



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Gard

Elaboration de PPRI sur les communes du Bassin Versant du Rhône

Rapport hydraulique

Avril 2016

Informations qualité

Titre du projet	Elaboration de PPRI sur les communes du Bassin Versant du Rhône
Titre du document	Rapport hydrauliqueRapport hydraulique
Date	
Auteur(s)	Sandra CHAMBON / Franck ZANGELMI
N° SCORE	HSE 20118F

Contrôle qualité

Version	Date	Rédigé par	Visé par :
2		Sandra CHAMBON / Franck ZANGELMI	Christophe LESCOULIER
3	Avril 2016	Lionel FRERY	Christophe LESCOULIER

Destinataires

Envoyé à :		
Nom	Organisme	Envoyé le :
Mathieu Bourgoïn	DDTM30	Avril 2016

Copie à :		
Nom	Organisme	Envoyé le :

Sommaire

Contexte et objectif.....11

1 Contexte.....

Chapitre 1 -Analyse du fonctionnement du bassin versant12

1 Eléments descriptifs.....

1.1 Généralités sur le fonctionnement du bassin versant.....

1.2 Historique des travaux d'aménagement sur le Rhône.....

1.2.1 Jusqu'à la fin du XVIIIème siècle.....

1.2.2 Du XIXème siècle à la Seconde Guerre Mondiale.....

1.2.3 De la Seconde Guerre Mondiale à aujourd'hui.....

1.3 Digues.....

1.4 Canal BRL.....

2 Crues historiques.....

2.1 Historique des crues.....

2.2 Articles de journaux.....

2.3 Photographie de crues.....

2.3.1 Crue d'octobre 1988.....

2.3.2 Crue de septembre 2002.....

2.3.3 Crue d'octobre 2008.....

2.4 Plus hautes eaux connues.....

2.5 Emprises des crues historiques.....

2.6 Informations complémentaires.....

2.7 Crue du 10 octobre 2014.....

Chapitre 2 -Analyse hydrogéomorphologique35

1 Contexte de l'analyse.....

2 Analyse hydrogéomorphologique.....

2.1 Ruisseaux du Pont et de la Tourancelle, sous-affluents du Gardon.....

2.2 Ruisseau Le Rianse et ses affluents.....

2.3 Rhône, Rhône Vert et leurs affluents entre Caveirac et Clarensac.....

2.4 Les affluents rive droite du Rhône entre Clarensac et Calvisson.....

2.5 Le ruisseau de Calvisson et ses affluents.....

2.6 Les affluents rive gauche du Rhône provenant du relief et de la plaine de Nages-et-Solorgues.....

2.7 Le ruisseau de Razil et ses affluents.....

Chapitre 3 -Etude des enjeux43

1 Identification des enjeux avec les documents d'urbanisme en vigueur.....

1.1 Identification des enjeux socio-économiques.....

1.2 Identification des enjeux potentiels.....

2 Identification des enjeux futurs avec d'autres sources d'information.....

2.1 Entretiens avec les communes.....	
2.2 Autres documents d'urbanisme.....	
3 Concertation.....	

Chapitre 4 -Analyse hydrologique45

1 Etudes antérieures.....	
1.1 Débits.....	
1.2 Volumes.....	
2 Etudes en cours.....	
2.1 Débits.....	
2.2 Volumes.....	
2.3 Conclusion.....	
3 Analyse statistique des pluies.....	
4 Événement historique du 3 octobre 1988.....	
4.1 Eléments disponibles sur l'événement de 1988 à proximité d la zone d'étude (Nîmes notamment).....	
4.2 Evénement de 1988 sur la zone d'étude.....	
4.3 Quelques chiffres concernant les événements les plus récents.....	
4.3.1 Crue de septembre 2002.....	
4.3.2 Crue de septembre 2005.....	
4.3.3 Conclusion.....	
4.4 Définition des événements de référence.....	
4.4.1 Délimitation des principaux bassins versants de la zone d'étude.....	
4.4.2 Calculs des débits de pointe.....	
4.4.3 Débits de référence sur la zone d'étude.....	

Chapitre 5 -Modélisation hydraulique des écoulements70

1 Données topographiques.....	
1.1 Données Lidar.....	
1.2 Relevés topographiques et bathymétriques.....	
2 Choix du type de modélisation.....	
3 Outil de modélisation.....	
4 Construction des différents modèles.....	
4.1 Construction du réseau filaire.....	
4.2 Construction des secteurs modélisés en 2D.....	
4.3 Conditions aux limites.....	
4.3.1 Condition amont.....	
4.3.2 Condition aval.....	
4.4 Calage des modèles.....	
4.5 Présentation des différents modèles.....	
4.6 Résultats des modélisations : dynamique d'écoulement et enjeux touchés.....	
4.6.1 Le Rhôny.....	
4.6.2 Le Razil et le Rhôny.....	
4.6.3 Partie amont du Rhôny.....	
4.6.4 Partie amont du Rianse.....	
4.6.5 Combe d'Aynarde, ruisseau des Jas et cours d'eau à l'Est de Caveirac.....	
4.6.6 Valat de la Grave.....	
4.6.7 Le ruisseau au sud de Caveirac (affluent du Rianse).....	
4.6.8 Le valat de la Font d'Auroux et la combe de la Baraque.....	

4.6.9 Le ruisseau du Pont.....	
4.6.10 Le Merlanson.....	
4.6.11 Le ruisseau de Maruéjols.....	
4.6.12 Les valats de Playcine et de Rouveyrenque.....	100
4.6.13 Le ruisseau de Fontanes.....	101
4.6.14 Le ruisseau de Calvisson.....	104
4.6.15 Le Lagau de Nages.....	105
4.6.16 Le Lagau de Solorgues.....	106

Chapitre 6 - Cartographie de l'aléa 108

1 Cartographies informatives de crues.....	108
2 Cartographies de l'aléa.....	108
2.1 Méthodologie.....	108
2.2 Points particuliers.....	108
2.3 Résultats.....	108

Chapitre 7 - Sources documentaires - Bibliographie 110

Liste des cartes

Carte 1 : Bassin versant du Rhône et stations hydrologiques.....

Carte 2 : Modèle numérique de terrain du Rhône.....

Liste des figures

Figure 1 : Zone inondée en octobre 1988 à Codognan (source : revue municipale de Codognan).....	
Figure 2 : Listing des témoignages recueillis.....	
Figure 3 : Remblai routier longé par le Rianse.....	
Figure 4 : Remblai transversal de l'ancienne voie ferrée, exutoire totalement obstrué.....	
Figure 5 : Remblai et aménagement hydraulique à Langlade.....	
Figure 6 : Endiguement par des murs d'habitations dans la traversée de Saint-Côme.....	
Figure 7 : Cône de déjection.....	
Figure 8 : Section d'un fossé réduite par des débris.....	
Figure 9 : Statistiques pluviométriques à la station de Nîmes Courbessac (source : Météo France)	
Figure 10 : Statistiques pluviométriques à la station de Nîmes Courbessac et adaptation au bassin versant du Rhôny.....	
Figure 11 : Isohyètes de l'évènement du 3 octobre 1988 sur la commune de Nîmes.....	
Figure 12 : Répartition spatiale des précipitations lors de l'évènement d'octobre 1988 (source : Météo France).....	
Figure 13 : Précipitations reconstituées à Mas de Ponge pour l'évènement d'octobre 1988.....	
Figure 14 : Bassins versants et évènement de 1988.....	
Figure 15 : Pluies cumulées des hyétogrammes reconstitués.....	
Figure 16 : Hyétogramme reconstitué pour un cumul de 200 mm.....	
Figure 17 : Hyétogramme reconstitué pour un cumul de 250 mm.....	
Figure 18 : Hyétogramme reconstitué pour un cumul de 300 mm.....	
Figure 19 : Hyétogramme reconstitué pour un cumul de 350 mm.....	
Figure 20 : Photo prise à l'amont de l'A9 lors de la crue de 1988.....	
Figure 21 : Représentation en 3D sur le MNT de la PHE (28,94 m) au pont de l'A9 lors de la crue de 1988 fournie par le SMBVV (logiciel : Global Mapper).....	
Figure 22 : Visualisation du modèle Rhôny amont.....	
Figure 23 : Visualisation du modèle Rianse amont.....	
Figure 24 : Visualisation du modèle au sud de Caveirac.....	
Figure 25 : Visualisation du modèle Font d'Auroux-Combe de la Baraque.....	
Figure 26 : Visualisation du modèle ruisseau de Calvisson.....	
Figure 27 : Visualisation du modèle ruisseau du Pont.....	
Figure 28 : Visualisation du modèle St Côme – partie située à l'Est.....	
Figure 29 : Visualisation du modèle sur les affluents Nord du Rianse à Caveirac.....	
Figure 30 : Visualisation du modèle sur le ruisseau de Fontanes – ruisseau de Calvisson aval.....	
Figure 31 : Visualisation du modèle St Côme – partie située à l'Est.....	
Figure 32 : Visualisation du modèle Razil amont.....	
Figure 33 : Visualisation du modèle sur la Grave.....	
Figure 34 : Visualisation du modèle sur le lagau de Nages.....	
Figure 35 : Visualisation du modèle sur le lagau de Solorgues.....	
Figure 36 : Visualisation du modèle sur les valats de Playcine et de Rouveyrenque.....	
Figure 37 : Visualisation du modèle principal Rhôny-Razil.....	
Figure 38 : Zoom sur le secteur de la RD14 pour une crue de type 1988.....	

Figure 39 : Zoom sur le secteur de Calvisson pour une crue de type 1988.....	
Figure 40 : Visualisation des niveaux d'eau du Rhône amont pour une crue de type 1988.....	
Figure 41 : Visualisation des niveaux d'eau du Rianse amont pour une crue de type 1988.....	
Figure 42 : Visualisation des niveaux d'eau des affluents Nord du Rianse pour une crue de type 1988.....	
Figure 43 : Zoom sur les affluents Nord du Rianse pour une crue de type 1988.....	
Figure 44 : Visualisation des niveaux d'eau du valat de la Grave pour une crue de type 100 ans.....	
Figure 45 : Visualisation des niveaux d'eau du ruisseau au sud de Caveirac pour une crue de type 1988.....	
Figure 46 : Visualisation des niveaux d'eau du valat de la Font d'Auroux et la combe de la Baraque pour une crue de type 100ans.....	
Figure 47 : Visualisation des niveaux d'eau du ruisseau du Pont pour une crue de type 100ans.....	
Figure 48 : Visualisation des niveaux d'eau du Merlanson pour une crue de type 100ans.....	
Figure 49 : Visualisation des niveaux d'eau du ruisseau de Maruéjols pour une crue de type 100ans	
Figure 50 : Visualisation des niveaux d'eau des valats de Playcine et de Rouveyrenque pour une crue de type 100ans.....	
Figure 51 : Visualisation des niveaux d'eau sur le ruisseau de Fontanes pour une crue de type 100ans.....	
Figure 52 : Zooms sur le ruisseau de Fontanes pour une crue de type 100ans.....	
Figure 53 : Visualisation des niveaux d'eau sur le ruisseau en amont de la commune de Calvisson pour la crue de référence.....	
Figure 54 : Visualisation des niveaux d'eau sur le ruisseau en aval de la commune de Calvisson pour une crue de type 100ans.....	
Figure 55 : Visualisation des niveaux d'eau sur le lagau de Nages pour une crue de type 100ans	
Figure 56 : Visualisation des niveaux d'eau sur le lagau de Solorgues pour une crue de type 100ans.....	

Liste des photographies

- Photographie 1 : Le moulin de Pascalet en bordure du Rhône en 1929 (source : ISL).....
- Photographie 2 : Le Rhône aux abords de Pascalet à la fin du XIXème siècle (source : ISL).....
- Photographie 3 : Caveirac – Octobre 1988 (source : revue de la commune de Caveirac).....
- Photographie 4 : Nages et Solorgues - Le lagau de Nages – Octobre 1988 (source : Marc Foucon)
.....
- Photographie 5 : Codognan - Le Rhône – Octobre 1988 (source : commune de Codognan).....
- Photographie 6 : Codognan - Le Rhône – Octobre 1988 (source : revue de la commune de
Codognan).....
- Photographie 7 : Saint-Côme-et-Maruéjols – RD1 suite au débordement de la rivière du village -
octobre 2008 (source : Mairie de Saint Côme et Maruéjols).....
- Photographie 8 : Pont de Bizac (source : site internet).....
- Photographie 9 : Vergèze au niveau du pont de l'A9 (source : site internet).....
- Photographie 10 : Vergèze au niveau de la RD139 – Avenue du Maréchal Juin (source : site
internet).....
- Photographie 11 : Codognan au niveau du pont du chemin de la Croisette (source : site internet).....
- Photographie 12 : Codognan au niveau de la rue de la Védière (source : site internet).....
- Photographie 13 : Codognan en aval de la rue de la Védière (source : site internet).....

Liste des tableaux

Tableau 1 : Repères de crue existants (source : BCEOM).....	
Tableau 2 : Repères de crue existants (source : BCEOM).....	
Tableau 3 : Repères de crue existants (source : BCEOM).....	
Tableau 4 : Repères de crue existants (source : SMBVV).....	
Tableau 5 : Débits calculés/estimés dans le cadre d'études antérieures en différents nœuds du Rhône.....	
Tableau 6 : Débits calculés/estimés dans le cadre d'études antérieures pour différents bassins versants.....	
Tableau 7 : Volumes calculés/estimés dans le cadre d'études antérieures pour le Rhône.....	
Tableau 8 : Débits calculés/estimés dans le cadre d'études en cours pour différents bassins versants.....	
Tableau 9 : Volumes calculés/estimés dans le cadre d'études antérieures pour différents bassins versants.....	
Tableau 10 : Coefficients de Montana à la station de Nîmes-Courbessac (source : Météo France).....	
Tableau 11 : Statistiques sur les pluies journalières (1978-2009) (source : BRL).....	
Tableau 12 : Coefficients de Montana de référence sur le Rhône.....	
Tableau 13 : Cumuls de pluies sur différentes périodes pour 3 stations nîmoises pour l'événement d'octobre 1988.....	
Tableau 14 : Précipitations reconstituées à Mas de Ponge pour l'événement d'octobre 1988.....	
Tableau 15 : Cumuls mesurés lors de la crue de septembre 2002.....	
Tableau 16 : Cumuls mesurés lors de la crue de septembre 2005.....	
Tableau 17 : Comparaison des PHE mesurées en 1988 aux hauteurs d'eau calculées.....	

Contexte et objectif

1 Contexte

L'objet de la présente étude est d'élaborer les Plans de Prévention des Risques Inondation sur les communes du bassin versant du Rhône.

Les communes concernées par cette étude sont : Aigues-Vives, Boissières, Calvisson, Caveirac, Clarensac, Codognan, Langlade, Le Cailar, Mus, Nages-et-Solorgues, Saint-Come-et-Maruéjols, Saint-Dionizy, Vergèze et Congénies.

Une grande majorité de ces communes ont déjà fait l'objet d'un PPRi en 1996.

L'objet du nouveau PPRi est de travailler :

- avec la crue de référence, c'est-à-dire avec la crue centennale ou une crue historique si elle s'avère plus forte,
- de prendre en compte l'ensemble des cours d'eau présents sur la zone d'étude.

L'étude présente plusieurs phases :

- phase 1 : analyse du fonctionnement du bassin versant,
- phase 2 : étude des enjeux,
- phase 3 : étude d'aléas,
- phase 4 : étude du zonage réglementaire,
- phase 5 : élaboration du premier projet de PPRi communaux pour consultation officielle et enquête publique,
- phase 6 : finalisation des PPRi après en enquête publique.

Le présent rapport concerne la troisième phase qui a pour objectif de rendre compte de l'étude hydraulique réalisée et de présenter la cartographie des aléas pour la crue historique de 1988 et les crues de projet Q5, Q10, Q100 et Qexceptionnel.

Chapitre 1 - Analyse du fonctionnement du bassin versant

1 Eléments descriptifs

1.1 Généralités sur le fonctionnement du bassin versant

Le Rhône, bassin versant situé sur le département du Gard, s'écoule d'amont en aval de la commune de Caveirac à la commune du Cailar où il rejoint le Vistre.

De manière générale, le lit du Rhône est fortement artificialisé avec une configuration de type trapézoïdal ; le lit majeur est souvent court-circuité pour les petites crues par des merlons ou des ouvrages en terre. Parmi les ouvrages structurants la plaine, le canal BRL et l'A9 peuvent être considérés comme les principaux ouvrages transversaux.

Le risque inondation est particulièrement élevé pour les communes du Cailar et d'Aimargues qui subissent la concomitance des crues du Vistre et du Vidourle. Sur la zone d'étude, les communes de Vergèze et Codognan situées à proximité du Rhône et dont l'inondation est aggravée par les obstacles formés par la RN 113 et le passage en siphon du Rhône sous le canal BRL sont particulièrement vulnérables.

D'autres communes sont concernées par le risque inondation :

- la commune de Caveirac est traversée par le Rhône qui passe en souterrain dans le centre ville. Lors de la crue du 3 octobre 1988, la galerie s'est effondrée. Depuis, le tunnel a été réhabilité, mais le risque demeure dans la commune de Caveirac.
- la commune de Clarensac est située au pied des Garrigues ; des lotissements se sont étendus jusqu'au lit majeur du Rhône. Ainsi, le lotissement des Garrès est en zone inondable.
- la commune de Calvisson est très étendue, la partie aval de ses limites communales est située au niveau du rétrécissement topographique du bassin versant au droit de l'autoroute A9. Ce resserrement naturel induit l'inondation des terrains amont où quelques mas se sont implantés.

Les communes amont du bassin versant du Rhône sont soumises quant à elles au risque d'inondation lié à la traversée des fossés et ruisseaux provenant des garrigues. Ces fossés et ruisseaux sont généralement caractérisés par de très fortes pentes sur leur partie amont avant d'arriver dans une zone très plate qu'est la plaine du Rhône.

1.2 Historique des travaux d'aménagement sur le Rhône

Le Rhône a connu plusieurs périodes propices à la réalisation d'aménagement ; les voici par ordre chronologique.

1.2.1 Jusqu'à la fin du XVIIIème siècle

Jusqu'au XIIème siècle, le Rhône, se jetait dans l'étang de Mauguio, situé à l'Ouest d'Aigues-Mortes.

Entre le XIIème et le XVIème siècle, des travaux d'endiguements sur le Rhône ont été réalisés pour faire face à la fréquence des inondations. Ces travaux ont principalement été réalisés sur la partie aval du Rhône (en aval du Cailar).

Divers travaux ont ensuite été menés sur le Vistre du XVIIème au XVIIIème siècle. Au cours des travaux, on note que l'exutoire du Rhône a été modifié entre 1774 et 1777 ; il se jette à présent dans le canal du Vistre.

1.2.2 Du XIXème siècle à la Seconde Guerre Mondiale

Pendant cette période, des travaux de curage du Rhône ont été recensés :

- en 1858 : le curage : s'est étendu également aux affluents,
- entre 1935 et 1940.

La voie SNCF a ensuite été construite durant la période 1850-1870 sur la commune de Vergèze.

De nombreux moulins furent également construits durant cette période. Le Rhône en abritait 9, tous situés à l'amont de Vergèze.

On note la présence des moulins suivants à proximité immédiate du périmètre d'étude :

- Le moulin du Chat à Vergèze
- Le moulin du Pascalet à Calvisson

A noter que ce moulin a été emporté par la crue de 1988.



Le moulin de Pascalet en bordure du Rhône en 1929

Photographie 1 : Le moulin de Pascalet en bordure du Rhône en 1929 (source : ISL)

La carte postale ci-dessous présente le Rhône en amont de Vergèze. On peut y voir le moulin de Pascalet en arrière plan ainsi qu'un seuil, situé au droit du pont actuel de l'A9, qui

alimentait le canal d'amenée du moulin du Chat. Cette carte postale illustre également les caractéristiques morphologiques originelles du Rhône dans le périmètre de l'étude : un lit peu profond serpentant dans une plaine marécageuse.



Le Rhône aux abords de Pascalet à la fin du XIX^{ème} siècle

Photographie 2 : Le Rhône aux abords de Pascalet à la fin du XIX^{ème} siècle (source : ISL)

1.2.3 De la Seconde Guerre Mondiale à aujourd'hui

Les travaux réalisés après la seconde guerre mondiale avaient pour objectif :

- l'assainissement de nouvelles terres cultivables dans le lit majeur des cours d'eau par rectification et canalisation du lit,
- la protection contre les débordements fréquents du Vistre et de ses affluents des nouvelles terres agricoles ainsi que des centres urbains en développement, notamment en érigeant des endiguements.

Le canal BRL fut édifié en 1965. Pendant la période de 1975–1981, la principale opération de recalibrage du lit du Rhône a été menée.

En 1975, la construction de l'autoroute A9 et donc du pont sur le Rhône à Vergèze ont eu lieu.

Suite à la crue de 1988, les communes de Vergèze et Codognan ont mis en place un réseau de digues implantées en rive gauche afin de protéger les secteurs habités contre les inondations. Une dernière opération de recalibrage du lit a été réalisée sur la commune de Codognan en 1996.

1.3 Dignes

Sur la zone d'étude, on peut noter la présence de digues sur Vergèze et Codognan.

Le lit mineur du Rhône est endigué en rive gauche au droit des secteurs suivants :

- Vergèze : de la RD139 à la voie ferrée puis de la voie ferrée au chemin de la Monnaie,
- Codognan : du chemin de la Monnaie à l'aval du chemin de Védière.

La digue amont du Rhône à Vergèze (de la RD139 à la voie ferrée) est assimilable à une décharge de matériaux de chantier avec une matrice limoneuse issue d'excavations mêlées de

produits de démolition comprenant des débris, des blocs et des graves. Elle présente une section hétérogène et une crête au niveau irrégulier (points bas au droit de 3 accès).

La digue aval du Rhône à Vergèze (de la voie ferrée au chemin de la Monnaie) est particulièrement dégradée sur la partie aval. Cette portion de digue possède de nombreuses faiblesses : affouillements en pied, développement d'une végétation arbustive sur le parement amont de l'ouvrage et présence de points bas sur le profil de la crête, présence de terriers de ragondins, crête irrégulière avec un orniérage et des ondulations et un prolongement de la digue en aval par un mur de parpaings. Des investigations géotechniques ont conclu que cette digue n'avait pas fait l'objet de compactage qui aurait permis de garantir des caractéristiques mécaniques et une étanchéité satisfaisante.

Sur la commune de Codognan,

- la partie amont (amont du chemin de la Védière) est la plus dégradée avec des affouillements en pied, une végétation dense, des terriers de ragondins et une crête irrégulière.
- la partie aval est entretenue avec un enherbement satisfaisant. A noter cependant que la crête est irrégulière, des affouillements coté Rhône sont présents et des enrochements ont été déversés en pied. Les matériaux limoneux constituant la digue n'ont à priori pas fait l'objet de compactage.

1.4 Canal BRL

Le canal BRL recoupe le Rhône au sud de Codognan à l'aval du pont de la RN113. Le passage du Rhône se fait en siphon inversé sous le canal BRL contrairement au Vistre et au Vidourle.

Lors de l'événement de 1988, le débit du Rhône n'a pas pu transiter par le siphon. Il y a eu :

- un débordement important dans le canal BRL entraînant des dommages sur le canal et les terrains avoisinants, mais aussi la pollution de l'eau du canal,
- un débordement sur la RN113,
- de fortes hauteurs d'eau sur les communes de Codognan et de Vergèze.

Le siphon (3 dalots de 3m*4m) avait été dimensionné pour un débit de 94 m³/s/ correspondant au débit décennal estimé en 1958. Le débordement dans le canal intervient à partir de 200 m³/s.

2 Crues historiques

2.1 Historique des crues

Les crues mémorables sur le bassin versant du Rhône sont par ordre chronologique les suivantes :

- 03/08/1845 : cote observée à Codognan : 18.05 m (canal BRL non réalisé) (source BRL, 1999)
- 23/09/1845 cote observée à Codognan : 18.53 m (canal BRL non réalisé) (source BRL, 1999)
- septembre 1933

- 1945
- octobre 1958
- novembre 1963
- 1976 : cote observée à Codognan : 18.25 m (canal BRL réalisé) (source BRL, 1999)
- février 1987
- janvier 1988
- 03/10/1988 : cote observée à Codognan : 19.33 m (canal BRL réalisé) (source BRL, 1999)
- octobre 1994
- décembre 1996
- septembre 2002
- septembre 2005
- octobre 2008

2.2 Articles de journaux

Quelques articles de journaux parus dans le Midi Libre suite à la crue d'octobre 1988 sont présentés ci-dessous.



2.3 Photographie de crues

2.3.1 Crue d'octobre 1988

Des photographies de crue représentatives de la crue d'octobre 1988 sur le bassin versant sont présentées ci-dessous.



Le Rhône au grand lavoir.



Le pont du moulin de Chassatn.



L'accumulation détermine la violence du sinistre.



Le parc détruit.



Ce qu'il reste du pont.

Plus de 300 mm d'eau sont tombés en 6 heures sur notre commune. C'est la précipitation reçue sur la région pendant 6 mois en année normale.

Photographie 3 : Caveirac – Octobre 1988 (source : revue de la commune de Caveirac)



Photographie 4 : Nages et Solorgues - Le lagau de Nages – Octobre 1988 (source : Marc Foucon)



Amont A9



Secteur du Super U



Eglise Notre-Dame



Secteur du Moulin du Chat

Photographie 3 : Vergéze - Le Rhône – Octobre 1988 (source : SMBVV)



Rue des Agaths



Rue de la Place



Place de la République



Rue de la Mairie

Photographie 5 : Codognan - Le Rhône – Octobre 1988 (source : commune de Codognan)



Rue du Rhône



Lotissement les Muriers



Parapets de la 113



Lotissement la Tuiliere

Photographie 6 : Codognan - Le Rhône – Octobre 1988 (source : revue de la commune de Codognan)

2.3.2 Crue de septembre 2002

Des photographies de crue représentatives de la crue de septembre 2002 sur le bassin versant sont présentées ci-dessous.



Secteur du Moulin du Chat

Rond-point de l'Escargot

Photographie 3 : Vergéze - Le Rhône – Septembre 2002 (source : SMBVV)

2.3.3 Crue d'octobre 2008

Une photographie de crue représentative de la crue d'octobre 2008 sur la commune de Saint-Côme-et-Maruéjols est présentée ci-dessous.



Photographie 7 : Saint-Côme-et-Maruéjols – RD1 suite au débordement de la rivière du village - octobre 2008 (source : Mairie de Saint Côme et Maruéjols)

2.4 Plus hautes eaux connues

L'ensemble des informations de ce paragraphe est présenté dans la cartographie informative des crues historiques réalisées annexé au présent rapport.

Dans le cadre de l'étude de cartographie des zones inondables du Rhône entre Caveirac et l'autoroute A9 (BCEOM 1994), des repères de crue ont été recensés. Ils sont synthétisés ci-dessous.

Commune - Situation	Casier du modèle réalisé	Cours d'eau concerné	Crue d'octobre 1988 - Altitude du repère en m NGF
Caveirac Ouest - rive gauche	51	Rhône	79.97
Caveirac – rive droite -Secteur Mas du Tanneur	100	Rhône	71.06
Caveirac Ouest - rive gauche	- 152	Rhône Vert	64.25
Langlade – rive gauche – Secteur Mazet du Bousquet	191	Rhône	58.33
Clarensac – Les Garrès	- 253	Rhône	46.98
Clarensac – Secteur Mas de Persin	- 271	Rhône	44.82
Saint Dionisy – rive droite – Secteur confluence Sinsans	- 311 - - 321	Rhône	42.10
Calvisson – Saint Dionisy – Pont des Vieux	330-340	Rhône	40.32
Calvisson – RD107	- 421 - - 431	Rhône	32.46
Calvisson – RD107	420 - - 430	Rhône	32.04
Calvisson – rive droite -Les Lorieux	- 481	Rhône	27.91
Calvisson – rive droite – Aval les Lorieux	- 501	Rhône	26.36
Calvisson – rive droite – Aval les Lorieux	- 501	Rhône	26.90
Calvisson – rive gauche - Mas Rouge	501-511	Rhône	26.48
Vergéze – rive droite – Amont A9	- 511	Rhône	25.43
Vergéze – rive droite – Aval A9		Rhône	23.95

Tableau 1 : Repères de crue existants (source : BCEOM)

Dans le cadre de l'étude TGV Méditerranée (BCEOM 1996), des repères de crue ont été recensés. Ils sont synthétisés ci-dessous.

Commune - Situation	Casier du modèle réalisé	Cours d'eau concerné	Crue d'octobre1988 - Altitude du repère en m NGF
Aigues-Vives – rive gauche -Mas Destier	-782	Rhône	15.91
Aigues-Vives – rive droite - Secteur vestiges archéologiques	-795	Rhône	15.54
Aigues-Vives – rive gauche -Villa les « Magnolias' »	-802	Rhône	14.39
Aigues-Vives – rive droite – Mas de Pattus	-806	Rhône	13.77
Aigues-Vives –rive droite – Mas des Flandres	-826	Rhône	13.44
Aigues-Vives –rive droite – Mas Saint Louis – Secteur Mas Rouge	-825	Rhône	13.82
Aigues-Vives –rive droite – Mini ferme – Secteur Mas Rouge	-825	Rhône	13.95
Aigues-Vives –rive droite – ferme – Nord Mas Pupil	-827	Rhône	12.33
Aigues-Vives –rive droite –Mas Pupil	-206	Rhône	11.23
Aigues-Vives –rive droite – Locaux Friskies – Sud mas Rouge	-205	Rhône	13.41

Tableau 2 : Repères de crue existants (source : BCEOM)

A noter que sur ce secteur, il existe également des cotes BRL résultant d'investigations de terrain au lendemain de la crue. Celles-ci seront également reportées sur la cartographie informative.

Dans le cadre de l'étude pour la modélisation et la cartographie des zones inondées par le Vidourle, le Rhône, la Cubelle, le Razil et le Vistre (BCEOM 2000), 2 repères de crue sur le Razil ont été levés (les fiches sont présentées en annexe).

Commune - Situation	Cours d'eau concerné	Crue d'octobre1988 - Altitude du repère en m NGF
Aigues-Vives – Lieu-dit Mas Rouvillac	Razil	20.27
Aigues-Vives – Amont A9	Razil	22.27

Tableau 3 : Repères de crue existants (source : BCEOM)

Le syndicat mixte du bassin versant du Vistre a fait réaliser en 2009 une étude préalable à la pose de repères de crue, étude confiée à Hydratec. Suite à cette étude, le syndicat mixte du bassin versant du Vistre a travaillé sur cette thématique et a retenu un certain nombre de laisses de crue pour lesquelles un nivellement a été réalisé et une pose de repère de crue est prévue.

Le tableau ci-dessous synthétise l'ensemble des informations sur le bassin versant du Rhône.

