

PPRI BERRE ET RIEU

Note méthodologique des PPRI de la Berre et du Rieu

Rapport



Rapport n° : 14F-121-RM-1
Révision n° : C
Date : 23/02/2017

Votre contact :
Gwendal SENECHAL
senechal@isl.fr

Visa

Document actualisé le 24/02/2017.

Révision	Date	Auteur	Chef de Projet	Superviseur	Commentaire
A	09/11/2016	GCH	GCH	GCH	
B	09/02/2017	CPL	GSE	ASA	
C	23/02/2017	CPL	GSE	ASA	

ASA : SALMI Akim

CPL : PLASSE Claire

GCH : CHEVALLET Gwenael

GSE : SENECHAL Gwendal

Rapport ISL
14F-121-RM-1
Revision C

<http://www.isl.fr/r.php?c=129924>



Ingénierie



SOMMAIRE

1	CONTEXTE ET OBJECTIFS	1
1.1	CONTEXTE GENERAL DE LA PROBLEMATIQUE INONDATION DE LA BERRE	1
1.2	OBJECTIFS	4
2	TOPOGRAPHIE	6
2.1	DONNEES EXISTANTES	6
2.2	DONNEES ACQUISES SPECIFIQUEMENT DANS LE CADRE DE L'ETUDE	7
3	HYDROLOGIE	9
3.1	PRESENTATION DU BASSIN VERSANT DE LA BERRE	9
3.2	PRESENTATION DU BASSIN VERSANT DU RIEU	9
3.3	DEBITS DE REFERENCE	12
3.3.1	PREAMBULE	12
3.3.2	CALCULS DES DEBITS DE REFERENCE DE LA BERRE	12
3.3.3	CALCULS DES DEBITS DE REFERENCE DES AUTRES COURS D'EAU	14
3.3.4	CAS PARTICULIER DES ZONES DE RUISSELLEMENT	15
4	MODELISATIONS HYDRAULIQUES	17
4.1	TELEMAC-2D	17
4.2	MODELES REALISES	17
4.3	CONSTRUCTION DES MODELES	19
4.4	CONDITIONS LIMITEES	19
4.5	CALAGE DES MODELES HYDRAULIQUES	20
5	CARTOGRAPHIE DES PHENOMENES NATURELS	21
6	CARTOGRAPHIE DE L'HYDROGEOMORPHOLOGIE	22
7	CARTOGRAPHIE DES ALEAS	23
8	CARTOGRAPHIE DES ENJEUX	25

9	CARTOGRAPHIE DU ZONAGE REGLEMENTAIRE	26
10	CONCLUSION	28

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 LOCALISATION ET DEBITS DE REFERENCE DES POINTS DE CALCUL SUR LES AFFLUENTS DE LA BERRE ET DU RIEU

ANNEXE 2 CALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : MNT SIG-LR	6
Figure 2 : Plan de vol réalisé par SINTEGRA et zones ayant fait l'objet d'un MNT	7
Figure 3 : Exemple de rendu du MNT Lidar de Sintegra réalisé par ISL au droit de Durban-Corbières	8
Figure 4 : Détermination de la PJ 100 ans	13
Figure 5 : Détermination de la rétention initiale	13
Figure 6 : Points de calculs des débits de référence des affluents (Cascastel-des-Corbières et Villeneuve-les-Corbières)	1
Figure 7 : Points de calculs des débits de référence des affluents (Durban-Corbières)	2
Figure 8 : Points de calculs des débits de référence des affluents (Villesèque-des-Corbières)	2
Figure 9 : Points de calculs des débits de référence des affluents (Gléon)	3
Figure 10 : Points de calculs des débits de référence des affluents (Portel-des-Corbières)	3
Figure 11 : Points de calculs des débits de référence des affluents (Embre-et-Castelmaure)	4
Figure 12 : Points de calculs des débits de référence des affluents (St-Jean-de-Barrou)	4
Figure 13 : Points de calculs des débits de référence des affluents (Roquefort-des-Corbières)	5
Figure 14 : Points de calculs des débits de référence des affluents (Sigean)	5

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques du bassin versant de la Berre	9
Tableau 2 : Caractéristiques du bassin versant du Rieu	10

Tableau 3 : Débits de référence de la Berre.....	14
Tableau 4 : Débits centennaux des principaux affluents.....	15
Tableau 5 : Pluies de référence	16
Tableau 6 : Hyétogrammes de référence	16
Tableau 7 : Taille des mailles des modèles hydrauliques.....	19
Tableau 8 : Description des atlas cartographiques.....	28
Tableau 9 : Débits de référence des affluents.....	8

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1 CONTEXTE GENERAL DE LA PROBLEMATIQUE INONDATION DE LA BERRE

La crue de la nuit du 12 au 13 novembre 1999 sur le bassin de la Berre a rappelé de manière brutale l'importance du risque sur le cours de la Berre et ce malgré un approfondissement important du lit (estimé à près de 2 m à Durban) et la mise en place de digues censées contenir les eaux (digue de l'Espinat en amont de Sigean).

D'amont vers l'aval, les communes dont les infrastructures et le bâti ont été les plus touchés par le cours de la Berre sont : Cascastel, Villeneuve, Durban, Portel, Villesèque et Sigean.

- A Cascastel, plus d'une cinquantaine de foyers a été inondé, principalement sur le quai de la Berre, avec des hauteurs d'eau ayant pu atteindre 2 m. Deux ponts ont été détruits dont un ouvrage du XIIe siècle et un ouvrage du siècle dernier. Le ravinement de la RN106 en direction de Villeneuve a isolé le village. Parmi les bâtiments sinistrés, on compte la mairie et la cave coopérative dont le montant des dommages a été estimé à 5 M€.
- A Villeneuve, plus d'une soixantaine de foyers a été inondé par la Berre et ses affluents, le ruisseau des Courtals et le Sabari, avec des hauteurs d'eau ayant pu atteindre 2,5 m. La mairie, l'école, le foyer municipal et la cave coopérative ont été sinistrés. La station d'épuration a été détruite. Les 2 ponts ont été submergés.
- A Durban, une centaine de foyers, une vingtaine d'artisans et une trentaine de bâtiments agricoles ont été inondés avec des hauteurs d'eau très importantes ayant pu atteindre 2 m. Deux ponts ont été détruits. La voirie a été très endommagée. Parmi les bâtiments les plus sinistrés figuraient l'école maternelle, la maison des jeunes et de la culture, le supermarché, la gendarmerie, le centre de secours des pompiers, le centre d'exploitation de la DDE. La station d'épuration a été détruite.
- A Villesèque, en rive droite de la Berre, dans le secteur du Château de Bonnafous, les hauteurs d'eau ont atteint plus de 2 m et seuls l'hôtel restaurant et l'atelier communal ont résisté à la crue. La salle polyvalente a été détruite et la douzaine de petits chalets installés a été emportée.
- A Portel, plus d'une cinquantaine de foyers a été inondé par la Berre notamment par le remous induit dans la vallée affluente du ruisseau de la Vidale. Le montant des infrastructures municipales détruites (une station de pompage, un stade et ses vestiaires, 4 kilomètres de voirie...) est estimé compris entre 2 et 3 M€.
- A Sigean, la digue de l'Espinat, qui assure le détournement des eaux de la Berre vers l'Étang de Peyriac-de-Mer, a déversé avec des hauteurs d'eau de l'ordre de 0,6 à 1 m. Une partie des eaux de la Berre a ainsi rejoint l'étang de Sigean inondant au passage les constructions implantées dans l'ancien lit de la Berre dans la traversée de Sigean. Le long du cours normal de la Berre, on notera surtout la submersion totale du rez-de-chaussée de la maison de repos de la Pinède, l'inondation de l'auberge du Lac et l'isolement du Hameau du Lac. En aval de la digue de l'Espinat, de nombreuses habitations ont été touchées par la crue : les lotissements du Jardin, de Bessodes et de l'Amayet, les rues de la Fontaine neuve, de Sérignan, des Abattoirs et de la Clauze, le chemin du Pla, de la Prade, de la Saline et de la Mer. On dénombre en tout près de 300 constructions inondées (habitations, entreprises, garages, remises...). L'inondation des bungalows du camping du Pavillon est jugée à haut risque compte tenu des difficultés d'intervention dans ce secteur en crue. Par ailleurs, le secteur de l'étang Boyer est inondé du fait de l'accumulation des eaux de ruissellement qui peinent à s'évacuer vers la Berre via un aqueduc souterrain.

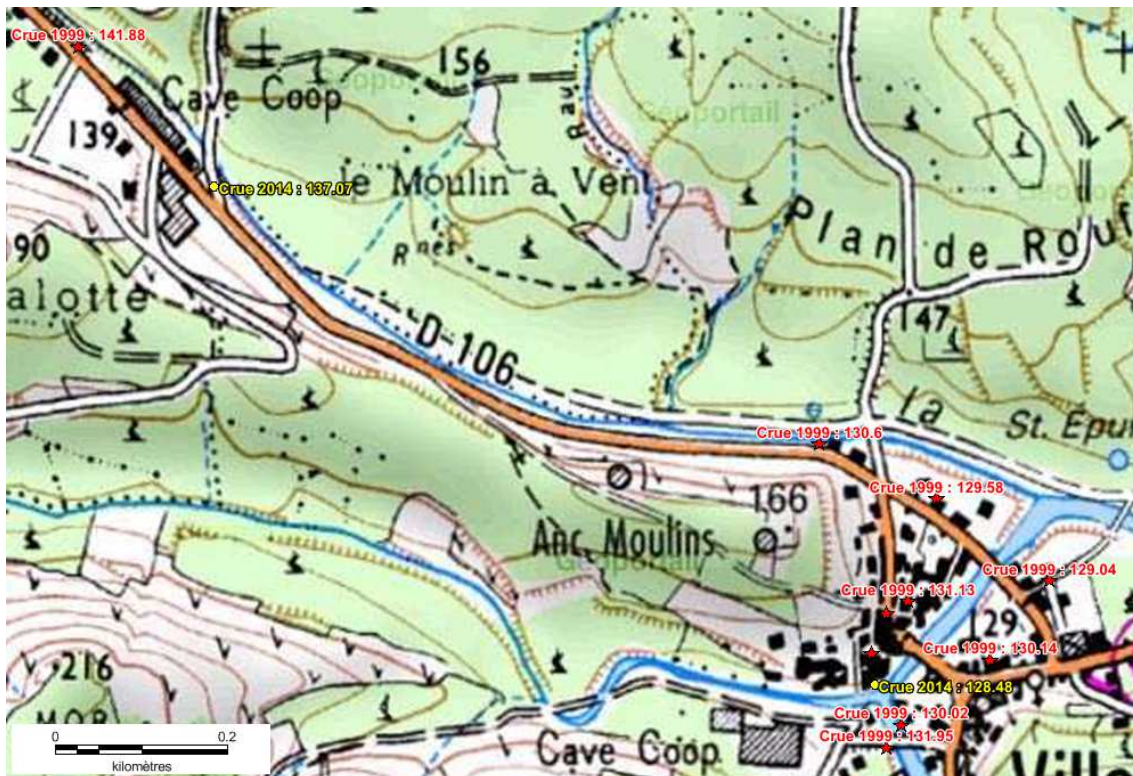
Les réseaux d'électricité et d'eau potable ont été interrompus partiellement ou totalement sur l'ensemble des communes riveraines de la Berre. Aucune victime n'est à déplorer sur le bassin de la Berre. Cependant, compte tenu de l'aléa très fort existant dans les principaux bourgs du bassin et sur le réseau routier (près de 2 m d'eau avec des vitesses de courant de plusieurs mètres par seconde), le risque pour les personnes demeure important.

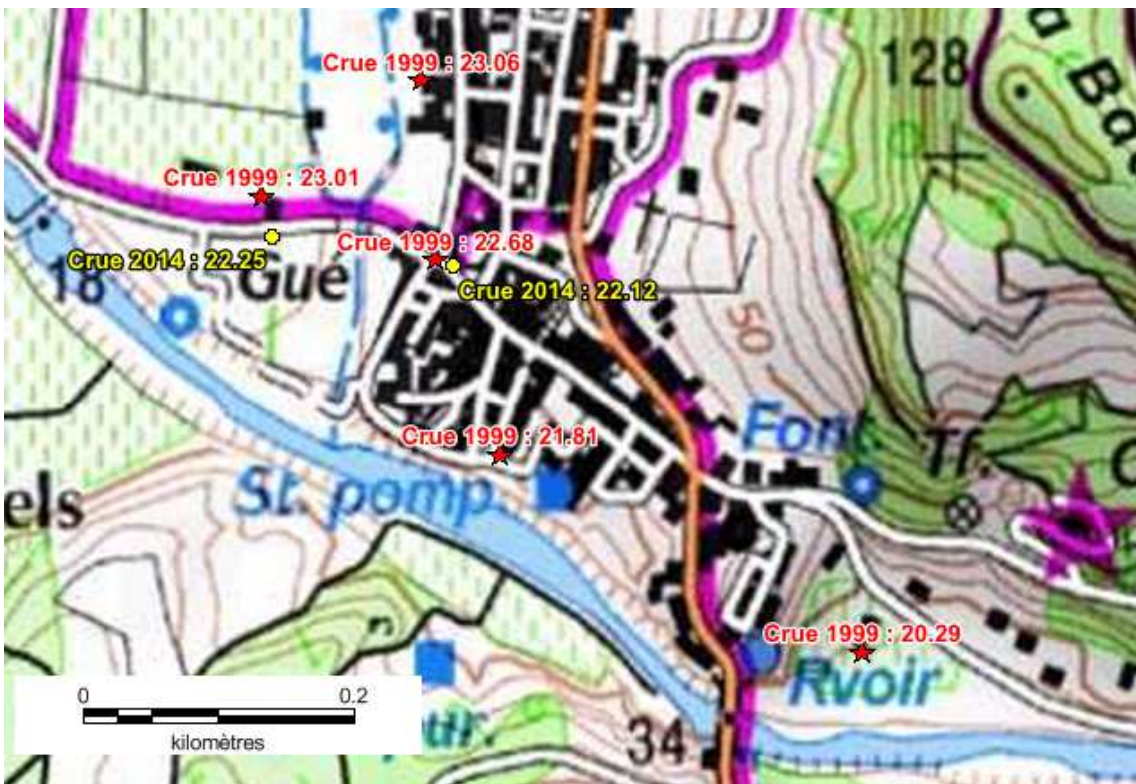
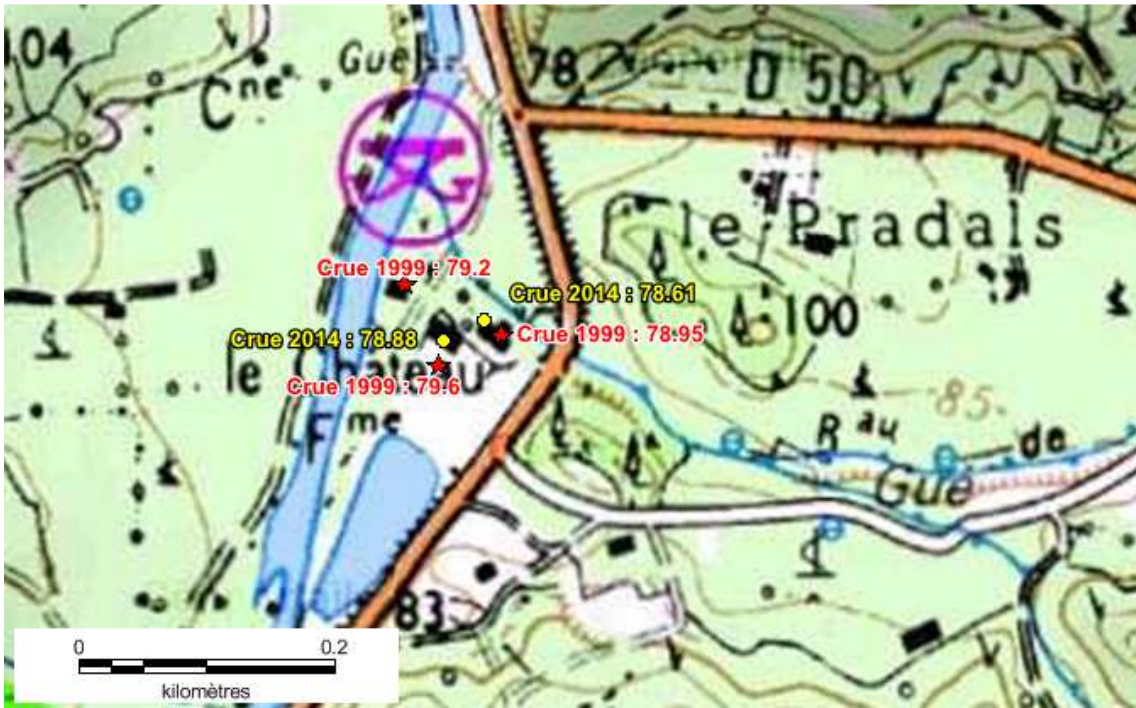
Les autres communes du bassin de la Berre faisant l'objet de la présente étude ont été moins touchées en novembre 1999.

A Roquefort-des-Corbières, le bourg s'étend sur les coteaux du plateau de Roque et n'est pas soumis au risque d'inondation induit par le Rieu. Des problèmes locaux de ruissellement sont à noter.

Il est enfin à noter que l'événement de novembre 2014 a été estimé inférieur, sur l'ensemble du cours de la Berre, à l'événement de novembre 1999. De plus, il n'a, sur aucune commune concernée, été retenu comme événement de référence du PPRI.

