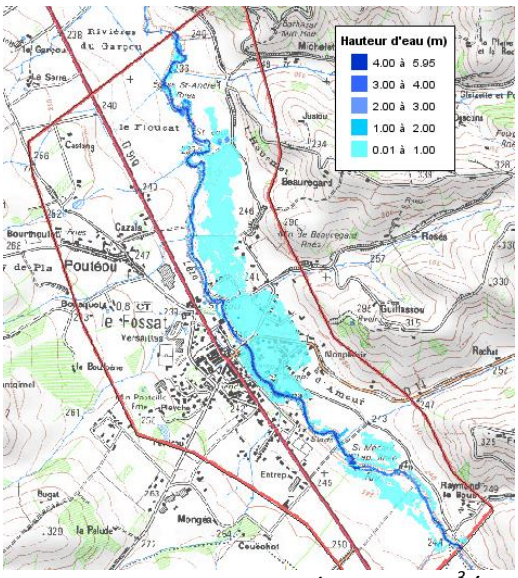
Figure 41 : Analyse des débits de débordements sur la commune de Pailhès

Sur ce secteur, le débit de plein bord (débit n°1 sur le graphique ci-dessus) est estimé à environ 85 m^3/s. En utilisant la corrélation sur les débits mise en évidence au cours de l'analyse du bassin versant (cf. paragraphe 2.2.3.1 page 11), le débit de 85 m^3/s à Pailhès donnerait un débit d'environ 119 m^3/s au droit de la commune de Le Fossat, soit le débit de pointe de la crue centennale du cours d'eau (cf. Tableau 3 page 10). Ainsi, le débit de plein bord correspond au débit de pointe de la crue centennale à Pailhès.

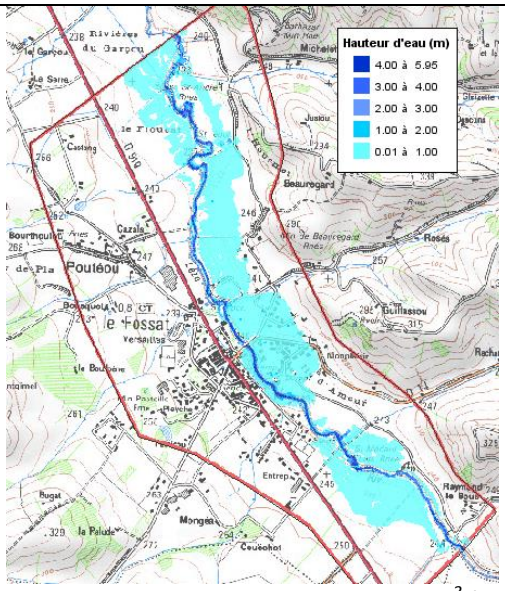
Au-delà de la crue de plein bord, des débits seuils activent les rives gauche et droite du lit majeur de la Lèze sur le secteur (cf. Figure 41 ci-avant). Sur la commune de Pailhès, pour laquelle les enjeux sont faibles, ces débits représentent les scénarios à modéliser dans le cadre de la cartographie des zones submergées.

4.1.1.2 Le Fossat

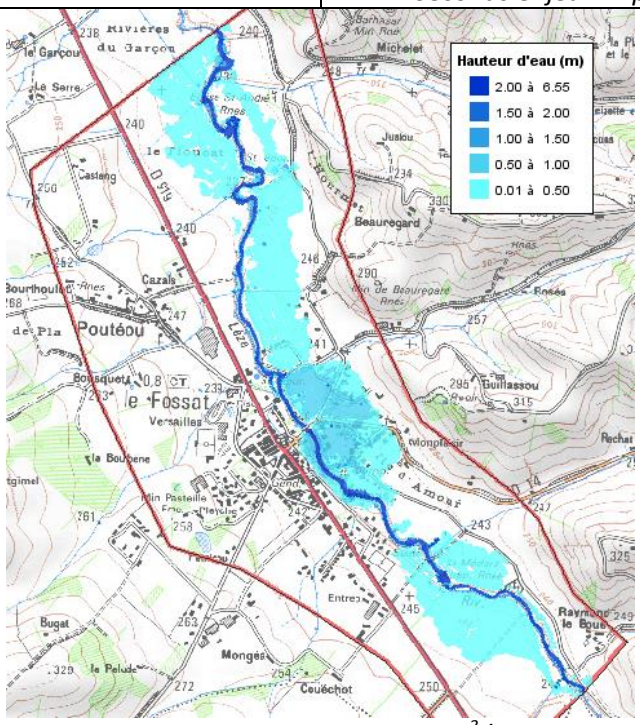
Le secteur de Le Fossat a fait l'objet d'une modélisation hydraulique 2D. Cette modélisation hydraulique a permis de mettre en évidence plusieurs scénarios à cartographier sur cette zone.