Commune	Identifiant	Cours d'eau concerné	Lieu-dit - Adresse	Crue d'octobre 1988 - Altitude du repère en m NGF	Crue de septembre 2002 - Altitude du repère en m NGF	Crue de septembre 2005 - Altitude du repère en m NGF
Boissières	BOIS03	Rhône	Pont de Bizac	niveau incertain		
Calvisson	CALV01	Escattes	Maison de l'agriculture – Place Général de Gaulle	53.94		
Calvisson	CALV06	Escattes	Moulin de Fouillaquet	48.28	47.98	
Calvisson	CALV07	Escattes	Rue Bourely	57.55		
Calvisson	CALV07bis	Escattes	Rue Bourely		56.10	
Calvisson	CALVi-01	Rhône	Piste cyclable	38.61		
Caveirac	CAVE01	Rianse	Terrain de tennis – Chemin du Sémaphore	89.27		
Caveirac	CAVE01-bis	Rianse	Terrain de tennis – Chemin du Sémaphore			88.27
Caveirac	CAVE02	Rhône	Mairie – Place du château	88.68		
Caveirac	CAVE02-bis	Rhône	Mairie – Place du château	85		
Caveirac	CAVE03	Rhône	Foyer Dayan – Place Nimeno	86.89		
Caveirac	CAVE04	Rhône	Place du pont	88.17		
Caveirac	CAVE05	Rhône	Mas d'Achille – Chemin de Calvisson	75.68		
Clarensac	CLAR01	Valat du Fond des Canons	Chemin de Saint Romain			
Clarensac	CLAR02	Tal	Route de Saint Côme		62.37	
Clarensac	CLAR04	Très Ponts	Rue des écoles		69.63	
Clarensac	CLAR07	Pautier	Le serre – chemin font du rouve	57.94		
Clarensac	CLAR08	Font du Fruit	Route de Langlade	54.09		
Clarensac	CLAR10	ruissellement	Les Garrès			
Codognan	CODO01	Rhône	Maison Gaussin – Inetrsection rue du Rhône – Chemin des	19.39		

Commune	Identifiant	Cours d'eau concerné	Lieu-dit - Adresse	Crue d'octobre 1988 - Altitude du repère en m NGF	Crue de septembre 2002 - Altitude du repère en m NGF	Crue de septembre 2005 - Altitude du repère en m NGF
			Jardiniers			
Codognan	CODO03	Rhône	Rue de la place	19.39		
Codognan	CODO04	Rhône	Lotissement la Tuillère – Rue de la védière	18.62		
Codognan	CODO09	Rhône	Mairie – Rue de la Mairie	19.31		
Codognan	CODO10	Rhône	Place de la République	19.90		
Congénies	CONGE01	Tourelle	Passage Cambremont		69.29	
Congénies	CONG01	Tourelle et Montadou	Croisement rue principale - Rue Anguillon			
Congénies	CONG04	Même repère que CONG05				
Congénies	CONG05	Tourelle	Ecole-Avenue de la Malle - poste		74.29	
Langlade	LANG01	Font Barin ? valat du Moulin à vent ?	Font Barin – Route des pinèdes	59.98		
Langlade	LANG02	Barrines	Fontaine Barin – Chemin de Font Barin	61.29		
Langlade	LANG03	Rhône	Franchissement sur la RD14 – Route entre Langlade et Clarensac	55.60		
Langlade	LANG04	Fossé du Puech Long	Les Comminques – Rue du velat des comminques	97.34		
Langlade	LANGL01	Rhône	Le bassinnet – Future piste cyclable	59.18		
Saint Côme	STCO01	Rivière du village	Route de Maruéjols	63.77		
Vergèze	VERG01	Rhône	Avenue du Maréchal Juin	22.09		
Vergèze	VERG02	Rhône	Route de Clavisson	28.94		

Tableau 4 : Repères de crue existants (source : SMBVV)

La planche 2 de l'Etude générale d'aménagement hydraulique du Vistre-Rhône fait figurer des cotes PHE de 1988 sur la partie sud, celles-ci ont été reportées.

Dans les archives d'EGIS Eau, d'autres PHE ont été retrouvées sur divers plans. Celles-ci ont été reportées (sources : Richier et BRL).

2.5 Emprises des crues historiques

Dans la revue municipale de Codognan, l'emprise de la crue de 1988 a été cartographiée. Elle est présentée ci-dessous.

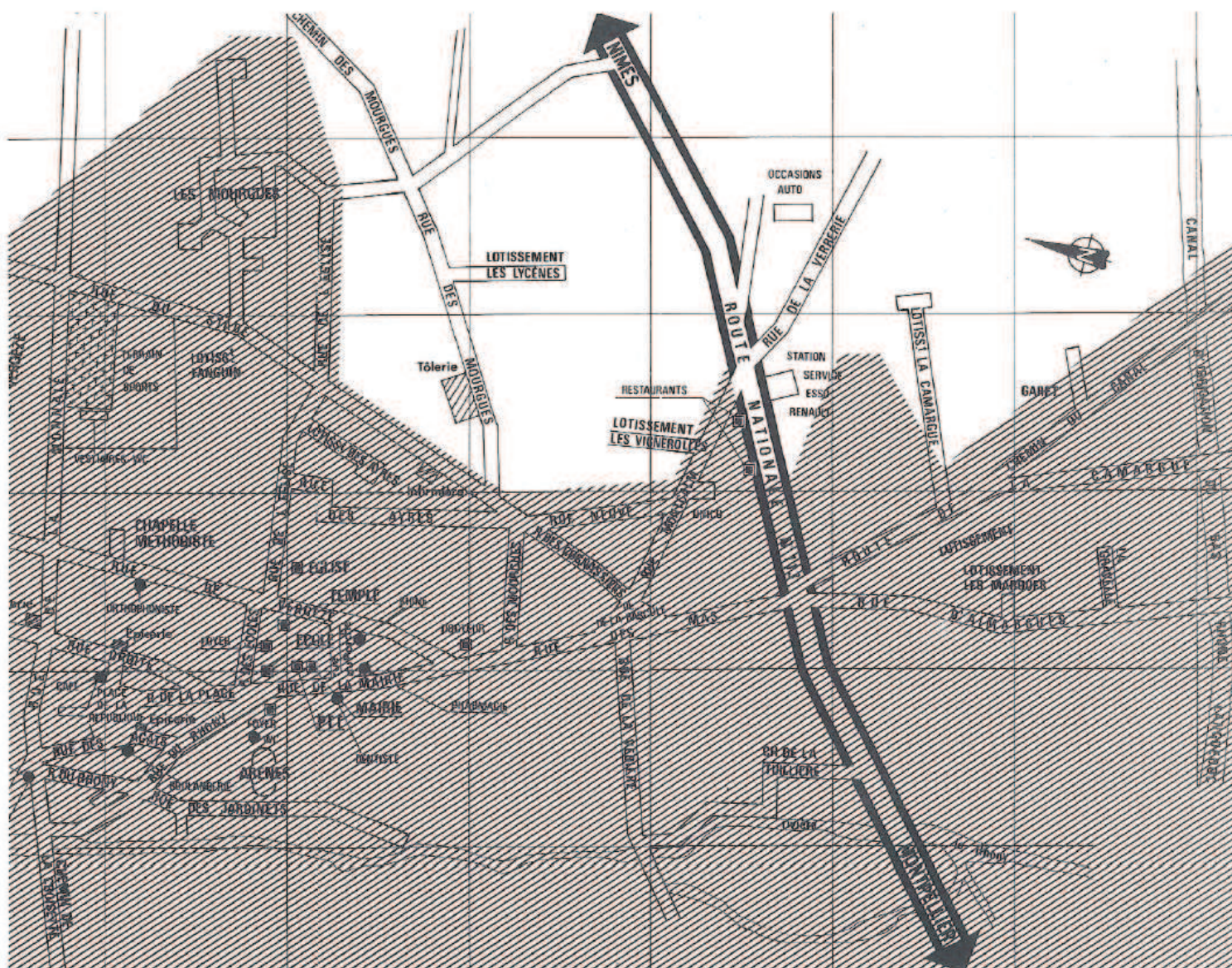


Figure 1 : Zone inondée en octobre 1988 à Codognan (source : revue municipale de Codognan)

La DDTM30 a également confiée à EGIS Eau les emprises des zones inondées d'octobre 1988 sur le Rhône (report des résultats des études BCEOM – reconstitution par modélisation) et de la crue de septembre 2005 sur la partie aval du Rhône (résultats étude SAFEGE).

La planche 2 de l'Etude générale d'aménagement hydraulique du Vistre-Rhône fait figurer la délimitation de la crue de 1958, celle-ci a été reportée.

2.6 Informations complémentaires

Des informations ont pu être recueillies auprès des responsables communaux sur les crues historiques. Ces informations sont présentes sur les comptes-rendus de ces réunions présents en annexe.

La majorité des informations sont reprises dans la cartographie informative des crues historiques réalisées.

A noter que de manière générale, les communes avaient déjà fait part de leur connaissance de PHE au SMBVV.

Une enquête de terrain a été menée pour compléter les informations recueillies auprès des communes. Les témoignages recueillis ont fait l'objet de fiches qui sont présentées en annexe ; certains d'entre eux feront l'objet de levés de PHE.

Commune ou hameau	Numéro du témoignage	Cours d'eau concerné	PHE en m NGF
Codognan	1	Rhône	16.81-16.82
Codognan	2	Rhône	18.48
Calvisson	3	Valat de Payet	non
St Côte-et-Maruéjols	4	Le Merlanson	non
St Côte-et-Maruéjols	5	Rivière du Village	non
St Côte-et-Maruéjols	6	Rivière du Village	non
Nages et Solorgues	7	Lagau de Nages	non
Nages et Solorgues	8	Lagau de Nages	74.42
Nages et Solorgues	9	Lagau de Nages	non
Nages et Solorgues	10	Lagau de Solorgues	non
Vergèze	11	Rhône	non
Aigues-Vives	12	Razil	non
Aigues-Vives	13	Razil	non
Calvisson	14	Rhône	non
Maruéjols	15	Ruisseau de Maruéjols	non
Bizac	16	Valat de la Font	non
Caveirac	17	Rhône	non
Nages et Solorgues	18	Lagau de Solorgues	68.32 (estimation)

Figure 2 : Listing des témoignages recueillis

2.7 Crue du 10 octobre 2014

A la demande de la DDTM30, il a été procédé à une rencontre des communes suite à l'événement du 10 octobre 2014 afin de recenser les problématiques rencontrées lors de cet événement.

L'ensemble des communes concernées par cette présente étude ainsi que les communes d'Aimargues et Le Cailar ont été rencontrées. L'ensemble de ces rencontres ont fait l'objet d'un

compte-rendu de réunion, ils sont présentés en annexe. Des éléments de terrain complémentaires y sont également précisés.

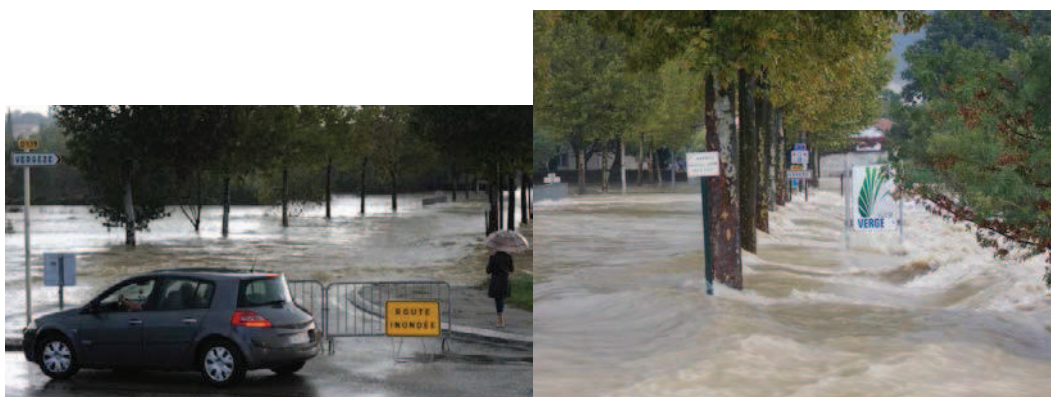
A titre illustratif, voici quelques photographies prises lors de cet événement sur le bassin versant du Rhône.



Photographie 8 : Pont de Bizac (source : site internet)



Photographie 9 : Vergèze au niveau du pont de l'A9 (source : site internet)





Photographie 10 : Vergèze au niveau de la RD139 – Avenue du Maréchal Juin (source : site internet)



Photographie 11 : Codognan au niveau du pont du chemin de la Croisette (source : site internet)



Photographie 12 : Codognan au niveau de la rue de la Védière (source : site internet)



Photographie 13 : Codognan en aval de la rue de la Védière (source : site internet)

Chapitre 2 - Analyse hydrogéomorphologique

1 Contexte de l'analyse

Dans le cadre du PPRi sur les communes du bassin versant du Rhône, l'analyse hydrogéomorphologique a pour but de mieux cerner le fonctionnement naturel de la dynamique des cours d'eau en régime de crue extrême. Cette analyse concerne l'ensemble du chevelu hydrographique du bassin versant du Rhône, c'est-à-dire l'ensemble des structures drainantes suffisamment structurées pour former une plaine alluviale (complexe à minima lit mineur/lit majeur, qui n'existent pas pour des structures de type fossé, canal). Une partie de ces cours d'eau a fait l'objet d'une ou plusieurs analyses du même type. L'analyse réalisée pour les besoins du PPRi apporte un linéaire conséquent de compléments et une validation ou modification de la limite existante. De nouvelles modifications pourront être apportées ultérieurement avec l'apport de données topographiques LIDAR qui permettront de préciser l'emprise exacte et précise de la plaine alluviale sur certains secteurs où la limite est relativement imprécise. Le présent rapport est une analyse de ces compléments et la justification de la modification des limites existantes.

2 Analyse hydrogéomorphologique

La cartographie réalisée sous SIG fournit l'analyse de la dynamique de ces cours d'eau complémentaires et des enjeux localisés dans la plaine d'inondation. Cette analyse est sectorisée par grands ensembles homogènes :

- Ruisseaux du Pont et de la Tourancelle, sous-affluents du Gardon.
- Ruisseau Le Rianse et ses affluents.
- Rhône, Rhône Vert et leurs affluents entre Caveirac et Clarensac.
- Les affluents rive droite du Rhône entre Clarensac et Calvisson.
- Le ruisseau de Calvisson et ses affluents.
- Les affluents rive gauche du Rhône provenant du relief et de la plaine de Nages-et-Sologues.
- Le ruisseau de Razil et ses affluents.

2.1 Ruisseaux du Pont et de la Tourancelle, sous-affluents du Gardon.

Ces cours d'eau ne font pas partie du bassin versant du Rhône. Ils sont orientés Sud-Nord jusqu'à leur confluence avec le Gardon. Ils drainent un plateau de calcaire massif, sous la forme de vallées relativement ouvertes. Leur pente est soutenue, avec quelques secteurs de replats où leurs plaines s'élargissent sensiblement. L'hydrodynamisme est particulièrement soutenu sur ces tronçons de replats, plusieurs secteurs sont touchés par des phénomènes d'érosion. Les lit

mineurs sont globalement encombrés par la végétation, voire quasi totalement obstrués par endroits.

Les écoulements peuvent aussi être perturbés par des obstacles anthropiques : ouvrages de franchissement, remblais d'infrastructures, digues latérales. Les sections aval de la zone étudiée sont particulièrement aménagées, avec une succession de remblais routiers qui entraînent des débordements en dehors de la plaine. Ces phénomènes ont été corroborés par des témoignages sur la Combe de la Baraque, qui indiquent que lors de violents phénomènes orageux l'eau peut arriver au pied d'une habitation situées sur l'encaissant. Il s'agit là du seul enjeu potentiel recensé sur ces tronçons amont de cours d'eau.

2.2 Ruisseau Le Rianse et ses affluents.

Le Rianse draine la partie Nord-Est de la zone d'étude, et se jette dans le Vistre. Orienté Nord-ouest à Sud-Est, ce cours d'eau prend sa source sur le plateau Nord du bassin versant du Rhône, sous la forme d'un petit torrent encaissé dans du versant massif et aux pentes très soutenues. Après un court tronçon, dans la dépression de Caveirac, où sa plaine se structure et s'élargit à la faveur d'une pente plus douce, il reçoit plusieurs affluents eux aussi encaissés dans des formations massives.

Les écoulements sont fortement perturbés lorsque la pente diminue. Le relief moins contraignant a permis les installations humaines : le lit a été rectifié, des espaces ont été remblayés ainsi que des infrastructures routières. Ces aménagements sont autant d'obstacles aux écoulements car ils traversent la plaine sans réelle transparence hydraulique. Soumis à l'hydrodynamisme et à l'activité érosive du Rianse, ils peuvent aussi représenter des enjeux.



Figure 3 : Remblai routier longé par le Rianse.

D'autres structures anthropiques peuvent être affectées par les débordements de ces cours d'eau : des installations sportives (terrain de football et de tennis), des commerces et quelques habitations sont localisées dans la plaine dans la partie terminale de la zone d'étude. Des témoignages ont d'ailleurs confirmé l'inondation de certaines constructions notamment lors de la crue de 1988, et dans une moindre mesure en 2005.

2.3 Rhône, Rhône Vert et leurs affluents entre Caveirac et Clarensac

Dans ce secteur, ces deux ruisseaux sont les principaux drains de la partie Est de la plaine de la Vaunage, vaste dépression topographiquement enclavée au milieu des reliefs calcaires massifs qui l'environnent. Le Rhône Vert reçoit les affluents rive droite : ruisseau des Bois, fossés de Saint-Estève, de la Cabanne Prigonne, de Pautier, le Valat du Tal... Le Rhône réceptionne plusieurs affluents rive gauche provenant du relief qui domine au Sud les villages de Langlade et Saint-Dionisy, avant de se faire rejoindre en rive droite par le Rhône Vert. Tous les écoulements convergent donc vers la plaine alluviale du Rhône, qui peut atteindre plus de 500m au niveau de sa confluence avec le Rhône Vert.

Seules les extrémités amont de ces cours d'eau sont encaissées, prenant source dans des formations calcaire massives. Mais ils débouchent rapidement dans la plaine de la Vaunage, incisant des formations plus érodables formant un glacis en pied des versants : les colluvions. Lorsque la pente de ces cours d'eau diminue, leur plaine alluviale s'élargit, parfois sous la forme d'un cône de déjection lorsque la modification de la pente est soudaine et que la quantité de matériel transporté est trop importante (arrivée au contact de la plaine du Rhône, du Rhône Vert). Les cours d'eau sont alors rectifiés et chenalés par l'Homme, sous la forme de fossés agricoles ou urbains, parfois de grande dimension, pour concentrer et évacuer les eaux de pluie. Ces drains artificiels récoltent aussi les ruissellements diffus de l'encaissant ou issus du ruissellement urbain, et peuvent entraîner une diminution du temps de réponse du bassin versant lors d'épisodes orageux.

A l'inverse, de nombreux autres aménagements peuvent représenter des obstacles aux écoulements. Des remblais d'infrastructures obstruent transversalement certaines plaines alluviales : voie verte empruntant l'ancienne voie ferrée, routes RD40, RD14, ou encore certaines voies communales. Dans certains cas les débordements peuvent aller au-delà des limites de la plaine alluviale fonctionnelle, en particulier dans des secteurs où les colluvions viennent s'imbriquer de façon très progressive sur la plaine : au Sud de Caveirac par exemple, une partie de la zone commerciale peut être inondée alors qu'elle se situe clairement quelques dizaines de centimètres au dessus de la plaine d'inondation naturelle. Un peu plus en amont la voie verte crée un obstacle majeur aux écoulements du fait de l'obstruction totale et volontaire de l'ouvrage de franchissement, créant une zone de stockage en amont qui peut aller bien au-delà de la limite naturelle de la plaine. Sur d'autres secteurs de plus vastes zones ont été remblayées et peuvent avoir les mêmes impacts sur les écoulements.

Tous ces aménagements ont généralement pour but la protection d'installations humaines. Sur la cartographie est tracée la limite de la plaine alluviale fonctionnelle, déterminée par la lecture du paysage (micro-reliefs, talus) et des aspects sédimentaires bien avant que l'homme n'ait aménagé ces vallées. Aussi de nombreux enjeux se sont installés dans la plaine alluviale, et sont donc potentiellement vulnérables. Par exemple à Caveirac le centre commerciale est situé dans la plaine, mais construit sur remblai et aux vues des obstructions aux écoulements présents en amont, la vulnérabilité est certainement très différente aujourd'hui.



Figure 4 : Remblai transversal de l'ancienne voie ferrée, exutoire totalement obstrué.

Les enjeux se concentrent sur trois villages :

- Caveirac, dont plusieurs habitations, commerces et son cimetière sont situées en bordure du ruisseau des Bois, et donc très vulnérables.
- Clarensac, où l'extension Sud du village est composée de nombreuses habitations pavillonnaires vulnérables lors de fortes précipitations.
- Langlade, dans sa partie Ouest où un affluent peut atteindre de forts débits. Selon un témoignage, plusieurs murs ont été détruits sur plusieurs mètres au niveau du lavoir. En aval plusieurs aménagements viennent modifier les débordements de ce petit ruisseau, notamment son passage en souterrain et la présence d'un remblai, qui peuvent diminuer le risque pour la bibliothèque et pour le quartier Le Martinet, en pleine expansion avec plusieurs habitations existantes ou à venir localisées dans une plaine (8 lots viabilisés en bordure de cours d'eau en amont du Mas du Grand Jardin).



Figure 5 : Remblai et aménagement hydraulique à Langlade

Ailleurs quelques enjeux se retrouvent ponctuellement situés dans la plaine : lieu-dit Les Garres, Mas de Freton, Mas de Persin, quelques moulins...

Le risque est globalement aggravé par le ruissellement pluvial agricole et urbain. Les faibles pentes, l'imperméabilisation des sols par l'urbanisation, le manque d'entretien des lits, les fossés drainants... sont autant de paramètres très présents dans ce bassin versant qui peuvent soit aggraver un risque inondation existant, soit en créer par accumulation de l'eau dans des espaces déconnectés des plaines alluviales. Ce risque concerne surtout les parties aval où l'urbanisation tend à se développer.

2.4 Les affluents rive droite du Rhône entre Clarensac et Calvisson

La partie occidentale de la plaine de la Vaunage est drainée par une multitude de cours d'eau : Ruisseaux le Merlançon, rivière du Moulin, Ruisseau de Sinsans, et plusieurs petits affluents issus du relief dominant le village de Sinsans. Ils alimentent le Rhône qui s'oriente désormais Nord-Sud. Comme pour la partie orientale de la plaine, ces cours d'eau incisent essentiellement des colluvions, seule leur extrémité amont provient des reliefs massifs environnants. Leurs plaines alluviales viennent s'imbriquer dans de vastes zones d'accumulation. Dans ces parties terminales, la chute soudaine des pentes et la nature du matériel transporté depuis les sections d'alimentation amont et par l'incision du glacis entraîne la formation de cônes de déjections.

Dans cette partie du bassin versant, un important linéaire de ces cours d'eau est rectifié et/ou recalibré pour éviter une divagation hasardeuse de ces cours d'eau et pour améliorer le réessuyage des terres agricoles après de fortes pluies. Les obstacles aux écoulements sont également nombreux et sont de même nature que dans la partie orientale de la plaine : remblais, remblais d'infrastructure, endiguement...



Figure 6 : Endiguement par des murs d’habitations dans la traversée de Saint-Côme

Les enjeux concernés par le risque inondation sont moins nombreux dans cette partie de la plaine. Ils se localisent au niveau de Saint-Come-et-Marujols, dans une zone de confluence et de replat topographique où se sont construites plusieurs habitations. Des témoignages rapportent des hauteurs d’eau sur leur terrain de l’ordre de 40cm en 2005. Les plus anciennes habitations possèdent des batardeaux. Ailleurs quelques constructions sont ponctuellement situées dans une plaine alluviale : Mas de Maître, Mas de Fontaron sur un cône de déjection, Sinsans.

2.5 Le ruisseau de Calvisson et ses affluents

Ce bassin versant draine la section médiane du bassin du Rhône, par l’intermédiaire du ruisseau de Calvisson, et de son affluent le Ruisseau de Tourelle. Il débouche en rive droite du Rhône dans une vaste plaine d’expansion, en amont d’un resserrement structural.

Les sections amont de ces cours d’eau sont très encaissées, dans des formations géologiques peu altérables. Les pentes sont prononcées jusqu’à l’arrivée au contact de colluvions. Sur ces formations, le nivellement des glacis et l’importance de l’activité agricole rendent les limites de plaine peu marquées. Ces secteurs peuvent aussi être concernés par les phénomènes de ruissellement diffus.

Les enjeux se concentrent sur deux villages, Calvisson et Congéniès. Les habitations installées dans la plaine, parfois très récemment, sont nombreuses à Calvisson. Les installations sportives et scolaires situées aux abords du ruisseau sont très vulnérables, risque accrue par la zone remblayée en aval du secteur qui réduit la section et peu engendrer des hauteurs d’eau plus importantes. A Congéniès ce sont de petits affluents rive gauche du ruisseau de Tourelle qui peuvent inonder des habitations du village et de son extension Sud.

2.6 Les affluents rive gauche du Rhône provenant du relief et de la plaine de Nages-et-Sologues

De nombreux cours d'eau drainent le massif qui domine le village de Nages-et-Sologues, et affluent en rive gauche du Rhône. Ils se caractérisent par une chute soudaine des pentes au contact du plancher alluvial du Rhône, entraînant la formation de plusieurs cônes de déjection. Ces sections aval sont drainées artificiellement par des fossés agricoles.

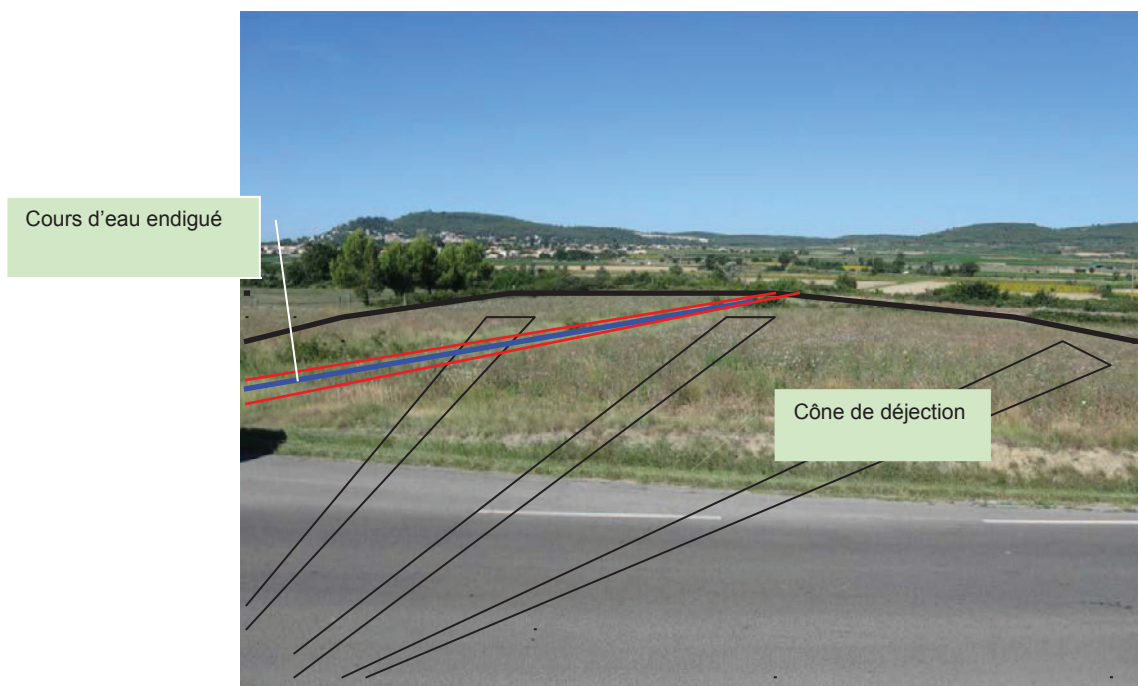


Figure 7 : Cône de déjection

Les écoulements sont localement perturbés par les remblais de la route RD40 et de l'ancienne voie ferrée, et par la présence de nombreux ouvrages de franchissement.

La Combe de Saint-Dionisy traverse le village de Nages-et-Sologues, dans une section où la pente du cours d'eau est encore assez prononcée et sa plaine restreinte. Ce ruisseau a été canalisé en souterrain sur près de 200 mètres. Mais quelques habitations situées dans la plaine peuvent être inondées lors d'événements extrêmes. Dans la même configuration, un autre affluent peut affecter plusieurs habitations du centre de Sologues et de son extension Sud.

2.7 Le ruisseau de Razil et ses affluents

Le secteur d'Aigues-Vives est drainé par le Razil, qui possède un bassin de réception amont évasé, et une zone de transit très resserrée, où tous les écoulements se concentrent et les apports latéraux ne se font que par ruissellement sur les flancs des versants dominants.

Dans le secteur amont, les cours d'eau se forment sur des formations de colluvions et se présentent sous la forme de fossés, collectant les eaux de ruissellement, et se structurent progressivement. Mais leurs plaines alluviales restent peu marquées, les pentes étant peu prononcées et les interventions humaines ayant modifié le paysage.

A leur arrivée dans la zone urbanisée, certains fossés sont obstrués par la végétation ou par des débris.



Figure 8 : Section d'un fossé réduite par des débris.

Plusieurs habitations sont installées dans des parties basses, exutoires de certains fossés, et peuvent être légèrement affectées par leurs débordements.

En aval du Razil, c'est à la sortie du village que des problèmes d'inondations peuvent arriver lors de fortes précipitations, aggravés par la présence du remblai de l'autoroute et par l'importance du ruissellement urbain.

Chapitre 3 - Etude des enjeux

L'identification des enjeux existants et futurs s'appuie sur différents types de documents :

- les POS (Plan d'Occupation des Sols) et PLU (Plan Local d'Urbanisme) disponibles des communes
- les entretiens avec chaque commune concernée
- les autres documents d'urbanisme (i.e. les Projets d'Aménagement et de Développement Durable)
- les études existantes et la BD Parcellaire.

1 Identification des enjeux avec les documents d'urbanisme en vigueur

Cette première partie de l'étude des enjeux s'appuie sur les documents d'urbanisme en vigueur (POS ou PLU) de chacune des communes concernées. Elle intègre les enjeux socio-économiques existants et les enjeux potentiels.

1.1 Identification des enjeux socio-économiques

L'identification des enjeux socio-économiques existants sont issus des documents d'urbanisme en vigueur. Le descriptif de la zone à enjeu (tableau 1) reprend les règlements des POS et PLU.

A l'intérieur des zones urbanisées soumises au risque inondation, les enjeux communaux existants ont été recensés et classés de façon à assurer une cohérence entre les textes réglementaires (POS et PLU) et l'étude. La typologie choisie permet de délimiter le contour du centre urbain et les taches urbaines de chaque commune ainsi que la vocation de la zone urbaine : Habitat et/ou Activités.

Afin d'actualiser les informations, la photo aérienne fournie par la DDTM30 datant de 2010 a été analysée afin d'ajouter les enjeux complémentaires visibles sur ce fond de plan. De plus, les registres des permis de construire délivrés sur chacune des communes concernées ont été consultés (depuis 2010 jusqu'à juillet 2012). Les parcelles correspondant à des constructions nouvelles, qu'elles soient à usage d'habitat et/ou d'activités (photoaérienne et permis), ont été répertoriées. Elles ont été intégrées aux enjeux actuels recensés sur la zone de l'étude lorsqu'elles se situaient dans la continuité de l'urbanisation actuelle (centre urbain et tâche urbaine).

Il est important de noter que les registres de permis de construire nous ont été fournis sous forme de listing. Pour chaque permis, l'identification a été faite via son numéro de parcelle (pas d'implantation précise du bâti dans la majorité des cas).

Les enjeux socio-économiques identifiés sont reportés sur la cartographie des enjeux.

1.2 Identification des enjeux potentiels

L'identification des enjeux potentiels a été réalisée en recensant les zones à urbaniser et leur vocation (habitat et/ou activités) à l'aide des POS ou PLU des communes concernées.

Il est important de noter que certains des documents d'urbanisme datent de plusieurs dizaines d'années, on peut donc penser que certains des projets d'urbanisation future mentionnés ont déjà été réalisés, ou du moins en partie.

2 Identification des enjeux futurs avec d'autres sources d'information

Dans cette deuxième partie, l'étude des enjeux communaux existants et futurs est complétée en s'appuyant sur des sources d'informations supplémentaires.