Les extraits de carte suivants comparent les laisses de crue de 2014 et de 1999 à Villeneuve les Corbières, Villesèque-des-Corbières et Portel-des-Corbières.





1.2 OBJECTIFS

Cette étude a pour objectifs de réaliser en vue de l'élaboration des plans de prévention des risques d'inondation (PPRI) liés aux crues du fleuve côtier "la Berre", de ses principaux affluents ainsi que le Rieu et ses affluents :

- les études préalables de détermination des aléas inondations,
- la délimitation des enjeux,
- et la cartographie de zonage réglementaire.

Le risque d'inondation sur la zone d'étude peut résulter du débordement des cours d'eau ou du ruissellement pluvial.

La liste des communes sur lesquelles les études ont porté sont les suivantes :

- Cascastel-des-Corbières,
- Durban-des-Corbières,
- Portel-des-Corbières,
- Roquefort-des-Corbières,
- Sigean,
- Villeneuve-des-Corbières,
- Villesèque-des-Corbières,
- Saint-Jean-de-Barrou (aléas seulement),
- Embres-et-Castelmaure (aléas seulement).

La figure insérée en page suivante localise les communes concernées.

La présente note méthodologique présente :

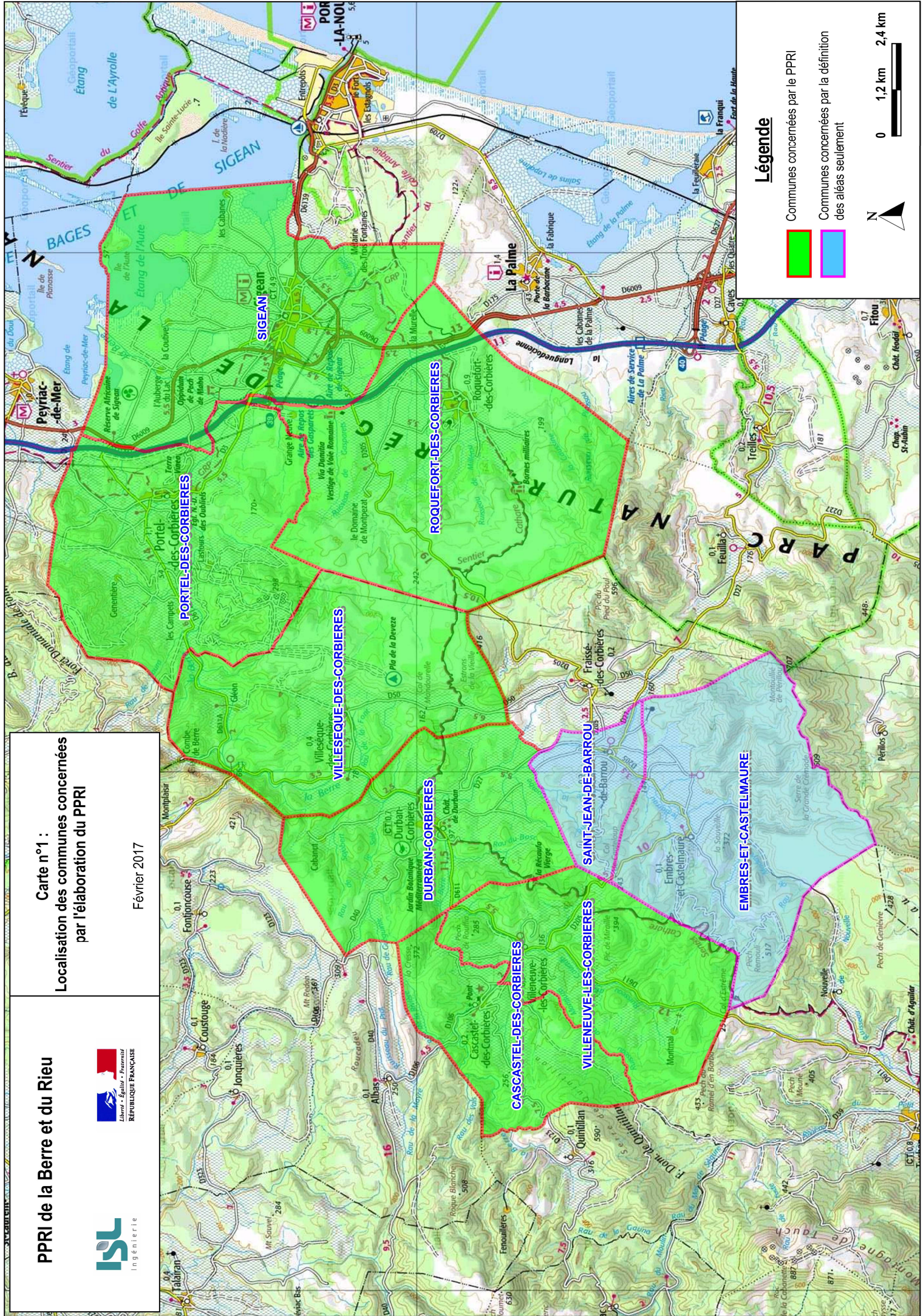
- les données topographiques exploitées dans le cadre de l'étude, y compris les données acquises spécifiquement,
- l'analyse hydrologique et la définition des événements de référence,
- l'analyse hydraulique basée sur des modélisations 2D principalement,
- la définition des aléas,
- la définition des enjeux.

PPRI de la Berre et du Rieu



Carte n°1 :
Localisation des communes concernées
par l'élaboration du PPRI

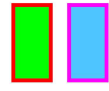
Février 2017



Légende

Communes concernées par le PPRI

Communes concernées par la définition
des aléas seulement



2 TOPOGRAPHIE

2.1 DONNEES EXISTANTES

Les données topographiques existantes exploitées sont les suivantes :

- les relevés photogrammétriques au 1/1000^{ème} de 2000 levés à la suite de l'événement de novembre 1999 dans la cadre des précédents PPRI ; ils sont caractérisés par une précision altimétrique de l'ordre de 50 cm ; il est à noter que ces levés n'ont été utilisés que pour juger de l'évolution du lit de la Berre,
- le Modèle Numérique de Terrain SIG-LR (issu d'un lever Lidar) et les orthophotographies associés ; ces données datent de 2012 ; le MNT est caractérisé par un maillage régulier de 5 m x 5 m et une précision altimétrique de l'ordre de 30 cm en milieu urbain ; le MNT a été exploité lorsqu'aucun lever spécifique n'était disponible (cf. chapitre suivant) ; cela a été notamment le cas pour la modélisation de la Berre sur l'ensemble de son cours depuis Cascatel jusqu'à Portel lorsque le Lidar Sintegra n'était pas disponible (à savoir en dehors des zones à enjeux).

Les figures ci-dessous illustrent le MNT SIG-LR sur la zone d'étude :

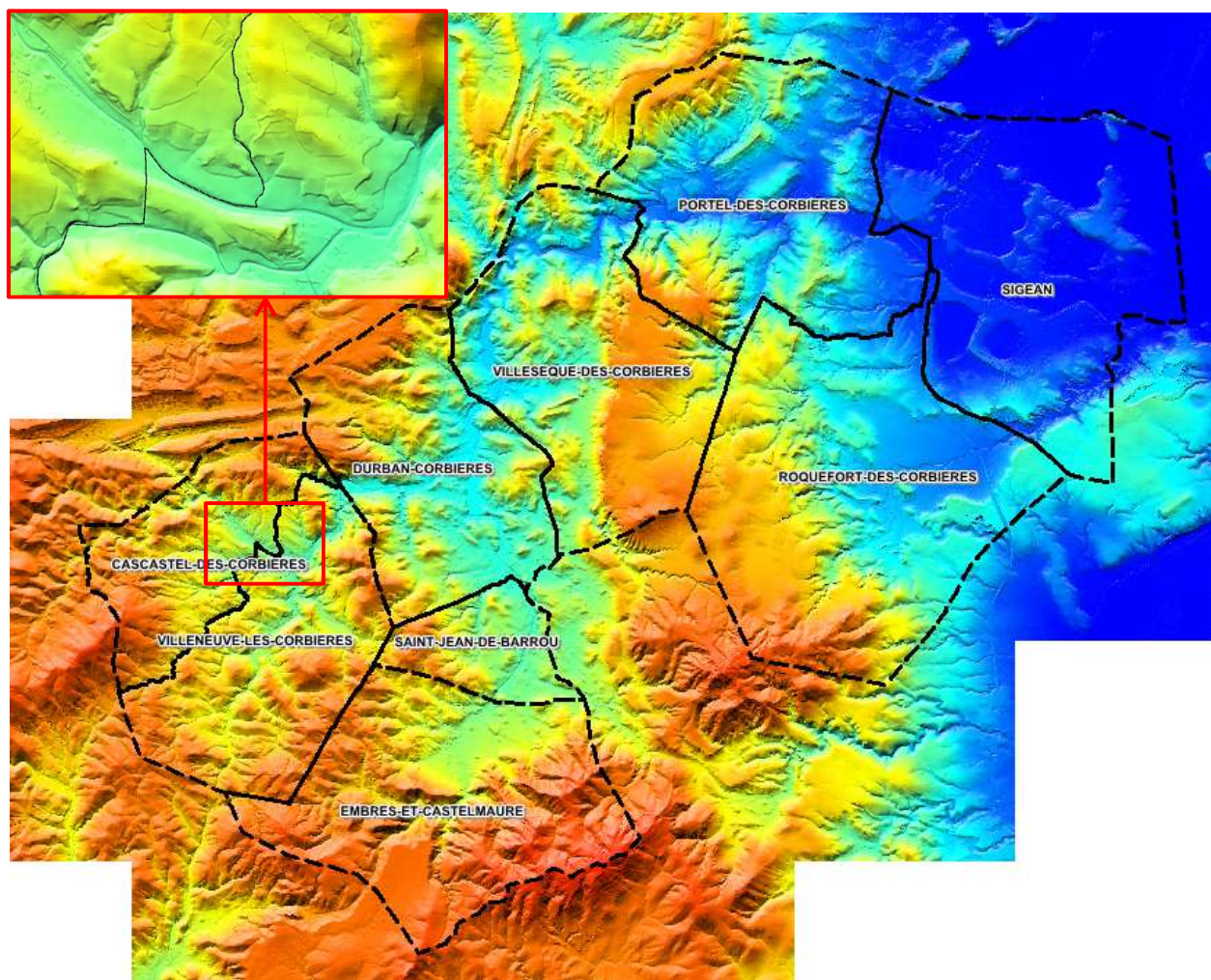


Figure 1 : MNT SIG-LR

2.2 DONNEES ACQUISES SPECIFIQUEMENT DANS LE CADRE DE L'ETUDE

ISL s'est adjoint les services des sociétés suivantes :

- la société **SINTEGRA** pour les levés Lidar,
- le cabinet de Géomètres Experts **ENJALBERT** pour le lever des ouvrages de franchissement, les repères de crue, et les zones de contrôle au sol pour le calibrage des levés Lidar.

Le vol nécessaire à l'établissement des données Lidar a eu lieu le 25 août 2014. Il était impératif de réaliser ce vol en période de très basses eaux afin de pouvoir s'affranchir des profils bathymétriques des différents cours d'eau. Des comparaisons avec des profils en travers levés au sol à Portel-des-Corbières ont à ce titre été réalisées : il s'avère que les données Lidar sont extrêmement proches des données bathymétriques levées au sol (écart maximal de l'ordre du décimètre).

Le plan de vol de SINTEGRA et les zones ayant fait l'objet d'un MNT sont présentés ci-dessous :

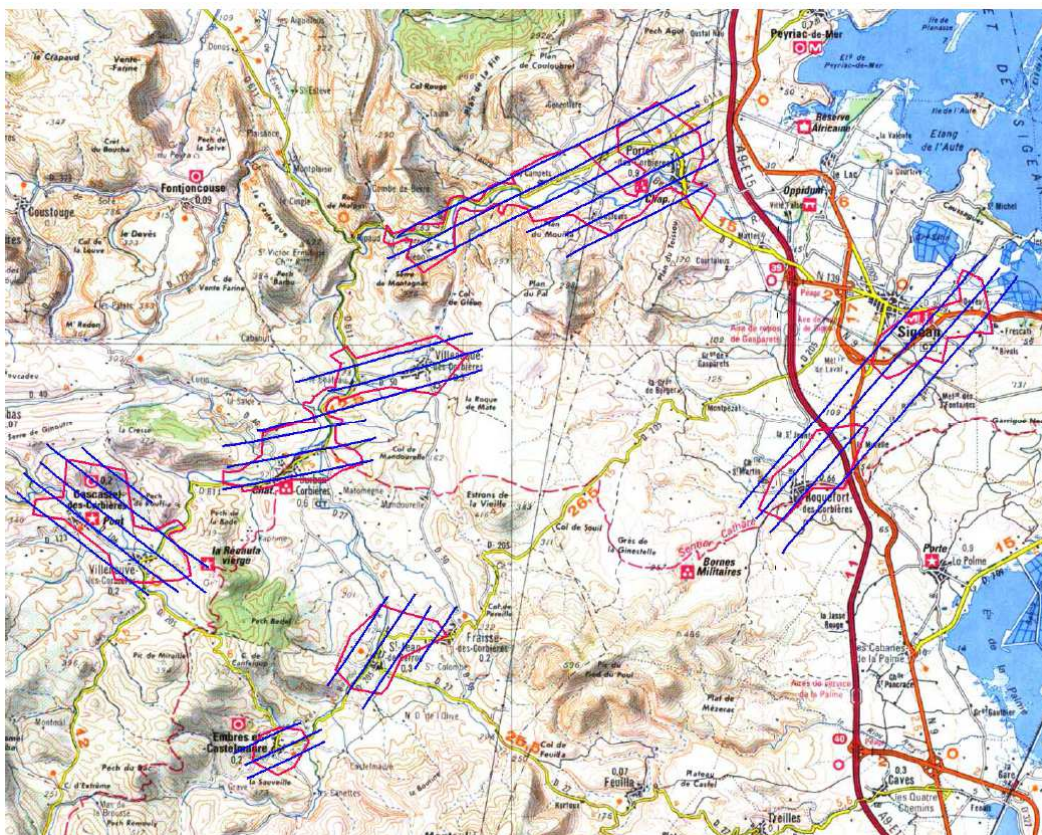


Figure 2 : Plan de vol réalisé par SINTEGRA et zones ayant fait l'objet d'un MNT

Les caractéristiques du vol et des données Lidar sont les suivantes :

Paramètres	Valeur nominale
Hauteur de vol	600 m / sol
Vitesse de vol	90 Nœuds
Angle de scan	60°
Fréquence de scan	350 kHz
Précision altimétrique (écart-type)	10 cm
Précision planimétrique (écart-type)	15 cm
Densité moyenne de points	12 points / m ²
Densité de points sol après classification	5.4 points / m ²

Les figures ci-dessous illustrent les rendus du MNT Lidar de Sintegra à Durban-Corbières.

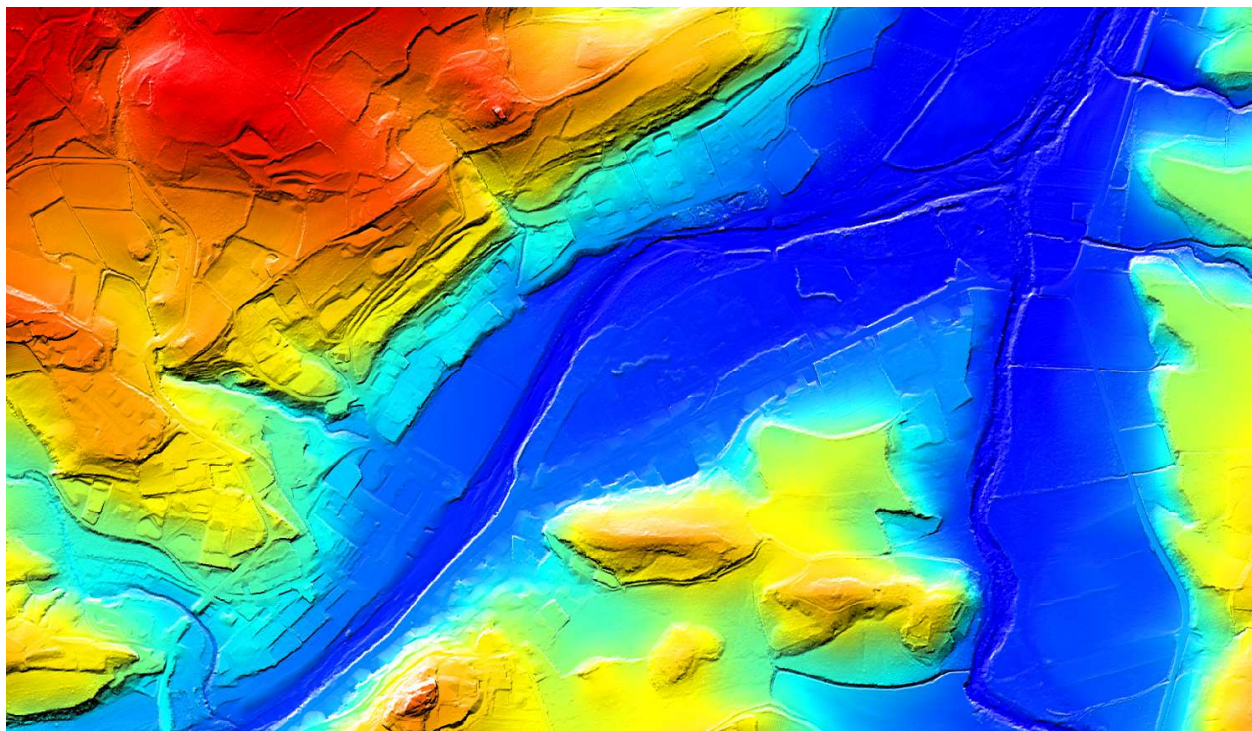


Figure 3 : Exemple de rendu du MNT Lidar de Sintegra réalisé par ISL au droit de Durban-Corbières

Par ailleurs, le cabinet de Géomètres Experts ENJALBERT a effectué le relever de :

- 73 ouvrages de franchissement,
- une dizaine de laisses de crue relatives à l'événement de novembre 2014.