Premiers enjeux impactés – Q=75 m^3/s



Seconds enjeux impactés – Q=100 m^3/s



Crue centennale – Q=120 m^3/s

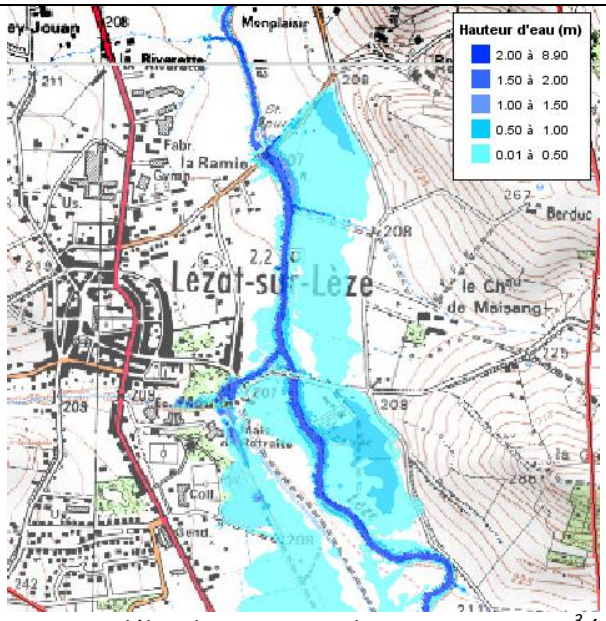
Figure 42 : Débordements sur le secteur de Le Fossat

Le débit de plein bord sur le linéaire de la Lèze au droit de la zone à enjeux de Le Fossat est estimé à environ 65-70 m^3/s. Les premiers débordements se produisent pour un débit d'environ 75 m^3/s. Le lit majeur rive droite en amont du pont de la RD14 est alors impacté.

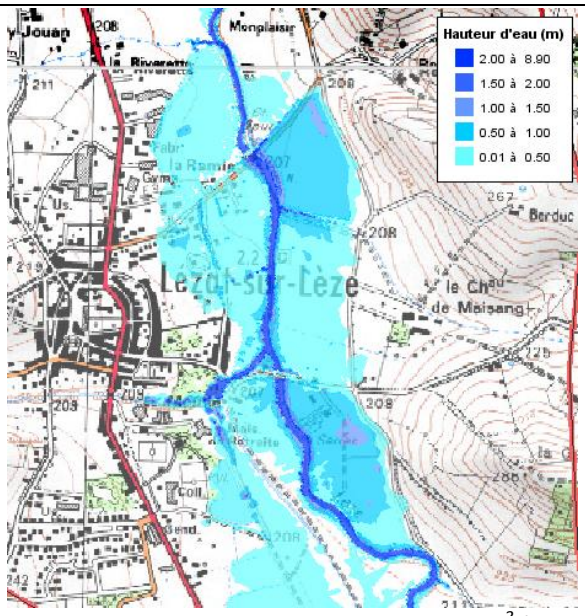
Pour un débit de 100 m^3/s, la zone inondée s'étend en rive droite et des débordements apparaissent en rive gauche. Enfin, pour un débit de 120 m^3/s (crue centennale réévaluée), des débordements généralisés apparaissent dans la vallée.

4.1.1.3 Lézat-sur-Lèze

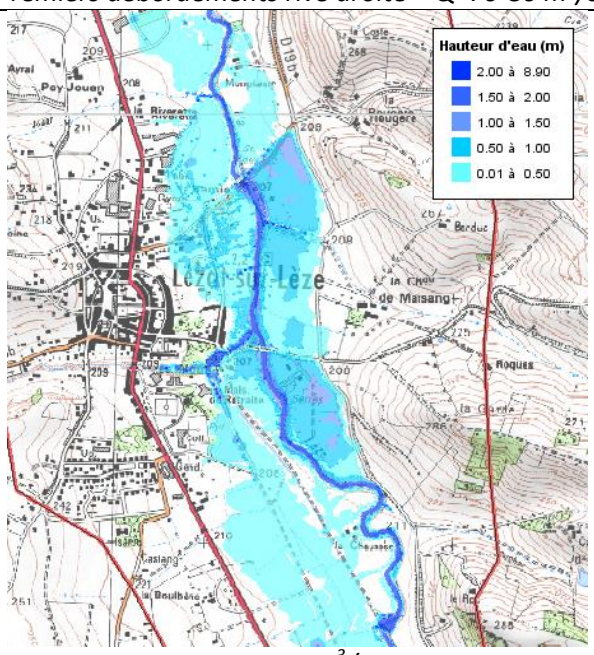
Le secteur de Lézat-sur-Lèze a fait l'objet d'une modélisation hydraulique 2D. Cette modélisation hydraulique a permis de mettre en évidence plusieurs scénarios à cartographier sur cette zone.