2.1 Entretiens avec les communes

Dans le cadre de cette étude, des entretiens avec les responsables de chaque commune ont été réalisés afin de compléter au mieux l'analyse des enjeux communaux.

Des enjeux supplémentaires (i.e. non mentionnés dans les PLU ou POS en vigueur) ont été identifiés pour certaines communes : Aigues-Vives, Calvisson, Caveirac, Clarensac, St Dionisy et Vergèze.

2.2 Autres documents d'urbanisme

Afin de compléter les informations sur les enjeux recueillies dans les PLU ou POS en vigueur, ce paragraphe de l'étude s'appuie sur d'autres documents d'urbanisme, en particulier les Plan d'Aménagement et de Développement Durable (PADD).

Les communes concernées sont:

- Codognan dont le PADD a été validé en conseil municipal
- Congénies dont le PADD a été présenté le 15 décembre 2011
- St Dionisy dont le PADD a été présenté le 23 novembre 2011

3 Concertation

Ce travail sera complété par des échanges entre les services de la DDTM et les communes concernées afin d'affiner l'analyse réalisée.

Chapitre 4 - Analyse hydrologique

1 Etudes antérieures

1.1 Débits

Une synthèse des débits rencontrés dans les études antérieures a été réalisée. Elle est présentée ci-dessous à l'aide de tableaux.

Nœud de calcul	Surface en km ²	Débit calculé 10 ans en m ³ /s	Débit calculé 100 ans en m ³ /s	Débit calculé 1988 en m ³ /s	Source	Méthode
Rhône amont	3.80	17	54	68	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Sortie Caveirac		18	54	89	BCEOM - 2004	Modèle pluie-débit SIREA + Modèle hydraulique STREAM
RD14 (Clarensac-Langlade)		20	64	146	BCEOM - 2004	Modèle pluie-débit SIREA + Modèle hydraulique STREAM
Clarensac – Pont de Peyre		25	95	200	BCEOM 1998	Modèle pluie-débit SIREA + Modèle hydraulique STREAM
Confluence valat du Tal		29	81	231	BCEOM - 2004	Modèle pluie-débit SIREA + Modèle hydraulique STREAM
Calvisson – RD20		40	125	330	BCEOM 1998	Modèle pluie-débit SIREA + Modèle hydraulique STREAM
RD137		47	118	334	BCEOM - 2004	Modèle pluie-débit SIREA + Modèle hydraulique STREAM
Bizac - Pont		45	125	330	BCEOM 1998	Modèle pluie-débit SIREA + Modèle hydraulique STREAM
Amont A9	60	45.7	91.10		GAXIEU - 1992	Méthode rationnelle
Amont A9		79	180	478	BCEOM - 2004	Modèle pluie-débit SIREA + Modèle hydraulique STREAM
A9				465	BCEOM - 1996	Reprise des résultats de l'étude générale d'aménagement du Vistre et du Rhône
A9		70	130	465	BCEOM 1998	Modèle pluie-débit SIREA + Modèle hydraulique

Nœud de calcul	Surface en km ²	Débit calculé 10 ans en m ³ /s	Débit calculé 100 ans en m ³ /s	Débit calculé 1988 en m ³ /s	Source	Méthode
						STREAM
A9	71.6		483	450	BRL - 2011	Méthode SCS – loi GEV pour le débit centennal (ne rend probablement pas bien compte de l'écrêtement par la plaine de la Vaunage)
Aval A9		74	175	476	BCEOM - 2004	Modèle pluie-débit SIREA + Modèle hydraulique STREAM
Vergéze (A9)	70	70	155	465	BCEOM - 2000	Débit décennal de l'étude BCEOM 1992 (modèle hydrologique) et modèle QDF pour le débit centennal
Codognan		70	160	452	BCEOM - 2004	Modèle pluie-débit SIREA + Modèle hydraulique STREAM
Codognan				500	ISL - 2007	Modèle pluie-débit ECRET
Canal BRL				Proche de 500	BRL - 1999	Estimation maximum
Canal BRL	79.5		483		BRL - 2011	Méthode SCS – loi GEV
Siphon BRL				350	BCEOM - 1996	Reprise des résultats de l'étude générale d'aménagement du Vistre et du Rhône
Aval siphon BRL		60	140	418	BCEOM - 2004	Modèle pluie-débit SIREA + Modèle hydraulique STREAM
Franchissement TGV				300	BCEOM - 1996	Reprise des résultats de l'étude pour le syndicat Mixte d'Etude du Vistre - Rhône
Le Cailar		56	100	302	BCEOM - 2004	Modèle pluie-débit SIREA + Modèle hydraulique STREAM
Au Vistre	89.1		413		BRL - 2011	Méthode SCS – loi GEV

Tableau 5 : Débits calculés/estimés dans le cadre d'études antérieures en différents nœuds du Rhône

Nœud de calcul	Surface en km ²	Débit calculé 10 ans en m ³ /s	Débit calculé 100 ans en m ³ /s	Débit calculé 1988 en m ³ /s	Source	Méthode
Rhône vert amont	0.82	0.5	1.2	2	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Ruisseau Font d'Armand	1.17	6	18	21	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Fossé Saint-Estève	1.89	10	29	34	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Diffus Jonquières	1.25	6	19	23	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Diffus Fossé Prigame	1.80	9	27	32	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Diffus Fossé Barines	2.17	11	21	19	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Fossé Puits Neuf	1.37	7	13	12	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Valat Très Pont	2.54	12	24	23	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Valat du Tal	2.85	13	25	25	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Ruisseau du Moulin et Merdanson	5.43	21	42	48	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Valat de la Grave + Diffus	1.71	9	16	15	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Ruisseau de Sinsans	5.98	21	44	53	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Diffus le Plan	3.51	15	30	31	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Diffus la Pale	2.61	11	22	23	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Ravine Rogères + diffus	1.09	5	10.4	10	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Ruisseau Lagau + diffus	3.69	7	34	33	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Valat de la Font	2.89	11	23	25	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Fossé des Bourralières	2.71	12	23.5	24	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Ruisseau Font du Vert	18.21	52	89	156	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Diffus Bois Mintau	2.42	12	18.5	22	BCEOM - 1994	Modèle pluie-débit SIREA
Razil à l'A9	6.8	20	44		BCEOM - 2000	Méthode rationnelle pour le débit décennal et modèle QDF pour le débit centennal

Nœud de calcul	Surface en km ²	Débit calculé 10 ans en m ³ /s	Débit calculé 100 ans en m ³ /s	Débit calculé 1988 en m ³ /s	Source	Méthode
Razil à la confluence	11.6	15.6			BCEOM - 2000	Méthode rationnelle

Tableau 6 : Débits calculés/estimés dans le cadre d'études antérieures pour différents bassins versants

1.2 Volumes

Une synthèse des volumes rencontrés dans les études antérieures a été réalisée.

Nœud de calcul	Surface en km ²	Débit calculé 10 ans en m ³ /s	Débit calculé 100 ans en m ³ /s	Débit calculé 1988 en m ³ /s	Source	Méthode
Franchissement TGV				12.7 Mm ³	BCEOM - 1996	Intégration de l'hydrogramme de la crue - Reprise des résultats de l'étude pour le syndicat Mixte d'Etude du Vistre - Rhône

Tableau 7 : Volumes calculés/estimés dans le cadre d'études antérieures pour le Rhône

2 Etudes en cours

2.1 Débits

Une synthèse des débits rencontrés dans les études en cours a été réalisée. Elle est présentée ci-dessous à l'aide d'un tableau.

Nœud de calcul	Surface en km ²	Débit calculé 10 ans en m ³ /s	Débit calculé 100 ans en m ³ /s	Débit calculé 1988 en m ³ /s	Source	Méthode
Font d'Arran	0.5 ou 0.6 ?	5.7	12.2	14.4	STUCKY - 2011	Débit décennal et centennale par la méthode rationnelle et modèle SCS pour 1988
Vermaciel – aval	1.8	12.7	29.3	39.7	STUCKY – 2011	Débit décennal et centennale par la méthode rationnelle et modèle SCS pour 1988
Vermaciel	0.1	1.7	3.5	2.5	STUCKY – 2011	Débit décennal et centennale par la méthode rationnelle et modèle SCS

Nœud de calcul	Surface en km ²	Débit calculé 10 ans en m ³ /s	Débit calculé 100 ans en m ³ /s	Débit calculé 1988 en m ³ /s	Source	Méthode
						pour 1988
Rhôngy Vert	0.1	2.7	4.9	2.9	STUCKY - 2011	Débit décennal et centennale par la méthode rationnelle et modèle SCS pour 1988
Rianse amont	1.89	12.4	30.3	43.3	STUCKY - 2011	Débit décennal et centennale par la méthode rationnelle et modèle SCS pour 1988
Rianse	2.5	15.4	37.2	55.9	STUCKY - 2011	Débit décennal et centennale par la méthode rationnelle et modèle SCS pour 1988
Ruisseau des Jasses	2.0	13.7	31.4	43.6	STUCKY - 2011	Débit décennal et centennale par la méthode rationnelle et modèle SCS pour 1988
Ruisseau aval	1.5	12.8	28.0	34.4	STUCKY - 2011	Débit décennal et centennale par la méthode rationnelle et modèle SCS pour 1988
Rhôngy amont	2.3	14.3	34.6	51.5	STUCKY - 2011	Débit décennal et centennale par la méthode rationnelle et modèle SCS pour 1988
Rhôngy	3	17.5/20	40.8/46	65.7/72	STUCKY - 2011	Débit décennal et centennale par la méthode rationnelle et modèle SCS pour 1988/Débits avec influence du pluvial
Rhôngy aval	3.9	20.7	49.1	79.8	STUCKY - 2011	Débit décennal et centennale par la méthode rationnelle et modèle SCS pour 1988
Vergèze-Codognan		5.5 m ³ /s/km ^{1.6}	14 m ³ /s/km ^{1.6}	6 m ³ /s/km ^{1.6}	SAFEGE - 2012	Débit décennal avec méthode des Experts et méthode du réservoir linéaire pour le débit centennal et celui de 1988
Sinsans	?	3.2	5.9	4.1	CEREG - 2013	Méthode SCS
Escattes	3.83 ?	27.3	65.4	64.2	CEREG -	Méthode SCS

Nœud de calcul	Surface en km ²	Débit calculé 10 ans en m ³ /s	Débit calculé 100 ans en m ³ /s	Débit calculé 1988 en m ³ /s	Source	Méthode
					2013	
Autres bassins (Vallat de Paillet et Mazet Richard)	?	20.6	38.9	27.7	CEREG - 2013	Pluie de Keiffer et méthode SCS
Bassin versant du Tal	3.00	13.9	44.1	42.2	SAFEGE - 2013	Méthode du réservoir linéaire
Bassin versant du Très Pont	0.36	3.15	7.6	6.6	SAFEGE - 2013	Méthode du réservoir linéaire
Bassin versant du valat du Pautier	1.70	10.4	29.2	26.9	SAFEGE - 2013	Méthode du réservoir linéaire
Bassin versant du Font du Fruit	0.80	5.4	14.5	13.2	SAFEGE - 2013	Méthode du réservoir linéaire
Bassin versant de la Combe Prigonne	1.00	6.0	16.9	15.6	SAFEGE - 2013	Méthode du réservoir linéaire

Tableau 8 : Débits calculés/estimés dans le cadre d'études en cours pour différents bassins versants

2.2 Volumes

Une synthèse des volumes rencontrés dans les études en cours a été réalisée. Elle est présentée ci-dessous à l'aide d'un tableau.

Nœud de calcul	Surface en km ²	Volume calculé 10 ans en m ³	Volume calculé 100 ans en m ³	Volume calculé 1988 en m ³	Source	Méthode
Rhône	3.0	97700	227700		STUCKY - 2011	Formule respectant le débit de pointe, les temps caractéristiques et les formes d'hydrogrammes historiques
Rianse	2.5	86000	207600		STUCKY - 2011	Formule respectant le débit de pointe, les temps caractéristiques et les formes d'hydrogrammes historiques
Font d'Arran	0.6	21300	45500		STUCKY - 2011	Formule respectant le débit de pointe, les temps caractéristiques et les

Nœud de calcul	Surface en km ²	Volum e calcul é 10 ans en m ³	Volume calculé 100 ans en m ³	Volume calculé 1988 en m ³	Source	Méthode
						formes d'hydrogrammes historiques

Tableau 9 : Volumes calculés/estimés dans le cadre d'études antérieures pour différents bassins versants

2.3 Conclusion

Les principales sources concernant les estimations des débits du Rhône des études antérieures sont issues des études BCEOM et BRL.

Concernant le débit centennal, il y a de gros écarts entre ces deux sources. On peut toutefois noter que l'étude BRL s'appuie sur un modèle hydrologique qui ne permet pas de prendre en compte les phénomènes d'écrêtement pouvant se produire dans la plaine du Rhône.

3 Analyse statistique des pluies

Les coefficients de Montana à la station de Nîmes-Courbessac ont été acquis en février 2012 (méthode GEV). Les statistiques correspondent à la période allant de 1964 à 2010.

Durée de retour	6min-1h		1h-6h		6h-24h	
	a	b	a	b	a	b
5 ans	4.509	0.393	14.259	0.683	28.984	0.804
10 ans	4.87	0.374	12.848	0.617	43.53	0.827
20 ans	5.164	0.359	10.743	0.541	64.114	0.849
30 ans	5.248	0.348	9.455	0.494	80.2	0.862
50 ans	5.392	0.338	7.903	0.431	106.096	0.88
100 ans	5.509	0.325	5.989	0.342	154.927	0.904

Tableau 10 : Coefficients de Montana à la station de Nîmes-Courbessac (source : Météo France)

La figure suivante permet de visualiser les pluies issues de ces ajustements en fonction de la durée et de la période de retour.

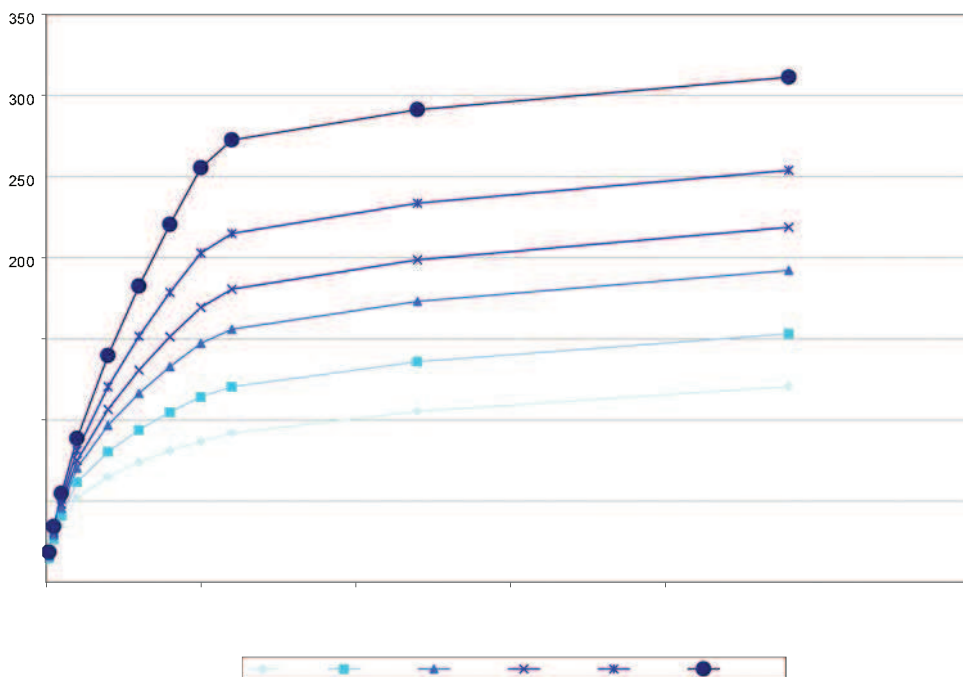


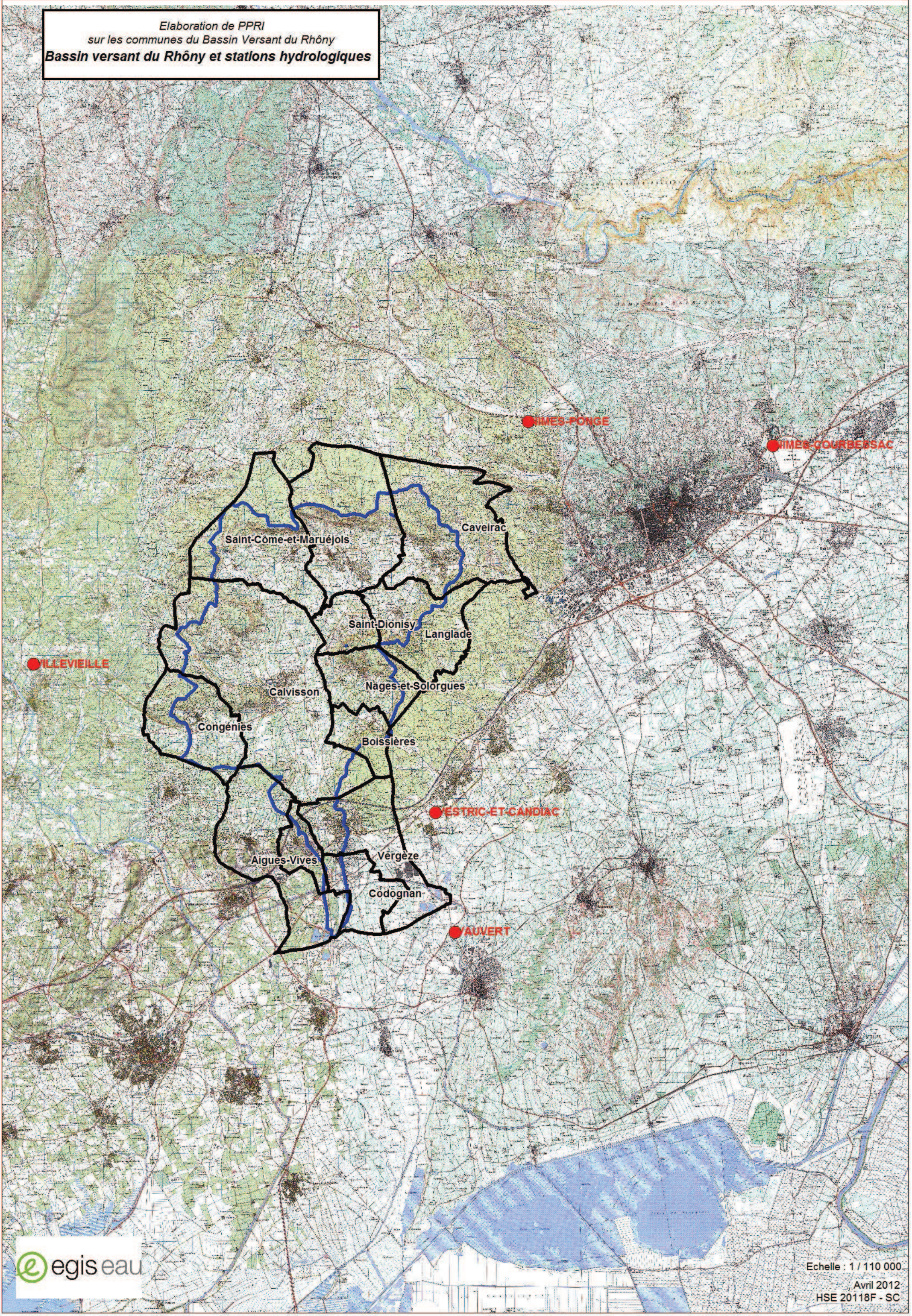
Figure 9 : Statistiques pluviométriques à la station de Nîmes Courbessac (source : Météo France)

Il est proposé de retenir les valeurs à la station de Nîmes Courbessac 1964-2010 qui ont l'avantage de correspondre à des statistiques sur une période relativement longue.

Afin de prendre en compte la disparité spatiale de la pluie, il est proposé de retenir sur l'ensemble du bassin versant les pondérations réalisées avec la méthode des polygones de Thiessen pour le Rhône dans le cadre du PPRI du Haut Vistre, Buffalon et Moyen Vistre ; à savoir une représentativité du type suivant :

- 20% par Nîmes Ponge,
- 44% par Vestric,
- 23% par Villevieille,
- 13% par Vauvert.

Elaboration de PPRI
sur les communes du Bassin Versant du Rhôny
Bassin versant du Rhôny et stations hydrologiques



Les pondérations réalisées prendront en compte les disparités spatiales des pluies à travers le facteur suivant fonction de la période de retour : $PJ_{station}(T)/PJ_{NîmesCourbessac}(T)$.

Les pluies journalières utilisées sont celles issues des statistiques réalisées par BRL sur la période 1978-2009 qui a l'avantage de comparer les pluies journalières sur un échantillon identique pour l'ensemble des stations.

Durée de retour	Hauteur de pluie à Nîmes Courbessac en mm	Hauteur de pluie à Nîmes Ponge en mm	Hauteur de pluie à Vestric en mm	Hauteur de pluie à Villevieille en mm	Hauteur de pluie à Vauvert en mm
5 ans	122	139	113	114	102
10 ans	159	182	146	138	133
50 ans	267	305	241	190	232
100 ans	325	370	291	211	288

Tableau 11 : Statistiques sur les pluies journalières (1978-2009) (source : BRL)

La prise en compte de la disparité spatiale de la pluie au travers des pondérations et des ratios effectués avec les pluies journalières aboutit aux résultats suivants, présentés sous forme de graphique et de tableaux, pour le bassin versant du Rhône.

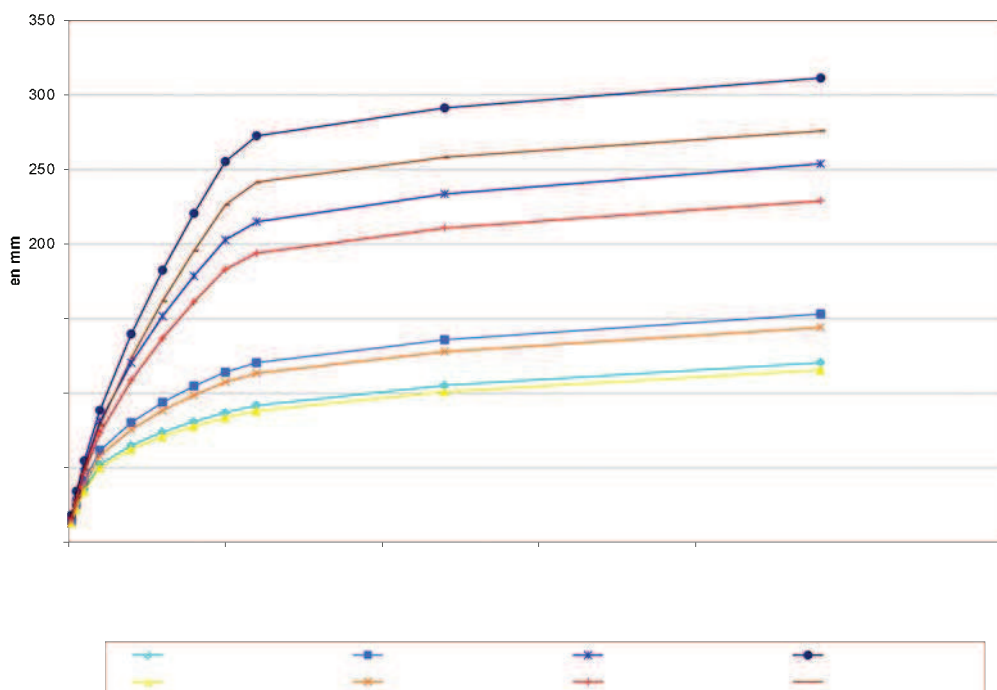


Figure 10 : Statistiques pluviométriques à la station de Nîmes Courbessac et adaptation au bassin versant du Rhône

Durée de retour	6min-1h		1h-6h		6h-24h	
	a	b	a	b	a	b
5 ans	4.324	0.393	13.675	0.683	27.796	0.804
10 ans	4.584	0.374	12.094	0.617	40.976	0.827
50 ans	4.865	0.338	7.130	0.431	95.725	0.88
100 ans	4.882	0.325	5.307	0.342	137.294	0.904

Tableau 12 : Coefficients de Montana de référence sur le Rhône

4 Evénement historique du 3 octobre 1988

L'épisode le plus catastrophique sur le bassin versant du Rhône est celui du 3 octobre 1988.

4.1 Eléments disponibles sur l'événement de 1988 à proximité d la zone d'étude (Nîmes notamment)

La zone orageuse à l'origine de la catastrophe du 3 octobre 1988 s'est déplacée du Sud Ouest au Nord Est, intéressant successivement la région de Sommières de minuit à 8 h, puis Nîmes où de fortes précipitations ont été enregistrées de 4h à 12h.

La figure suivante présente les isohyètes de l'évènement du 3 octobre et permet d'identifier l'épicentre de l'épisode pluvieux : il est tombé plus de 400 mm au Nord immédiat de Nîmes entre le Mas de Vaqueyroles et le Mas de Cabanes. Le cumul maximal mesuré, au moins 420 mm sur une durée de 7h30, se situe au Mas de Ponge, au nord-ouest de la Ville. Cette carte a été élaborée à partir de la carte élaborée par la Commission hydraulique suite à l'épisode d'octobre 1988.

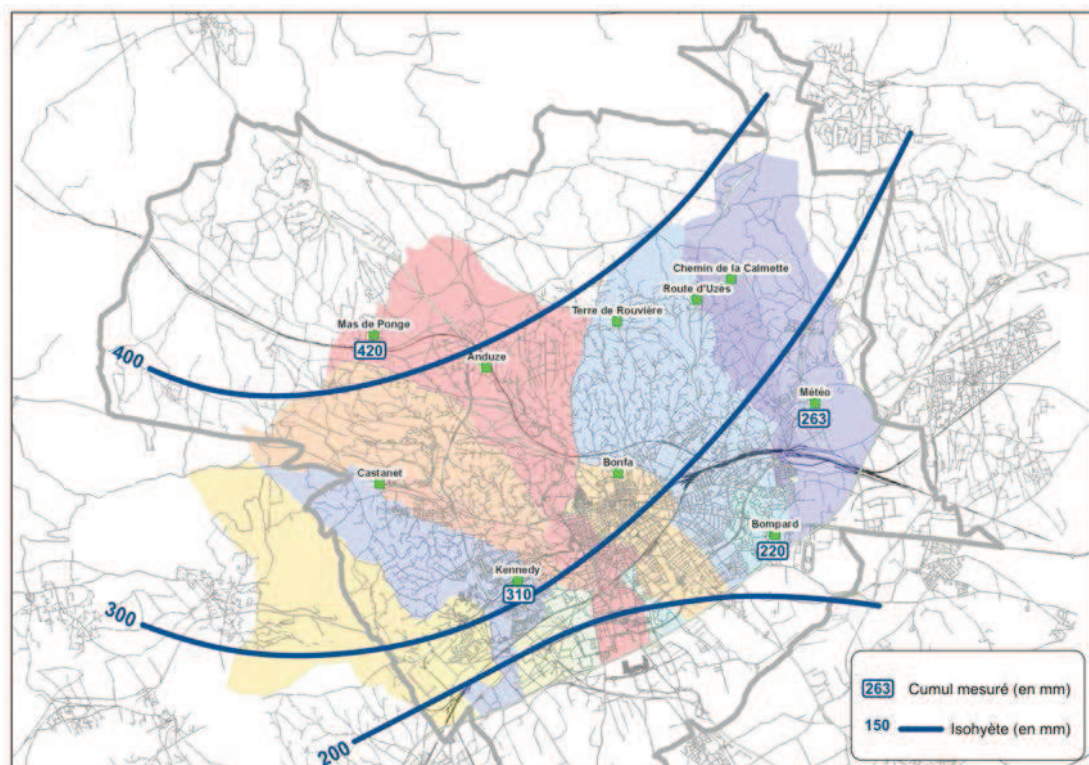


Figure 11 : Isohyètes de l'évènement du 3 octobre 1988 sur la commune de Nîmes

Les travaux de la commission hydraulique fournissent des estimations des intensités maximales dans les secteurs nord de la Ville (zones de garrigue) :120 mm/h en 15 minutes, 100 mm/h en 30 minutes. A partir de ces estimations et du cumul mesuré au poste de Mas de Ponge, les caractéristiques de la pluie maximale pour l'épisode d'octobre 1988 ont été évaluées à partir des variations temporelles de la pluie au poste de Nîmes DDE (Kennedy) pour laquelle un dépouillement des données papier du pluviographe a été effectué.

Le tableau suivant synthétise ainsi les cumuls de pluies maximaux pour cet évènement sur deux stations.

Station	Pluie en 15 minutes en mm	Pluie en 30 minutes en mm	Pluie en 1 heure en mm	Pluie en 2 heures en mm	Pluie en 3 heures en mm	Pluie en 4 heures en mm	Pluie en 6 heures en mm	Pluie en 7 heures en mm	Pluie en 8 heures en mm	Pluie en 12 heures en mm	Pluie en 24 heures en mm
Courbessac	23	42	62	111	150	176	239			264	264
Kennedy	24	44	72.5	125	160	227	282.5		309		311

Tableau 13 : Cumuls de pluies sur différentes périodes pour 3 stations nîmoises pour l'évènement d'octobre 1988

En ce qui concerne l'étendue de l'épisode et sa disparité spatiale, la figure suivante permet de le visualiser sur l'ensemble du le département du Gard.

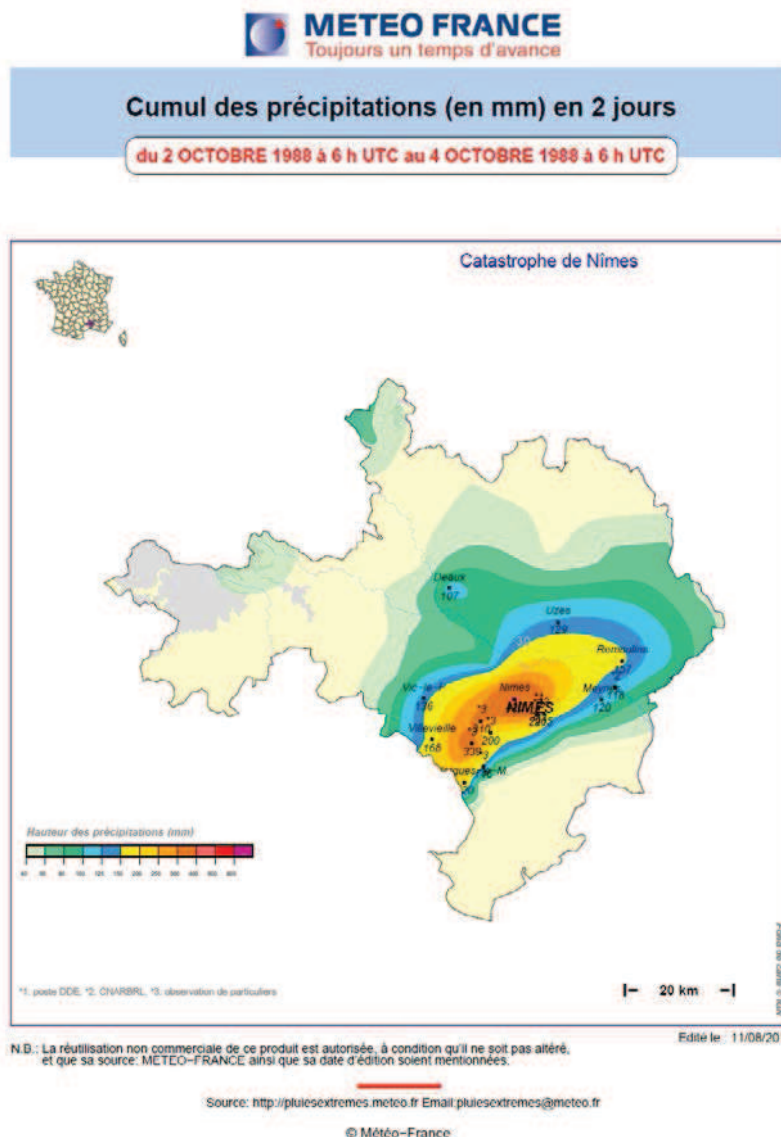


Figure 12 : Répartition spatiale des précipitations lors de l'événement d'octobre 1988 (source : Météo France)

Dans le cadre de l'étude pour un aménagement cohérent et durable des cadereaux, les précipitations à Mas de Ponge (épicentre de l'événement) ont été reconstituées à partir des données à la station Kennedy et des travaux de la commission hydraulique. Elles sont présentées ci-dessous.