3 HYDROLOGIE

3.1 PRESENTATION DU BASSIN VERSANT DE LA BERRE

La carte n°2 insérée dans les pages suivantes présente le bassin de la Berre.

D'une quarantaine de kilomètres de long, la Berre prend sa source sur la commune de Quintillan et se jette dans l'étang de Bages-Sigean, en face de la presqu'île de Peyriac-de-mer. Ce fleuve côtier draine la bordure Est des Corbières Orientales.

Ses 2 principaux affluents sont en rive droite, le Barrou qui conflue à l'aval de Durban-Corbières et, en rive gauche, le Ripaud.

Son bassin versant s'étend sur 239 km² environ, ce qui constitue avec celui du Rieu, près de 50% du bassin versant total de l'étang de Bages-Sigean. Ce bassin est relativement sauvage en amont (faible densité de population, peu de cultures) où le cours d'eau s'écoule au milieu de vallées étroites et encaissées. Après une alternance d'élargissement et de verrous jusqu'à Portel-des-Corbières, la vallée se transforme en plaine et se termine par un delta actif où 10 à 15 m d'alluvions se sont déposés.

Ce cours d'eau a un dénivelé total de 590 m (altitude du Serre de Quintillan où il prend sa source). Il présente une pente relativement importante jusqu'à Cascastel-des-Corbières (soit les 7 premiers kilomètres de son linéaire environ) pour ensuite s'écouler selon une pente moins abrupte et plus régulière jusqu'à l'étang. Le cours de la Berre présente les pentes suivantes jusqu'à son embouchure :

- 0,8 % à Cascastel et Villeneuve,
- 0,6 % à Durban,
- 0,3 % à Sigean.

Les caractéristiques du bassin versant de la Berre à la station de Portel des Corbières sont les suivantes :

	BV Berre
Surface	225 km ²
Plus long chemin hydraulique	52,6 km

Tableau 1 : Caractéristiques du bassin versant de la Berre

3.2 PRESENTATION DU BASSIN VERSANT DU RIEU

La carte n°2 insérée dans les pages suivantes présente le bassin du Rieu.

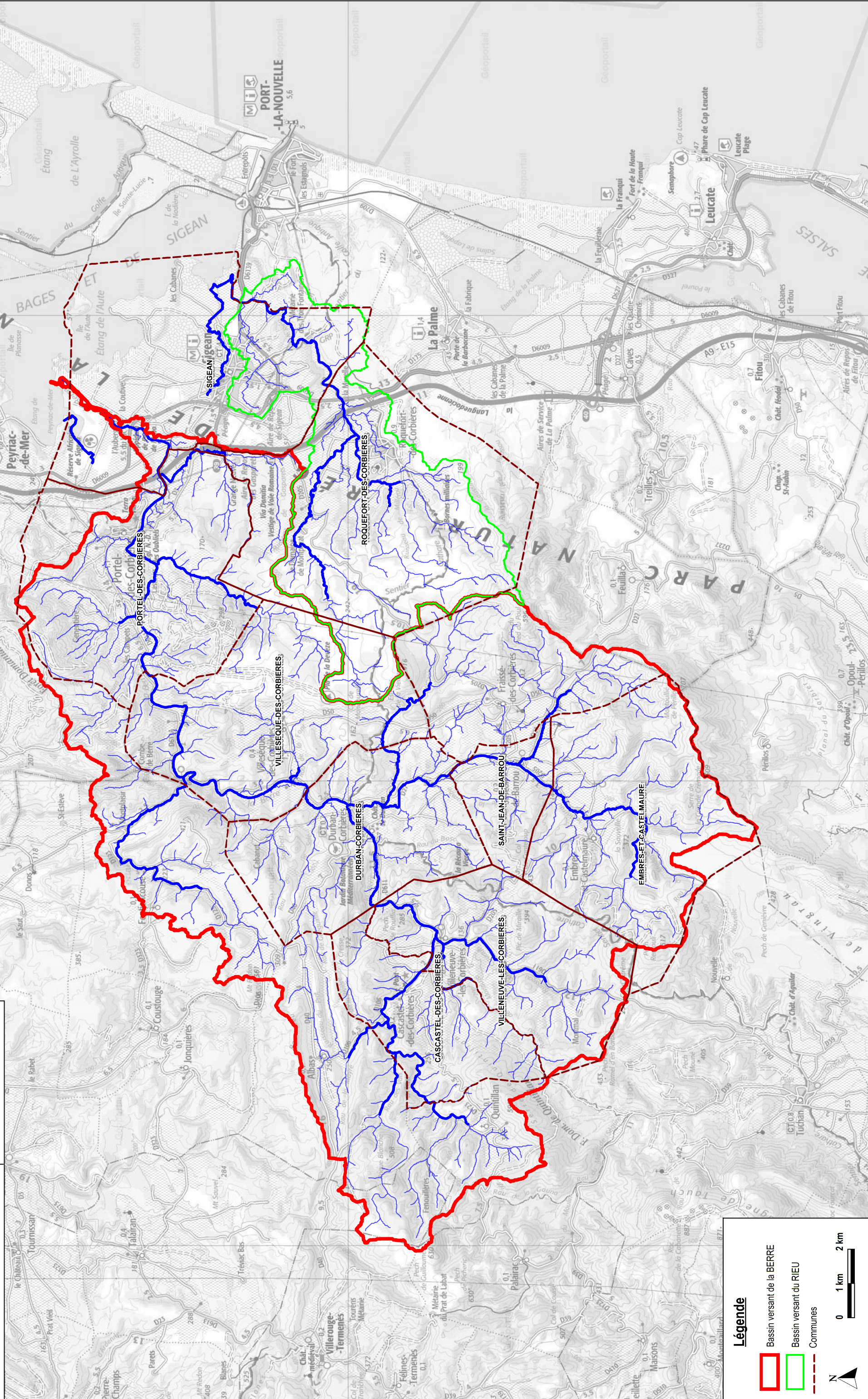
Le Rieu prend sa source sur la commune de Roquefort des Corbières à une altitude d'environ 550 m et se jette dans l'étang de Sigean environ 15 km en aval.

Son bassin versant s'étend sur environ 44,2 km². Il est principalement constitué de territoires agricoles et notamment de vignobles.





Le bassin versant du Rieu en amont de la RN139 présente les caractéristiques suivantes :

	BV Rieu
Surface	40,3 km ²
Pente moyenne	0,00867 m/m
Plus long chemin hydraulique	15,4 km

Tableau 2 : Caractéristiques du bassin versant du Rieu



Légende

-  Bassin versant de la BERRE
 -  Bassin versant du RIEU
 -  Communes
- 0 1 km 2 km
- 

3.3 DEBITS DE REFERENCE

3.3.1 PREAMBULE

Il est rappelé que l'événement de référence adopté correspond à **"la plus forte crue connue et, dans le cas où celle-ci serait plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière"**.

De ce fait, la définition de l'événement de référence requiert :

- le calcul systématique de la crue centennale au droit des zones considérées,
- l'estimation des débits associés à la plus forte crue connue.

3.3.2 CALCULS DES DEBITS DE REFERENCE DE LA BERRE

Les débits centennaux ont été calculés à l'aide de la méthode audoise.

Cette méthode repose sur le choix d'une fonction de production de type rationnel avec une intensité pluviométrique de Montana sur le temps de concentration.

La formule utilisée est la suivante :

- Si $S_{BV} > 20 \text{ km}^2$: $Q_{100} = 0,0436 \times PJ_{100}^{1,413} \times I^{0,31} \times S_{BV}^{0,793} \times L^{-0,207}$

Avec :

- S_{BV} la surface du bassin versant en km^2 ,
- Q_{100} le débit de la crue centennale en m^3/s ,
- PJ_{100} la pluie journalière centennale en mm,
- L le plus long chemin hydraulique en km,
- I la pente moyenne pondérée le long du thalweg du bassin versant en m/m.

- Si $S_{BV} < 20 \text{ km}^2$: $Q_{100} = C_R \times a_{100} \times T_C^{-b_{100}} \times \frac{S_{BV}}{3,6}$

Avec :

- $C_R = 0,8 \times \left(1 - \frac{P_0}{P_{100}}\right)$ le coefficient de ruissellement,
- P_0 la rétention initiale en mm,
- T_C (minutes) = $\frac{L}{V} \times \frac{1}{60}$ avec
 - pour $p < 1\%$, $V = 1 \text{ m/s}$,
 - pour $1\% < p < 10\%$, $V = 1 + \frac{p-1}{9}$ avec p en %,
 - pour $p > 10\%$, $V = 2 \text{ m/s}$,
- a_{100} et b_{100} les coefficients de Montana pour une pluie de période de retour 100 ans.

La pluie centennale et la rétention initiale sont déterminées à l'aide de la carte et du tableau suivants.

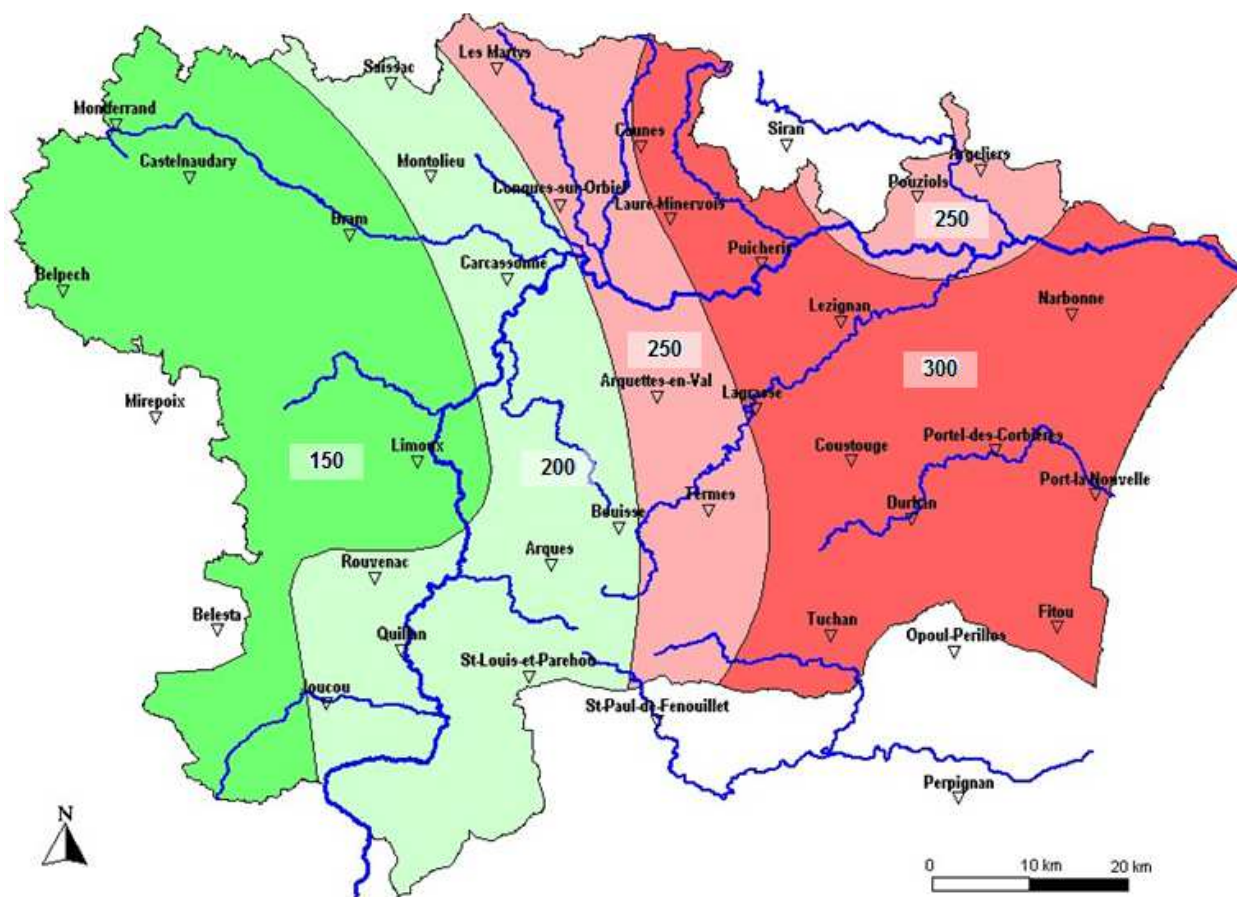


Figure 4 : Détermination de la PJ 100 ans

Valeurs de P_0 en mm (propositions "experts")

Couverture végétale	Morphologie	Pente %	Terrain sable grossier	Terrain Limoneux	Terrain argileux ou rocailleux compact
Bois Garrigue	presque plat	0 - 5	90	65	50
	ondulé	5 - 10	75	55	35
	montagneux	10 - 30	60	45	25
Pâturages	presque plat	0 - 5	85	60	50
	ondulé	5 - 10	80	50	30
	montagneux	10 - 30	70	40	25
Cultures	presque plat	0 - 5	65	35	25
	ondulé	5 - 10	50	25	10
	montagneux	10 - 30	35	10	0

Figure 5 : Détermination de la rétention initiale

Le tableau ci-dessous rassemble les estimations :

- des débits centennaux à l'aide de la méthode audoise,

- des estimations de la crue des 12 et 13 novembre 1999 issues des précédentes études menées par ISL sur la Berre et du calage du modèle hydraulique 2D sur les laisses de crue associées.

Commune	Cours d'eau	Surface (km ²)	Q _{100 Aude} (m ³ /s)	Q ₁₉₉₉ (m ³ /s)
Cascastel	Berre	32	411	750
Villeneuve les Corbières		61	570	900
Durban amont Barrou		76	611	1006
Durban		145	1000	1006
Villesèque		181	888	1006
Portel		219	969	1006
Station de Portel		225	980	1006

Tableau 3 : Débits de référence de la Berre

L'événement de 1999 est de l'ordre de grandeur d'un événement centennal à Durban en aval de sa confluence avec le Barrou mais il est caractérisé par une période de retour bien supérieure en amont du bassin versant.

De ce fait, la crue des 12 et 13 novembre 1999 a été retenue comme crue de référence pour l'ensemble du cours de la Berre.

Il est à signaler que les laisses de crue de l'événement du 30 novembre 2014 sont systématiquement plus basses que celles relatives à la crue des 12 et 13 novembre 1999 (d'environ 50 cm en moyenne).

3.3.3 CALCULS DES DEBITS DE REFERENCE DES AUTRES COURS D'EAU

Les débits centennaux ont été calculés à l'aide de la méthode audoise pour tous les autres cours d'eau devant faire l'objet d'une modélisation hydraulique.

Les figures et les tableaux insérés en ANNEXE 1 localisent les points de calculs et présentent les résultats associés.

Les résultats des principaux affluents sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Nom	Surface du bassin versant (km ²)	Pente Pondérée (m/m)	Cheminement hydraulique (km)	Tc Aude (heures)	Q _{100 Aude} (m ³ /s)
Affluent amont Cascastel	0.28	0.10	0.76	0.1	11
Ecart - affluent amont Cascastel	0.24	0.10	0.94	0.1	10
Coume - affluent Cascastel	0.41	0.08	1.32	0.2	14
Montluzis - affluent Villeneuve	9.60	0.02	7.20	1.8	120
Courtals - aval Villeneuve	26.74	0.01	6.97	3.0	325
Pinede - affluent amont Durban	4.87	0.04	6.13	1.3	75
Chamma - affluent Durban	0.36	0.07	0.94	0.2	13
Barrou - aval Durban	67.68	0.01	15.35	6.9	492
Balbe - Villeseque	0.68	0.04	1.38	0.3	20
Font - château de Bonnafous	7.15	0.02	2.55	0.7	151

Roujou_ – aval Embres et Castelmaure	1.60	0.03	2.39	0.5	36
St_Francois - St Jean de Barrou	11.52	0.04	7.68	1.6	162
Barrou - St Jean de Barrou	28.75	0.02	8.74	2.4	399
Gleon - chateau de Gléon	0.12	0.07	0.20	0.0	7
Cote_de_Guille - chateau de Gléon	0.48	0.13	1.18	0.2	18
Lastours	0.94	0.07	2.69	0.4	24
Vidale - amont confluence Portel	2.03	0.03	4.08	0.9	38
Portel	3.40	0.03	4.80	1.1	58
Viala - Sigean	2.75	0.01	2.80	0.8	55
Rieu - aval Sigean	40.21	0.01	15.31	5.8	327
Goude - amont Roquefort	0.25	0.03	0.76	0.2	8
Goude - aval Roquefort	1.51	0.01	2.15	0.6	33
Rieu - A9	29.70	0.02	8.15	2.9	373

Tableau 4 : Débits centennaux des principaux affluents

Il est à signaler qu'il n'existe que très peu de laisses de crue relatives à la crue de novembre 1999 ou novembre 2014 sur les affluents de la Berre ou du Rieu. Il a été de ce fait impossible de comparer les crues historiques à la crue centennale. Une exception toutefois, le cas de St-Jean-de-Barrou où la crue du Barrou de novembre 2014 a été estimée environ centennale (légèrement inférieure en revanche).