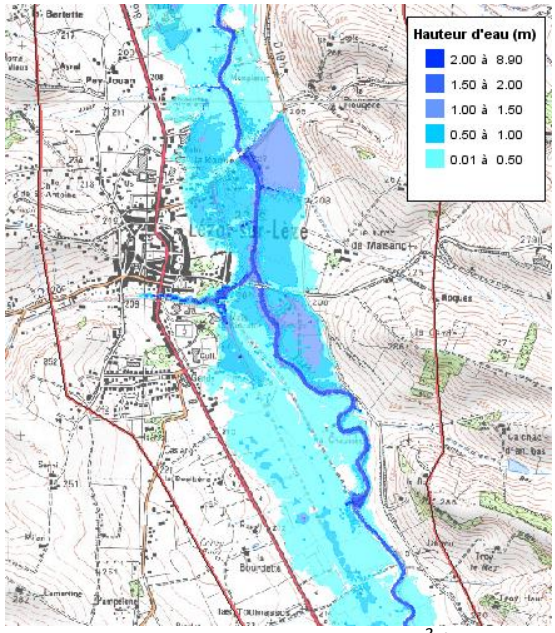
Premiers débordements rive droite – Q=70-80 m³/s



Débordements rive gauche – Q=100 m³/s



Q=120 m³/s



Crue centennale - Q=186 m³/s

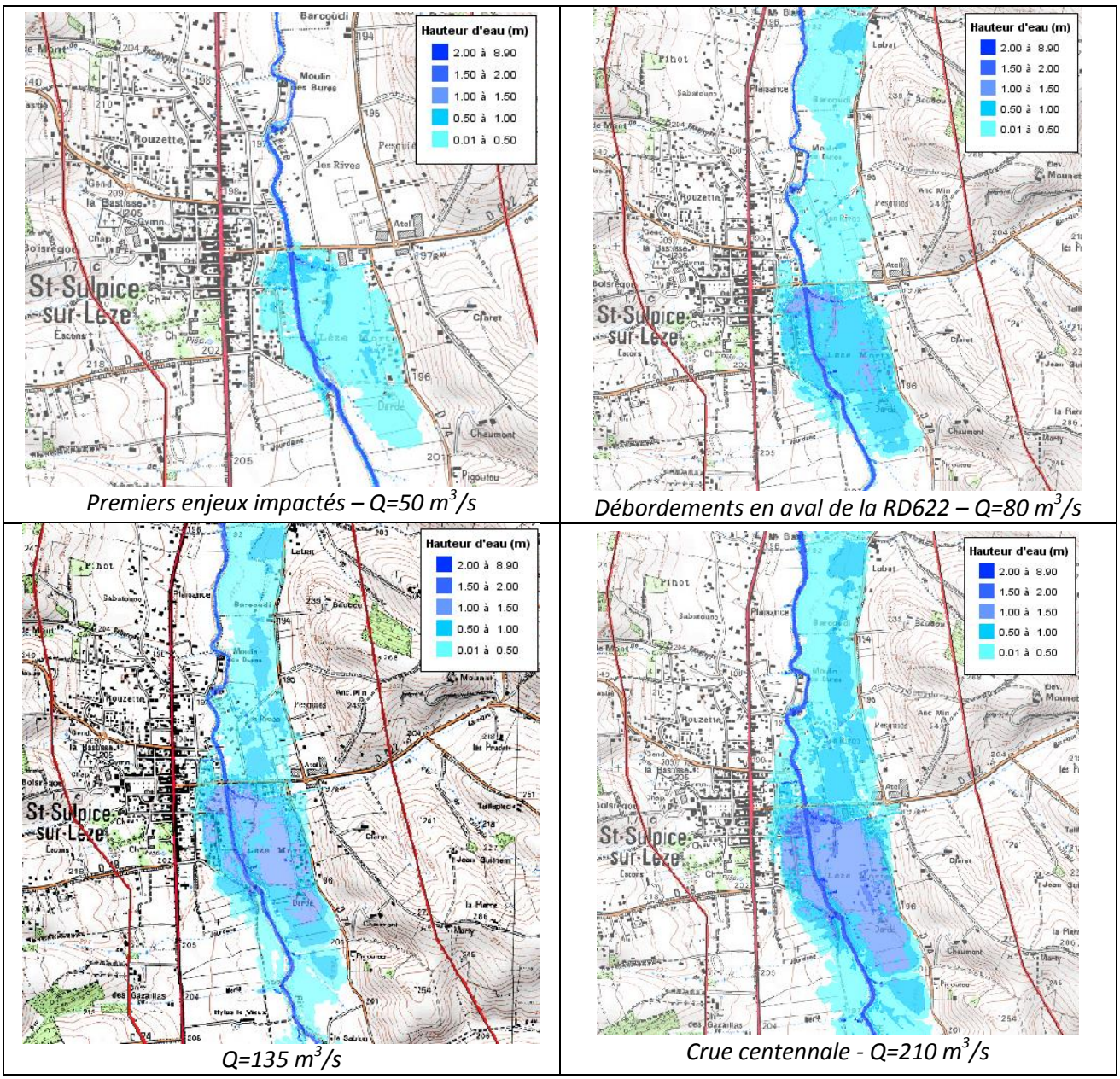
Figure 43 : Débordements sur le secteur de Lézat-sur-Lèze