Station	Pluie en 6 minute	Pluie en 15 minute	Pluie en 30 minute	Pluie en 1 heure	Pluie en 2 heures	Pluie en 3 heures	Pluie en 4 heures	Pluie en 6 heures	Pluie en 7 heures	Pluie en 8 heures	Pluie en 12 heures	Pluie en 24 heures
	s	s	s	e	s	s	s	s	s	s	s	s
Courbessac	13	23	42	62	111	160		239			263	264
Kennedy		24	44	72.5	125	160	227	282.5		309		311
Mas de Ponge (reconstitué)		30	50	94.5	165.4	209	293	375	404	420		420*

Tableau 14 : Précipitations reconstituées à Mas de Ponge pour l'événement d'octobre 1988

*pluie minimale mesurée car le pluviomètre a débordé

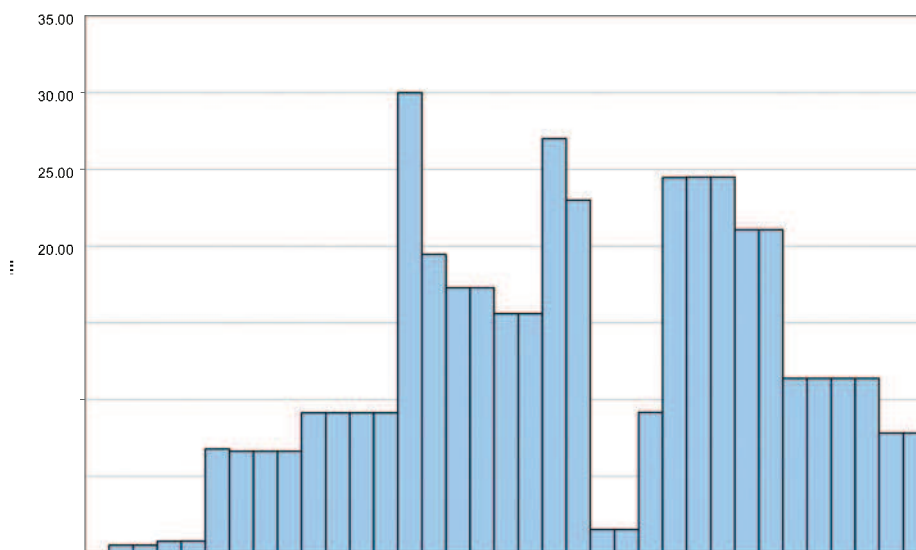


Figure 13 : Précipitations reconstituées à Mas de Ponge pour l'événement d'octobre 1988

A noter que la crue d'octobre 1988 aurait sur les cadereaux de Nîmes une période de retour empirique estimée de l'ordre de 200 ans.

4.2 Evénement de 1988 sur la zone d'étude

Le cumul de pluie observé lors de l'événement de 1988 a été superposé aux bassins versants de la zone d'étude.

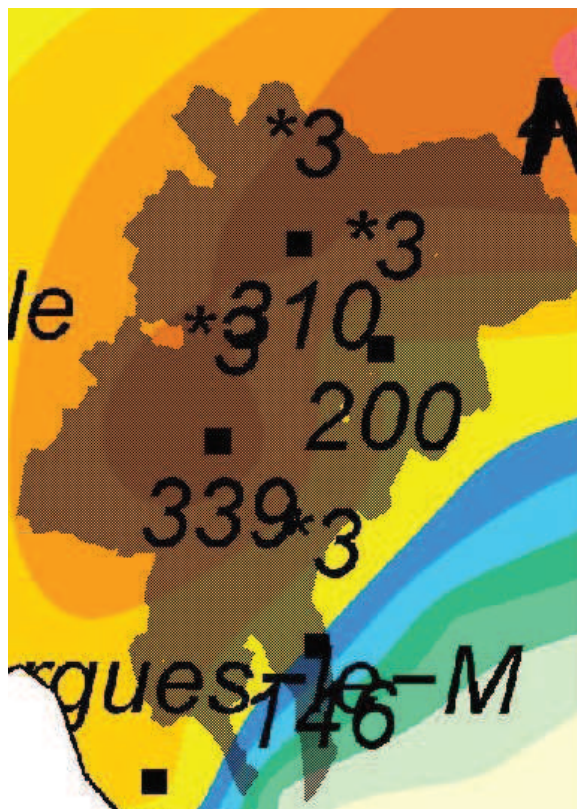


Figure 14 : Bassins versants et événement de 1988

Il apparaît une forte disparité des pluies lors de cet épisode sur la zone d'étude. La zone la plus touchée, avec des cumuls de pluie de l'ordre de 300-420 mm, est la zone nord nord-ouest et centre-ouest de la zone d'étude. A l'inverse, la zone située à l'extrême sud a été très peu arrosée.

Pour la modélisation hydrologique de l'événement de 1988, nous proposons de sectoriser le territoire en sept zones :

- zone avec un cumul de 100 mm
- zone avec un cumul de 150 mm,
- zone avec un cumul de 200 mm,
- zone avec un cumul de 250 mm,
- zone avec un cumul de 300 mm,
- zone avec un cumul de 350 mm,
- zone avec un cumul de 420 mm.

Les hyétogrammes de crue seront reconstitués à partir de celui de Mas de Ponge (coefficient de proportionnalité). A titre d'exemple, les figures ci-dessous présentent ceux pour 200, 250, 300 et 350 mm.

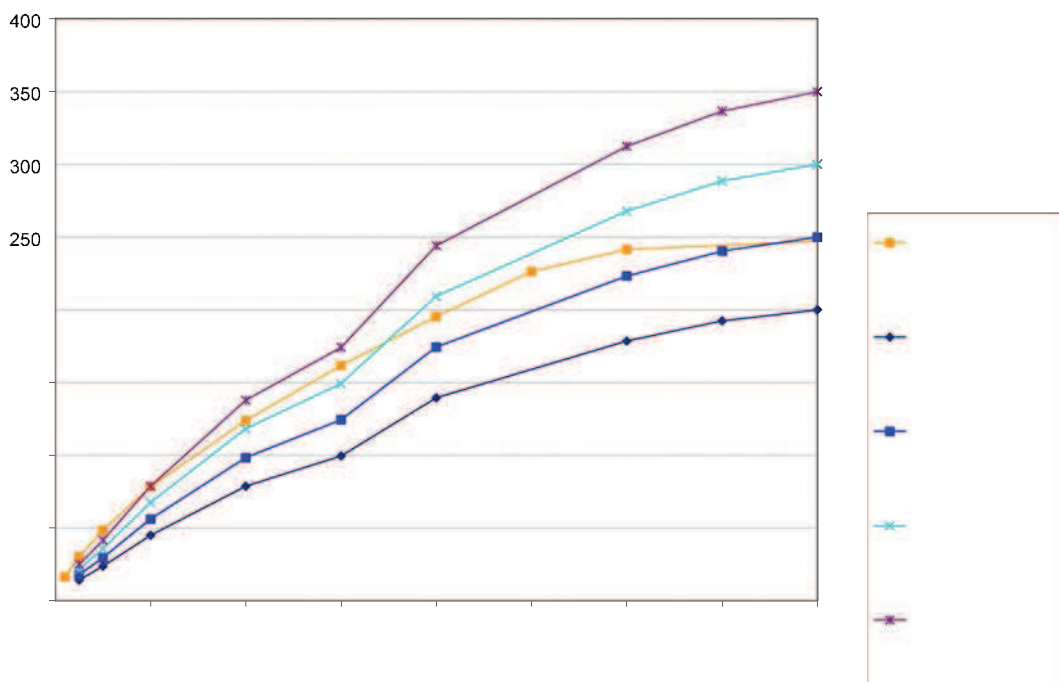


Figure 15 : Pluies cumulées des hyétogrammes reconstitués

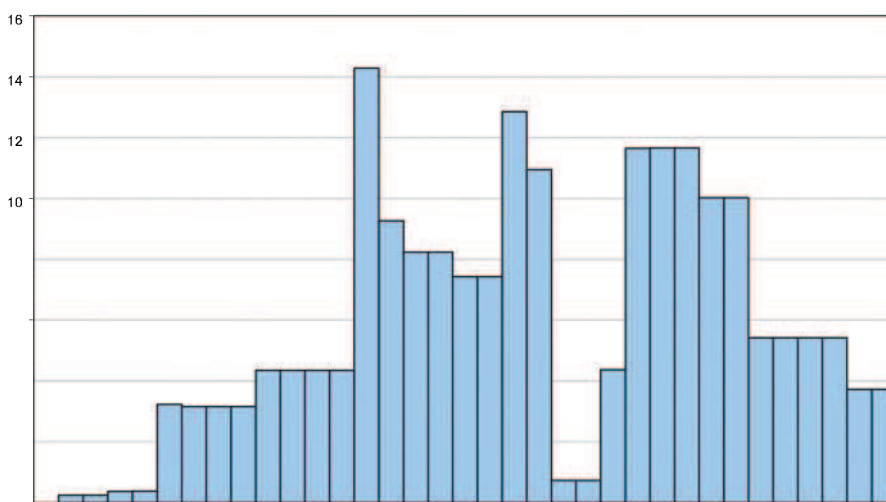


Figure 16 : Hyétogramme reconstitué pour un cumul de 200 mm

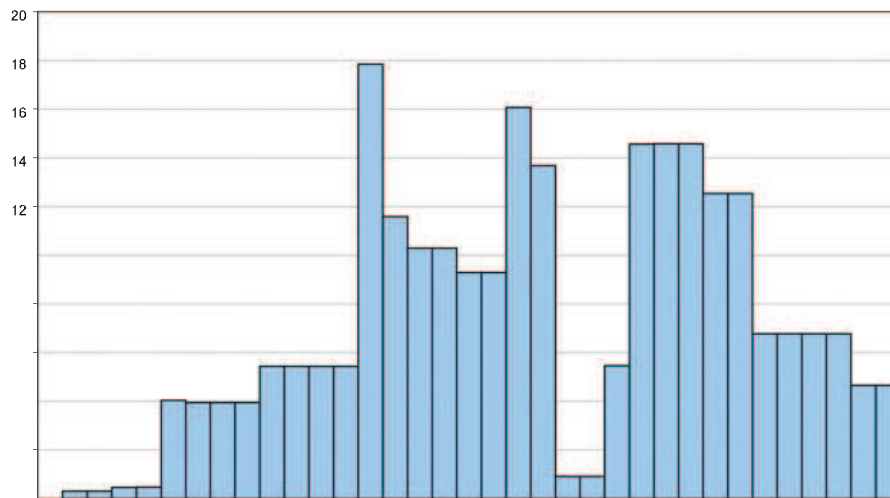


Figure 17 : Hyétogramme reconstitué pour un cumul de 250 mm

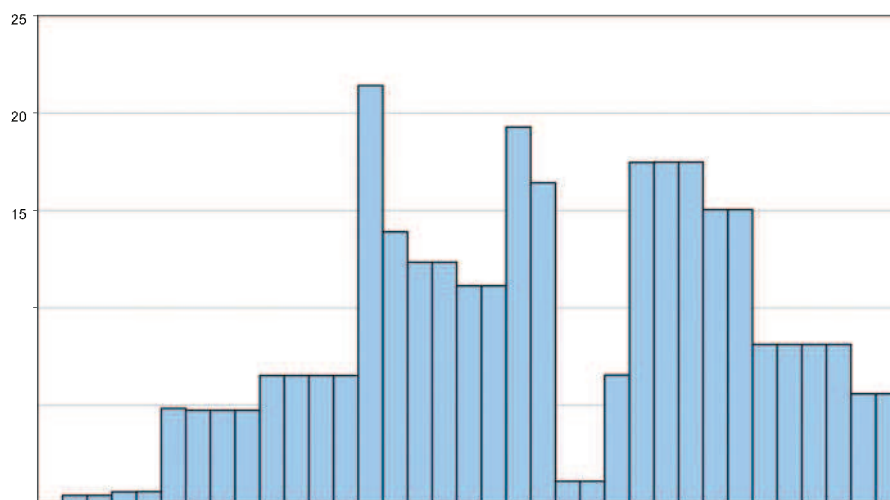


Figure 18 : Hyétogramme reconstitué pour un cumul de 300 mm

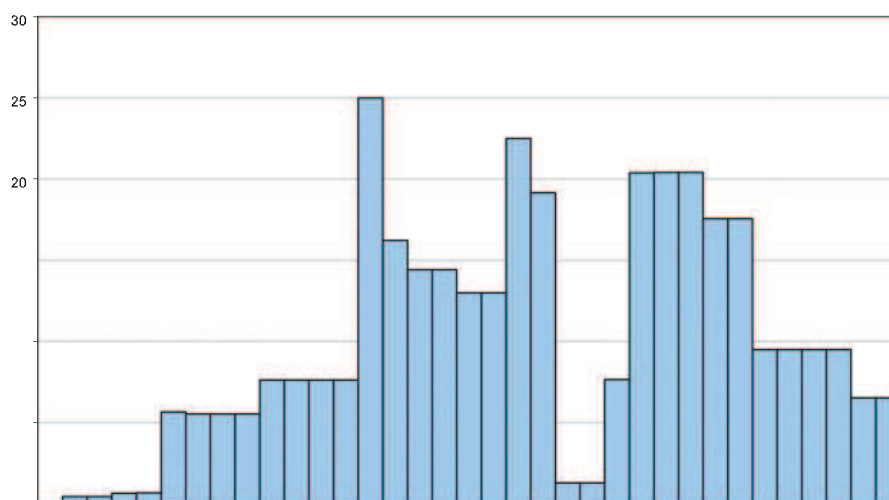


Figure 19 : Hyétogramme reconstitué pour un cumul de 350 mm

4.3 Quelques chiffres concernant les événements les plus récents

4.3.1 Crue de septembre 2002

La crue du 9 septembre 2002 a été générée par un épisode pluviométrique double : un premier épisode le 8 septembre de 10h à 23h, un deuxième épisode le 9 septembre de 9h30 à 13h.

Ce qui fait un épisode pluvieux de 16.5h réparti sur 27 h.

Le tableau suivant présente quelques cumuls de cet événement et leur période de retour.

Lieu	Pluie sur 1h en mm	Pluie sur 3h en mm	Pluie sur 6h en mm	Pluie sur 12h en mm	Pluie sur 24h en mm
Nîmes Courbessac	42.8 T<5ans	71.4 T<5ans	79.4 T<5ans	91.2 T<5ans	158.6 10ans<T<20ans
Villevieille*	58.2 10ans<T<20ans	106.9 10ans<T<20ans	149.7 20ans<T<30ans	181.1 20ans<T<30ans	207.4 30ans<T<50ans
Saint Dionisy*	66.5 20ans<T<30ans	84.0 5ans<T<10ans	84.0 T<5ans	97.5 T<5ans	143.5 5ans<T<10ans
Vauvert*	11.5 T<5ans	16.0 T<5ans	16.5 T<5ans	22.5 T<5ans	22.5 T<5ans

Tableau 15 : Cumuls mesurés lors de la crue de septembre 2002

*valeurs comparées à la pluie de référence sur le bassin versant du Rhône

4.3.2 Crue de septembre 2005

La crue du 8 septembre 2005 a été générée par un « double » épisode pluviométrique ayant touché la ville de Nîmes les 6 et 8 septembre, soit à moins de 48 heures d'intervalle.

- deux corps d'averse le 6 septembre :

le premier qui s'étend de la fin de matinée du 6 (11 h) à la fin de l'après-midi (19h) présente le plus fort cumul de pluie (191 mm). Le deuxième corps d'averse est observé dans la nuit de 20 h à 2 h du matin (60 mm), pour un total global entre le 06/09/2005 à 10h et le 07/09/2005 à 2 h de 251 mm.

- deux corps d'averse le 8 septembre. :

le premier s'étend du début de matinée (8h) jusqu'en milieu d'après-midi (17h). Ce premier corps de pluie possède le plus fort cumul (163 mm). Le second corps de pluie est observé le soir de 19 h à 24 h (88 mm), pour un total global de 256 mm du 08/09/2005 à 8 h au 08/09/2005 à 24 h.

Ce qui fait un épisode pluvieux de 26h réparti sur 61 h.

Le tableau suivant présente quelques cumuls de cet événement et leur période de retour.

Lieu	Pluie sur 1h en mm	Pluie sur 3h en mm	Pluie sur 6h en mm	Pluie sur 12h en mm	Pluie sur 24h en mm
Nîmes Courbessac	50.6 T<5ans	114.6 10ans<T<20ans	167.4 20ans<T<30ans	209.0 30ans<T<50ans	215.1 20ans<T<30ans
Villevieille*	33.2 T<5ans	58.2 T<5ans	67.6 T<5ans	116.5 5ans<T<10ans	139.7 5ans<T<10ans
Saint Dionisy*	31.0 T<5ans	55.5 T<5ans	96.0 5ans<T<10ans	126.0 5ans<T<10ans	163.5 10ans<T<20ans
Vauvert*	34.5 T<5ans	72.5 5ans<T<10ans	119.0 10ans<T<20ans	154.5 10ans<T<20ans	169.5 10ans<T<20ans

Tableau 16 : Cumuls mesurés lors de la crue de septembre 2005

*valeurs comparées à la pluie de référence sur le bassin versant du Rhône

4.3.3 Conclusion

A la vue des éléments présentés, il apparaît que les événements de 2002 et 2005 ne peuvent pas être considérées comme référence sur le bassin versant du Rhône (périodes de retour comprises entre moins de 5ans et moins de 50 ans sur l'ensemble des stations de mesures situées à proximité de la zone d'étude ou sur son périmètre).

4.4 Définition des événements de référence

4.4.1 Délimitation des principaux bassins versants de la zone d'étude

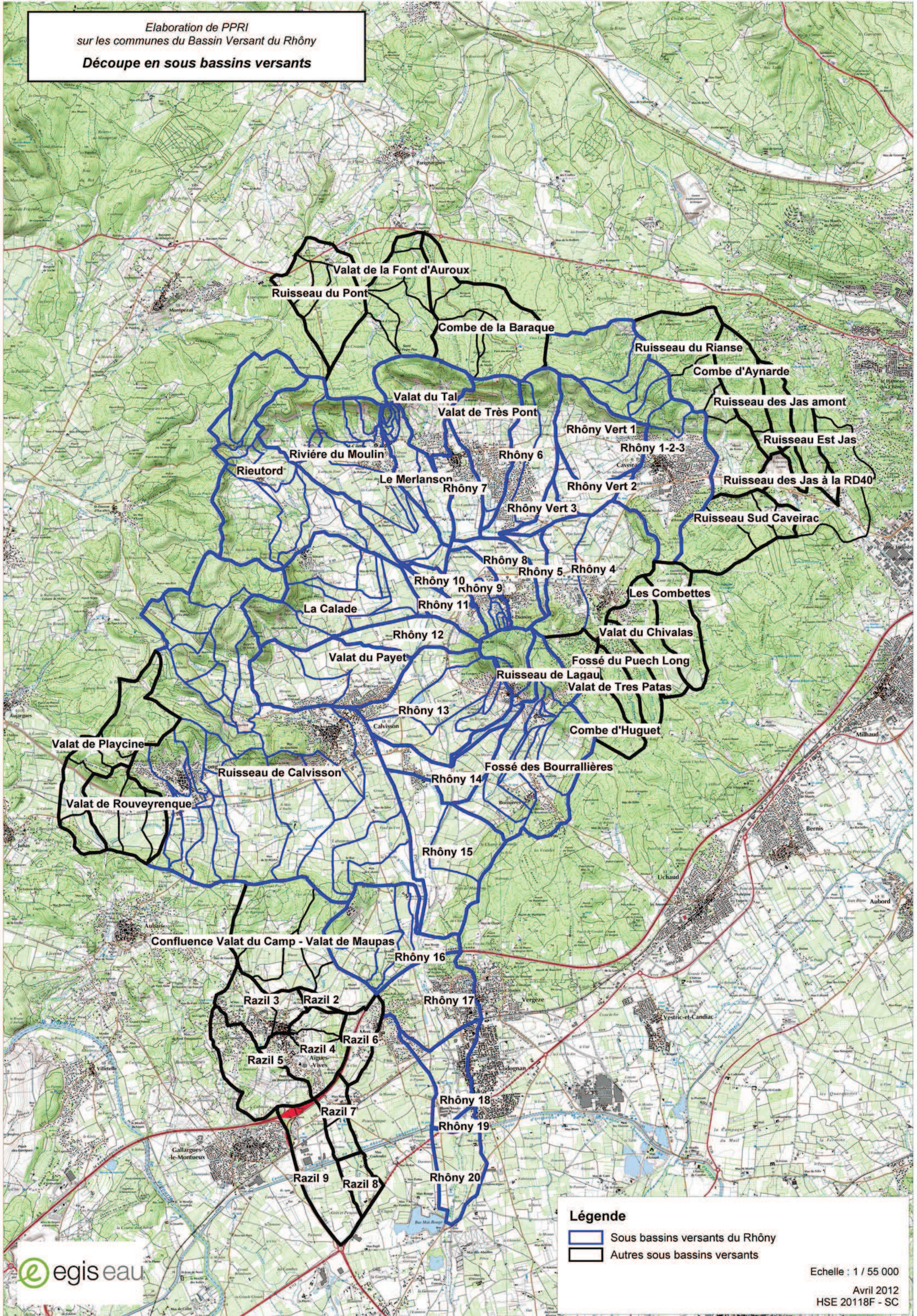
La carte ci-après montre le découpage en sous-bassins versants de la zone d'étude.

Les caractéristiques des sous-bassins versants sont présentées en annexe.

La carte ci-après montre le découpage en sous-bassins versants de la zone d'étude. Les caractéristiques des sous-bassins versants sont présentées en annexe.

A noter que 5 cours d'eau principaux ont été modélisés en régime transitoire : le Rhône (large champ d'expansion), le Razil (large champ d'expansion), les Valats de Playcine et de Rouveyrenque (topographie particulière jouant sur les écoulements transversaux) et le Rianse (carrière jouant un rôle de rétention). Pour ces 5 bassins versants, les débits figurant dans les tableaux des paragraphes suivants sont donc des débits de sous bassins versants et non des débits totaux en des nœuds de calcul. Dans ces configurations, seule un couplage modélisation hydrologique et modélisation hydraulique permet de quantifier correctement les débits en différents points.

Elaboration de PPRI
 sur les communes du Bassin Versant du Rhône
 Découpe en sous bassins versants



Légende

- Sous bassins versants du Rhône
- Autres sous bassins versants

4.4.2 Calculs des débits de pointe

Détermination du débit décennal

Conformément à ce qui est classiquement appliqué dans le département du Gard (note du SPC Grand Delta élaborée dans le cadre du PPRi de la Céze), la méthode rationnelle a été utilisée pour la détermination de la crue décennale avec un temps de concentration déterminé par la formule de Passini (jugée adaptée pour ce type d'événement pour lequel les écoulements se font encore majoritairement en subsurface, ce qui a tendance à augmenter le temps de concentration T_c par rapport à un phénomène de ruissellement direct).

$$\text{Formule de Passini : } T_c = 0,108 \cdot \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$$

avec :

- T_c est le temps de concentration exprimé en heures
- A est la surface du bassin versant en km^2
- L est la longueur du plus long chemin hydraulique en km
- P est la pente sur le plus long chemin hydraulique m/m

Détermination du débit centennal

Il est proposé de retenir pour la crue centennale le débit obtenu par la méthode de Bressand-Golossof.

A noter que la méthode de Bressand-Golossof élaborée par la DDE 30 est adaptée aux petits bassins versants de l'arc méditerranéen français. Elle donne des débits spécifiques compris entre 10 et 30 $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$, valeurs classiquement rencontrées dans la région.

La méthode de Bressand-Golossof se base sur le calcul de valeurs de vitesses d'écoulement moyennes (V) suivantes :

- pour p (pente) < 1 % : $V = 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;
- pour $1 < p < 10$ % : $V = 1 + (p-1)/9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ avec p exprimé en % ;
- pour $p > 10$ % : $V = 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Le temps de concentration (t_c) est ensuite simplement calculé par le produit suivant :

$$t_c(\text{s}) = L/V$$

Avec : L = longueur du plus long chemin hydraulique du bassin versant (m).

L'intensité pluviométrique (i_T) pour une période de retour (T) retenue est estimée par la formule IDF de Montana classique :

$$i_T \text{ (en mm/h)} = a(T) \cdot t_c^{b(T)}$$

Ensuite, le débit (Q_T) pour une période de retour (T) choisie est calculé par la formule rationnelle classique :

$$Q_T \text{ (m}^3/\text{s)} = K \cdot C \cdot S \cdot i_T^{1/3.6}$$

Avec :

- Q_T = débit de pointe de la crue de période de retour T ;
- K = coefficient d'abattement spatiale de la pluie ;

- S = superficie du bassin en km² ;
- i_T en mm/h pour la période de retour T ;
- C = coefficient de ruissellement du bassin versant.

Le coefficient de ruissellement (C) est estimé en appliquant la formule suivante, dite « formule expert » :

$$C = 0.8 * (1 - P_0 / P_{JT})$$

Avec:

- P_0 = rétention initiale ;
- P_{JT} = pluie journalière pour la période de retour (T).

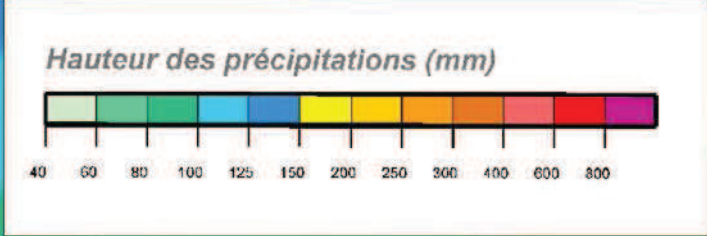
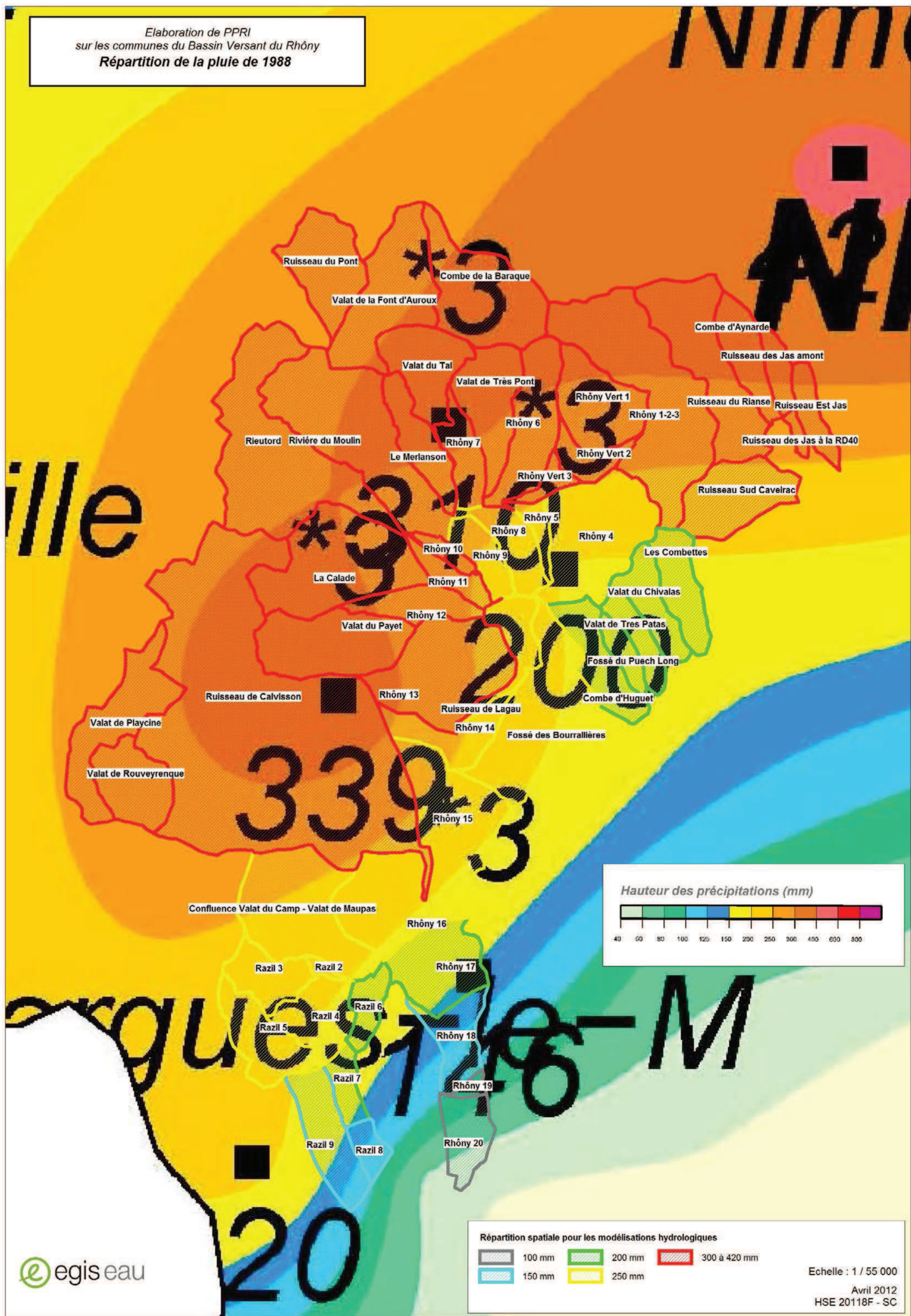
Le débit de la crue exceptionnelle est calculé à l'aide d'un coefficient multiplicateur de 1,8 et ainsi :

$$Q_{\text{except}} = 1,8 * Q_{100}$$

Détermination du débit de la crue de 1988

La méthode rationnelle est celle qui a été retenue en première approche. Les calculs réalisés prennent en compte une pluie spatialisée avec des hyétogrammes proportionnels à celui observée à Mas de Ponge. La carte suivante présente la sectorisation retenue.

Elaboration de PPRI
 sur les communes du Bassin Versant du Rhône
 Répartition de la pluie de 1988



Répartition spatiale pour les modélisations hydrologiques

	100 mm		200 mm		300 à 420 mm
	150 mm		250 mm		

Echelle : 1 / 55 000
 Avril 2012
 HSE 20118F - SC

Détermination des autres débits caractéristiques

Le débit de crue de période de retour 5 ans a été calculé à l'aide de la méthode rationnelle. Le coefficient de ruissellement retenu est le suivant :

$$Cr5 = 0.95 * Cr10$$

Le débit de crue de période de retour 50 ans est calculé par ajustement de Gumbel entre le débit de période de retour 10 ans et le débit de période de retour 100 ans.

Le débit de la crue exceptionnelle est calculé à l'aide d'un coefficient multiplicateur. La valeur de 1.8 est la plus classiquement retenue et a été appliquée :

$$Q_{\text{except}} = 1,8 * Q_{100}$$

Le tableau récapitulatif des débits de pointe de toutes les crues de projet et de l'évènement de 1988 est disponible en annexe.

4.4.3 Débits de référence sur la zone d'étude

Il apparaît que les débits de pointe pour la crue de 1988 spatialisée sont globalement inférieurs ou équivalents à ceux de la crue centennale.