3.3.4 CAS PARTICULIER DES ZONES DE RUISSELLEMENT

Dans le cadre de la présente étude, un programme fortran a été créé par ISL afin d'intégrer les apports de pluie dans TELEMAC-2D.

En effet, deux zones situées sur les communes de Roquefort-des-Corbières et Sigean présentent des problématiques assimilables à du ruissellement (talwegs difficiles à identifier, zones d'écoulements diffus, etc.).

Pour ce faire, un modèle spécifique a été construit sur chacune de ces deux communes dans lequel la pluie est injectée sur toute la zone d'étude. Dans ces modèles, les bassins versants des affluents ont été intégrés dans leur intégralité et les débits de la Berre et du Rieu ont été injectés localement.

La pluie centennale précipitée a été estimée à l'aide des données issues de la méthode audoise, à savoir une pluie horaire de 102 mm et une pluie sur 24h de 342 mm (avec un coefficient b égal à 0,62).

D'autre part, la pluie ruisselée a été calculée. Elle est le résultat de la pluie brute à laquelle est déduite la rétention limite.

La rétention limite a été estimée à 100 mm et comprend :

- l'interception par la végétation,
- l'infiltration,
- l'évapotranspiration (faible ici pour des événements extrêmes),
- le stockage superficiel.

Il est à noter que TELEMAC-2D prend en compte le stockage superficiel. Ce dernier a été évalué à 30 mm environ.

Par conséquent, la pluie injectée dans le modèle 2D est égale à la pluie brute à laquelle est déduite la rétention limite, sans tenir compte du stockage superficiel (simulé dans le modèle TELEMAC-2D).

Le tableau ci-dessous présente la pluie injectée dans le modèle hydraulique 2D.

	Cumul sur 12 h T = 100 ans
Pluie brute	262 mm
Rétention limite (GESRES ^{ISL}) = Interception + Infiltration + Evapotranspiration + Stockage superficiel	100 mm
Stockage superficiel (TELEMAC-2D)	30 mm
Pluie ruisselée (GESRES ^{ISL}) = Pluie brute – Rétention limite	162 mm
Pluie injectée dans TELEMAC-2D = Pluie brute – Rétention limite + Stockage superficiel	192 mm

Tableau 5 : Pluies de référence

A titre d’illustration, le hyétogramme centennal retenu dans le cadre de la méthode audoise et celui injecté dans le modèle TELEMAC 2D sont insérés ci-après.

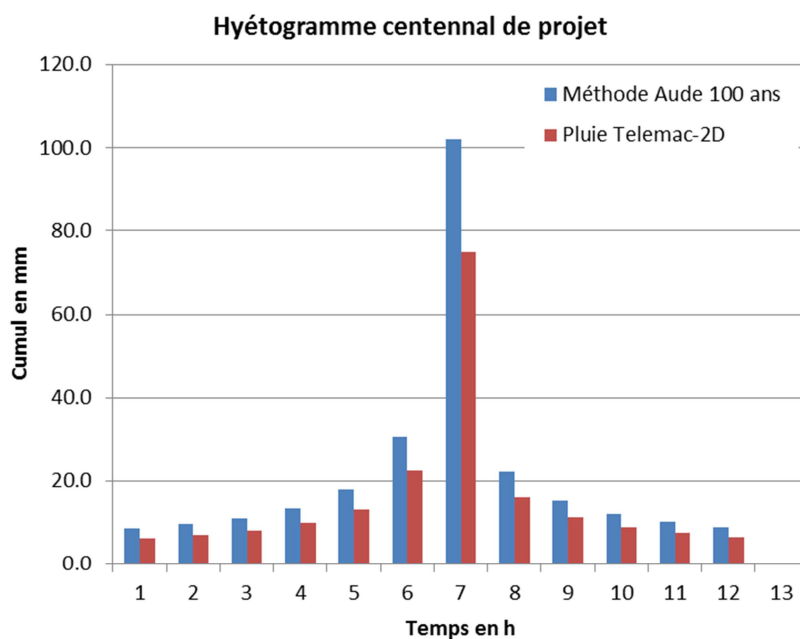


Tableau 6 : Hyétogrammes de référence

A Roquefort-des-Corbières, il a pu être vérifié la très bonne adéquation des débits estimés avec la méthode audoise et de ceux issus des modélisations 2D sur lesquels la pluie de projet ci-dessus a été injectée :

- en aval du centre ville de Roquefort, le débit centennal de la Goude calculé par le modèle hydraulique est de 10,7 m³/s et celui estimé par la méthode audoise est de 10,2 m³/s ;
- 700 m plus en aval, le débit centennal de la Goude calculé par le modèle hydraulique est de 29,0 m³/s et celui estimé par la méthode audoise est de 32,9 m³/s.

Enfin, concernant les cartes d'aléas, les zones inondées par ces phénomènes de ruissellement n'ont été affichées qu'au-delà d'une hauteur d'eau supérieure à 5 cm.

4 MODELISATIONS HYDRAULIQUES

4.1 TELEMAT-2D

Toutes les modélisations hydrauliques ont été réalisées en 2D l'aide du logiciel TELEMAT-2D.

TELEMAT-2D résout les équations de Saint-Venant à l'aide de la méthode des éléments finis ou des volumes finis sur une grille de calcul à éléments triangulaires. Il permet d'effectuer des simulations en régime transitoire aussi bien qu'en régime permanent.

Il permet de prendre en compte les phénomènes suivants :

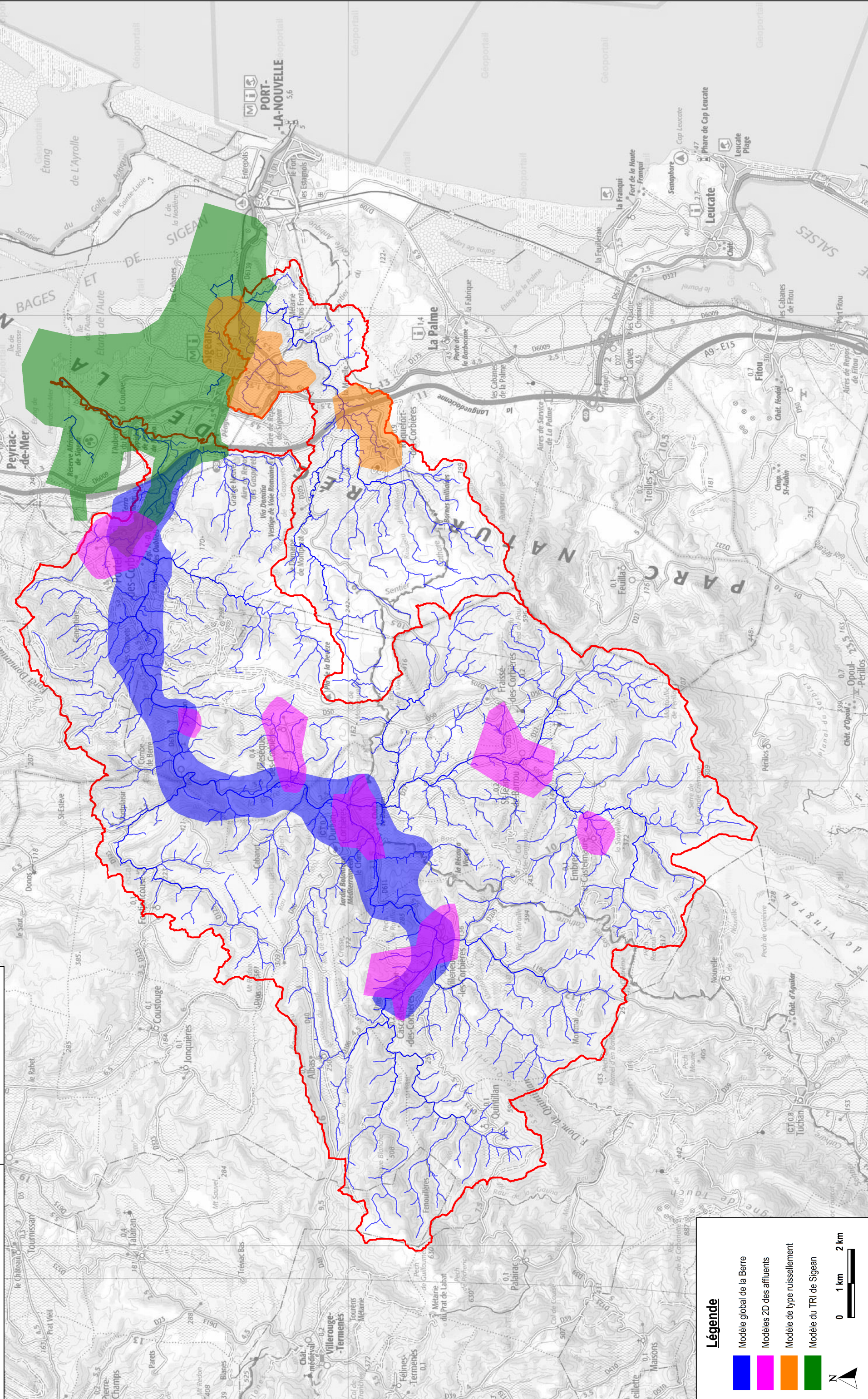
- propagation des ondes longues avec prise en compte des effets non linéaires,
- frottement sur le fond,
- influence de la force de Coriolis,
- influence de phénomènes météorologiques : pression atmosphérique et vent,
- turbulence,
- écoulements torrentiels et fluviaux,
- influence de gradients horizontaux de température ou de salinité sur la densité,
- coordonnées cartésiennes ou sphériques pour les grands domaines,
- zones sèches dans le domaine de calcul : bancs découvrants et plaines inondables,
- entraînement par le courant et diffusion d'un traceur, avec des termes de création ou de disparition,
- suivi de flotteurs et dérives lagrangiennes,
- traitement de singularités : seuils, digues, buses,
- prise en compte de la pluie.

4.2 MODELES REALISES

Les zones ayant fait l'objet de modélisations hydrauliques sont présentées sur la carte insérée ci-après. Au final, huit modélisations 2D ont été réalisées pour une surface de l'ordre de 60 km². Les modèles réalisés sont les suivants :

- un modèle global de la Berre de l'amont de Cascastel des Corbières à l'autoroute A9 en aval de Portel,
- un modèle local de l'amont de Cascastel des Corbières à l'aval de Villeneuve des Corbières pour prendre en compte plus finement les différents affluents (ruisseaux de l'Ecart, de Coume, de Pontil, des Courtals, de Montluzis et de Villeneuve),
- un modèle local à Durban-des-Corbières pour modéliser les affluents de la Berre : Pinède, Chamma, Balbonne et Barrou,
- un modèle local à Villesèque-des-Corbières pour modéliser le ruisseau du Font et ses affluents,
- un modèle local au droit du château de Gleon,
- un modèle local à Portel-des-Corbières pour modéliser le ruisseau de la Vidale et ses affluents,
- un modèle de ruissellement sur la partie sud de Sigean,
- un modèle de ruissellement à Roquefort-des-Corbières,

Il est à signaler que les résultats d'un modèle 2D réalisé par ISL en 2014 dans le cadre du TRI de Sigean ont été repris pour la définition des aléas.



Légende

-  Modèle global de la Berre
-  Modèles 2D des affluents
-  Modèle de type ruissellement
-  Modèle du TRI de Sigean



4.3 CONSTRUCTION DES MODELES

Pour chaque modèle, le maillage a été affiné dans certaines zones :

- les lits mineurs,
- les zones urbanisées,
- les axes routiers,

Les tailles de mailles retenues sont les suivantes :

	Modèle global de la Berre	Modèles des affluents	Modèles de ruissellement	Modèle TRI Sigean
Lits mineurs	5 m	2 m	2 m	5 m
Zones urbanisées	5 m	5m	5m	5 m
Routes	5 m	5 m	5 m	5 m
Autres	20 m	15 m	15 m	20 m

Tableau 7 : Taille des mailles des modèles hydrauliques

Les coefficients de Strickler retenus sont les suivants :

- lit majeur : $K = 15$,
- lit mineur : $K = 20$,
- zones urbanisées : $K = 10$,
- axes routiers : $K = 50$.

4.4 CONDITIONS LIMITES

Pour le cours principal de la Berre, les débits estimés pour la crue de novembre 1999 ont été injectés dans la modélisation 2D (cf. chapitre 3.3).

Pour tous les autres cours d'eau, les débits de la crue centennale calculés à l'aide de la méthode audoise ont été injectés dans les modèles 2D (cf. chapitre 3.3.3). Lorsqu'il s'agissait de zones de confluence avec la Berre, un débit décennal de cette dernière a été pris en compte. En revanche, pour les cas particuliers du Courtals et du Barrou, une crue centennale de la Berre a été retenue car les tailles des bassins des affluents et de la Berre y sont comparables.

D'autre part, pour les modélisations de Roquefort-des-Corbières et de Sigean, dans les zones de ruissellement, une pluie a été précipitée lors de simulations (cf. 3.3.4).

Pour l'affichage des aléas, c'est au final l'enveloppe maximale de ces simulations qui a été affichée :

- la crue de novembre 1999 sur le cours principal de la Berre,
- la crue centennale des affluents couplée avec une crue décennale de la Berre (ou centennale pour les cas particuliers du Courtals et du Barrou).

4.5 CALAGE DES MODELES HYDRAULIQUES

Suite à une analyse critique des laisses de crue disponibles, le calage a été réalisé pour la crue de 1999. Ce calage est présenté par commune en ANNEXE 2.

Deux remarques sont à souligner concernant les laisses de crue :

- elles sont représentatives d'une géométrie du lit tel qu'il était en 1999 ; si sur certains secteurs la Berre n'a pas trop évolué, il est des zones où la section d'écoulement en lit mineur a presque doublé (exemple de Durban-Corbières notamment) ;
- les laisses de crue sont parfois incohérentes entre elles :
 - soit en raison de phénomènes hydrauliques complexes (embâcles, ondes de rupture d'ouvrages de franchissement...),
 - soit en raison d'erreurs de relevés (certaines laisses à Durban-Corbières notamment semblent être hors de propos).

5 CARTOGRAPHIE DES PHENOMENES NATURELS

Le recensement des différentes crues survenues dans le bassin versant et leurs conséquences est important dans l'élaboration d'un PPRI. En effet, cette collecte de données permet de comprendre les phénomènes d'inondation se produisant dans le bassin versant, d'identifier les secteurs fortement touchés et de prendre en compte les plus fortes crues pour la détermination de la crue de référence.

Le recueil des données relatives aux phénomènes naturels a été réalisé :

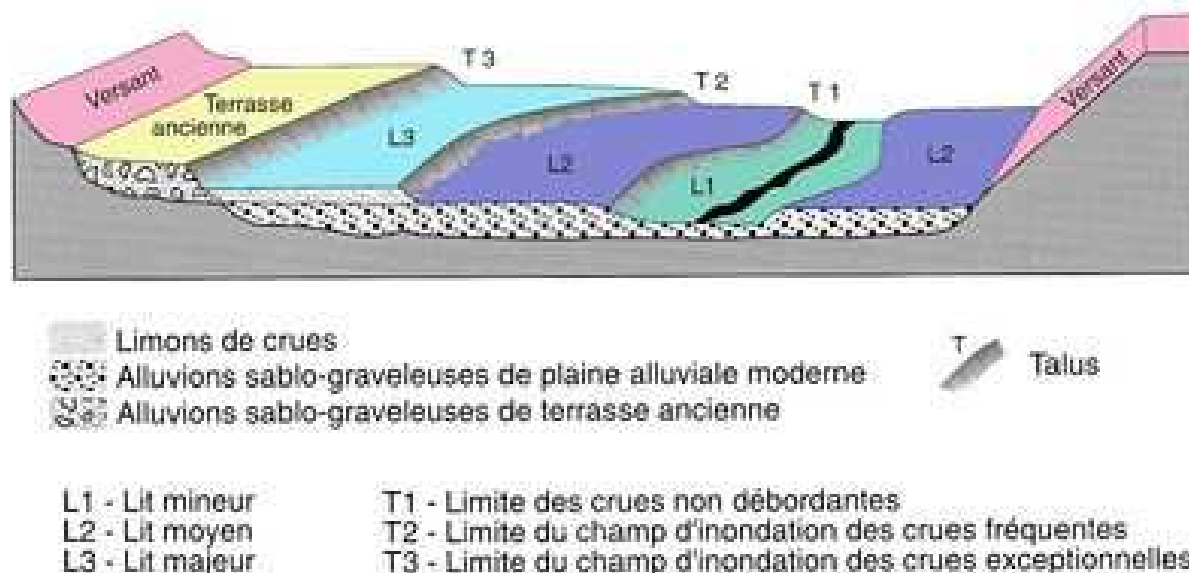
- par enquêtes de terrain,
- par enquêtes en mairie auprès des élus,
- en collaboration avec la DDTM de l'Aude.

Les données recensées ont permis d'identifier :

- les repères de crue de 1999 et 2014,
- les dommages ou dégâts recensés suite aux crues.

6 CARTOGRAPHIE DE L'HYDROGÉOMORPHOLOGIE

L'hydrogéomorphologie est une approche géographique qui étudie le fonctionnement naturel des cours d'eau en analysant la structure des vallées. Ces vallées sont composées de plusieurs unités hydrogéomorphologiques : ce sont les différents lits topographiques que la rivière a façonnés dans le fond des vallées au fil des siècles, au fur et à mesure des crues successives.



Les données utilisées pour réaliser les cartes d'hydrogéomorphologie sont :

- L'Atlas des Zones Inondables, défini par analyse hydrogéomorphologique par la DREAL en 2010,
- les enquêtes de terrain,
- l'analyse des photographies aériennes,
- l'analyse de la topographie.