Le débit de plein bord sur le linéaire de la Lèze au droit de la zone à enjeux de Lézat-sur-Lèze est estimé à environ 60 à 65 m³/s. Les premiers débordements significatifs se produisent pour un débit d'environ 75 à 80 m³/s. Le lit majeur rive droite en amont du pont de la RD19b est alors impacté.

Pour un débit de 100 m³/s, des débordements apparaissent en rive gauche de la Lèze, notamment au droit du secteur de « la Ramie ». A partir de 120 m³/s, les débordements se propagent en lit majeur rive gauche et rive droite en aval du pont de la RD19b. Enfin pour un débit de 186 m³/s (crue centennale réévaluée), il y a débordement généralisé de la Lèze dans la vallée.

4.1.1.4 Saint-Sulpice-sur-Lèze

Le secteur de Saint-Sulpice-sur-Lèze a fait l'objet d'une modélisation hydraulique 2D. Cette modélisation hydraulique a permis de mettre en évidence plusieurs scénarios à cartographier sur cette zone.



Premiers enjeux impactés – Q=50 m³/s

Débordements en aval de la RD622 – Q=80 m³/s

Q=135 m³/s

Crue centennale - Q=210 m³/s

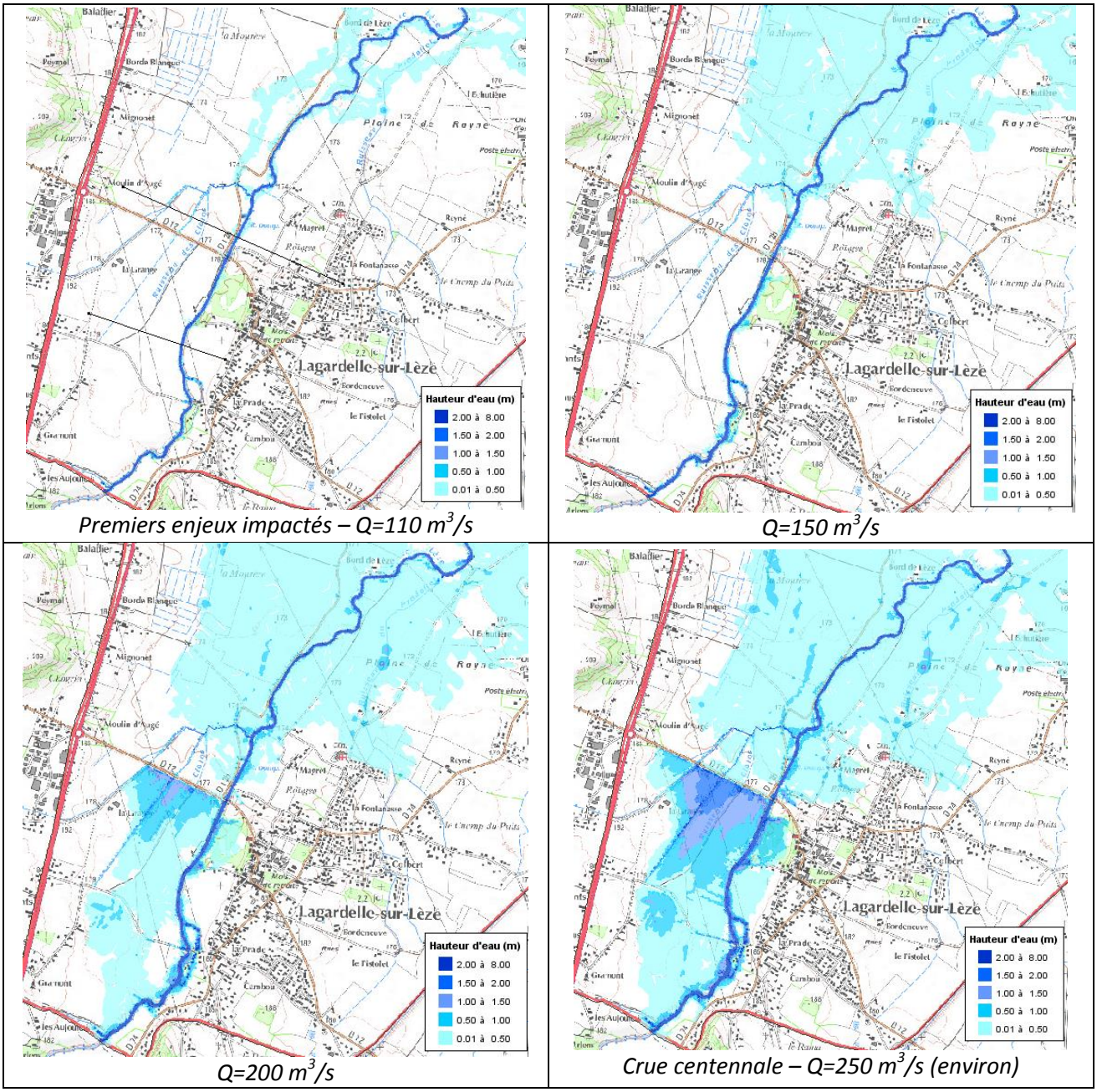
Figure 44 : Débordements sur le secteur de Saint-Sulpice-sur-Lèze

Le débit de plein bord sur le linéaire de la Lèze au droit de la zone à enjeux de Saint-Sulpice-sur-Lèze est estimé à environ 45 m³/s. Les premiers débordements significatifs se produisent pour un débit d'environ 50 m³/s. Le lit majeur (rive gauche et rive droite) en amont du pont de la RD622 est alors impacté.