Sur certains bassins versants, comme le Rhône par exemple, les volumes peuvent avoir un effet important sur la ligne d'eau, il est donc nécessaire de voir avec la modélisation hydraulique quelle est la crue de référence à prendre en compte sur chacun des tronçons de l'ensemble des rivières.

Génération des hydrogrammes de crues

Après le calcul des débits de pointe, il devient nécessaire de produire les hydrogrammes utiles à la modélisation en régime transitoire. Cette étape implique la mise en œuvre d'un modèle de transformation de la pluie en débit. Le modèle utilisé est la méthode rationnelle, disponible dans le logiciel InfoWorks RS.

Pour cette méthode, le choix de la durée de la pluie est également un paramètre fort important car elle influe sur les volumes de crue. Il a été considéré une pluie de Keiffer de durée 12h pour l'ensemble des crues de projet (à l'exception de la crue réelle de 1988).

Le ruissellement est calculé à partir d'une pluie donnée sous la forme d'un hyétogramme. Pour chaque unité de temps, la formule rationnelle est appliquée et permet ainsi d'obtenir l'hydrogramme.

Cette méthode a l'avantage d'être simple, robuste et adaptée au cas d'étude.

Particularité du Rhône

Il a été considéré par les services de la DDTM30 qu'une pluie homogène centennale sur le bassin versant du Rhône était peu probable. Il a donc été considéré comme crue centennale sur le Rhône une pluie centennale abattue homogène. Le coefficient d'abattement utilisé a été calculé à l'aide de la formule de Neppel. Un abattement de 15% a ainsi été retenu.

Chapitre 5 - Modélisation hydraulique des écoulements

1 Données topographiques

1.1 Données Lidar

Les données LIDAR ont été délivrées par la Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Gard (DDTM30) en date du 9 Octobre 2012, sous forme d'un semis de points, sur un dallage (0.5m*0.5m) positionné sur l'ensemble des communes concernées.

La carte ci-dessous présente l'étendue du modèle numérique de terrain.

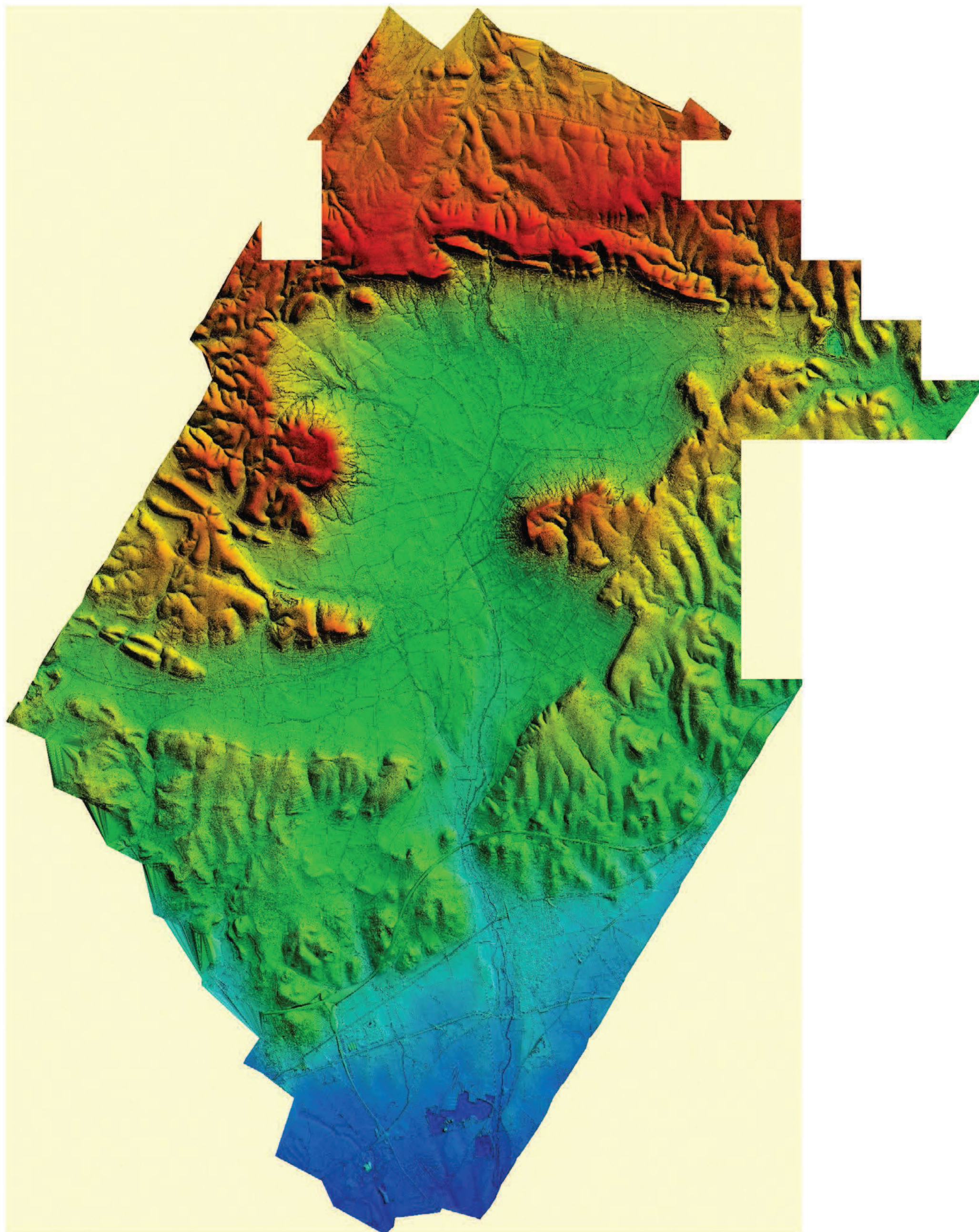
Sur la partie aval, des données topographiques complémentaires, de type semis de points, ont été fournies par la DDTM afin de compléter très localement le modèle sur la partie aval de Vergèze et Codognan.

1.2 Relevés topographiques et bathymétriques

Les relevés topographiques et bathymétriques ont été sous-traités au cabinet de géomètre « BOTTRAUD, BARBAROUX et associés ». Il a été relevé 421 profils en travers et 245 ouvrages hydrauliques pour les besoins de l'étude.

Par ailleurs des relevés topographiques d'études communales antérieures ont été utilisés sur la commune de Caveirac, de Calvisson, de Vergèze et Codognan afin d'affiner la modélisation

Elaboration de PPRI
sur les communes du Bassin Versant du Rhône
Modèle numérique de terrain (MNT) du Rhône



2 Choix du type de modélisation

Etant donnée la complexité de la zone d'étude, il a été nécessaire de découper le secteur en plusieurs modèles. La modélisation unidimensionnelle (1D) convient parfaitement à la modélisation des zones où les écoulements sont peu complexes et où l'écrêtement est minime. Ce type de modèle a donc été choisi pour une partie des cours d'eau situés en dehors de la vaste plaine du Rhône ; il s'agit principalement des zones amont très encaissées.

A contrario, la présence des éléments listés ci-dessous nécessite la modélisation bidimensionnelle (2D) :

- nombreuses confluences et diffuences du Rhône et de ses affluents sur la zone d'étude,
- débordements, écoulements complexes et écrêtement dans la plaine d'expansion.

Le choix a pu être fait à l'aide des éléments de terrain connus et de la cartographie hydrogéomorphologique.

3 Outil de modélisation

Les modélisations ont été réalisées à l'aide du logiciel Infoworks RS.

La suite logicielle Infoworks a été développée par Innovyze, entreprise américaine spécialisée dans le développement de logiciels de modélisation hydraulique et aussi connue sous le nom de MHWSoft. Elle permet la modélisation des réseaux hydrographiques (RS), des réseaux d'assainissement (CS) et ceux d'alimentation en eau potable (WS).

Infoworks RS, qui nous intéresse ici, est destiné à l'hydraulique fluviale. Il s'appuie sur le modèle de calcul ISIS, que ce soit en régime permanent ou transitoire. A partir des équations de Barré de Saint Venant, résolue grâce au schéma numérique de Preissmann, il calcule les hauteurs d'eau, débits et vitesses des écoulements. De plus, il permet de modéliser des réseaux maillés, ramifiés ou à casiers. Ce logiciel associe des modèles hydrologique et hydraulique et de manière géolocalisée comme le ferait un programme SIG.

Infoworks RS propose également une grande diversité d'ouvrages hydrauliques (ponts, buses, seuils, conduites de différentes formes...). Un de ses atouts majeurs est de pouvoir modéliser en 1D, 2D et en couplage 1D-2D.

La schématisation du site d'étude peut être décrite par un lit mineur construit à l'aide de profils en travers et d'ouvrages tels que des orifices, des ponts, des gués... auxquels peut être associé un maillage issu d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) pour représenter le lit majeur.

Il permet notamment d'établir des cartes de zones inondables, d'optimiser des aménagements et d'analyser le fonctionnement de systèmes hydrauliques complexes.

4 Construction des différents modèles

De manière générale, quel que soit le type de modèle, les murs de clôture n'ont pas été pris en compte.

4.1 Construction du réseau filaire

Les modèles hydrauliques ont été construits à partir des relevés topographiques et du LIDAR. Quelques profils ont dû être interpolés afin de garantir la stabilité du modèle. Certains profils ont également été prolongés en utilisant le MNT afin de modéliser le lit majeur du cours d'eau lorsque celui-ci est modélisé de manière unidimensionnelle. En ce qui concerne les ouvrages, aucune obstruction n'a été prise en compte.

4.2 Construction des secteurs modélisés en 2D

Dans les parties modélisées en 2D, les bâtiments ont été intégrés dans le maillage, c'est-à-dire que le volume d'eau présent dans les habitations a ainsi été considéré. Les murs n'ont pas été pris en compte.

4.3 Conditions aux limites

4.3.1 Condition amont

La condition amont correspond à l'injection des débits de pointe des périodes de retour étudiées ou de la crue historique étudiée pour les modèles réalisés en régime permanent.

Pour les modèles réalisés en régime transitoire, les débits de pointe du modèle hydrologique ont été calés sur les débits de pointe calculés au préalable.

4.3.2 Condition aval

Au niveau de la confluence affluents-Rhône, il n'a pas été pris en compte de contrainte aval liée au Rhône.

4.4 Calage des modèles

Le modèle numérique doit être calé pour représenter au mieux la réalité.

Le calage des modèles se fait essentiellement par l'ajustement des coefficients de Manning-Strickler. Ceux-ci sont fixés en fonction de l'occupation des sols, répertoriée par des visites de terrain et des photos aériennes.

Sur le bassin versant du Rhône, on distingue essentiellement six types d'occupation des sols différents :

- les cultures agricoles sont représentées par un coefficient de Strickler de 15.
- les vignes et les vergers, ralentissent d'avantage l'écoulement et sont donc représentés par un coefficient de Strickler de 12,
- les forêts sont représentées par un coefficient de Strickler de 8,
- les jardins sont représentés par un coefficient de Strickler de 10,
- les routes sont représentées par un coefficient de Strickler de 35,
- le lit mineur a un coefficient de Strickler compris entre 12 et 45 suivant l'état du cours d'eau (12 pour un petit ruisseau très encombré et 45 pour des certains secteurs fortement aménagés).

Le tableau ci-après présente les PHE calculées et les PHE mesurées jusqu'aux alentours de l'A9. En aval, la comparaison des PHE calculées avec les PHE mesurées n'a pas été réalisée dans la mesure où des travaux qui ont été réalisés suite à la crue de 1988 entraînent des

modifications en crue sur les écoulements du Rhône (mise en place d'endigements en rive gauche du Rhône).

A titre indicatif, il est fourni en annexe des éléments sur une simulation réalisée sans prise en compte de la digue existante.

PHE renommé e	Commune concernée	Plus hautes eaux mesurées (m)	Plus hautes eaux calculées par le modèle 1D-2D (m)	Ecart en cm entre les 2	Source	Remarques et explications
PHE1	Langlade (chemin en amont de la RD14)	59.18	58.93	- 25	SMBVV	Probable effet de vague ayant pu entraîner une surcote (nombreux ponts obstrués lors de la crue sur Caveirac) et conjonction avec du ruissellement arrivant par la voie communale
PHE2	Langlade (à l'aval rive gauche du chemin en amont de la RD14)	58.33	57.44	- 89	BCEOM 1996	PHE mesurée en plein champ, localisation probablement peu exacte – fiabilité incertaine, conjonction avec du ruissellement probable
PHE3	Langlade (RD14)	55.6	55.61	+ 1	SMBVV	Cohérence avec la PHE mesurée
PHE4	Clarensac (lotissement secteur les Garrès)	46.98	46.44	- 54	BCEOM 1996	Les murs de clôture peuvent localement avoir un effet de surcote – murs de clôture non pris en compte dans la modélisation
PHE5	Clarensac (secteur Mas Persin)	44.82	44.63	- 19	BCEOM 1996	Exactitude de la position de la PHE sur la voie ?
PHE6	St Côte et Maruéjols (Ruisseau du jeu de Boules)	63.77	63.79	+ 2	SMBVV	Cohérence avec la PHE mesurée

PHE7	Saint Dionisy (secteur de confluence avec le Rieutord)	42.1	41.22	- 88	BCEOM 1996	PHE mesurée en plein champ, localisation probablement peu exacte – fiabilité incertaine
PHE8	Saint Dionisy (Pont des Vieux)	40.32	40.19	- 13	BCEOM 1996	Cohérence avec la PHE mesurée
PHE9	Calvisson (Piste cyclable)	38.61	38.57	- 4	SMBVV	Cohérence avec la PHE mesurée
PHE10	Calvisson (RD107 – rive droite)	32.46	Hors zone inondable		BCEOM 1996	PHE probablement liée au ruissellement
PHE11	Boissières RD107	32.04	32.15	+ 11	BCEOM 1996	Cohérence avec la PHE mesurée
PHE12	Boissières RD107	31.68 ?	31.80	+ 12	EGIS 2012	Valeur indiquée par la source comme incertaine
PHE13	Calvisson (les Lorieux)	27.91	Hors zone inondable		BCEOM 1996	PHE probablement liée au ruissellement
PHE14	Calvisson (en rive droite entre les Lorieux et l'A9)	26.36	26.53	+ 17	BCEOM 1996	Cohérence avec les témoignages (2 m d'eau)
PHE15	Calvisson (Mas Rouge)	26.48	26.39	- 9	BCEOM 1996	Cohérent avec la PHE mesurée
PHE16	Calvisson (secteur moulin de Pascalet)	26.9	26.50	- 40	BCEOM 1996	PHE probablement liée au ruissellement
PHE17	Vergèze (amont A9)	25.43	25.69	+ 26	BCEOM 1996	Instabilité due à l'ouvrage de l'A9, PHE calculée cohérente avec la ligne d'eau
PHE18	Vergèze (amont A9)	28.94	24.48	- 446	SMBVV	PHE mesurée incohérente avec les autres
PHE19	Vergèze	23.95	23.88	- 7	Richier	Cohérence avec la

	(aval A9)					PHE mesurée
PHE20	Vergèze (aval A9)	23.95	23.88	- 7	BCEOM 1996	Cohérence avec la PHE mesurée
PHE21	Vergèze (aval A9)	23.97	23.88	- 9	BRL	Cohérence avec la PHE mesurée

Tableau 17 : Comparaison des PHE mesurées en 1988 aux hauteurs d'eau calculées

Le modèle peut être validé dans la mesure où les PHE connues au niveau des ouvrages structurants sont en cohérence avec les résultats du modèle. Les PHE, où les écarts sont plus importants, se situent globalement dans des secteurs où il y a du ruissellement ou une présence de murs de clôture qui peut expliquer ces écarts.

A titre informatif, il a été représenté en 3D la PHE du SMBVV et l'emprise de la zone inondable telle qu'elle l'aurait été si la PHE avait été atteinte. Cette représentation montre bien que la PHE indiquée entrainerait une zone inondable plus importante que celle réellement observée.



Figure 20 : Photo prise à l'amont de l'A9 lors de la crue de 1988

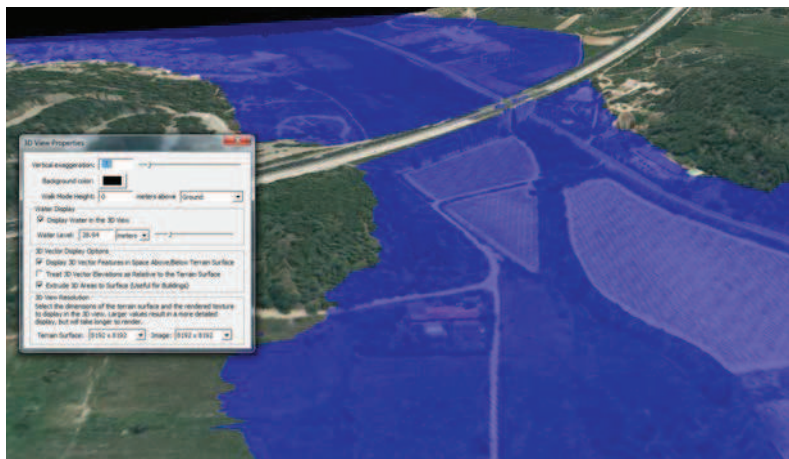


Figure 21 : Représentation en 3D sur le MNT de la PHE (28,94 m) au pont de l'A9 lors de la crue de 1988 fournie par le SMBVV (logiciel : Global Mapper)

4.5 Présentation des différents modèles

Plusieurs modèles ont été traités en régime filaire et permanent. Il s'agit de secteurs où il y a peu de stockage et où les écoulements sont peu complexes. Pour chacun une carte permet de localiser l'emprise du modèle.

Les secteurs concernés sont les suivants :

- le Rhône à l'amont de la zone agglomérée et plus précisément du lieu-dit « Grand Bois » à l'amont de l'étude réalisée dans le cadre de l'étude communale,



Figure 22 : Visualisation du modèle Rhône amont

- le Rianse à l'amont du modèle réalisé dans le cadre de l'étude communale, plus précisément du lieu-dit « Cour Chauvet » à l'amont au lieu-dit « Mazet de France ».

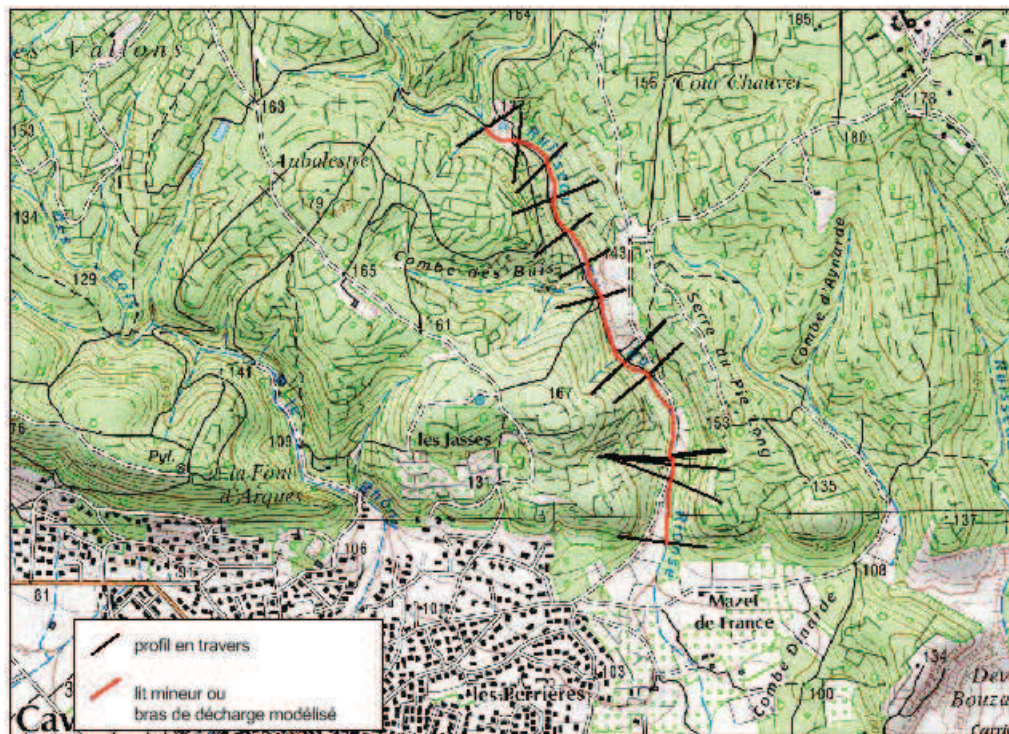


Figure 23 : Visualisation du modèle Rianse amont

- le ruisseau au sud de Caveirac (affluent du Rianse) du lieu-dit « Mazet de Gleize » à la confluence avec le Rianse.

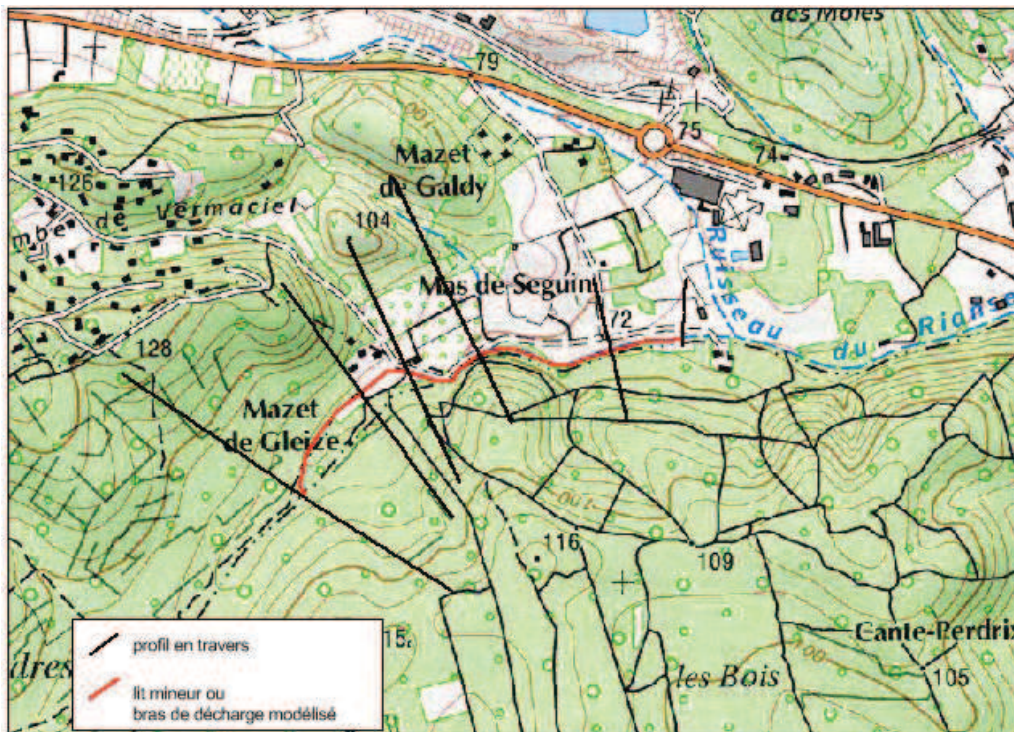


Figure 24 : Visualisation du modèle au sud de Caveirac

- le valat de la Font d'Auroux et la combe de la Baraque des lieux dits « la Font d'Auroux » et du « Puech du Loup » au lieu-dit « Saint Pierre de Vaquière ».

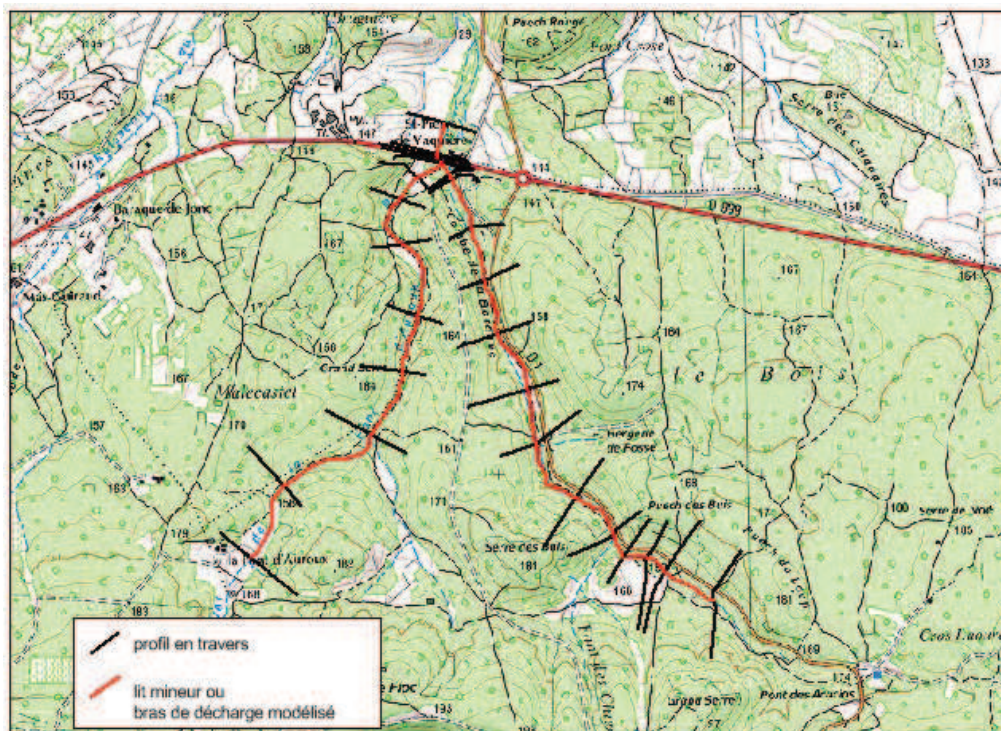


Figure 25 : Visualisation du modèle Font d'Auroux-Combe de la Baraque

- le ruisseau de de Calvisson à l'amont de la zone agglomérée et plus précisément du lieu-dit le Romarin à l'amont du modèle réalisé dans le cadre de l'étude communale (filare maillé au droit du lieu –dit les Jasses » car bras de décharge en rive gauche du bas principal),

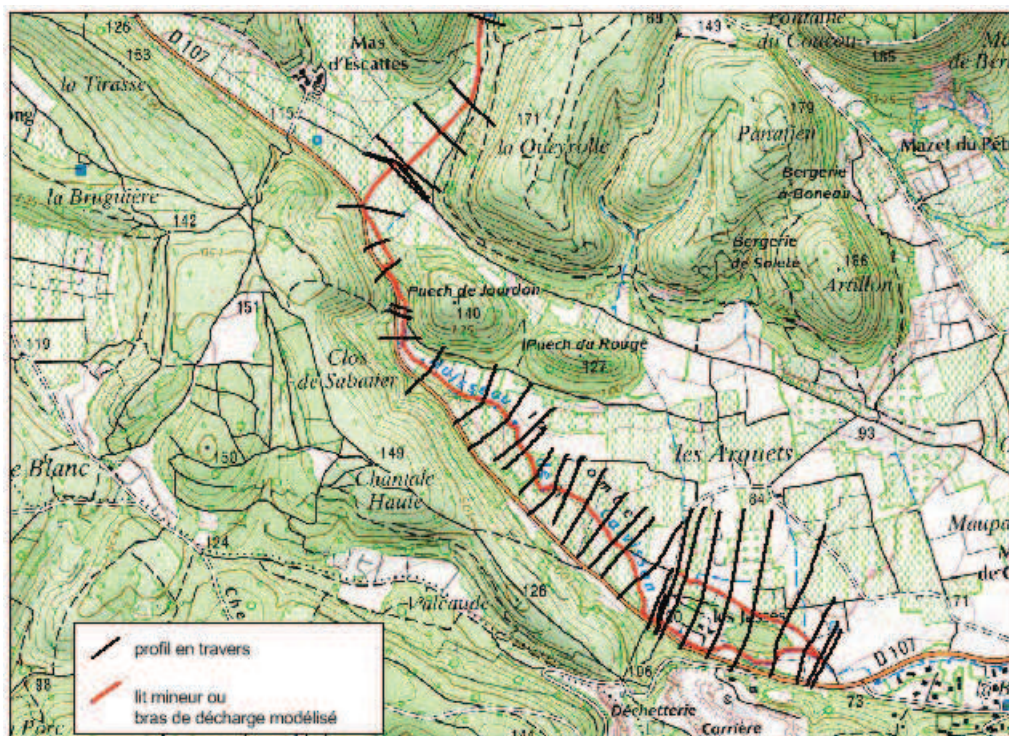


Figure 26 : Visualisation du modèle ruisseau de Calvisson

- le ruisseau du Pont de la RD703 à la limite communale de Saint Côme et Maruéjols.

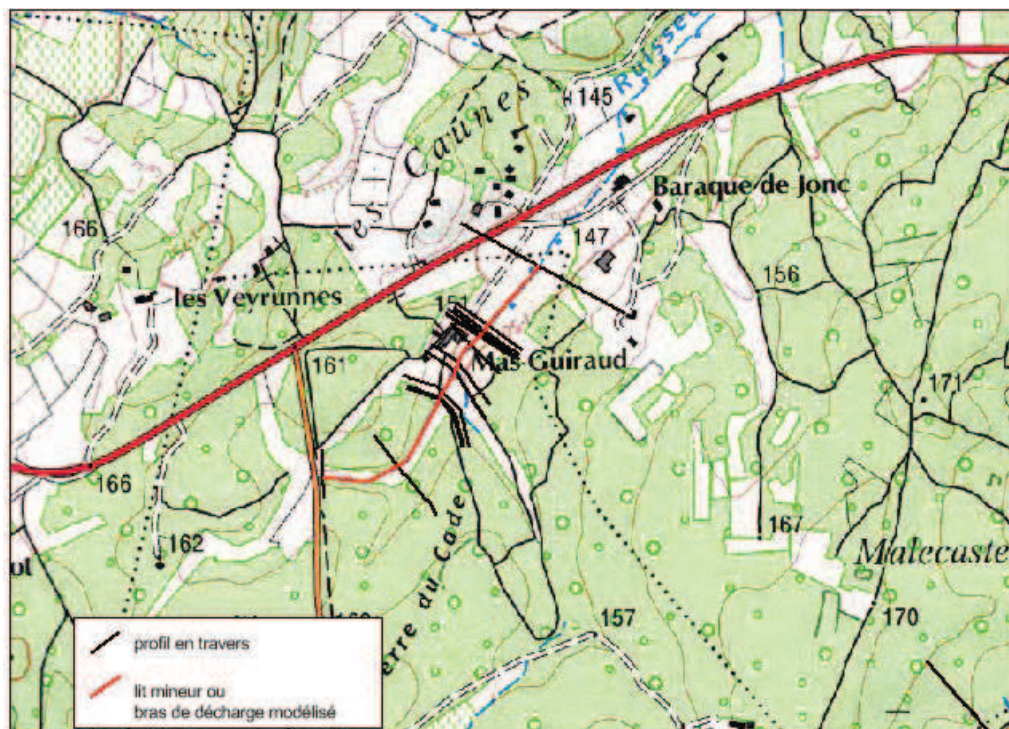


Figure 27 : Visualisation du modèle ruisseau du Pont

- la partie amont du Merlanson à l'amont de la RD1 sur la partie est de St Côme.



Figure 28 : Visualisation du modèle St Côme – partie située à l'Est

Plusieurs modèles ont nécessité un passage au moins en partie en 2D du fait de la complexité des écoulements en lit majeur ou de phénomène de stockage, c'est le cas de :

- les affluents Nord du Rianse au Nord de Caveirac ont fait l'objet d'un modèle 1D-2D.