L'objectif de l'hydrogéomorphologie dans la présente étude est de déterminer un contour de zones inondables dans les secteurs non urbanisés, en complément de l'Atlas des Zones Inondables.

Les données recensées ont permis d'identifier :

- les unités hydrogéomorphologiques (lit mineur, lit moyen, lit majeur, plan d'eau, étangs, plaine alluviale, plaine littorale),
- les terrains encaissants (versant, terrasse alluviale, colluvions),
- les structures morphologiques (limite de pied de versant, talus, érosion de berges, zone de débordement, axe d'écoulement en crue),
- les obstacles à l'écoulement (remblais, digue, seuil, ouvrage d'art).

7 CARTOGRAPHIE DES ALEAS

L'aléa est défini comme la probabilité d'occurrence d'un phénomène d'intensité donnée. En fonction de l'intensité du phénomène, différents niveaux d'aléa sont alors distingués.

L'événement de référence adopté pour le PPRI correspond à **"la plus forte crue connue et, dans le cas où celle-ci serait plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière"**.

Le parti retenu en termes d'événement de référence est donc le suivant :

- **Sur le cours d'eau de la Berre**, la crue historique de novembre 1999, dont la pointe de crue représente un débit reconstitué de 1006 m³/s à Portel à l'aval de la confluence avec le ruisseau du Berrat, se situe dans les mêmes ordres de grandeurs que le débit de crue d'un événement centennial calculé selon la méthode « Audoise ». En raison des nombreux repères de crue de l'événement de référence et des observations recueillies, il a été décidé de prendre comme événement de référence, l'évènement de novembre 1999 ;
- **Sur les affluents de la Berre**, l'événement de référence est un événement de période de retour centennale.

La différence des cotes d'eau calculées par modélisation hydraulique avec le MNT présenté au paragraphe 2.2 permet d'obtenir les hauteurs d'eau. Ces hauteurs d'eau sont ensuite distinguées en deux classes :

- hauteurs inférieures à 0,50 m,
- hauteurs supérieures à 0,50 m.

Les vitesses d'écoulement ont également été extraites des modèles hydrauliques et réparties en deux classes :

- vitesses inférieures à 0,5 m/s,
- vitesses supérieures à 0,5 m/s.

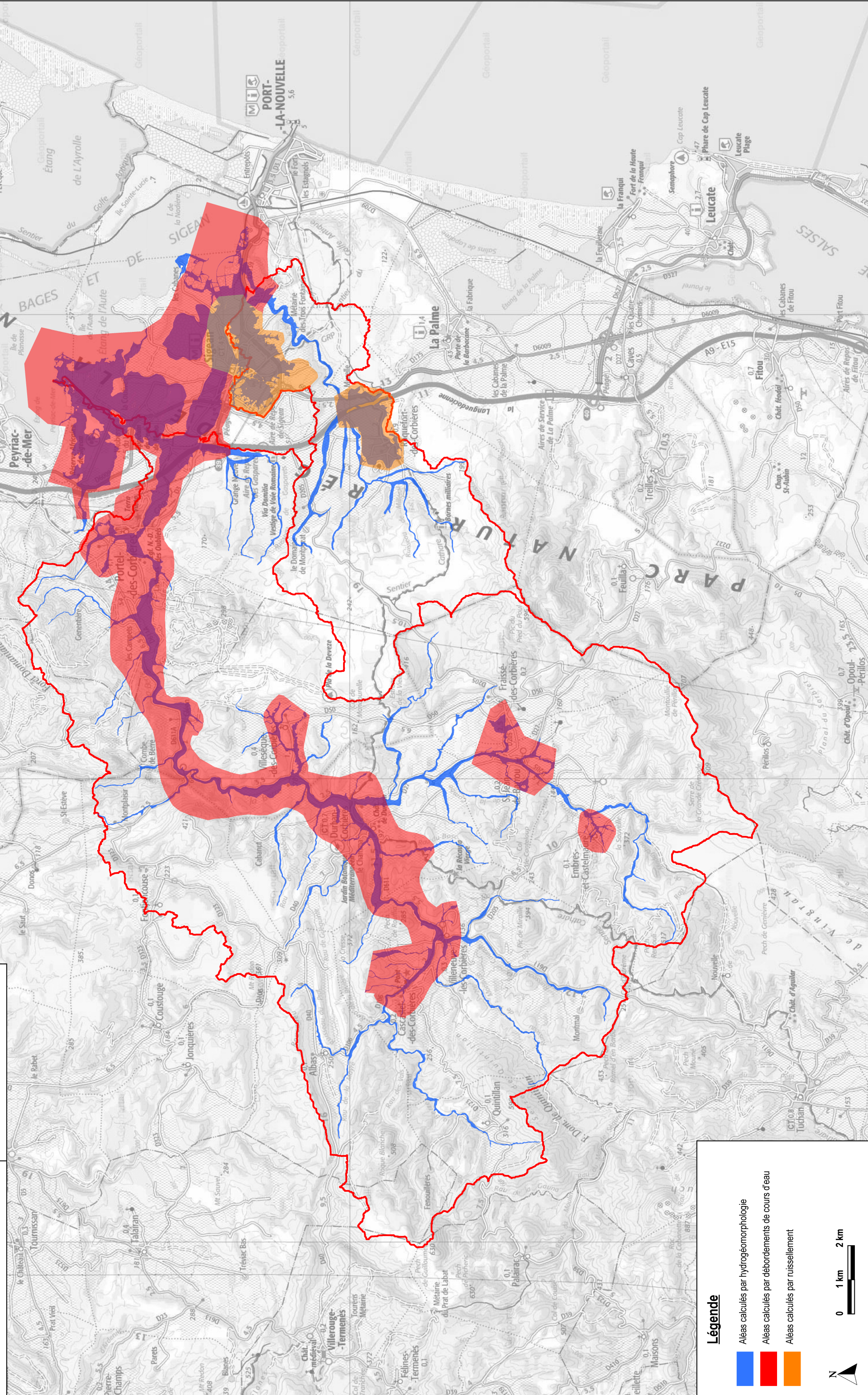
Les niveaux d'aléas sont fonctions de l'intensité des paramètres physiques liés à la crue de référence : hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement.

	H < 0,50 m	H ≥ 0,50 m
V < 0,50 m/s	Aléa modéré	Aléa fort
V ≥ 0,50 m/s	Aléa fort	Aléa fort

Les cartes d'aléas sont complétées par :

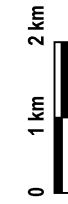
- les zones inondées par la méthode de l'hydrogéomorphologie,
- les zones de ruissellement important, issues des modélisations 2D (cf. §4.2).

La carte suivante localise les zones pour lesquelles chaque méthode a été utilisée (débordement de cours d'eau, ruissellement ou hydrogéomorphologie).



Légende

- Aîés calculés par hydrogéomorphologie
- Aîés calculés par débordements de cours d'eau
- Aîés calculés par ruissellement



8 CARTOGRAPHIE DES ENJEUX

Le recensement et l'analyse des enjeux sont des étapes importantes dans l'élaboration d'un PPR puisqu'elles permettent de mieux cerner les conséquences potentielles des risques, en identifiant notamment les secteurs à forte concentration humaine ou à population et activités vulnérables.

Le recueil des données relatives aux enjeux a été réalisé :

- par enquêtes de terrain,
- par analyse des photographies aériennes,
- par enquêtes en mairie auprès des élus,
- en collaboration avec la DDTM de l'Aude.

La caractérisation des enjeux a permis d'identifier :

- les secteurs urbanisés,
- les établissements recevant du public, vulnérables ou non,
- les espaces refuges,
- les secteurs susceptibles d'être urbanisés,
- les zones d'activités.

Sur les 9 communes, les enjeux recensés sont les suivants :

- 6,8 km² de zones urbanisées continues,
- 0,8 km² de zones susceptibles d'être urbanisées immédiatement ou dans le futur,
- 26 bâtiments à caractère vulnérable (commerces, campings, hôtels, châteaux, ...),
- 51 équipements publics (écoles, stades, mairies, maisons de retraite, bibliothèque, ...),
- 23 espaces refuges (salles communales, écoles, gendarmeries, mairies, ...).

9 CARTOGRAPHIE DU ZONAGE REGLEMENTAIRE

Le zonage et le règlement associé constituent in fine le cœur et le fondement du PPR en traduisant une logique de réglementation qui permet de distinguer, en fonction de la nature et de l'intensité du phénomène d'une part (aléas), et des enjeux exposés d'autre part, des zones de disposition réglementaire homogènes.

Les dispositions d'urbanisme qui ont été retenues visent principalement à interdire l'expansion urbaine en zone naturelle inondable, et ce, quel que soit l'importance du risque en termes de hauteur d'eau ou de vitesse de courant. Dans les secteurs déjà urbanisés, l'évolution du bâti existant est admise sous certaines conditions liées à la forme urbaine et à l'importance du risque.

Les principes généraux du zonage sont les suivants :

- Dans les espaces urbanisés (ZUC), en aléa fort, compte tenu des risques importants liés aux crues, la logique d'interdiction prédomine. Cependant, les espaces urbanisés (ZUC), correspondent le plus souvent à des zones urbaines relativement denses (cœur de village) à l'intérieur desquelles il est nécessaire de laisser évoluer l'existant ;
- Dans les espaces urbanisés (ZUC), en aléa modéré ou hydrogéomorphologique, les constructions nouvelles sont autorisées sous condition de mise hors d'eau des planchers d'habitation et à usage d'activités diverses ;
- En dehors des espaces urbanisés (ZUC), quel que soit l'aléa, tout le champ d'expansion de crue est préservé, afin de laisser le libre écoulement des eaux de crue et de maintenir libre le champ d'inondation qui participe à l'écrêtement naturel des crues.

En terme réglementaire, les espaces urbanisés ou Zone d'Urbanisation Continue (ZUC) sont délimités. Ils correspondent à la zone bâtie de manière continue à l'heure actuelle et certains secteurs en projets d'urbanisation à très court terme.

Les champs d'expansion des crues correspondent aux zones d'écoulement et de stockage situées en dehors des zones urbanisées où le risque est donc moins important. Elles jouent un rôle essentiel de stockage et leur caractère naturel doit être préservé.

Pour les risques d'inondation, les principes du zonage sont les suivants :

- Secteurs situés dans les espaces urbanisés (ZUC)
 - **La zone Ri1** : inondable par un aléa de référence fort, où il convient de ne pas augmenter les enjeux (population, activités) tout en permettant l'évolution du bâti existant, notamment pour en réduire la vulnérabilité,
 - **La zone Ri2** : zone inondable par un aléa de référence modéré, où compte tenu de l'urbanisation existante ou future, il s'agit de permettre un développement urbain compatible avec l'exposition aux risques,
 - **La zone Ri4** : exposée à un aléa « lit majeur » en cas de crue supérieure à la crue de référence ou de dysfonctionnement hydraulique. Son règlement vise à permettre un développement urbain compatible avec ce risque résiduel.
 - **La zone Rip** : zone inondable par ruissellement pluvial, où compte tenu de l'urbanisation existante ou future, il s'agit de permettre un développement urbain compatible avec l'exposition aux risques.
- Secteurs situés en dehors des espaces urbanisés (ZUC)

- **La zone Ri3** : zone peu ou pas urbanisée, inondable quel que soit l'aléa, dont il convient de préserver les capacités d'écoulement ou de stockage des crues en y interdisant les constructions nouvelles,

Ces principes sont présentés dans le tableau ci-après.

Zonage réglementaire	Zones d'Urbanisation Continue (ZUC)*	Zones d'expansion des crues, hors ZUC
Aléa fort	Ri 1 : Inconstructible	Ri 3 : Inconstructible **
Aléa modéré	Ri 2 : Constructible sous condition	Ri 3 : Inconstructible **
Zones inondables par hydrogéomorphologie	Ri 4 : Constructible sous conditions	Ri 3 : Inconstructible **
Ruissellement pluvial	Ri p : Constructible sous condition	Ri 3 : Inconstructible **

* : ZUC : la zone d'urbanisation continue est une délimitation des espaces de la commune qui présentent une continuité bâtie (ou en cours d'urbanisation).

** : sauf dérogation strictement encadrée.

10 CONCLUSION

Cette étude a permis de définir sur l'ensemble du bassin versant de la Berre, du Rieu et de leurs affluents les débits de référence utilisés pour l'élaboration du PPRI :

- Crue de 1999 pour la Berre,
- Crue centennale calculée par la méthode Audoise pour le Rieu et les affluents.

L'analyse du terrain ainsi que plusieurs modélisations hydrauliques ont permis de déterminer les aléas et les enjeux sur l'ensemble du territoire.

Suite à ces analyses, le zonage règlementaire a été établi.

Le tableau suivant décrit les atlas cartographiques réalisés :

Atlas cartographiques	Description
Cartes des phénomènes naturels	Cartographie des phénomènes naturels (repères de crue, dommages suite aux crues) pour la crue de référence à l'échelle 1/5000 ^{ème}
Cartes de l'hydrogéomorphologie	Cartographie de l'hydrogéomorphologie (unités hydrogéomorphologiques, terrains encaissants, structures morphologiques, obstacles à l'écoulement) pour la crue de référence à l'échelle 1/10 000 ^{ème}
Cartes des aléas	Cartographie des aléas (fort, modéré, hydrogéomorphologie, ruissellement) pour la crue de référence à l'échelle 1/5000 ^{ème}
Cartes des enjeux	Cartographie des enjeux (secteurs urbanisés, susceptibles d'être urbanisés, bâtiments vulnérables, équipements publics, espaces refuges) pour la crue de référence à l'échelle 1/5000 ^{ème}
Cartes règlementaires	Cartographie règlementaires (Ri1, Ri2, Ri3, Ri4, Ri4p, Ri4d) pour la crue de référence à l'échelle 1/5000 ^{ème}

Tableau 8 : Description des atlas cartographiques

ANNEXE 1 LOCALISATION ET DEBITS DE REFERENCE DES POINTS DE CALCUL SUR LES AFFLUENTS DE LA BERRE ET DU RIEU

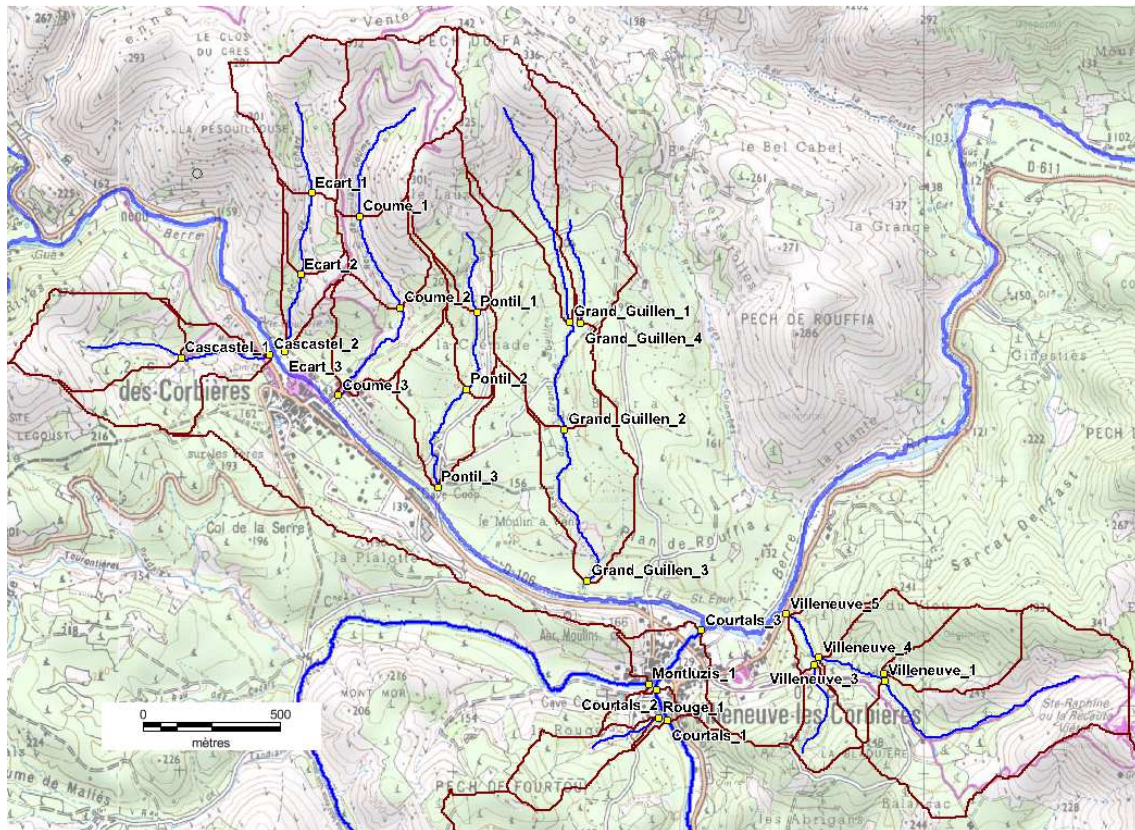


Figure 6 : Points de calculs des débits de référence des affluents (Cascastel-des-Corbières et Villeneuve-les-Corbières)