Pour un débit de 135 m³/s, certains enjeux sont fortement impactés, avec localement des hauteurs d'eau supérieures à 1 m. Enfin, pour un débit de 210 m³/s (proche de la crue centennale réévaluée), il y a débordement généralisé de la Lèze dans la vallée.

4.1.1.5 Lagardelle-sur-Lèze

Le secteur de Lagardelle-sur-Lèze a fait l'objet d'une modélisation hydraulique 2D. Cette modélisation hydraulique a permis de mettre en évidence plusieurs scénarios à cartographier sur cette zone.



Premiers enjeux impactés – Q=110 m³/s

Q=150 m³/s

Q=200 m³/s

Crue centennale – Q=250 m³/s (environ)

Figure 45 : Débordements sur le secteur de Lagardelle-sur-Lèze

Le débit de plein bord sur le linéaire de la Lèze au droit de la zone à enjeux de Lagardelle-sur-Lèze est estimé à 90 m³/s. Les premiers débordements se produisent pour un débit de 100 à 110 m³/s, sur la zone située à l'aval du bourg. Pour de tels débits, le lieu-dit « Bord de Lèze » sur le SCAN25 de l'IGN est impacté.

Pour un débit de 150 m³/s, la plaine à l'aval du bourg est largement inondée. Toutefois, cette zone ne présente pas de nombreux enjeux sur la commune de Lagardelle. Pour 200 m³/s, des débordements apparaissent en amont de la RD12. Le remblai de la RD12 rentre en charge et entraîne une obstruction à l'écoulement. Pour la crue centennale réévaluée de la Lèze (débit d'environ 250 m³/s), des bâtis sont impactés par les écoulements en rive droite de la Lèze au droit du bourg de Lagardelle-sur-Lèze.