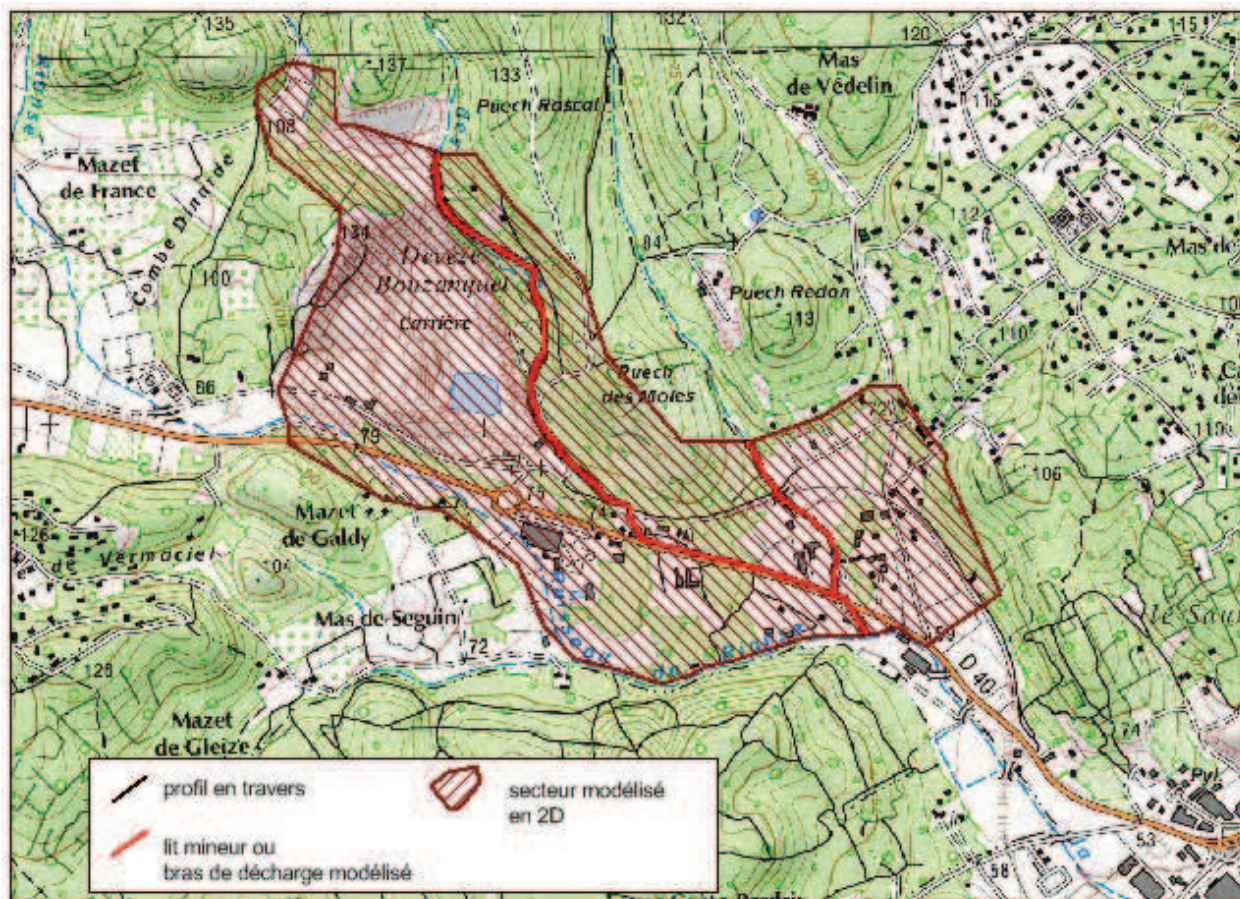


Figure 29 : Visualisation du modèle sur les affluents Nord du Rianse à Caveirac

- le ruisseau de Fontanes et ses affluents principaux sur Congénies ainsi que la partie aval du ruisseau de Calvisson à la sortie de la zone agglomérée ont fait l'objet d'un modèle 1D-2D.

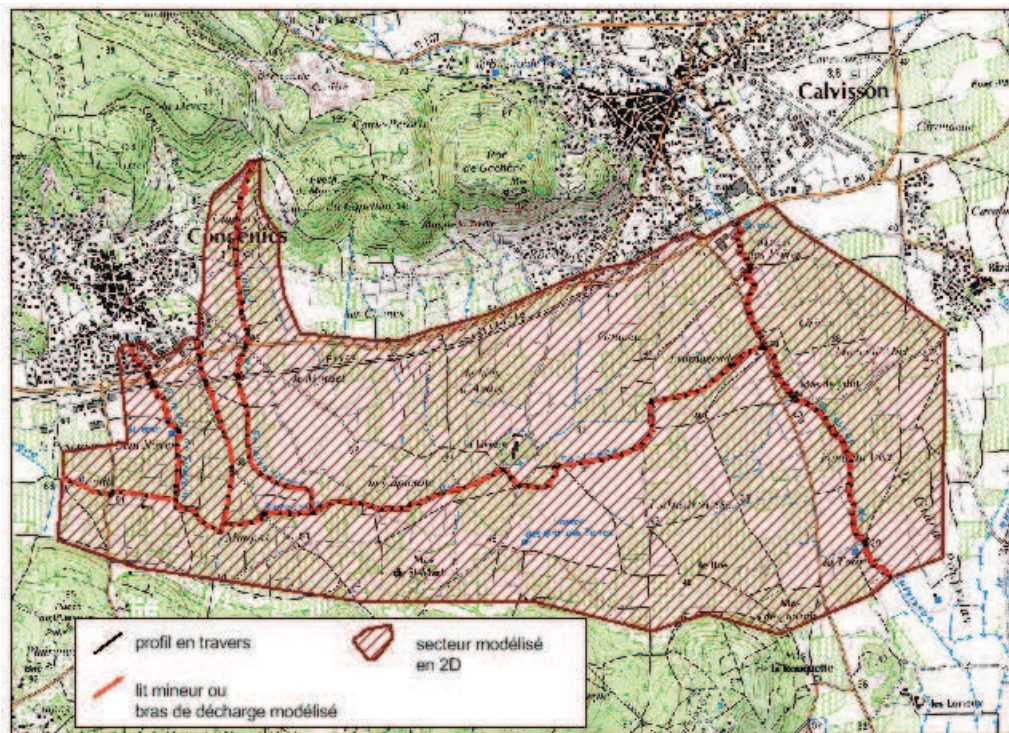


Figure 30 : Visualisation du modèle sur le ruisseau de Fontanes – ruisseau de Calvisson aval

- le ruisseau de Maruéjols : la partie amont est exclusivement en modèle filaire alors que sa partie aval faisant jonction avec le modèle global du Rhône a été réalisée en modèle 1D-2D (2D sur sa rive droite).

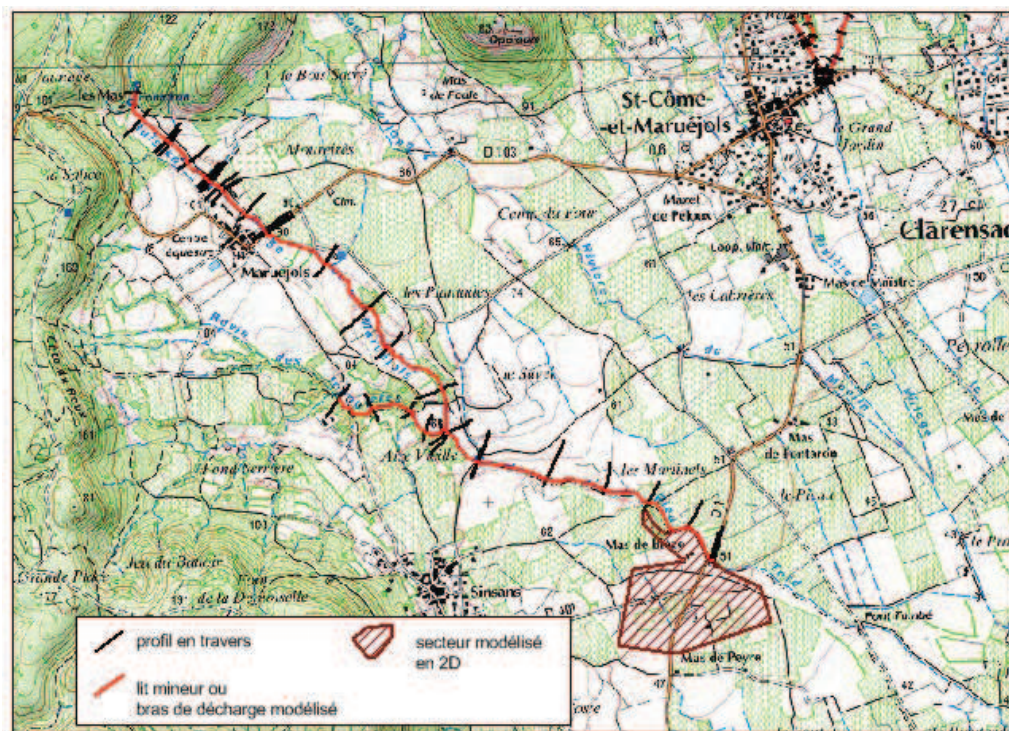


Figure 31 : Visualisation du modèle St Côme – partie située à l'Est

- le Razil, sur sa partie en amont de l'A9 a fait l'objet d'un modèle 1D-2D sur l'ensemble du linéaire étudié.

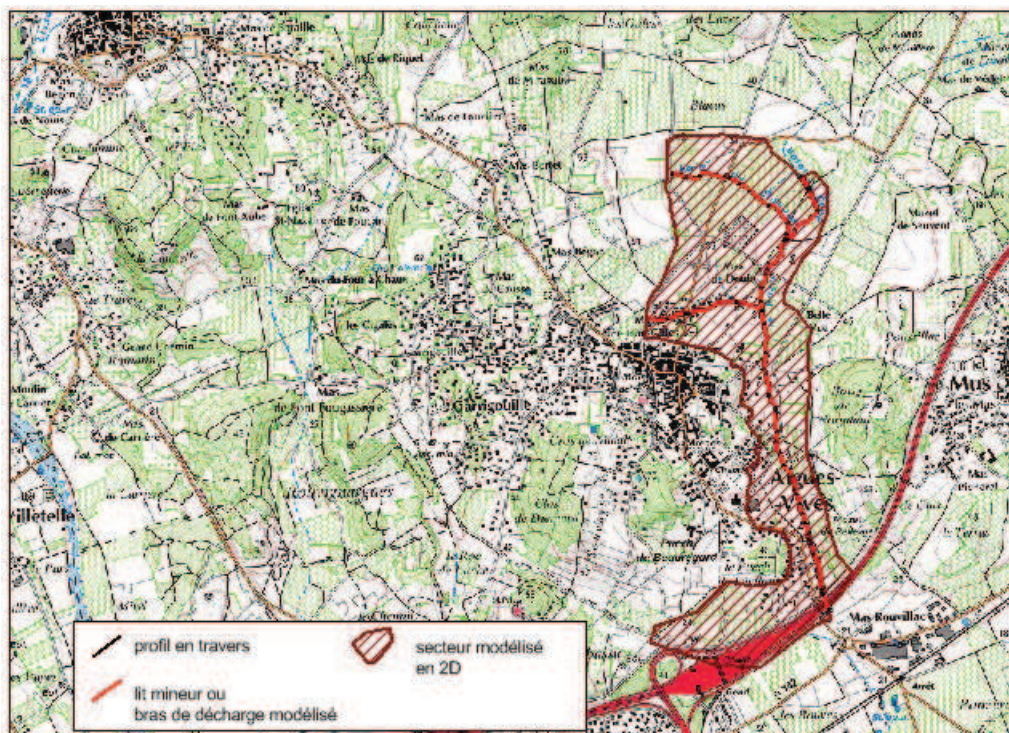


Figure 32 : Visualisation du modèle Razil amont

- le valat de la Grave : la partie amont est exclusivement en modèle filaire alors que sa partie aval faisant jonction avec le modèle global du Rhône a été réalisée en modèle 1D-2D.

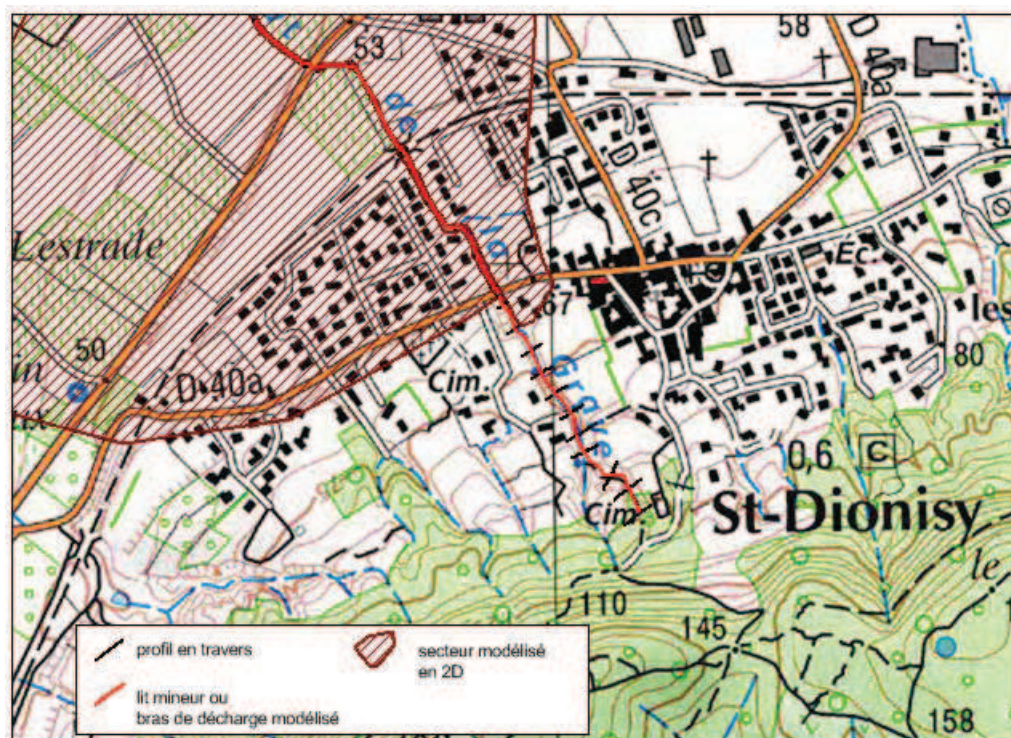


Figure 33 : Visualisation du modèle sur la Grave

- le lagau de Nages est quasi-exclusivement modélisé en modèle 1D-2D, il s'étend de l'amont de la zone agglomérée au secteur du « Presbytère ».

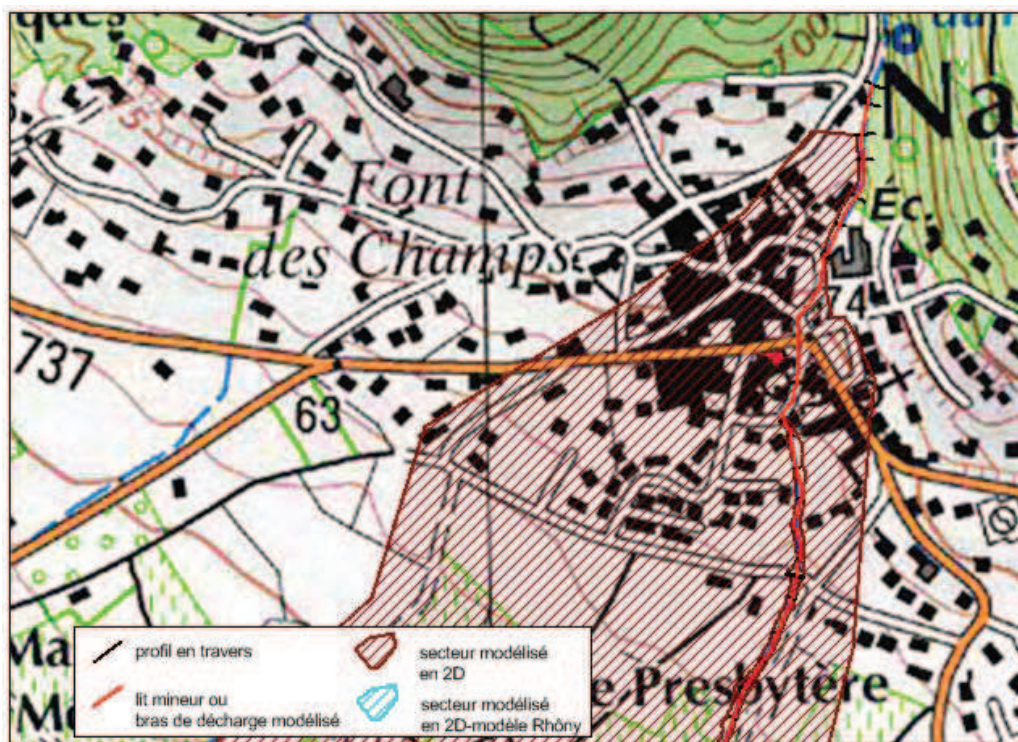


Figure 34 : Visualisation du modèle sur le lagau de Nages

- le lagau de Solorgues est modélisé en 1D-2D sur l'ensemble de son linéaire, c'est-à-dire du lieu-dit « les Jonquières » au lieu-dit « les Coulones ».

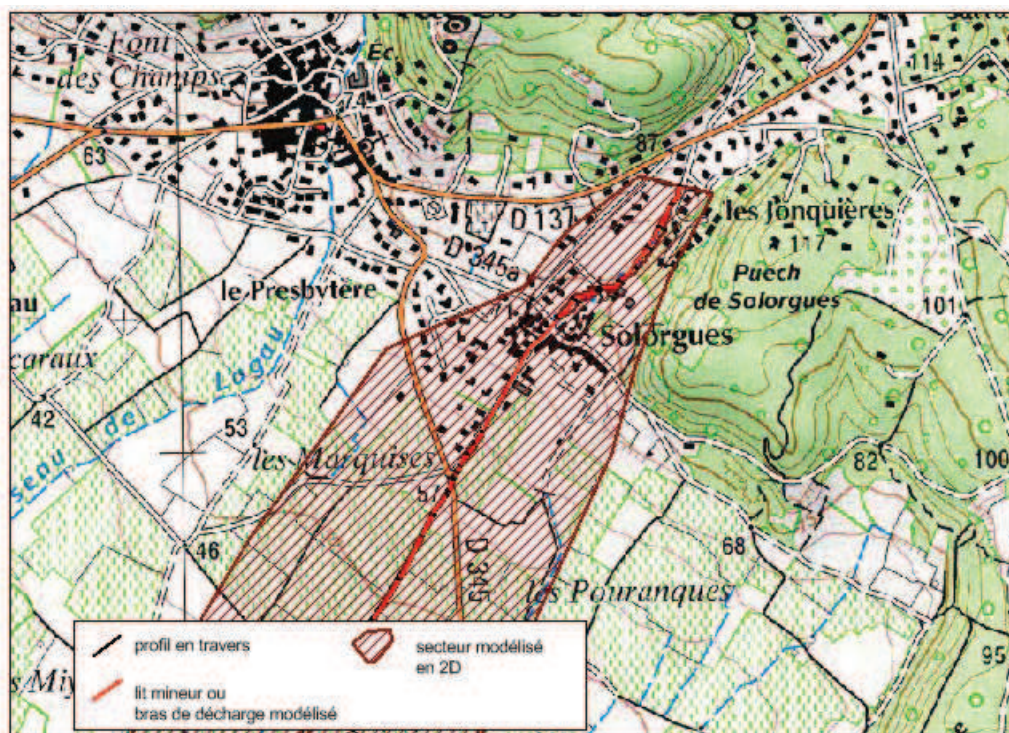


Figure 35 : Visualisation du modèle sur le lagau de Solorgues

- les valats de Playcine et de Rouveyrenque sont modélisés en 1D-2D sur l'ensemble du linéaire étudié de l'amont des Puechs de la Rode et du Pendu à la confluence avec le valat de Rouveyrenque pour le valat de Playcine et sur l'ensemble du linéaire de Rouveyrenque en amont du valat de Playcine.

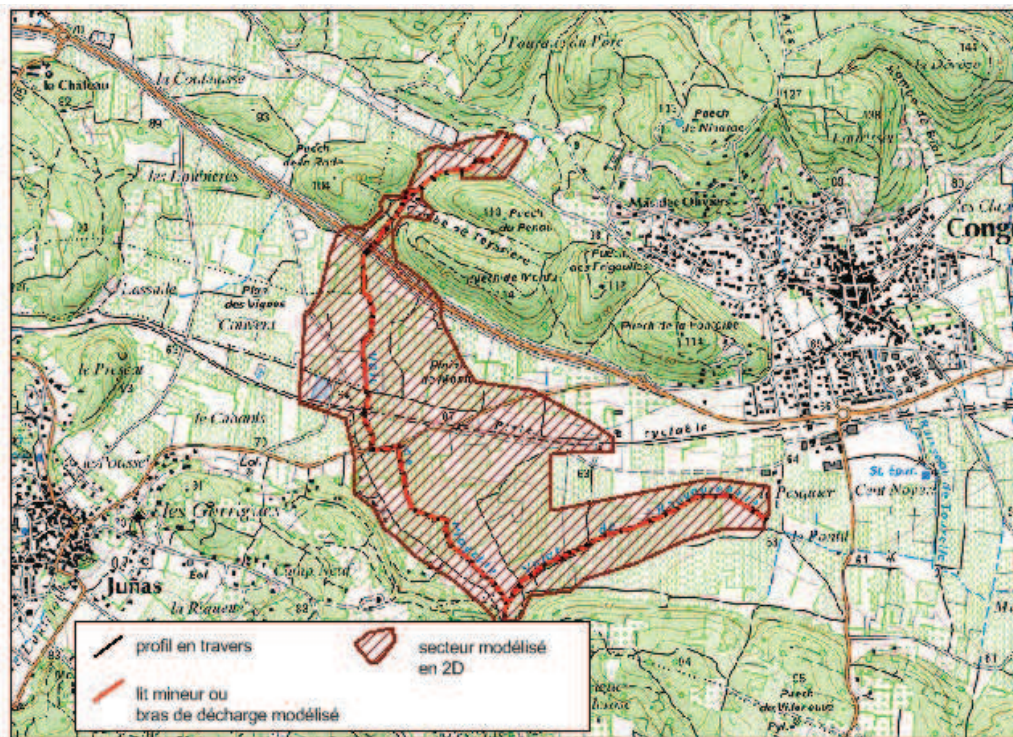


Figure 36 : Visualisation du modèle sur les valats de Playcine et de Rouveyrenque

- le reste de la zone d'étude a été intégré dans le modèle global Rhône-Razil réalisé en 1D-2D.

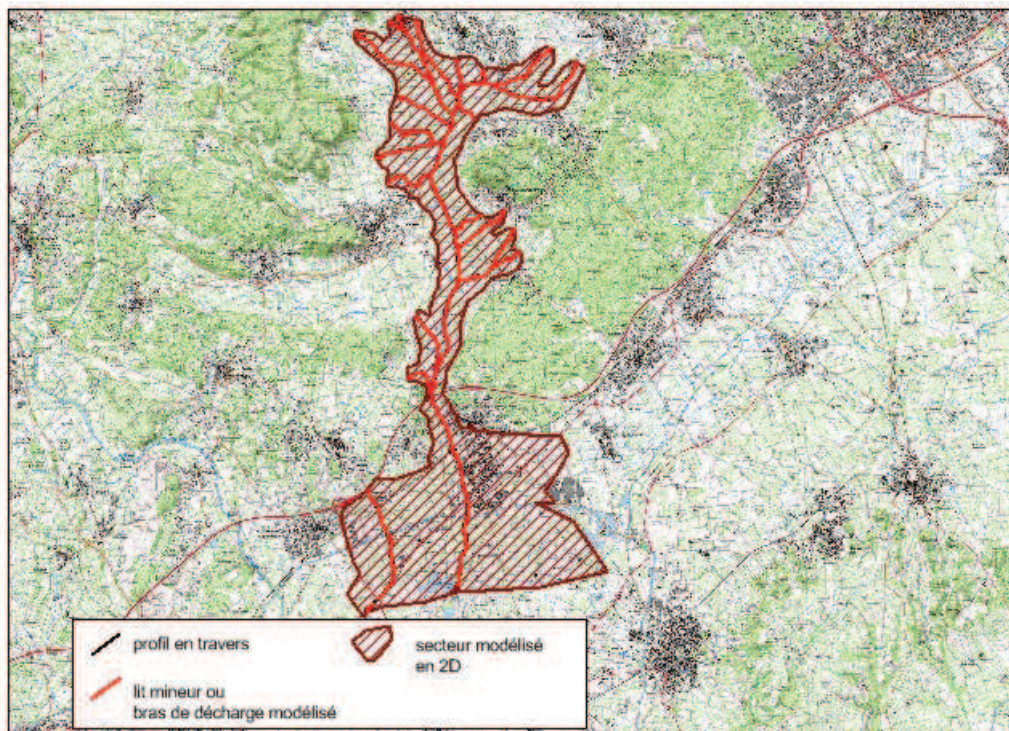


Figure 37 : Visualisation du modèle principal Rhône-Razil

4.6 Résultats des modélisations : dynamique d'écoulement et enjeux touchés

4.6.1 Le Rhône

De l'amont du modèle réalisé sur le Rhône à la confluence avec le Rhône Vert, le cours d'eau déborde majoritairement en rive droite à partir de la crue de période de retour 5 ans. La rive gauche est inondée à partir de de la crue de période de retour 10 ans. Peu d'enjeux sont présents sur ce secteur, seule la RD14 est submergée.

Sur la branche du Rhône Vert, des débordements se produisent sur les deux rives dès la crue de période de retour 5 ans. Comme pour le Rhône, peu d'enjeux sont présents sur ce secteur, seule la RD14 est submergée.

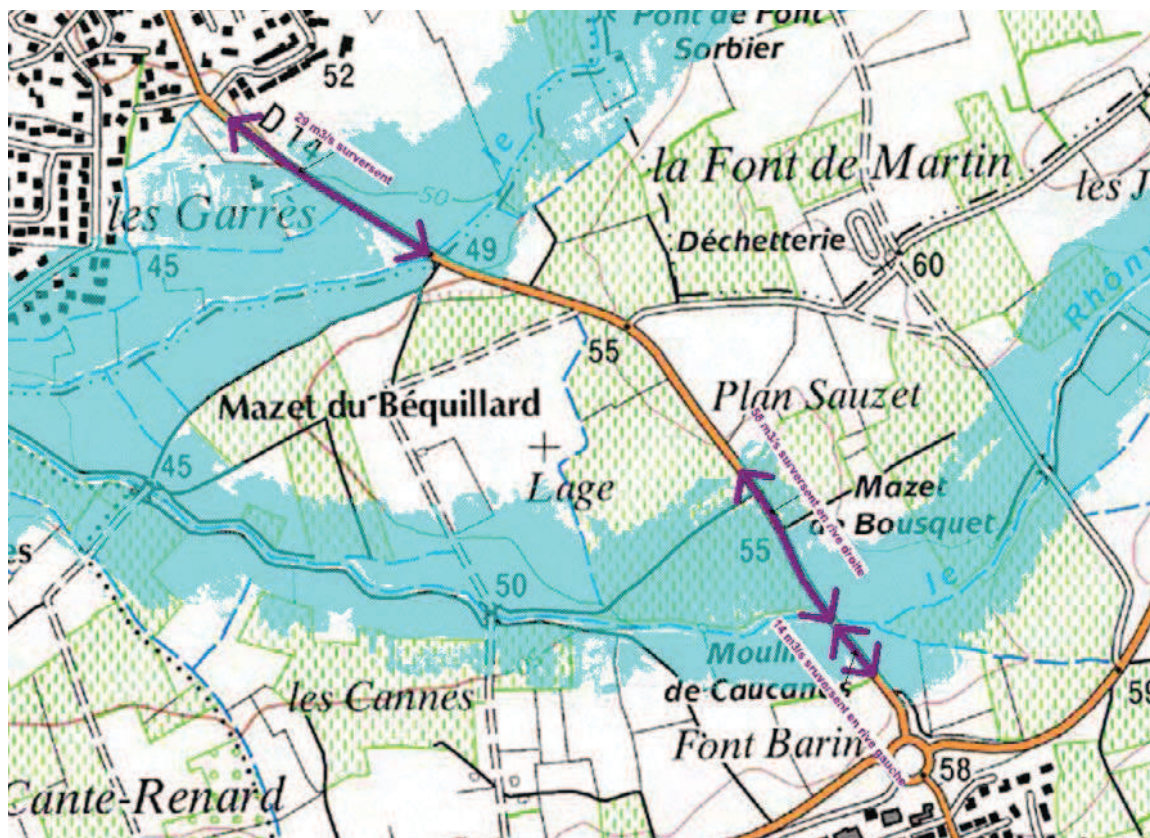


Figure 38 : Zoom sur le secteur de la RD14 pour une crue de type 1988

Au droit de la confluence, plusieurs habitations sont touchées sur le secteur des Garrès.

De la confluence Rhône - Rhône Vert à la confluence avec le Valat du Tal, des débordements se produisent dès la crue quinquennale en rive droite et au-delà de la crue décennale en rive gauche.

De la confluence avec le Valat du Tal à la RD40, des débordements se produisent dès la crue quinquennale sur les deux rives. Peu d'enjeux sont présents sur ce secteur ; on y retrouve quelques mas, des voies communales et la RD40.

Le Rhône rencontre ensuite un ouvrage fortement remblayé permettant le passage sous la piste cyclable créant ainsi une étendue de la zone inondable importante en son amont. Les eaux recouvrent essentiellement des zones de cultures.

Entre la piste cyclable et la RD137 (Pont d'Arnia), les débordements se produisent essentiellement en rive gauche et ceci dès la crue de période de retour 5 ans. La RD137 est submergée.