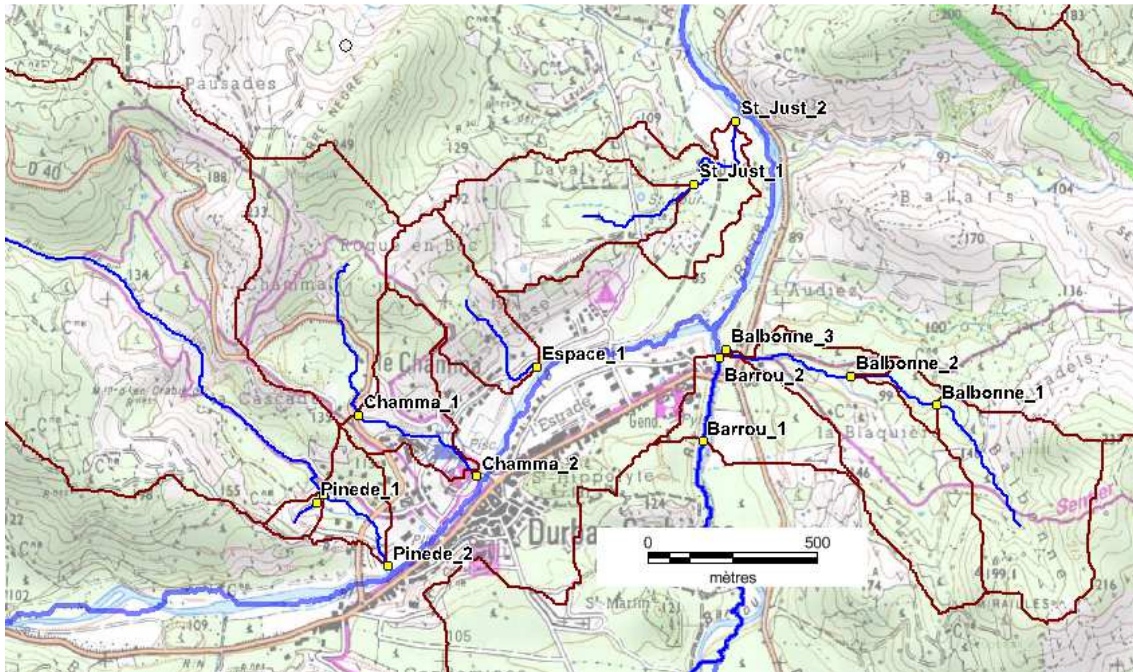


Figure 7 : Points de calculs des débits de référence des affluents (Durban-Corbières)

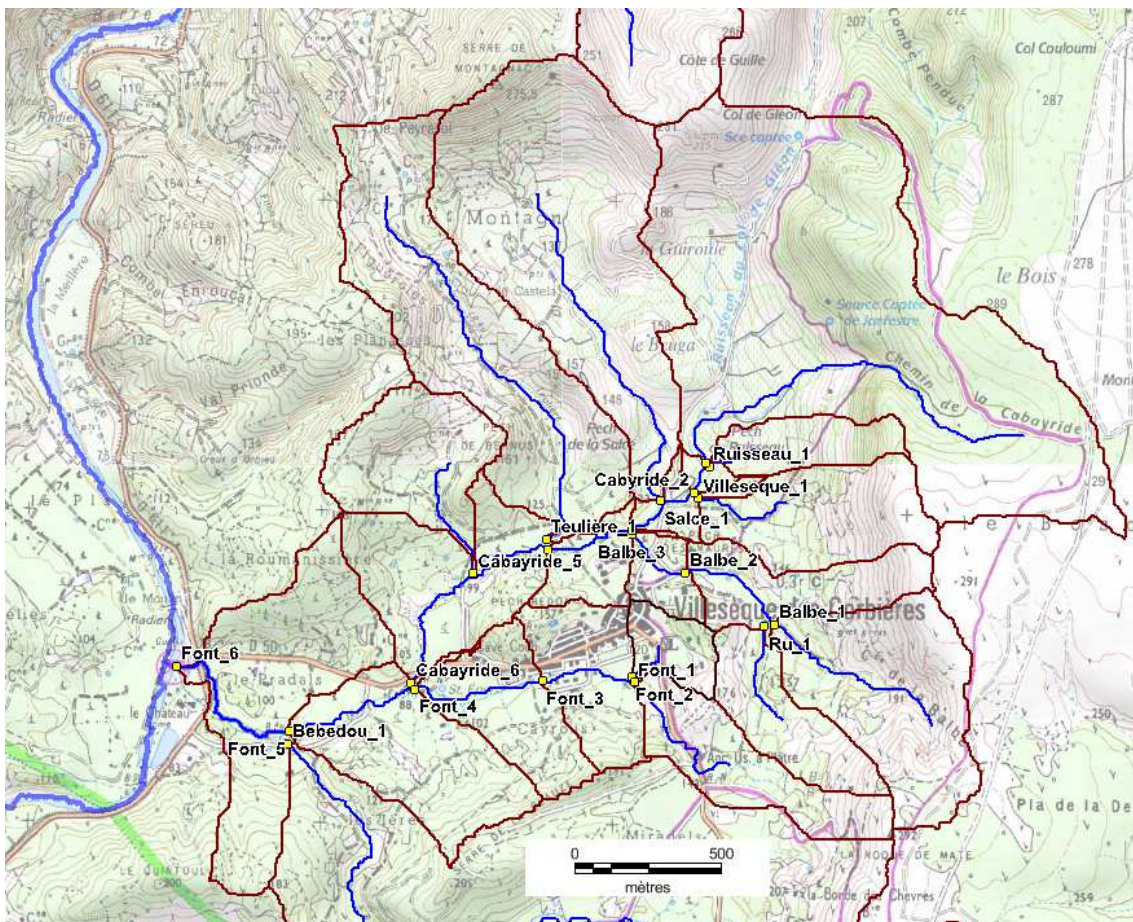


Figure 8 : Points de calculs des débits de référence des affluents (Villesèque-des-Corbières)



Figure 9 : Points de calculs des débits de référence des affluents (Gléon)

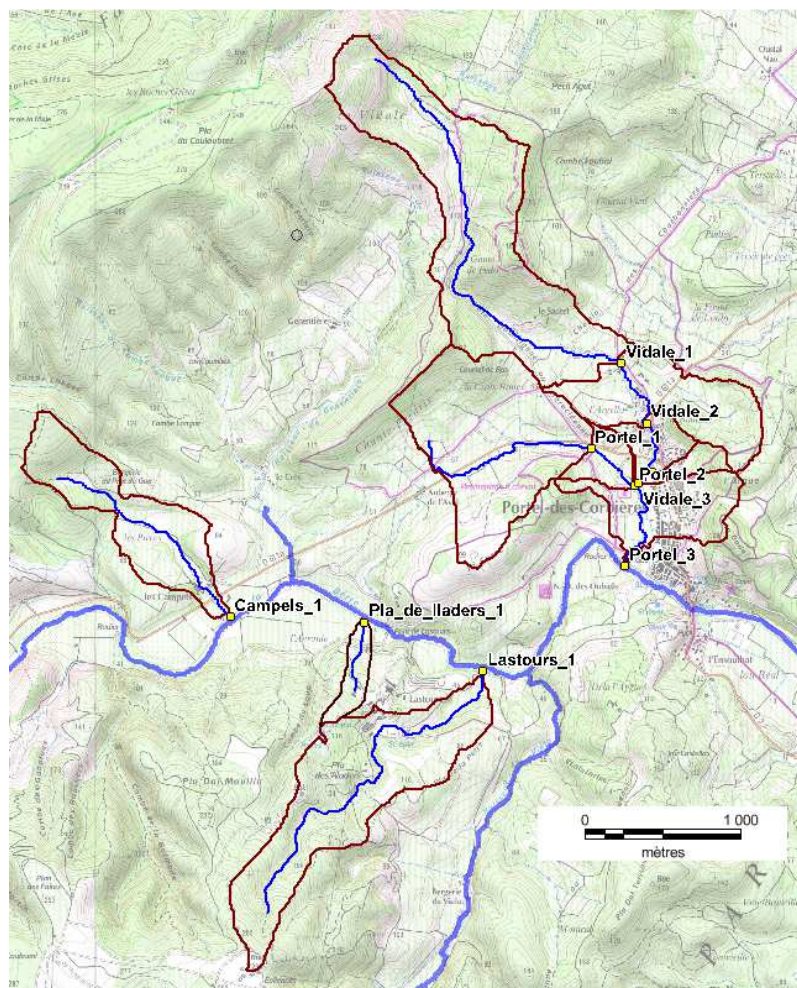


Figure 10 : Points de calculs des débits de référence des affluents (Portel-des-Corbières)

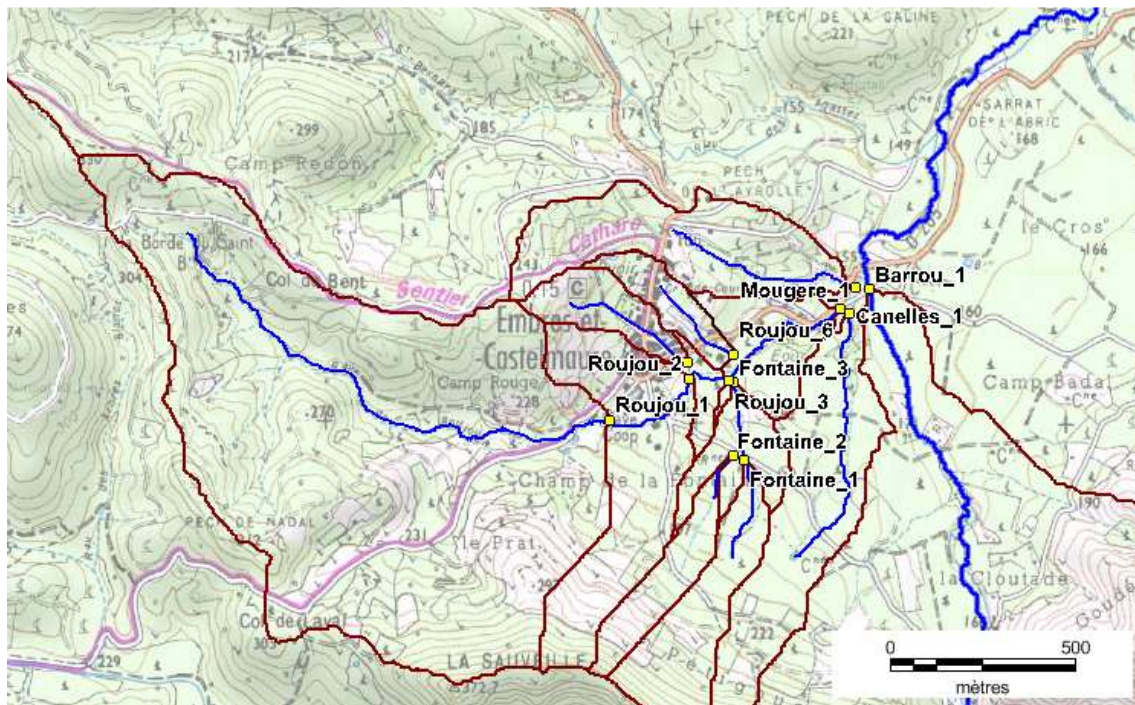


Figure 11 : Points de calculs des débits de référence des affluents (Embre-et-Castelmaure)

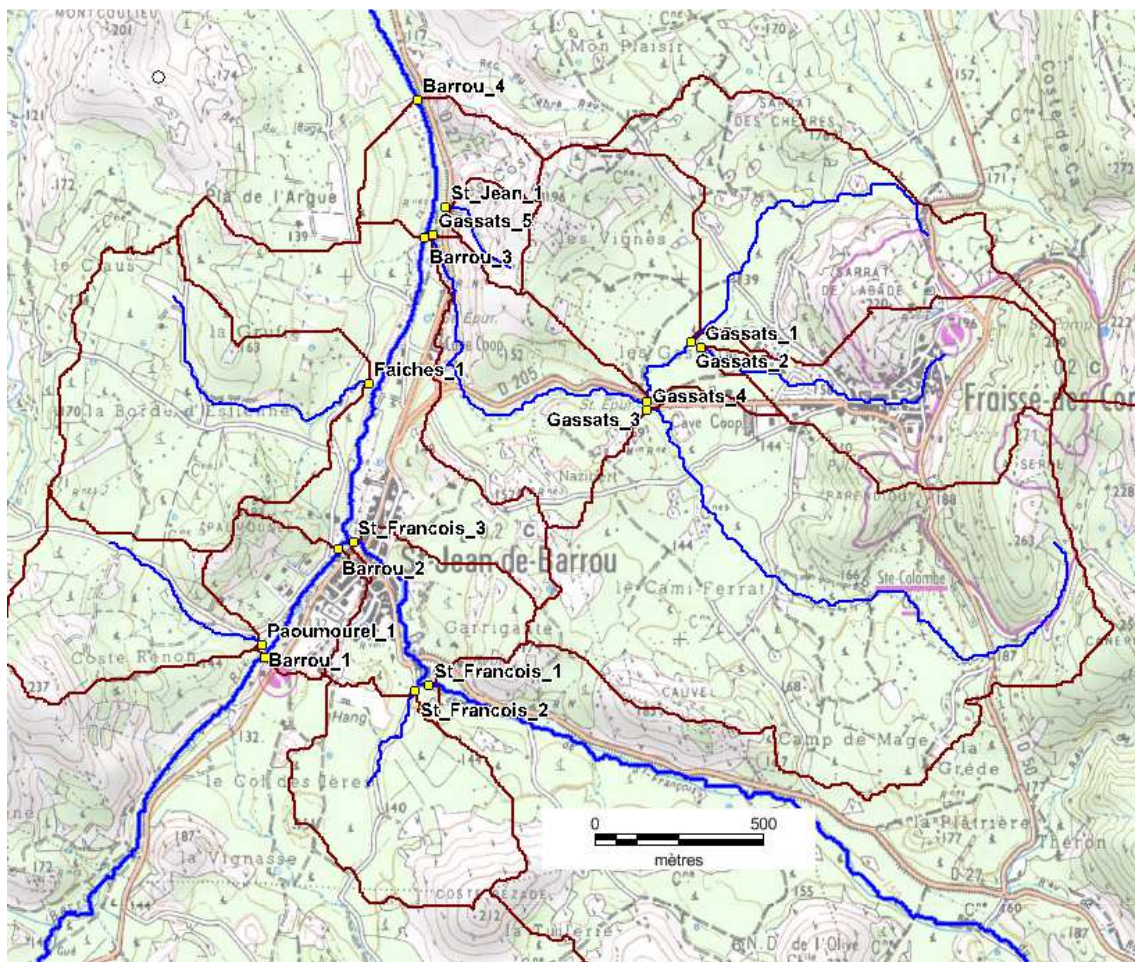


Figure 12 : Points de calculs des débits de référence des affluents (St-Jean-de-Barrou)

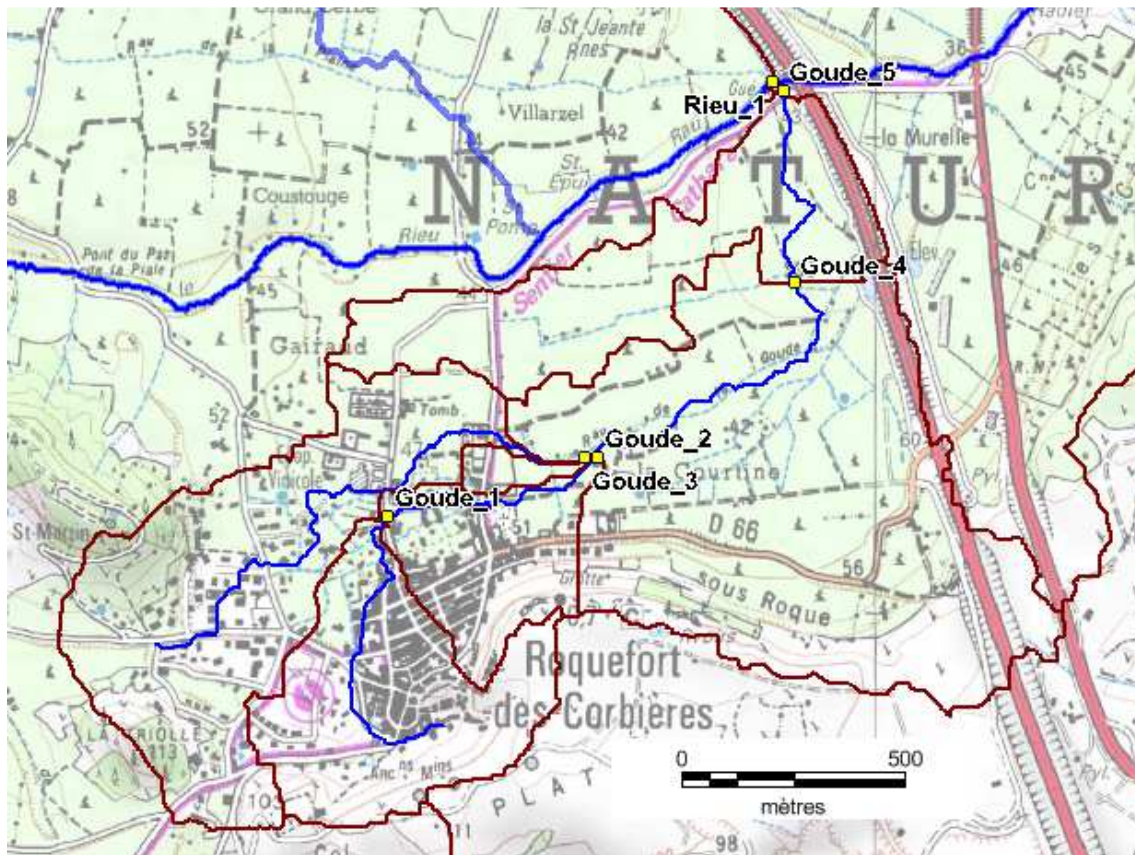


Figure 13 : Points de calculs des débits de référence des affluents (Roquefort-des-Corbieres)