4.1.1.6 Labarthe-sur-Lèze

Le secteur de Labarthe-sur-Lèze a fait l'objet d'une modélisation hydraulique 2D. Cette modélisation hydraulique a permis de mettre en évidence plusieurs scénarios à cartographier sur cette zone.

Remarque : Sur les vignettes de la Figure 46, le débit introduit dans l'Ariège est de 1 000 m^3/s, soit le débit de la crue de juin 2000 relevé à la station hydrométrique d'Auterive. On constate que pour un faible débit de la Lèze (50 m^3/s), la crue de l'Ariège franchit « seulement » la RD820, et n'a pas d'impact sur les bâtis de Labarthe-sur-Lèze.

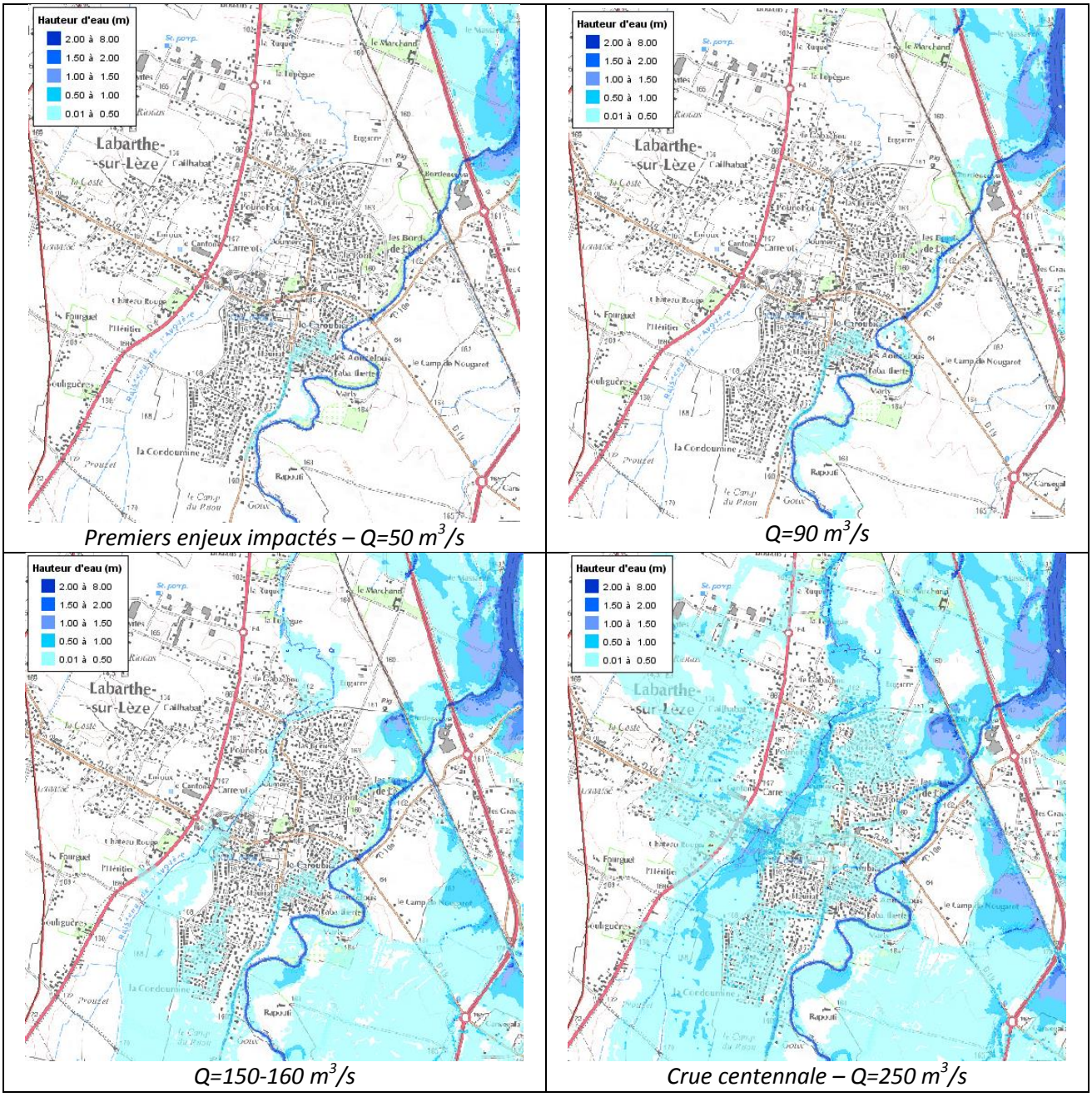


Figure 46 : Débordements sur le secteur de Labarthe-sur-Lèze

Le débit de plein bord sur le linéaire de la Lèze au droit de la zone à enjeux de Labarthe-sur-Lèze est estimé à 50 m^3/s environ. Les premiers débordements apparaissent en rive gauche de la Lèze, en amont du bourg, au droit du secteur de « la Condamine » (SCAN25 de l'IGN), pour un débit de 50-60 m^3/s environ.