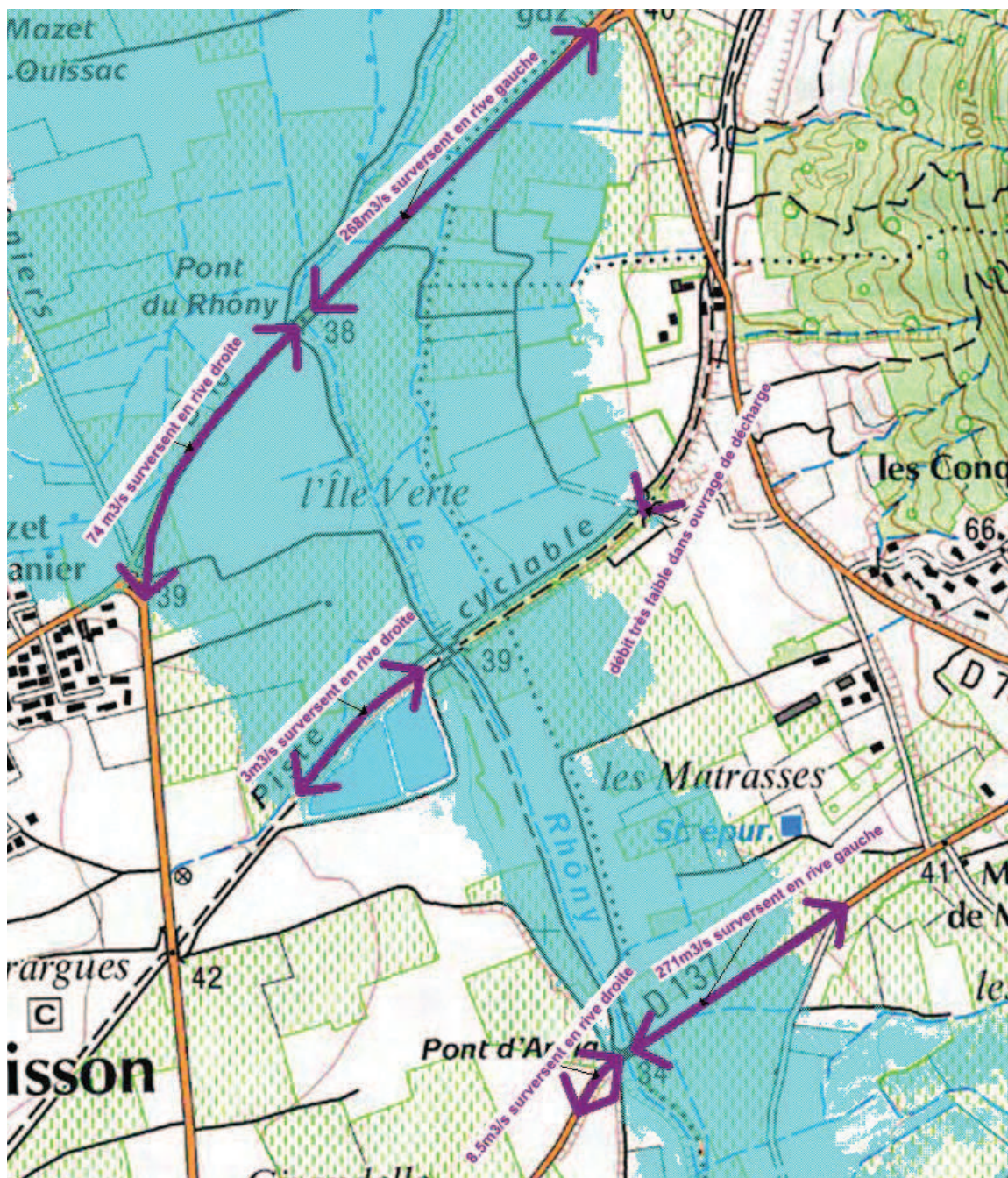
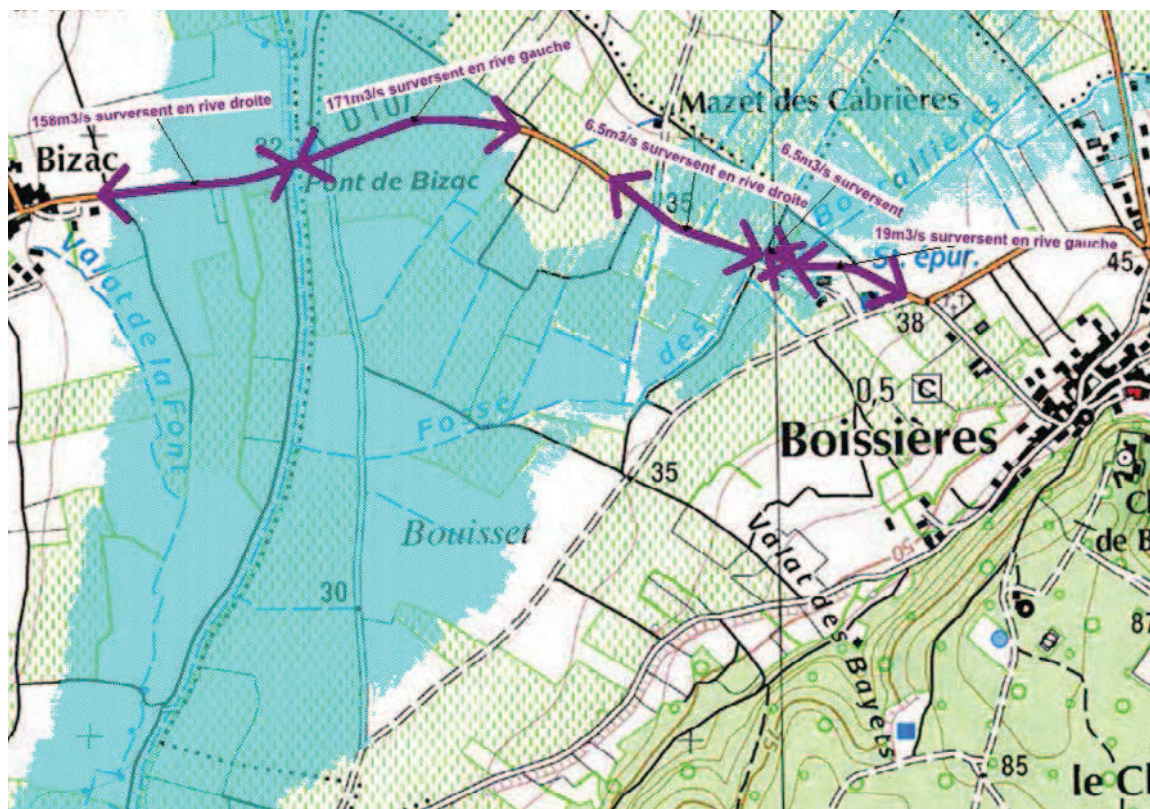
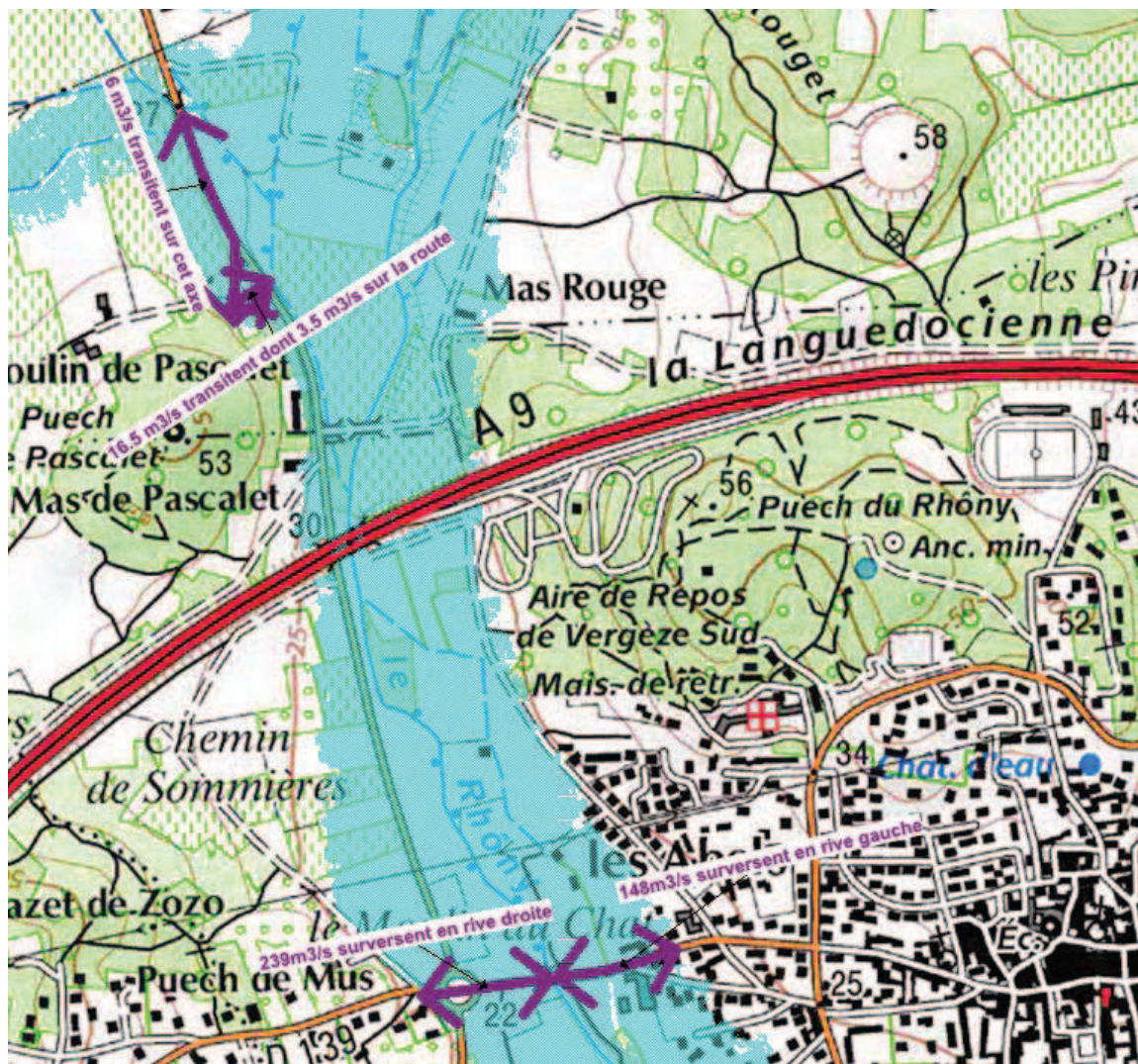


Figure 39 : Zoom sur le secteur de Calvisson pour une crue de type 1988

De la RD137 à l'A9, les débordements se produisent sur les deux rives et ceci dès la crue de période de retour 5 ans. La RD107 est submergée. Le lieu-dit des « Lorieux » est touché.



De l'A9 au canal BRL, le Rhôny déborde sur des zones à forts enjeux. En amont de la voie ferrée, la RD139 est submergée ; la rive droite est inondée dès la crue de période de retour 5 ans ; la rive gauche n'est inondée pour la crue de période de retour 5 ans que jusqu'au niveau du bras mort. A noter qu'au niveau de la RD139, les eaux peuvent contourner la digue côté Est entraînant ainsi l'inondation de plusieurs habitations sur ce secteur dès la crue décennale. La rue des Coralines est ainsi concernée, la rue des Jardinets l'est progressivement en fonction du degré de la crue. A noter également que parmi les secteurs touchés, on retrouve le lieu-dit « Moulin du Chat ».



En aval de la voie ferrée et jusqu'à la RN113, les débordements se font quasi exclusivement en rive droite pour la crue quinquennale. Au-delà de cette crue, des débordements se produisent en rive gauche. Dès la crue décennale, le quartier en rive gauche en amont de la RN113 est touché ainsi que la partie basse de la zone artisanale en rive droite. Pour les crues plus importantes de type 1988 ou centennial, les écoulements débordants en rive gauche en aval de la voie ferrée peuvent se diriger vers le secteur de la cave coopérative puis vers le secteur des Mourgues, après avoir franchi le chemin de la Monnaie, avant de se stocker en amont de la RN113. Par conséquent, sur ce secteur, les principaux enjeux touchés sont les secteurs au Sud du super U et de la cave coopérative et en aval du chemin de la Monnaie, le secteur des Mourgues ainsi que le secteur des arènes et le lotissement la Tuillère. Le secteur des arènes et le lotissement la Tuillère sont les zones plus sévèrement touchées.

Au niveau de la RN113, le Rhône surverse sur la RN113, la rue d'Aimargues et la RD104 sont touchées, ainsi qu'une majorité des parcelles construites attenantes.

Un ouvrage sous la RN113 dans le secteur de la rue de la verrerie permet un petit écoulement vers l'aval. En rive droite, les écoulements se dirigent vers la partie Sud de la commune de Mus, se stockant en amont du canal BRL, puis surversant par-dessus celui-ci et transitant via celui-ci.

En aval du canal BRL, des débordements se produisent sur les deux rives dès la crue quinquennale. En rive droite, les débordements se propagent sur le secteur du mas Rouge.

A noter également qu'en rive gauche, le canal surverse au niveau de ses berges les plus basses. Les lieux-dits « Marouzière » et « la Bernade » sont touchés.

D'amont en aval, les débits globaux obtenus pour la crue de type octobre 1988 sont cohérents avec ceux des études antérieures. Voici les débits en quelques points caractéristiques du Rhône :

- RD14 : environ 150 m³/s,
- Valat du Tal – Pont de Peyre : environ 230-240 m³/s,
- RD20-RD137-Pont de Bizac : environ 350-360 m³/s,
- A9 : environ 470 m³/s,
- Aval siphon BRL : environ 400 m³/s,

4.6.2 Le Razil et le Rhône

La partie amont du Razil est constituée des valats du Camp et de Maupas. Sur ce secteur, le lit majeur de ces valats est très plat ; il est donc sujet à un étalement des eaux sur de grandes superficies. A partir de la crue de période de retour 50 ans, les eaux peuvent contourner le cimetière et récupérer le fossé de l'Eau Noire.

En aval de la confluence des deux valats, la voie communale est rapidement submergée et plusieurs habitations du secteur sont touchées.

Concernant l'affluent rive droite du Razil sur ce secteur, des débordements se produisent dès la crue de période de retour 5 ans en rive gauche sur un secteur à forts enjeux. Toutefois, la zone étant relativement plate et le champ d'expansion très étendu, les hauteurs d'eau sur ce secteur restent très faibles même en crue centennale. Sur ce secteur, la rive droite est globalement touchée à partir de la crue cinquantennale.

De la confluence de cet affluent au chemin de la Fontête, des débordements se produisent sur les deux rives dès la crue de période de retour 5 ans. Le chemin de Mus et le chemin de la Fontête sont submergés. Quelques parties basses de parcelles construites sont concernées.

Entre le chemin de Fontête et l'A9, les débordements se font sur les deux rives dès la crue de période de retour 5 ans. Plusieurs parcelles construites en rive droite en amont de l'A9 sont touchées dès la crue de période de retour 5 ans. Pour les crues supérieures quelques parcelles construites complémentaires sont concernées dans le secteur de la rue de la Gare.

En aval de l'A9, les débordements se produisent sur les deux rives dès la crue de période de retour 5 ans. La voie ferrée fait obstacle aux écoulements, les écoulements ont donc tendance à se propager vers la rive droite (hors zone d'étude). A noter sur ce secteur que la partie basse de la parcelle de l'usine SYNGENTA est touchée.

Entre la voie ferrée et le canal BRL, des débordements se produisent également dès la crue quinquennale ; le remblai formé par le canal BRL favorise le stockage des eaux en son amont en rive gauche du Razil. A noter qu'à partir de cette zone, les problèmes d'inondations sont dus aux apports du Razil mais également aux arrivées d'eau Rhône. La partie basse du territoire de Mus est concerné par les débordements du Rhône dès la crue décennale.

Les eaux surversent sur le canal BRL vers l'aval dès la crue cinquantennale. Le secteur de Mas de Coulondre est touché. A partir de la crue de période de retour 50 ans, les eaux franchissent ensuite la RN113 avant de s'évacuer vers le Mas Rouge.

Plus à l'Ouest, le lieu-dit « Lalemande » est touché à partir de la crue décennale et en aval de la RN113, le secteur du Mas Pupil l'est à partir de la crue de période de retour 50 ans.

4.6.3 Partie amont du Rhône

Sur la partie amont du Rhône, (en amont de la zone concernée par l'étude communale réalisée par le bureau d'études STUCKY), les débordements restent très localisés car la vallée est très peu ouverte. A noter que sont toutefois concernés, le chemin de la Fontaine d'Arc, ainsi qu'un bâtiment agricole situé en contrebas de celui-ci.

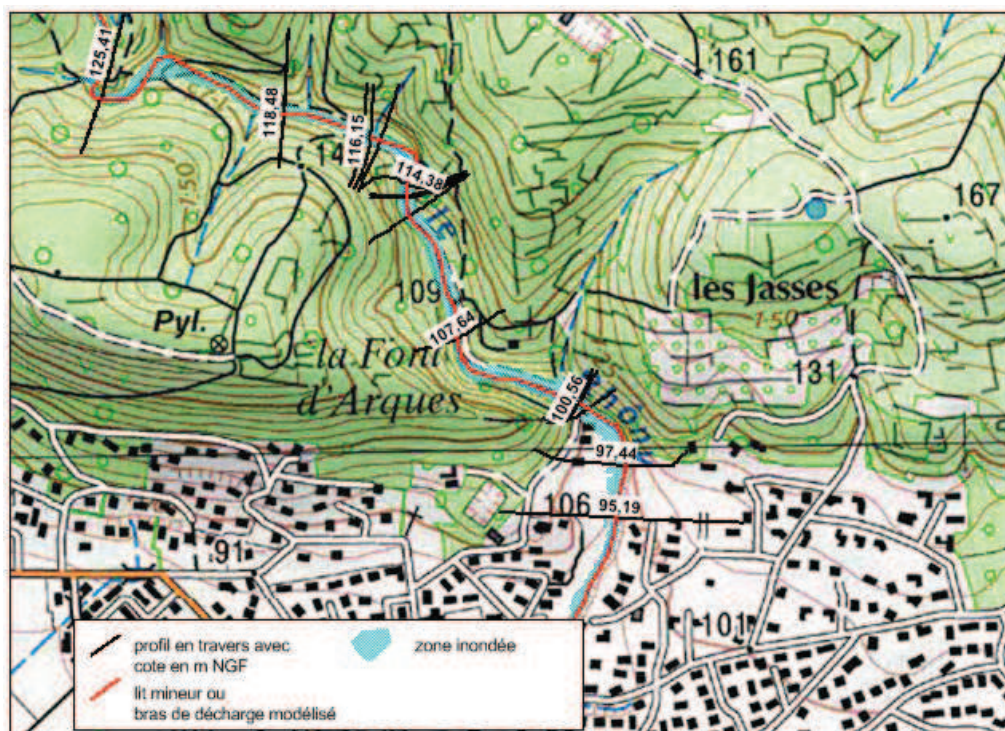


Figure 40 : Visualisation des niveaux d'eau du Rhône amont pour une crue de type 1988

4.6.4 Partie amont du Rianse

Sur la partie amont du Rianse (en amont de la zone concernée par l'étude communale réalisée par le bureau d'études STUCKY), les débordements restent très localisés quelle que soit la crue du fait que la vallée est très encaissée.

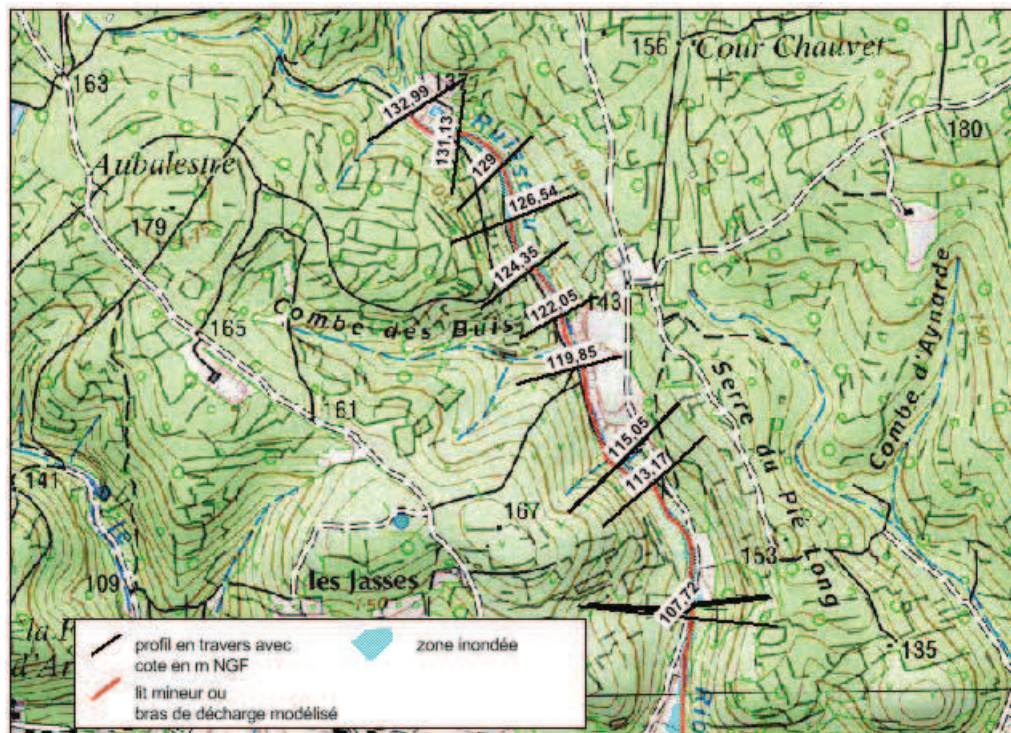


Figure 41 : Visualisation des niveaux d'eau du Rianse amont pour une crue de type 1988

4.6.5 Combe d'Aynarde, ruisseau des Jas et cours d'eau à l'Est de Caveirac

En amont de la carrière, l'emprise de la zone inondable de la combe d'Aynarde est limitée par l'encaissant. Ainsi, l'emprise évolue peu quelle que soit la crue. Les écoulements de cette combe s'écoule ensuite dans la carrière dans laquelle les eaux se stockent.

En ce qui concerne le ruisseau des Jas, une partie de son débit s'écoule vers la carrière, le reste s'écoule vers l'aval. Sur le tronçon s'écoulant en parallèle de la carrière, les débordements sont peu importants. Ils sont d'ampleur un peu plus marqué en rive droite pour la crue exceptionnelle. Les débordements deviennent plus généralisés à partir du secteur de la voie ferrée.

Sur le ruisseau le plus à l'Est de la commune, le champ d'expansion de crue est étendu en amont de la voie ferrée. Les eaux surversent sur la partie située en rive gauche de la voie ferrée. Les écoulements se propagent ensuite jusqu'à la RD40. Les parcelles construites entre ces deux ouvrages anthropiques, voie ferrée et RD40, sont concernées dès la crue de période de retour 5 ans.



Figure 42 : Visualisation des niveaux d'eau des affluents Nord du Rianse pour une crue de type 1988

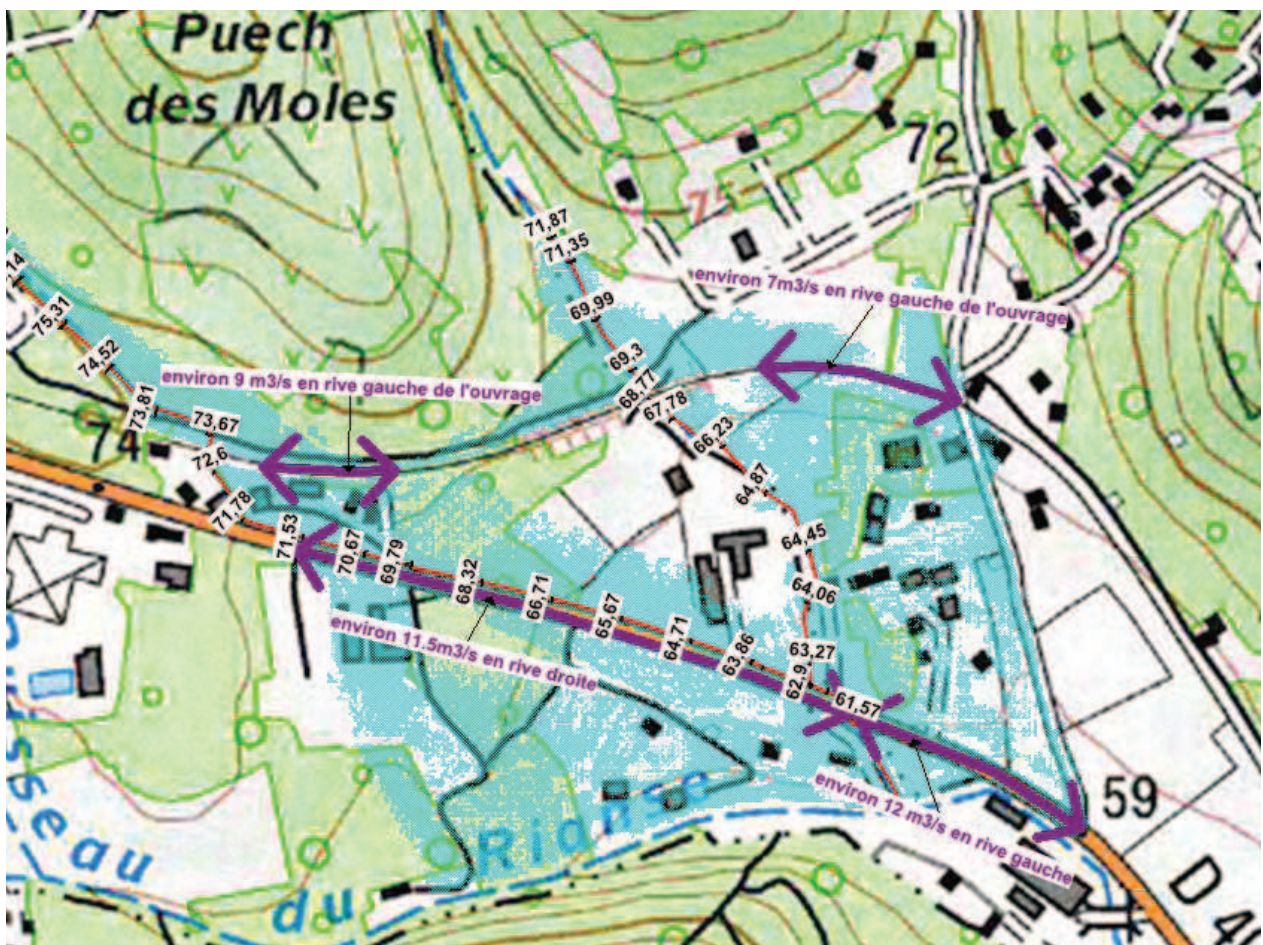


Figure 43 : Zoom sur les affluents Nord du Rianse pour une crue de type 1988

4.6.6 Valat de la Grave

En amont de la piste cyclable, aucun débordement ne se produit si ce n'est un problème de submersion localisé sur la RD40a pour la crue exceptionnelle.

Entre la piste cyclable et la RD40, des débordements se produisent localement en amont de la RD pour la crue centennale, ces débordements sont plus généralisés pour la crue exceptionnelle. La RD40 est inondée à partie de la crue de période de retour 50 ans et c'est à partir de cette même crue que les écoulements commencent à se propager au Sud vers le secteur de Lestrade (débit mineur < 1m³/s).

En aval de la RD40, les débordements sont plus généralisés, ils se produisent dès la crue quinquennale. Ce secteur étant relativement plat, le champ d'expansion y est étendu. La voie ferrée est submergée.

Entre la voie ferrée et la RD40, les écoulements se propagent le long de la RD40. Il y a également une partie du débit qui surverse sur la RD40 et qui se propage vers le Rhône.

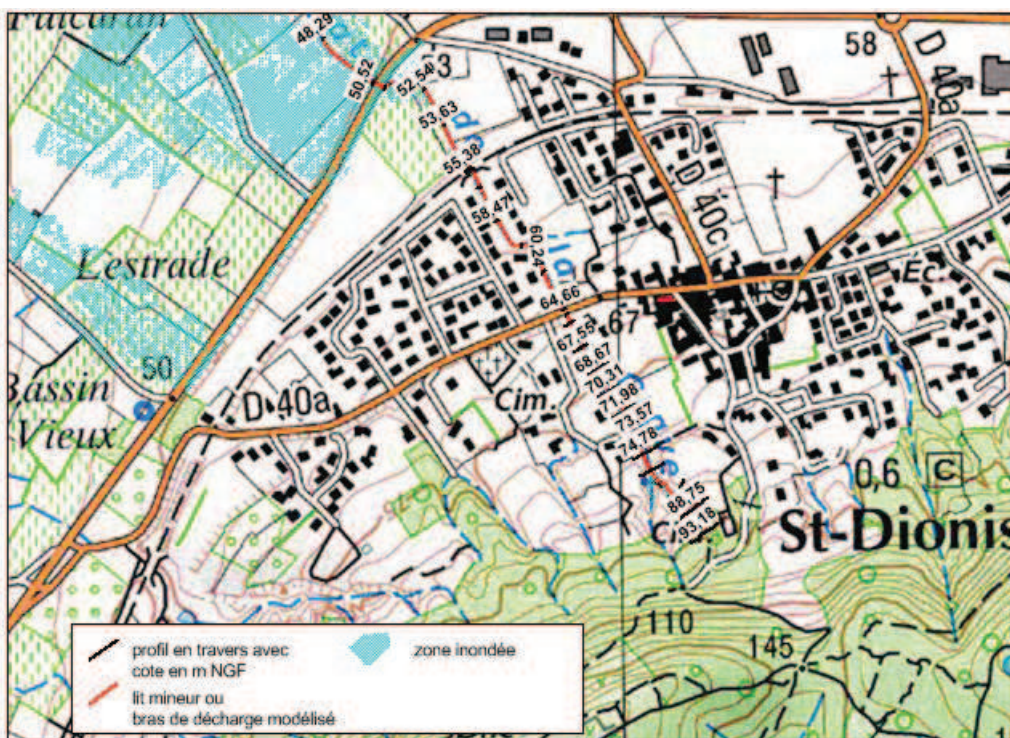


Figure 44 : Visualisation des niveaux d'eau du valat de la Grave pour une crue de type 100 ans

4.6.7 Le ruisseau au sud de Caveirac (affluent du Rianse)

Sur la partie située en amont du chemin de Vermaciél, les débordements se produisent à partir de la crue de période de retour 5 ans ; ces débordements restent toutefois localisés pour les crues les plus fortes car la vallée est relativement encaissée.

En aval du chemin, les débordements ont lieu en rive gauche principalement dès la crue cinquantennale sur le premier tronçon (partie en amont du petit affluent en rive gauche), puis dès la crue quinquennale en son aval.

Sur ce tronçon modélisé, le seul enjeu touché est donc la voie communale.

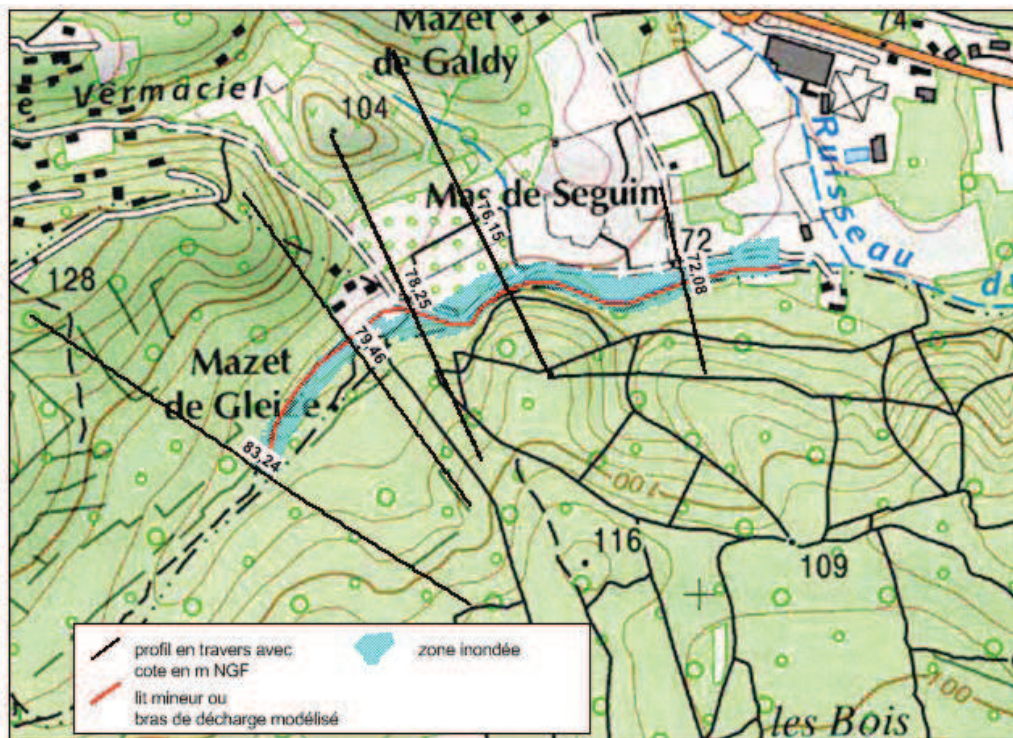


Figure 45 : Visualisation des niveaux d'eau du ruisseau au sud de Caveirac pour une crue de type 1988

4.6.8 Le valat de la Font d'Auroux et la combe de la Baraque

Le Valat de la Font d'Auroux et la Combe de Baraque sont des ruisseaux encaissés dans la garrigue. Des débordements se produisent à partir de la crue quinquennale mais sont limités par la topographie du terrain. Peu d'enjeux sont présents dans ce secteur, seule la RD1 est localement submergée par les eaux de la crue exceptionnelle.