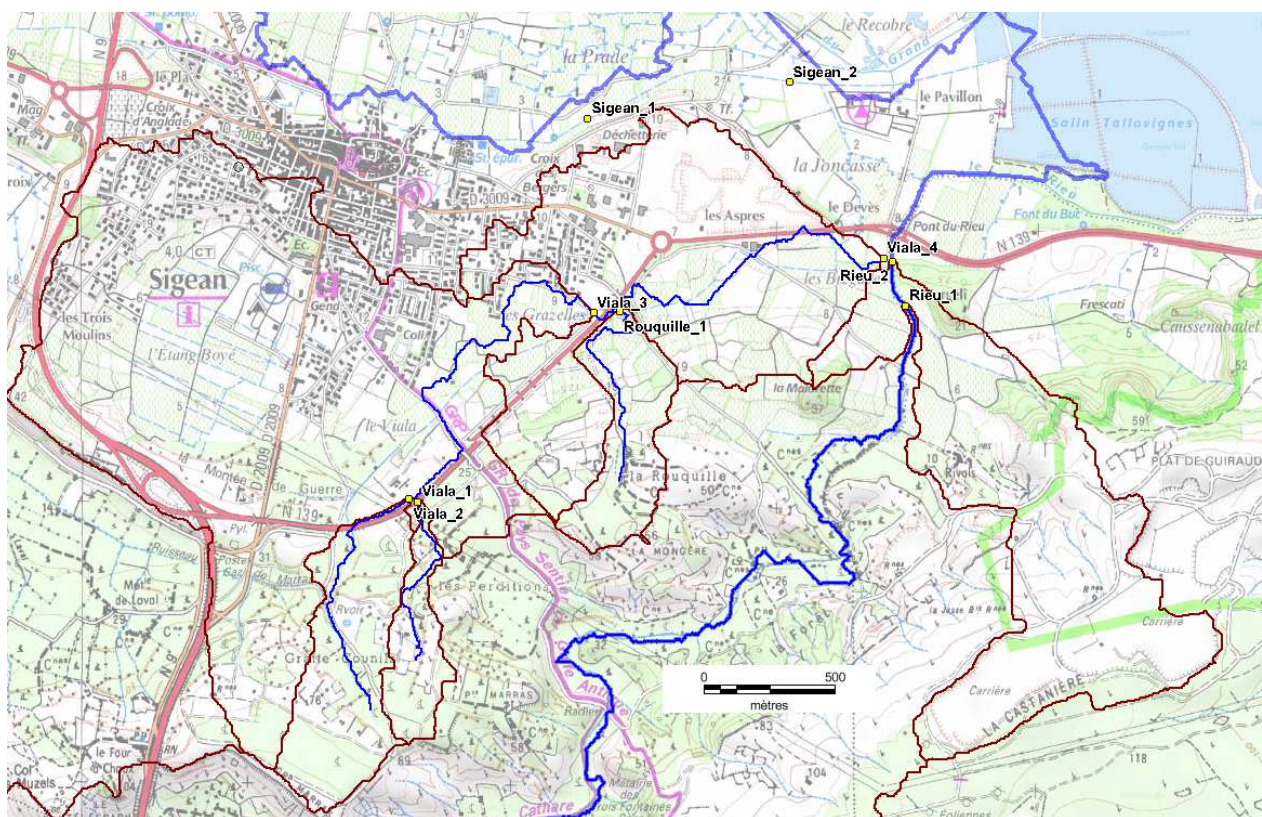


Figure 14 : Points de calculs des débits de référence des affluents (Sigean)

Le tableau ci-dessous rassemble les résultats des calculs des débits centennaux à l'aide la méthode audoise pour tous les points de calculs :

Nom	Surface du bassin versant (km ²)	Pente Pondérée (m/m)	Cheminement hydraulique (km)	P _s en mm (si S<20 km ²)	P _{j100} en mm	Tc Aude (heures)	Q ₁₀₀ Aude (m ³ /s)
Cascastel_2	0.28	0.10	0.76	50	300	0.1	11
Cascastel_1	0.16	0.11	0.38	40	300	0.1	9
Ecart_3	0.24	0.10	0.94	40	300	0.1	10
Ecart_2	0.21	0.09	0.65	50	300	0.1	9
Ecart_1	0.15	0.07	0.34	50	300	0.1	8
Coume_3	0.41	0.08	1.32	50	300	0.2	14
Coume_2	0.30	0.10	0.86	40	300	0.1	12
Coume_1	0.22	0.13	0.48	40	300	0.1	11
Pontil_3	0.27	0.08	1.04	50	300	0.2	10
Pontil_2	0.17	0.09	0.61	50	300	0.1	7
Pontil_1	0.12	0.12	0.31	40	300	0.0	7
Grand_Guillen_1	0.20	0.09	0.84	40	300	0.1	8
Grand_Guillen_2	0.56	0.07	1.28	40	300	0.2	19
Grand_Guillen_3	0.70	0.06	1.92	50	300	0.4	19
Montluzis_1	9.60	0.02	7.20	60	300	1.8	120
Rouge_1	0.08	0.10	0.28	50	300	0.0	4
Courtals_1	16.97	0.01	6.55	60	300	1.8	217
Courtals_2	17.07	0.01	6.68	60	300	1.8	216
Courtals_3	26.74	0.01	6.97	0	300	3.0	325
Villeneuve_5	0.65	0.08	1.42	50	300	0.2	21
Villeneuve_4	0.56	0.08	1.21	50	300	0.2	19
Villeneuve_3	0.05	0.24	0.36	40	300	0.1	3
Villeneuve_1	0.36	0.08	0.92	40	300	0.1	14
Villeneuve_2	0.10	0.16	0.28	40	300	0.0	6
Pinede_2	4.87	0.04	6.13	60	300	1.3	75
Pinede_1	4.80	0.04	5.79	60	300	1.2	77
Chamma_1	0.26	0.07	0.51	50	300	0.1	12
Chamma_2	0.36	0.07	0.94	50	300	0.2	13
Espace_1	0.11	0.12	0.40	40	300	0.1	6
Balbonne_1	0.19	0.10	0.45	50	300	0.1	10
Balbonne_2	0.21	0.08	0.75	50	300	0.1	9
Balbonne_3	0.43	0.06	1.18	50	300	0.2	14
Barrou_1	67.57	0.01	15.09	0	300	6.7	499
Barrou_2	67.68	0.01	15.35	0	300	6.9	492
St_Just_1	0.18	0.03	0.39	60	300	0.1	8
St_Just_2	0.28	0.02	0.77	60	300	0.2	9
Teulière_1	0.54	0.04	1.47	60	300	0.3	15
Villeseque_1	0.21	0.05	0.37	50	300	0.1	10
Balbe_2	0.63	0.04	1.12	40	300	0.2	20
Balbe_3	0.68	0.04	1.38	50	300	0.3	20
Salce_1	0.69	0.03	1.26	60	300	0.3	20

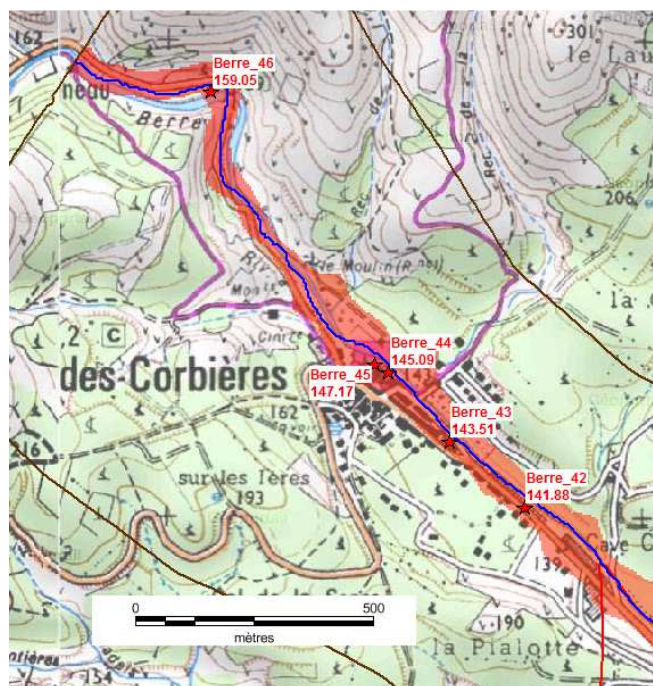
Nom	Surface du bassin versant (km ²)	Pente Pondérée (m/m)	Cheminement hydraulique (km)	P ₀ en mm (si S<20 km ²)	P _{j100} en mm	Tc Aude (heures)	Q ₁₀₀ Aude (m ³ /s)
Ruisseau_1	0.10	0.07	0.20	50	300	0.0	6
Cabyride_2	1.34	0.10	1.61	50	300	0.2	43
Cabyride_1	1.22	0.10	1.49	40	300	0.2	42
Balbe_1	0.33	0.10	0.72	40	300	0.1	15
Ru_1	0.14	0.04	0.36	60	300	0.1	7
Cabayride_5	0.21	0.07	0.44	50	300	0.1	10
Cabayride_3	2.28	0.05	1.88	50	300	0.4	62
Cabayride_4	3.03	0.04	2.23	50	300	0.5	74
Cabayride_6	4.04	0.02	3.08	50	300	0.8	84
Font_1	0.18	0.06	0.57	50	300	0.1	8
Font_2	0.06	0.05	0.16	60	300	0.0	4
Font_4	0.56	0.03	1.41	60	300	0.3	15
Font_3	0.40	0.04	0.92	60	300	0.2	13
Bebedou_1	1.93	0.03	2.88	60	300	0.7	40
Font_5	4.86	0.03	1.95	60	300	0.5	116
Font_6	7.15	0.02	2.55	60	300	0.7	151
Barrou_1	14.91	0.03	5.67	50	300	1.3	245
Canelles_1	0.19	0.04	0.74	60	300	0.2	7
Fontaine_2	0.06	0.06	0.13	50	300	0.0	4
Fontaine_1	0.10	0.08	0.28	50	300	0.0	6
Fontaine_3	0.21	0.06	0.49	50	300	0.1	10
Roujou_1	1.01	0.05	1.55	50	300	0.3	30
Roujou_2	1.20	0.05	1.85	60	300	0.4	31
Roujou_3	1.27	0.04	1.98	60	300	0.4	32
Roujou_4	0.05	0.10	0.37	40	300	0.1	3
Roujou_5	0.04	0.08	0.28	50	300	0.0	2
Roujou_6	1.60	0.03	2.39	60	300	0.5	36
Mougere_1	0.17	0.05	0.57	50	300	0.1	7
Paoumourel_1	0.25	0.04	0.59	60	300	0.1	10
St_Francois_1	11.04	0.04	7.07	50	300	1.4	166
St_Francois_2	0.30	0.02	0.37	60	300	0.1	12
St_Francois_3	11.52	0.04	7.68	50	300	1.6	162
Barrou_1	28.36	0.02	8.34	0	300	2.6	374
Faiches_1	0.52	0.03	0.93	60	300	0.2	16
Gassats_1	0.34	0.05	0.91	50	300	0.2	12
Gassats_3	1.13	0.02	1.39	60	300	0.3	30
Gassats_4	1.23	0.03	1.98	50	300	0.5	31
Gassats_2	0.48	0.03	1.11	60	300	0.3	14
Gassats_5	2.66	0.01	2.60	60	300	0.7	55
St_Jean_1	0.05	0.15	0.28	40	300	0.0	3
Barrou_2	28.75	0.02	8.74	0	300	2.4	399

Nom	Surface du bassin versant (km ²)	Pente Pondérée (m/m)	Cheminement hydraulique (km)	P ₀ en mm (si S<20 km ²)	P _{j100} en mm	Tc Aude (heures)	Q ₁₀₀ Aude (m ³ /s)
Barrou_3	41.25	0.02	9.79	0	300	3.1	498
Barrou_4	44.10	0.02	10.21	0	300	3.2	520
Gleon_1	0.12	0.07	0.20	50	300	0.0	7
Cote_de_Guille_1	0.48	0.13	1.18	40	300	0.2	18
Campels_1	0.53	0.03	1.58	60	300	0.4	14
Pla_de_Iladars_1	0.09	0.11	0.46	40	300	0.1	5
Lastours_1	0.94	0.07	2.69	50	300	0.4	24
Portel_1	0.93	0.02	1.37	60	300	0.3	25
Portel_2	1.04	0.02	1.77	60	300	0.4	25
Vidale_1	1.37	0.04	3.10	50	300	0.7	30
Vidale_2	1.85	0.03	3.60	60	300	0.8	36
Vidale_3	2.03	0.03	4.08	60	300	0.9	38
Arque_1	0.06	0.03	0.14	60	300	0.0	3
Portel_3	3.40	0.03	4.80	60	300	1.1	58
Viala_1	0.13	0.04	0.75	60	300	0.2	4
Viala_2	0.34	0.04	1.07	60	300	0.2	10
Viala_3	2.75	0.01	2.80	60	300	0.8	55
Rouquille_1	0.21	0.02	0.92	60	300	0.2	7
Viala_4	4.05	0.00	4.38	60	300	1.2	65
Rieu_1	39.22	0.01	15.13	0	300	5.4	331
Rieu_2	40.21	0.01	15.31	0	300	5.8	327
Goude_1	0.25	0.03	0.76	60	300	0.2	8
Goude_2	0.38	0.01	1.33	60	300	0.4	10
Goude_3	0.41	0.01	1.45	60	300	0.4	10
Goude_4	1.51	0.01	2.15	60	300	0.6	33
Goude_5	1.78	0.01	2.66	60	300	0.7	36
Rieu_1	29.70	0.02	8.15	0	300	2.9	373
Grand_Guillen_4	0.17	0.07	0.40	50	300	0.1	8
Pinede_3	0.01	0.14	0.12	40	300	0.0	1

Tableau 9 : Débits de référence des affluents

ANNEXE 2 CALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE

Commune de Cascastel des Corbières

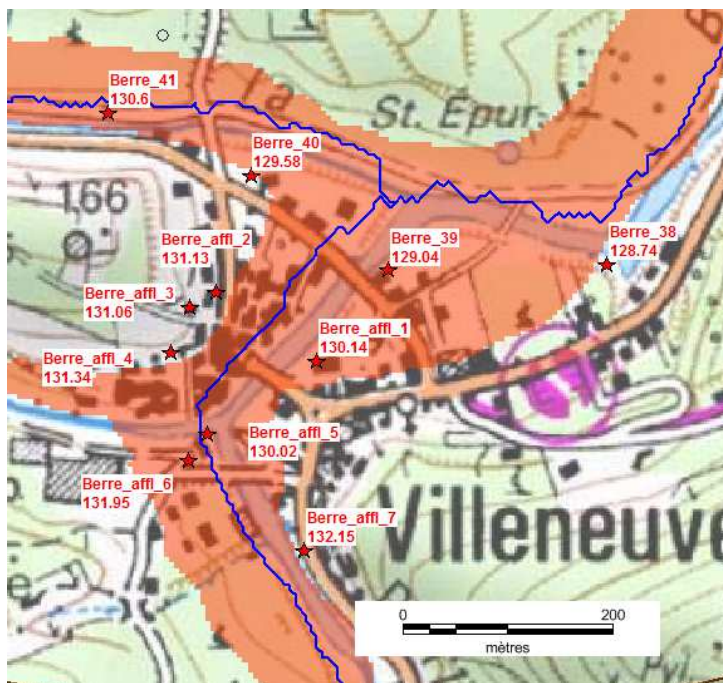


Nom	Description	Cote PHE (m NGF)	Cote modèle (m NGF)	Ecart (m)
Berre 42	Repère de 1999 – local le long de la route	141.88	141.7	-0.18
Berre 43	Repère de 1999 – Quartier du quai à Cascastel	143.51	143.3	-0.21
Berre 44	Repère de 1999 – Quartier du quai à Cascastel, en amont du pont détruit pendant la crue	145.09	145.95	0.86
Berre 45	Repère de 1999 – Quartier du quai à Cascastel, en amont du pont détruit pendant la crue	147.17	146.3	-0.87
Berre 46	Repère de 1999 – Amont pont RD 106 détruit partiellement pendant la crue	159.05	159.1	0.05

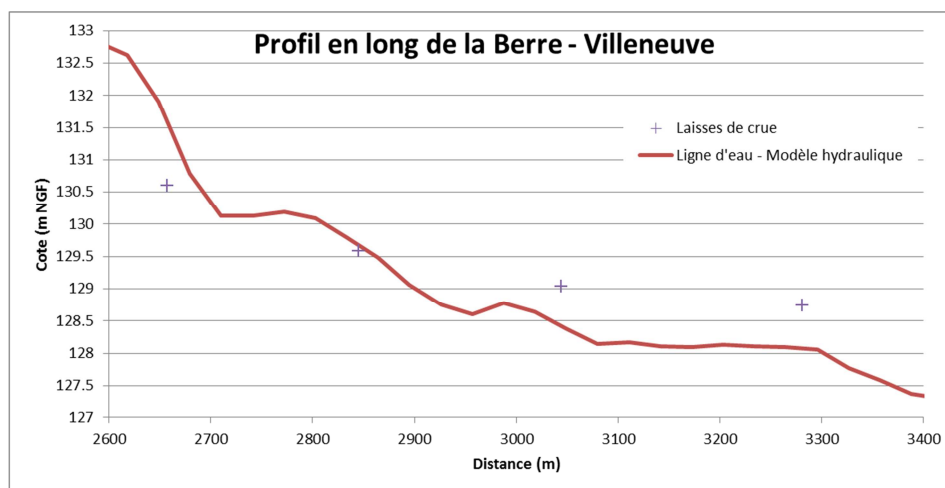
Dans la commune de Cascastel, deux ponts ont été détruits lors de la crue de 1999 : le premier à proximité du repère Berre_46, et le second au niveau du château (à proximité des repères 44 et 45). Lors de la crue, un plan d'eau s'est formé en amont des ponts puis une vague s'est propagée suite à la rupture des ouvrages, ce qui rend difficile l'exploitation des laisses de crue.