Pour un débit de 90 m^3/s, des débordements se produisent en rive droite de la Lèze, notamment au droit de la zone à enjeux des « Aouzelous » sur le SCAN25 de l'IGN. A partir de 125 m^3/s en entrée de modèle hydraulique, des débordements qui se produisent sur la plaine en amont de la commune de Labarthe-sur-Lèze se propagent et viennent impacter le centre de la commune. Pour 150-160 m^3/s, le centre de Labarthe est touché.

Pour la crue centennale de la Lèze (débit de 250 m^3/s), la quasi-totalité de la commune de Labarthe-sur-Lèze est impactée.

4.1.2 Sectorisation de la vallée de la Lèze

Les débits de débordement présentés dans le paragraphe précédent mettent en avant la nécessité de découper la Lèze en 3 tronçons « hydrologiques » homogènes :

- Tronçon n°1 : Pailhès,
- Tronçon n°2 : d'Artigat à Lézat-sur-Lèze,
- Tronçon n°3 : de Saint-Sulpice-sur-Lèze à Labarthe-sur-Lèze.

Le modèle hydraulique bidimensionnel réalisé sur le tronçon de Lézat / Saint-Sulpice représente une zone de transition. En effet, les premiers débordements apparaissent plus rapidement sur la commune de Saint-Sulpice que sur le secteur de Lézat. Toutefois, quand les débits augmentent, des scénarios semblables peuvent être définis sur les 2 communes.

4.1.3 Choix des stations de références et informations cartographiées

Pour rappel, 4 stations hydrométriques sont aujourd'hui implantées sur la vallée de la Lèze (cf. paragraphe 2.1.3 page 6) :

- 3 stations d'observation (Pailhès, Lézat et Labarthe),
- 1 station de prévision (Le Fossat).

Les stations de Pailhès, Lézat et le Fossat sont intégrées au dispositif vigicrue.

Les zones submergés seront définis sur la base des informations débits / hauteurs à la station de prévision de Le Fossat.

Sur les atlas cartographiques, il est prévu de faire apparaître les niveaux estimés :

- A la station de référence de Le Fossat,
- A la station vigicrue la plus proche si différente de la station de référence,
- Aux échelles limnimétriques amont et/ou aval la plus proche.

4.1.4 Choix des scénarios

Le choix des scénarios est réalisé en fonction des stations de référence prises en compte et de la sectorisation hydrologique de la vallée de la Lèze.

Le tableau suivant présente, pour chaque scénario, la hauteur d'eau à la station de référence du Fossat, les secteurs cartographiés ainsi que les hauteurs d'eau correspondantes sur ces secteurs.

Figure 47 : Scénarios à cartographier sur le secteur le bassin versant de la Lèze en fonction des hauteurs aux stations (m)

HAUTEURS D'EAU AUX ECHELLES LIMNIMETRIQUES													
SECTEUR HOMOGENE	Commune	Surface BV (km²)	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6	Scénario 7	Scénario 8	Scénario 9	Scénario 10	Scénario 11
PAILHES	**Artigat**	91									5.1	5.4	5.6
FOSSAT - LEZAT	**Artigat**	91			4	4.2	4.4		4.6	4.8			
	Artigat - Fustié	96			2.3	2.6	2.9		3.4	3.7			
	Le Fossat - Référence	**119**	**2.50**	**3.30**	**3.60**	**4.10**	**4.50**	**4.60**	**5.00**	**5.20**	**5.70**	**5.95**	**6.20**
	Sainte Suzanne	133			4.8	5.4	5.7		5.95	6			
	Saint-Ybars / Massabrac	199			6.5	6.6	6.7		6.8	7			
	Lézat / Lèze	243			6.6	6.9	7.1		7.3	7.4			
SAINT SULPICE - LABARTHE	**Saint Sulpice / Lèze**	298	4	4.5				4.8	4.9	5			
	Beaumont / Lèze	328	5.7	6.3				7.1	7.3	7.6			
	Lagardelle / Lèze	344	3.6	4.6				5.7	5.9	6.1			
	Labarthe / Lèze	351	1.6	2.3				2.55	2.65	2.75			

Sur le secteur aval, et notamment au droit de la commune de Labarthe-sur-Lèze, des scénarios de concomitance avec une crue de l'Ariège plus forte seront cartographiés. En effet, et bien qu'il n'y ait pas de débordements significatifs de l'Ariège sur Labarthe-sur-Lèze pour la crue de juin 2000 (débit de pointe de 1 000 m^3/s), la crue centennale de l'Ariège (1 750 m^3/s) pourrait avoir des conséquences plus importantes sur la commune.