De plus, entre les laisses de crue 44 et 45 distantes de 30 m, il y a un écart d'environ 2 mètres. Le niveau d'eau calculé par le modèle se situe entre ces deux repères.

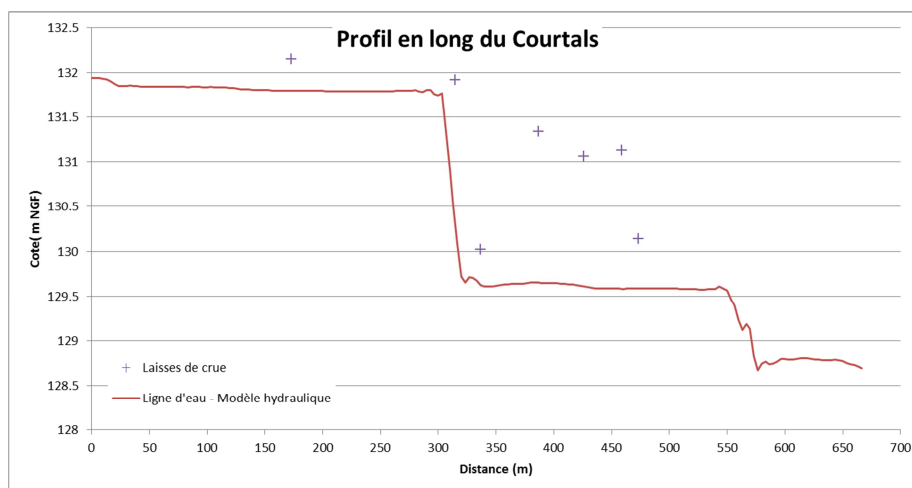
Commune de Villeneuve-les-Corbières



Nom	Description	Cote PHE (m NGF)	Cote modèle (m NGF)	Ecart (m)
Berre 38	Repère de 1999 – Aval de Villeneuve, sur une terrasse topographique	128.74	128.25	-0.49
Berre 39	Repère de 1999 – Aval confluence avec les ruisseaux Courtals et Sabari	129.04	128.75	-0.29
Berre 40	Repère de 1999 – Villeneuve en contre-bas de la route	129.58	129.6	0.02
Berre 41	Repère de 1999 – en amont du pont de Villeneuve, en contre-bas de la route	130.6	130.8	0.2



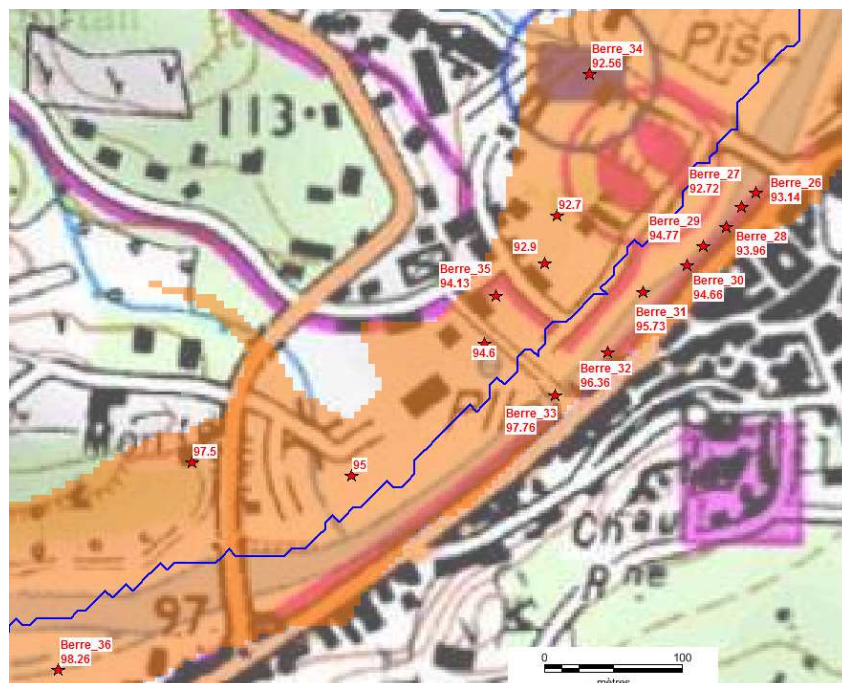
Le modèle est bien calé sur la Berre en amont de la confluence. En revanche, à l’aval de la confluence, les niveaux sont inférieurs aux laisses de crue. Ceci peut s’expliquer par la présence d’embâcles en lit mineur ou la modification du lit depuis 1999.



Nom	Description	Cote PHE (m NGF)	Cote modèle (m NGF)	Ecart (m)
Berre_affl_1	Repère de 1999 – Aval OH 32	130.14	129.82	-0.3
Berre_affl_2	Repère de 1999 – Aval OH 32, sur coteaux -> ruissellement	131.13	Hors d'eau	
Berre_affl_3	Repère de 1999 – Amont OH 32, sur coteaux -> ruissellement	131.06	Hors d'eau	
Berre_affl_4	Repère de 1999 – Amont OH 32, sur coteaux -> ruissellement	131.34	Hors d'eau	
Berre_affl_5	Repère de 1999 – Aval OH 33 à la confluence entre le Courtals et le Sabari	130.02	129.9	-0.12
Berre_affl_6	Repère de 1999 – Amont OH 33	131.92	131.85	-0.07
Berre_affl_7	Repère de 1999 – à la sortie de Villeneuve	132.15	131.86	-0.29

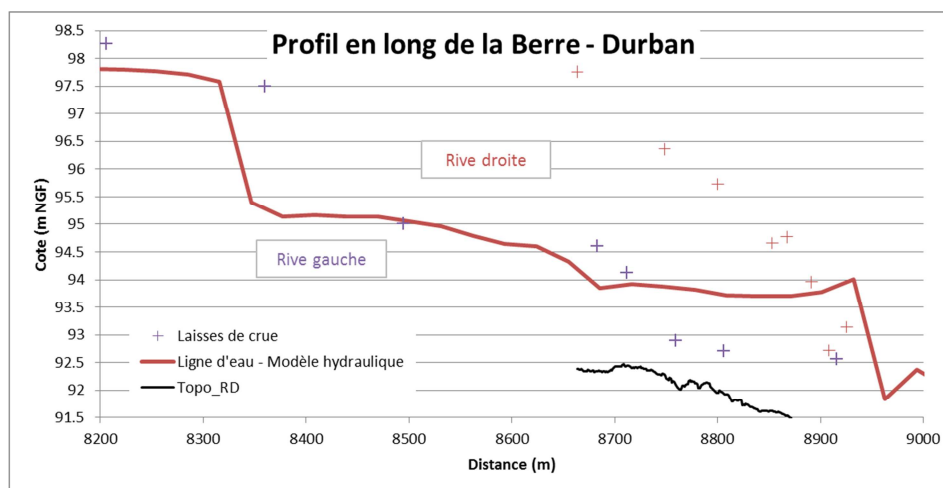
Les laisses de crues 2, 3 et 4 situées en rive gauche de l'affluent correspondent vraisemblablement au ruissellement des coteaux et non au débordement du cours d'eau. Ceci explique le fait qu'il n'y ait pas d'eau au niveau de ces laisses de crue dans le modèle.

Commune de Durban-Corbières



Nom	Description	Cote PHE (m NGF)	Cote modèle (m NGF)	Ecart (m)
Berre 26	Repère de 1999 – RD de la Berre à Durban, le long de la route	93.14	93.73	0.59
Berre 27	Repère de 1999 – RD de la Berre à Durban, le long de la route	92.72	93.73	1.01
Berre 28	Repère de 1999 – RD de la Berre à Durban, le long de la route	93.96	93.73	-0.23
Berre 29	Repère de 1999 – RD de la Berre à Durban, le long de la route	94.77	Non retenues	
Berre 30	Repère de 1999 – RD de la Berre à Durban, le long de la route	94.66		
Berre 31	Repère de 1999 – RD de la Berre à Durban, le long de la route	95.75		
Berre 32	Repère de 1999 – RD de la Berre à Durban, aval de la passerelle piétonne	96.36		
Berre 33	Repère de 1999 – RD de la Berre à Durban, amont de la passerelle piétonne	97.76		
Berre 34	Repère de 1999 – RG de la Berre à Durban, amont du pont routier aval, sur un ruisseau	92.56	93	0.44
Berre 35	Repère de 1999 – RG de la Berre à Durban, aval de la passerelle piétonne	94.13	93.85	-0.28
Berre 36	Repère de 1999 – Amont de Durban, en contre-bas de la route	98.26	97.8	-0.46

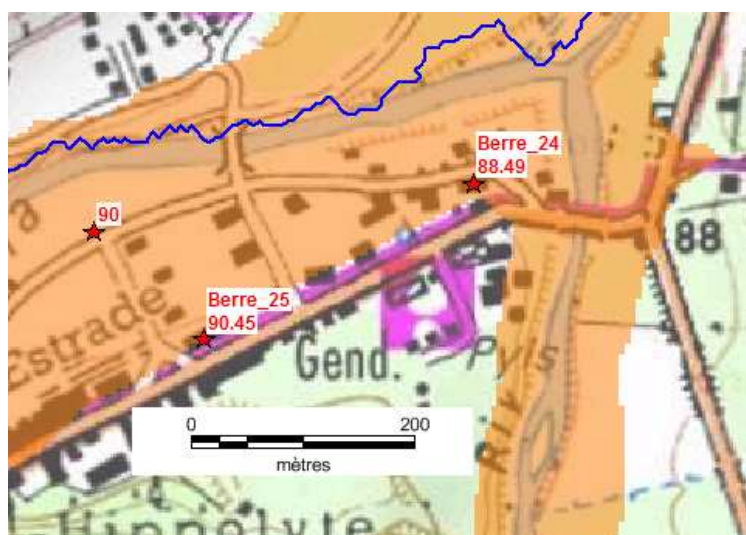
Dans la traversée de Durban, les laisses de crue présentent des niveaux très différents entre la rive gauche et la rive droite. Le graphe suivant montre un profil en long des laisses de crue et de la ligne d'eau calculée par le modèle hydraulique en lit mineur. Entre la rive gauche et la rive droite, l'écart entre les laisses de crue peut atteindre 3 m avec des hauteurs d'eau très importantes en rive droite.



Par ailleurs, dans la traversée de Durban, deux ponts ont été endommagés ou détruits pendant la crue de 1999 et de nombreux embâcles étaient présents dans le lit. Le calage est donc compliqué dans cette zone.

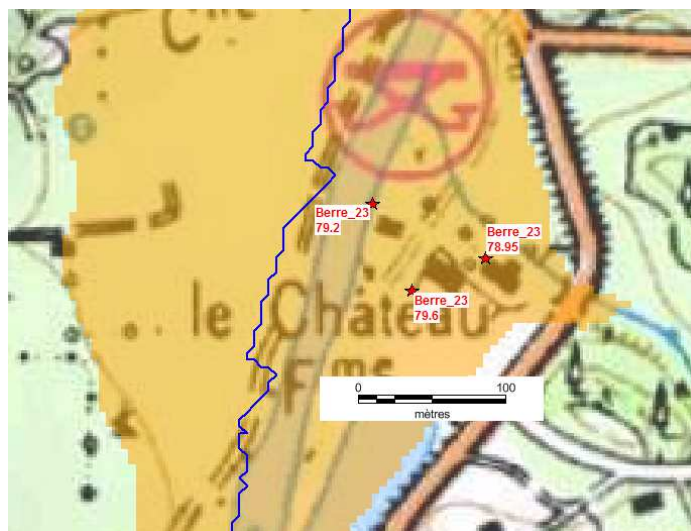
De plus, des travaux ont été réalisés depuis 1999 ce qui a entraîné une modification de la géométrie du lit et donc des conditions d'écoulement.

Deux autres laisses de crue sont disponibles en aval de la commune.



Nom	Description	Cote PHE (m NGF)	Cote modèle (m NGF)	Ecart (m)
Berre 24	Repère de 1999 – aval pont sur le Barrou	88.49	88.67	0.18
Berre 25	Repère de 1999 – contre-bas de la route	90.45	90.30	-0.15

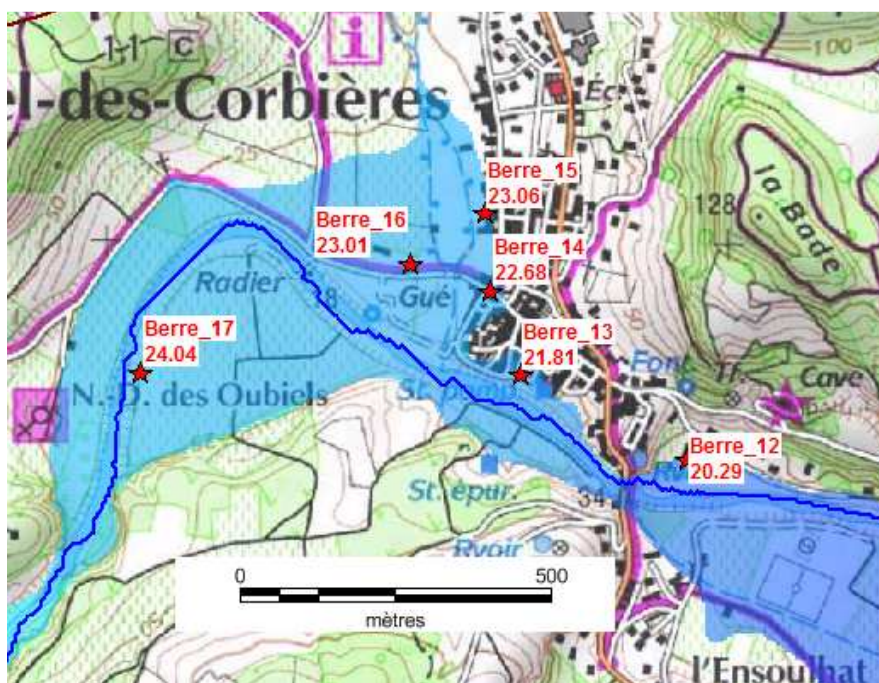
Commune de Villesèque-des-Corbières



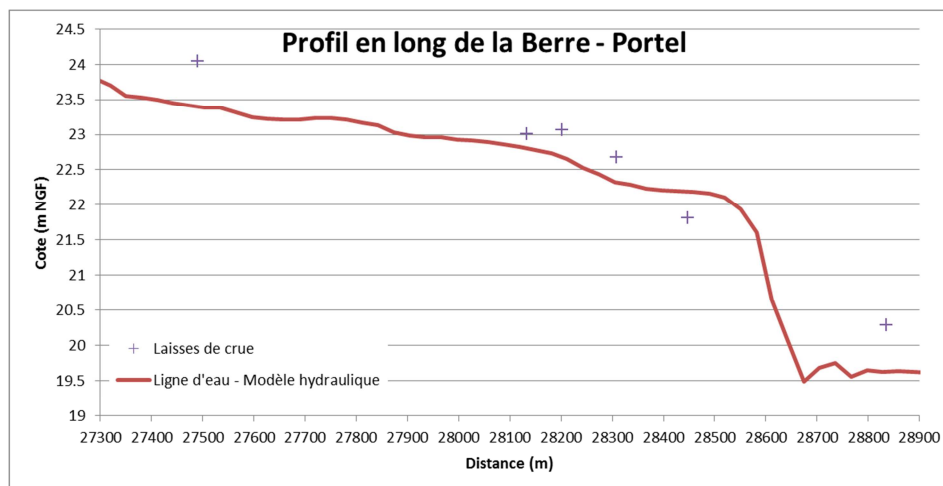
Nom	Description	Cote PHE (m NGF)	Cote modèle (m NGF)	Ecart (m)
Berre 23	Repère de 1999 – Château de Bonnafous en amont de la confluence avec un ruisseau – la digue de protection a cédé pendant la crue	79.2	79	-0.2
Berre 23		78.95	79	0.05
Berre 23		79.6	79	-0.6

La laisse de crue Berre_23 possède une cote supérieure aux autres repères. Ceci peut être dû à un effet dynamique qui induit une sur-hauteur de l'ordre de 20 à 50 cm.

Commune de Portel des Corbières



Nom	Description	Cote PHE (m NGF)	Cote modèle (m NGF)	Ecart (m)
Berre 12	Repère de 1999 à Portel en aval du pont de Tamaroque	20.29	19.8	-0.49
Berre 13	Repère de 1999 à Portel	21.81	22.2	0.39
Berre 14	Repère de 1999 à Portel	22.68	22.8	0.12
Berre 15	Repère de 1999 à Portel	23.06	22.9	-0.16
Berre 16	Repère de 1999 à Portel	23.01	22.9	-0.11
Berre 17	Repère de 1999 à proximité de la chapelle en amont de Portel	24.04	23.5	-0.54



Le calage est satisfaisant dans cette commune.

En amont de la commune, d'autres laisses de crue sont disponibles mais elles ne sont pas cohérentes les unes avec les autres : la pente de la ligne d'eau varie fortement entre les repères 20 et 19 (écart de 16,14m) et ceux 19 et 20 (écart de 0,45m). Seul le repère 19 est retenu pour le calage.



Nom	Description	Cote PHE (m NGF)	Cote modèle (m NGF)	Ecart (m)
Berre 19	Repère de 1999 – bâti agricole dans les vignes	33.76	33.5	-0.26