Ces scénarios sont indépendants de la cartographie de la crue de référence existante dans les PPRI. Le tableau suivant présente, pour chaque commune pour lesquelles un PPRI existe, le débit de pointe de la crue de référence cartographiée. Sur le bassin de la Lèze, la crue de référence est la crue de juin 2000, pour laquelle l'estimation du débit est disponible dans l'étude de la CACG [5].

Commune	Débit de pointe de la crue de référence (m^3/s)
Artigat	Approche géomorpho
Le Fossat	Approche géomorpho
Lézat-sur-Lèze	-
Saint-Sulpice-sur-Lèze	180
Lagardelle-sur-Lèze	167
Labarthe-sur-Lèze	167

Tableau 8 : Débits de pointe des crues de référence de chaque commune

4.2 Méthodologie pour la réalisation des atlas

4.2.1 Constructions des classes de hauteurs d'eau

Pour chaque scénario, le niveau d'eau maximum atteint des modèles hydrauliques est extrait pour construire le modèle numérique de niveau d'eau (MNE). Ce niveau maximum est directement fourni par le modèle hydraulique par analyse systématique du limnigramme calculé en chaque nœud. Cette extraction du maximum des cotes d'eau permet d'aboutir à l'exploitation des hauteurs d'eau maximales sur le territoire d'étude et ainsi de cartographier les zones inondées maximales pour chaque scénario.

Le modèle numérique de terrain (MNT) correspond aux LIDAR réalisés du lit majeur de la Lèze.

Le modèle numérique de hauteurs d'eau (MNH) est alors construit par soustraction du MNT au MNE.

A partir de ce MNH, les couches ZICH (« Zone inondée – Classes de Hauteurs ») sont obtenues en considérant les classes de hauteurs d'eau suivantes :

- Classe 1 : 0 m < h < 0,5 m,
- Classe 2 : 0,5 m < h < 1 m,
- Classe 3 : 1 m < h < 2,0 m,
- Classe 4 : h > 2,0 m.

Remarque : les hauteurs d'eau maximales inférieures à 1 cm sont automatiquement supprimées.

4.2.2 Cartographie des scénarios

La cartographie de chaque scénario a été réalisée et est jointe en annexe du présent document. Conformément à la demande du Maître d'Ouvrage, les cartographies sont au format A3 et à l'échelle :

- 1/10 000ème sur les secteurs modélisés en 2D,
- 1/25 000ème sur les secteurs modélisés en 1D.

Le fond Orthophoto est retenu pour réaliser la cartographie. Les bâtis, les routes principales et secondaires sont intégrées au fond de plan. Les lieux dits sont également présentés sur les cartes au 1/25 000ème.

ANNEXE 1 : BIBLIOGRAPHIE

[1] Etude hydraulique de la Lèze et de l'Ariège – INGEROP, 2001

[2] Protection des lieux habités contre les crues de la Lèze – SOGREAH, 2003

[3] Elaboration du schéma de prévention des risques d'inondations de la vallée de la Lèze – GEOSPHAIR, 2006

[4] Etude de gestion des cours d'eau de la Lèze – EAUCEA, 2010

[5] Etude hydraulique de la Lèze – CACG, 2012

[6] Note de synthèse de l'étude hydraulique de la Lèze – SAFEGE, 2012

[7] Observations sur les actions envisagées pour la gestion des inondations dans le bassin versant de la Lèze - PR BART SCHULTZ, 2013

[8] Digue de protection contre les crues au lieu-dit « Lèze Morte » - ARTELIA, 2013

[9] Document de référence hydrologique : Crues majeures, dispositif de vigilance actuel et présentation de l'outil de référence locale - DELOTTIER Hugo, 2013

[10] Mission de contrôle expérimental en crue – EAUCEA, 2014

[11] PPRN Ariège Lèze – SOGREAH, 2008

ANNEXE 2 : ATLAS CARTOGRAPHIQUE