A l'aval du modèle, le remblai de la RD999 bloque les écoulements. Le champ d'expansion des crues est localement plus étendu. Les eaux transitent uniquement au travers de l'ouvrage de passage sous la route départementale.

A l'aval de la RD999, le mas du lieu-dit « St-Pierre de Vaquièr » est concerné à partir de la crue cinquantennale.

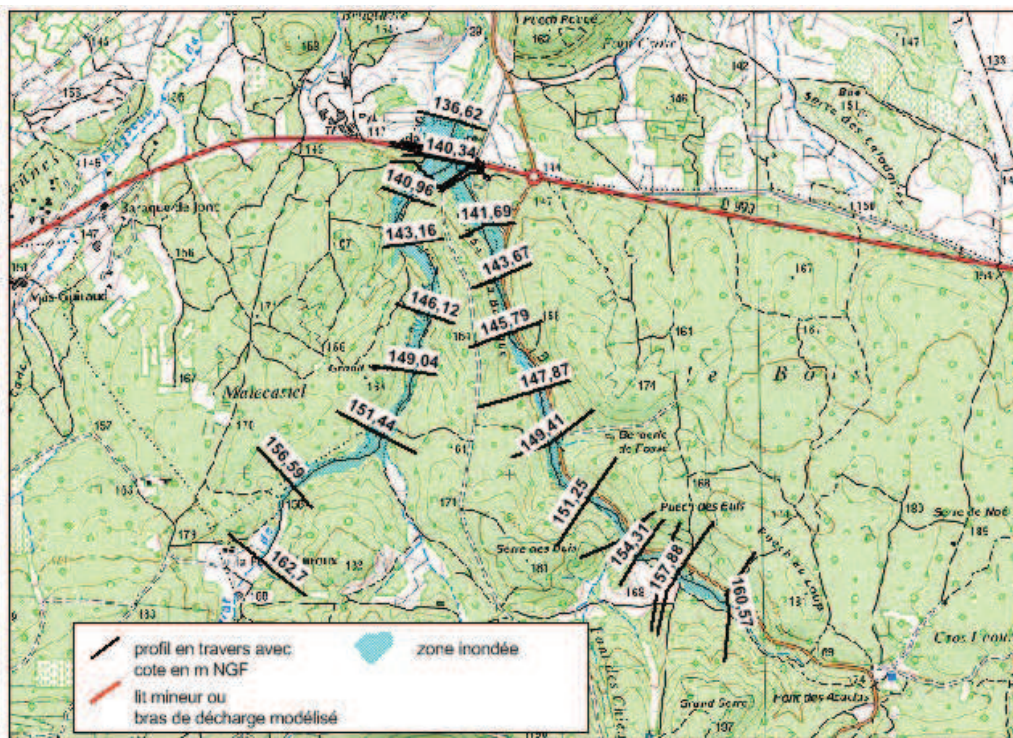


Figure 46 : Visualisation des niveaux d'eau du valat de la Font d'Auroux et la combe de la Baraque pour une crue de type 100ans

4.6.9 Le ruisseau du Pont

A l'aval immédiat de la RD703, les débordements restent assez localisés et présents dès la crue quinquennale.

Au droit du Mas Guiraud, les débordements se produisent globalement à partir de la crue de période de retour 50 ans, en rive droite comme en rive gauche. Pour les crues inférieures, les débordements sont très localisés en rive gauche.

En aval du Mas Guiraud, des débordements se produisent dès la crue de période de retour 5 ans ; au-delà l'emprise de la zone inondable croît légèrement mais aucun enjeu majeur n'est concerné.

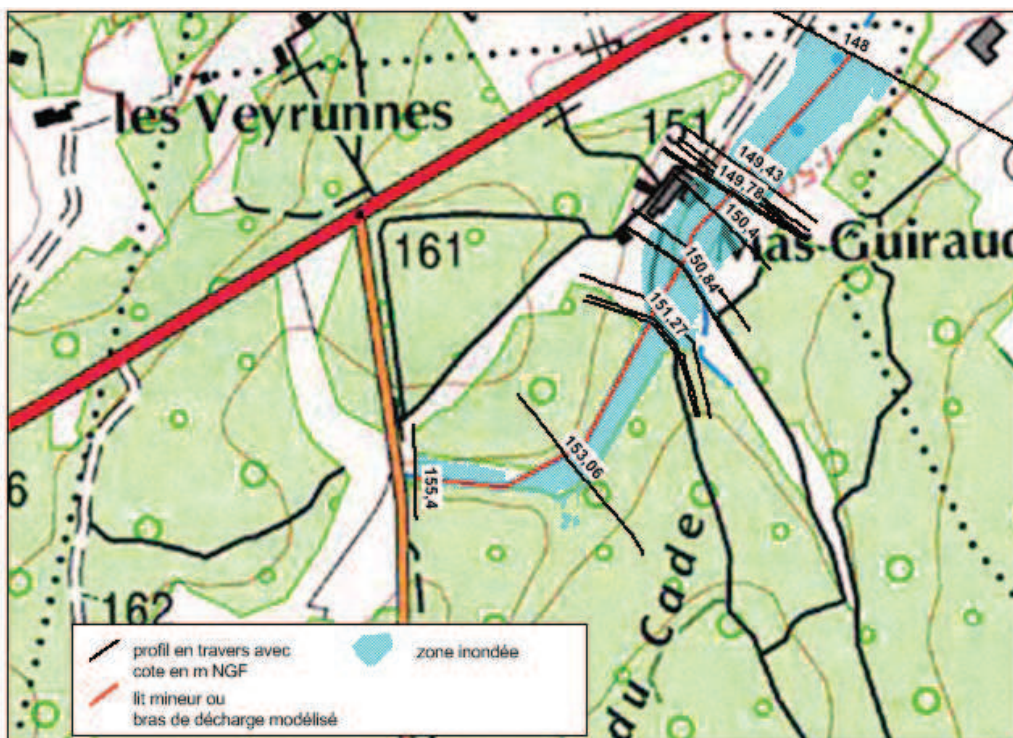


Figure 47 : Visualisation des niveaux d'eau du ruisseau du Pont pour une crue de type 100ans

4.6.10 Le Merlanson

Les affluents amont du Merlanson sont encaissés sur la première partie de leur linéaire. Des débordements se produisent mais sont extrêmement limités de par la topographie du terrain. Le secteur présente de nombreux enjeux mais ils ne sont pas touchés par les eaux. Aux abords du centre-ville, les voies communales sont touchées.

Au niveau de la RD1, les eaux s'écoulent en rive gauche. Plusieurs habitations peuvent être concernées. Les eaux submergent également une partie de la route départementale.

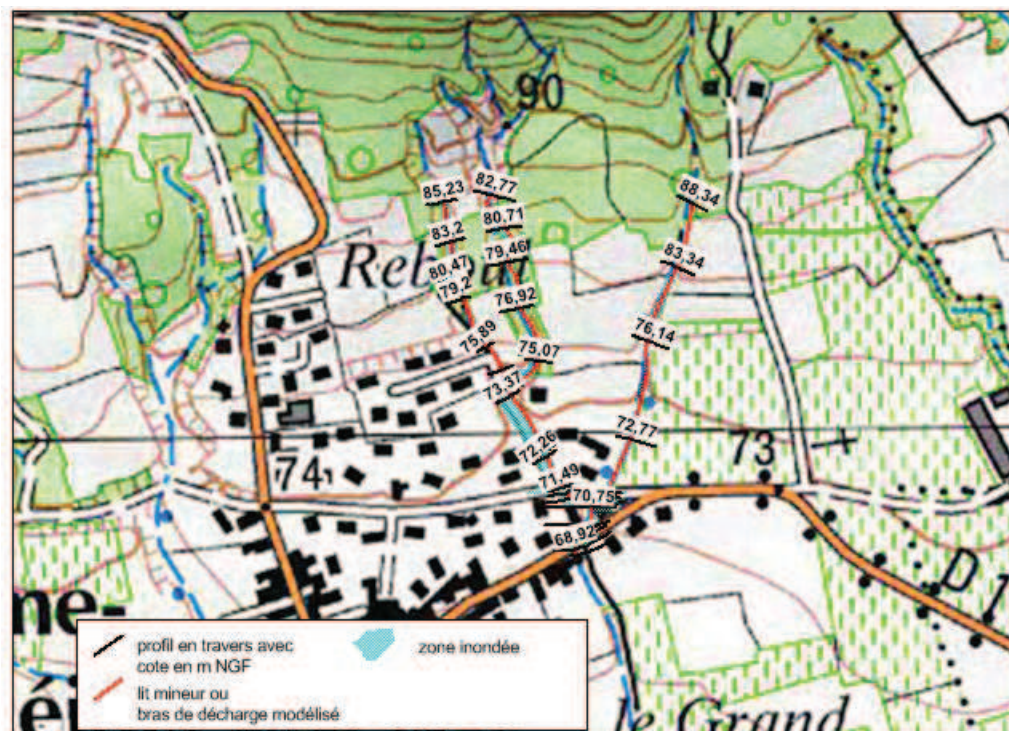


Figure 48 : Visualisation des niveaux d'eau du Merlanson pour une crue de type 100ans

4.6.11 Le ruisseau de Maruéjols

De l'amont du modèle réalisé à la RD103, le ruisseau de Maruéjols déborde à partir de la crue quinquennale. La zone inondable globalement s'étend quelle que soit la crue de projet. Quelques bâtiments/habitations sont touchés ou partiellement touchés. Les écoulements sont ensuite contrôlés par l'ouvrage de passage sous la RD103. Le lit mineur est marqué et peu de débordements se produisent à l'amont immédiat de cette route départementale. Seule la crue exceptionnelle en provoque, les eaux s'accumulent l'amont du remblai de la route départementale.

Entre la RD103 et la confluence avec le ravin des Jonquières, le ruisseau de Maruéjols est encaissé, ses débordements sont limités.

En aval de cette confluence, les débordements s'étendent majoritairement en rive gauche dès la crue quinquennale. Les eaux, qui inondent quelques parcelles en rive droite, sortent du lit mineur à partir de la crue cinquanteennale.

À l'aval, les eaux submergent la RD1 à partir de la crue de période de retour 5 ans et rejoignent les écoulements en lit majeur du Rhône. Sur ce secteur plusieurs mas sont concernés : le mas de Blèze en limite de la crue exceptionnelle et le Mas de Peyre concerné à partir des crues les plus fréquentes. Un débit d'environ 34 m³/s surverse sur la RD1 au droit de l'ouvrage et sur sa rive gauche et environ 24 m³/s sur sa rive droite.



Figure 49 : Visualisation des niveaux d'eau du ruisseau de Maruéjols pour une crue de type 100ans

4.6.12 Les valats de Playcine et de Rouveyrenque

De l'amont du Valat de Playcine, à l'Ouest de Congénies jusqu'à la RD40, des débordements localisés se produisent dès la crue quinquennale. Une habitation est touchée par les eaux au niveau de la Combe de Teyssière. Les écoulements sont contrôlés à l'aval par l'ouvrage sous la route départementale. A partir de la crue de période de retour 50 ans, il y a surverse sur la RD40. Un débit d'environ 17.5 m³/s surverse sur la RD40.

Entre la RD40 et la piste cyclable, le Valat de Playcine déborde sur les deux rives à partir de la crue de période de retour 5 ans. La zone inondable augmente peu avec les autres crues de projet. Le niveau d'eau est contrôlé le passage sous la piste cyclable ; les eaux s'accumulent en amont du remblai. Un débit d'environ 18.5 m³/s s'écoule via l'ouvrage de décharge en rive gauche. Les enjeux touchés sont faibles, seule la RD140 est submergée.

A l'aval de la piste cyclable et jusqu'à la confluence avec le Valat de Rouveyrenque, des débordements se produisent majoritairement en rive gauche, inondant ainsi de grandes surfaces dès la crue quinquennale. La RD140 et un mas sont inondés.

Le Valat de Rouveyrenque déborde peu. C'est à partir de la crue centennale que la majorité des débordements se produisent. Plusieurs parcelles agricoles sont touchées en l'aval, principalement en rive droite et ceci dès la crue de période de retour 5 ans. Les enjeux présents sur ce secteur sont faibles.

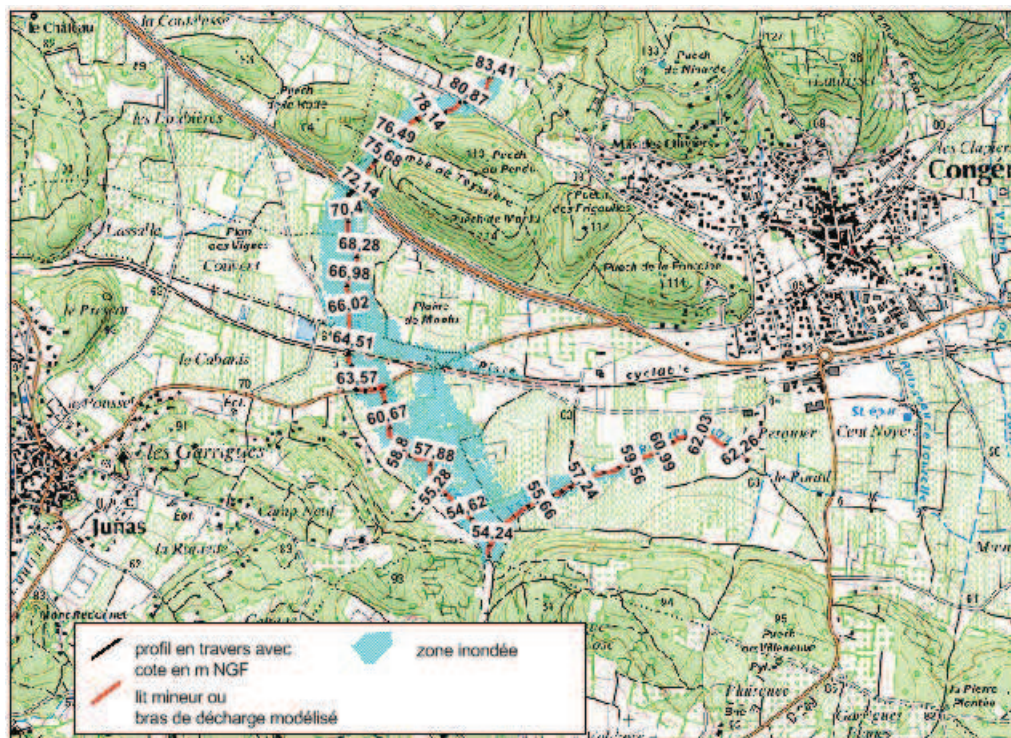


Figure 50 : Visualisation des niveaux d'eau des valats de Playcine et de Rouveyrenque pour une crue de type 100ans

4.6.13 Le ruisseau de Fontanes

De l'amont du modèle réalisé jusqu'au passage sous la RD40 au Sud de Congénies, le ruisseau de Tourelle et le Valat de Saintignières débordent à partir de la crue cinquantennale. Les premières habitations sont touchées à partir de la crue centennale en bordure du ruisseau de Tourelle.

Entre la D40 et la piste cyclable, le Valat de Saintignières déborde en rive gauche pour la crue de période de retour 5 ans. A partir de la crue cinquantennale, la majorité des terrains situés entre ces deux voies de transport sont inondés. La piste cyclable est submergée.

De la piste cyclable jusqu'au mas de la Livière, globalement, les débordements se produisent en rive gauche dès la crue quinquennale et gagnent la rive droite pour la crue cinquantennale. Le mas de la Livière est touché par les eaux de la crue exceptionnelle.

Le ruisseau de Fontanes déborde sur les deux rives à partir de la crue de période de retour 5 ans, du mas de la Livière jusqu'à la confluence avec le ruisseau de Calvisson. Les surfaces touchées augmentent significativement avec la crue cinquantennale. Peu d'enjeux sont présents sur ce secteur, seule la RD1 est submergée.

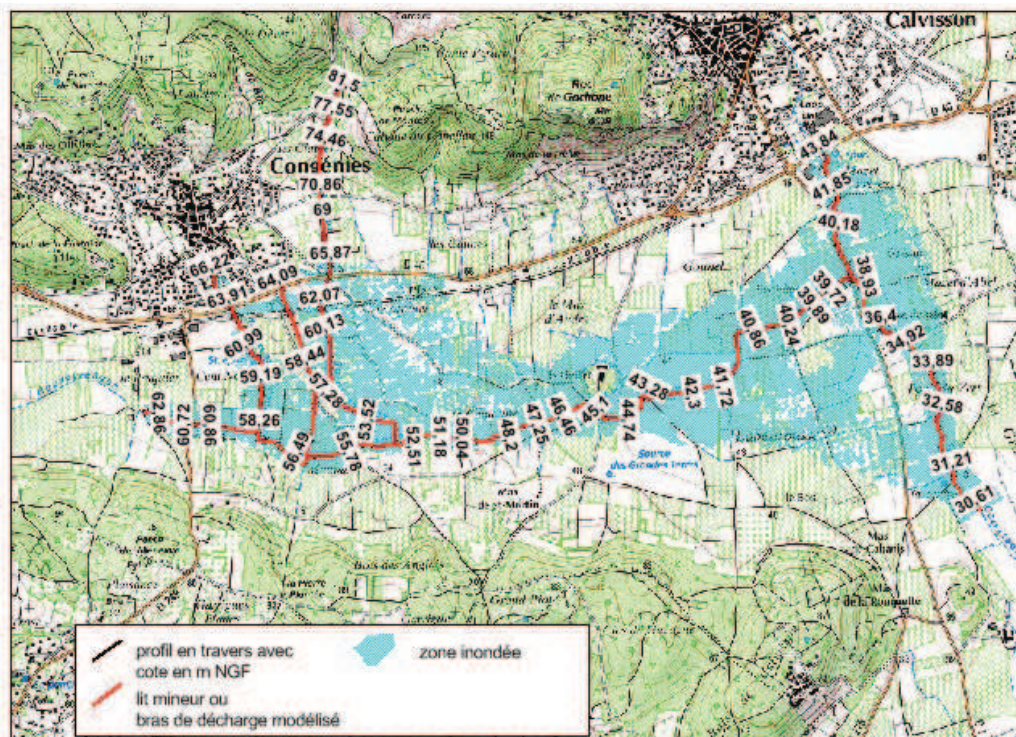


Figure 51 : Visualisation des niveaux d'eau sur le ruisseau de Fontanes pour une crue de type 100ans

Figure 52 : Zooms sur le ruisseau de Fontanes pour une crue de type 100ans

4.6.14 Le ruisseau de Calvisson

En amont de la commune de Calvisson

Le ruisseau de Calvisson déborde sur sa partie amont, avant de longer la RD107, à partir de la crue de période de retour 5 ans. Les débordements se produisent, en majorité, à partir de la crue cinquantennale sur les autres secteurs en aval. Peu d'enjeux sont présents, seule la RD107 est localement touchée pour la crue exceptionnelle.

Pour la crue de type 1988, environ 37 m³/s s'écoule dans le bras de décharge en rive gauche sur le secteur des Jasses.

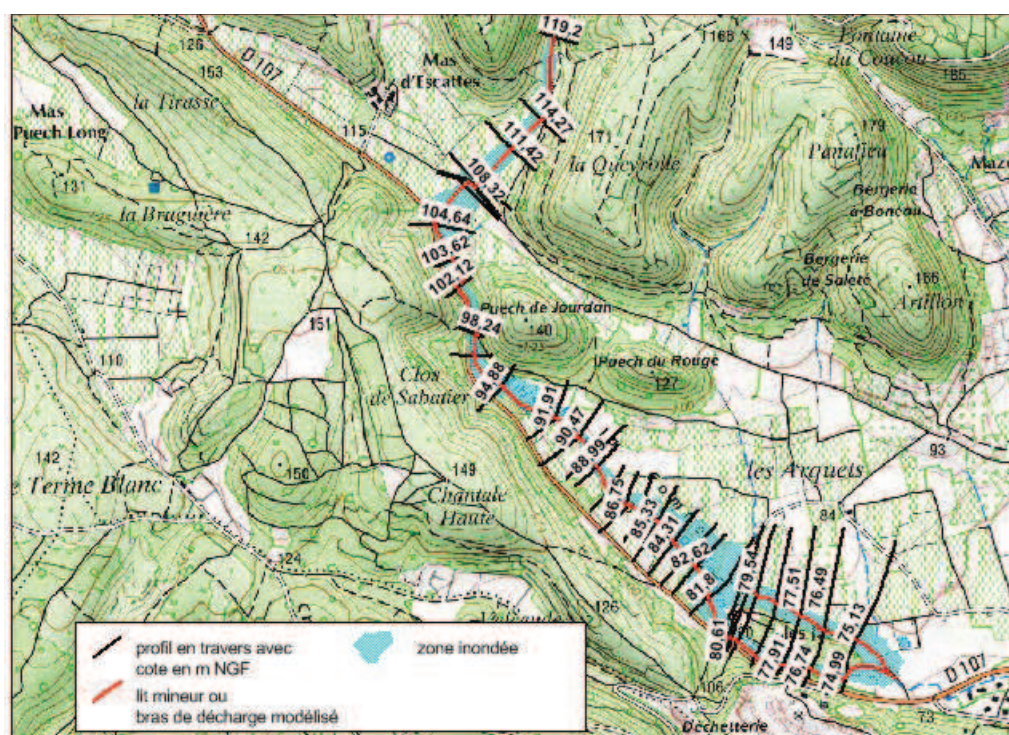


Figure 53 : Visualisation des niveaux d'eau sur le ruisseau en amont de la commune de Calvisson pour la crue de référence

En aval de la commune de Calvisson

Du Sud de Calvisson à la confluence avec le ruisseau de Tourelle-Fontanes, le ruisseau de Calvisson déborde sur les deux rives dès la crue de période de retour 5 ans. Les débordements en rive gauche augmentent fortement avec la crue cinquantennale. La station d'épuration est également touchée.

En aval de la confluence entre le ruisseau de Tourelle-Fontanes et celui de Calvisson, des débordements se produisent à partir de la crue quinquennale et augmentent significativement avec la crue de période de retour 50 ans. Le Mas de Jalot est touché par les eaux et la RD1 est aussi submergée.

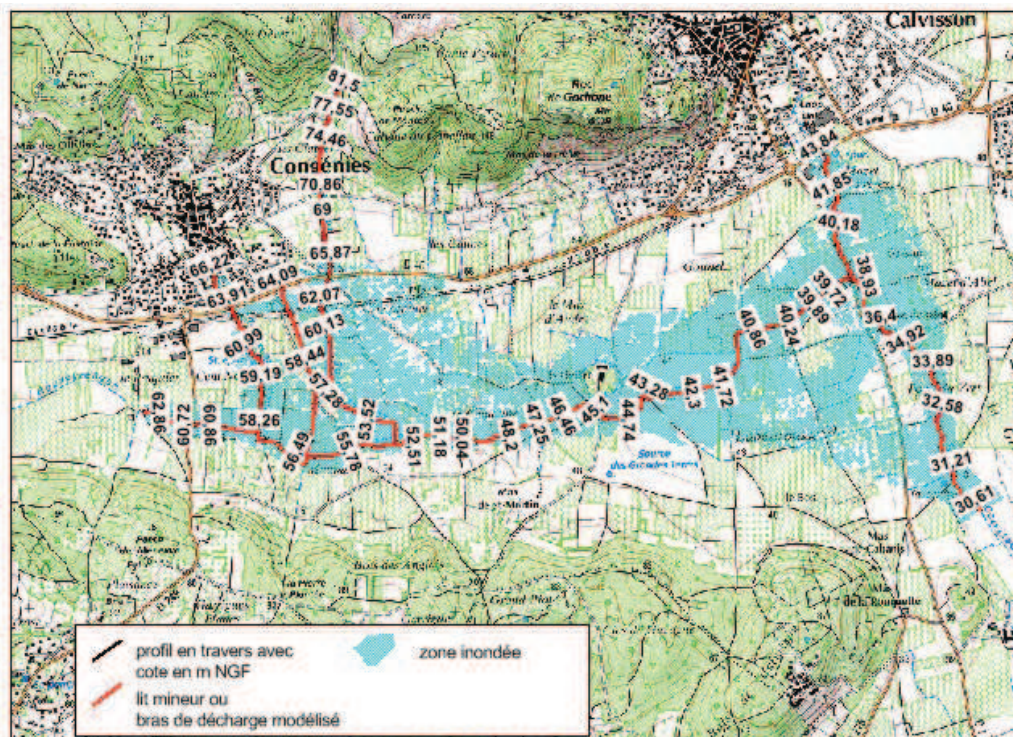


Figure 54 : Visualisation des niveaux d'eau sur le ruisseau en aval de la commune de Calvisson pour une crue de type 100ans

4.6.15 Le Lagau de Nages

En amont de l'ouvrage souterrain, ouvrage présent au niveau du centre du village, des débordements peuvent se produire à partir de la crue cinquantennale. Pour la crue centennale, environ 2/3 du débit passe dans l'ouvrage. A partir de cette crue, l'ouvrage souterrain devient insuffisant et les eaux débordées se dirigent vers la place de la République et la rue des Bugadières avant de rejoindre le chemin des Fuméras. De nombreuses habitations sont concernées par l'inondation.

A noter que dès la crue de période de retour 5 ans, des débordements peuvent se produire sur la rive droite en aval de l'ouvrage souterrain.

En aval du chemin des Fuméras, la rive droite est concernée dès la crue de période de retour 5 ans. Le champ d'expansion de crue sur ce secteur est très étendu.

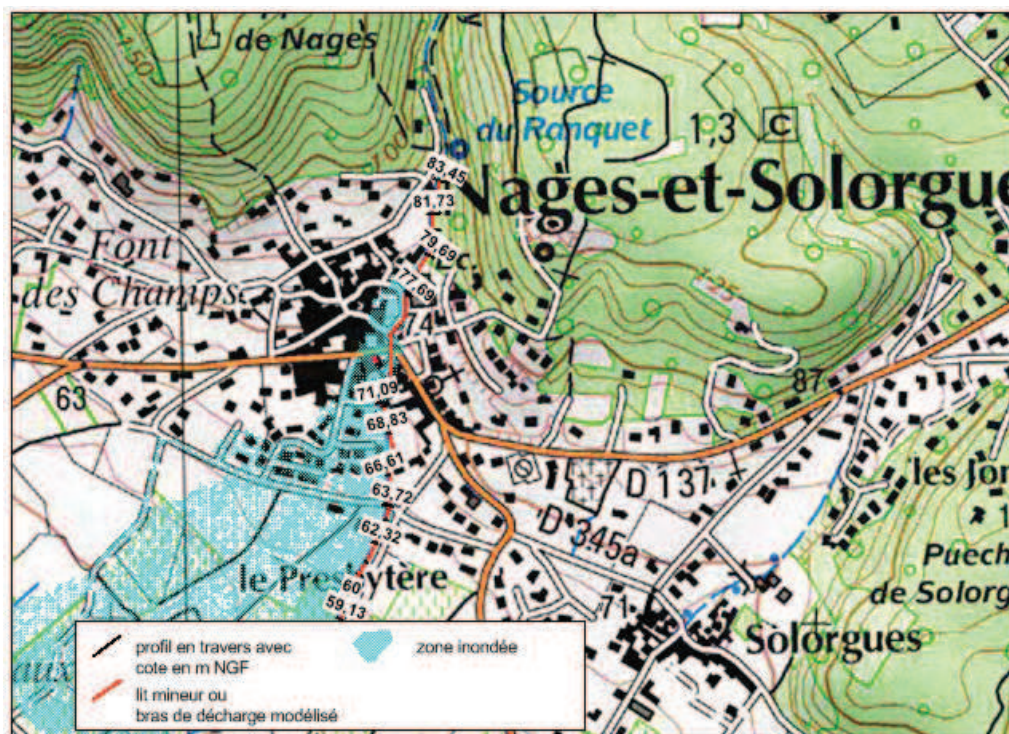


Figure 55 : Visualisation des niveaux d'eau sur le lagau de Nages pour une crue de type 100ans

4.6.16 Le Lagau de Solorgues

Sur la partie située en amont de l'ouvrage souterrain à la traversée du village, des débordements se produisent dès la crue de période de retour 50 ans. Les parties basses de parcelles construites sont touchées en amont de l'accès à l'entreprise en rive gauche à partir de la crue cinquantennale et en rive droite pour la crue exceptionnelle. En aval de cet accès, seule la rive gauche est concernée par les débordements. Des parcelles construites sont ainsi concernées.

A la traversée du village, la rue Jean Jaurès est touchée dès la crue de période de retour 5 ans ; la rue Jean Moulin l'est à partir de la crue de période de retour 50 ans. Environ 2/3 du débit traverse le village pour la crue centennale.

Sur la partie aval de la rue Jean Jaurès, les parcelles construites de la rive droite sont concernées dès la crue de période de retour 50 ans ; la rive gauche n'est concernée que pour la crue exceptionnelle.

En aval de la RD345, les débordements se propagent préférentiellement en rive droite et gagnent rapidement aussi la rive gauche et ceci dès la crue de période de retour 5 ans. Le champ d'expansion de crue est large dès la crue de période de retour 5 ans, au-delà l'emprise évolue peu si ce n'est pour la crue exceptionnelle.

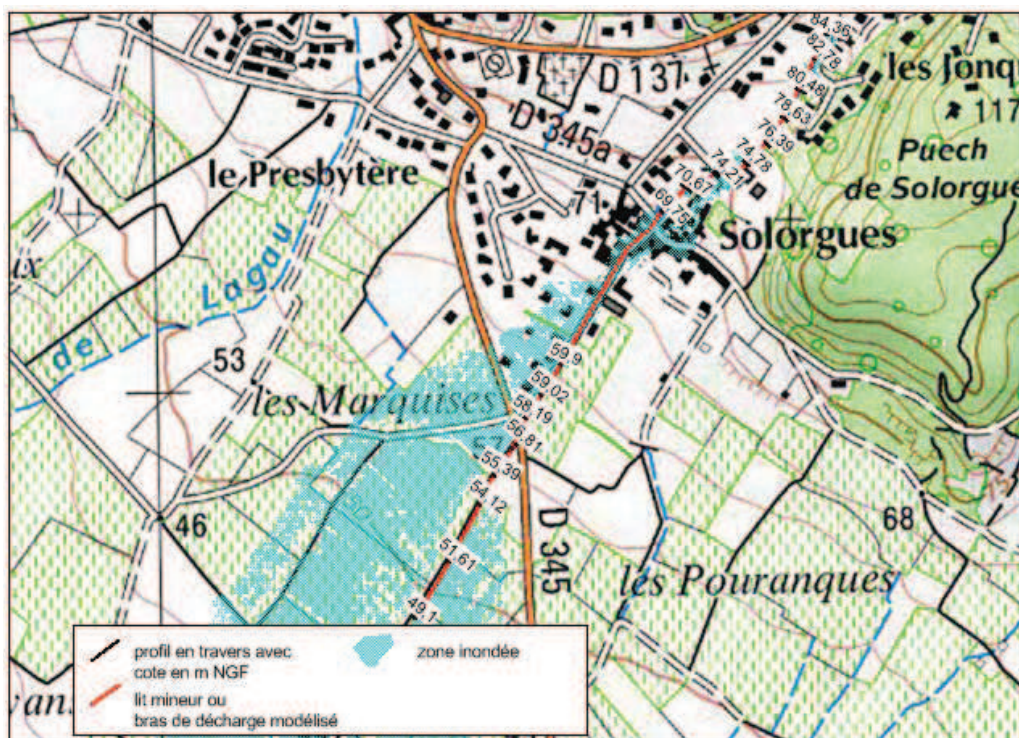


Figure 56 : Visualisation des niveaux d'eau sur le lagau de Solorgues pour une crue de type 100ans

Chapitre 6 - Cartographie de l'aléa

1 Cartographies informatives de crues

A titre informatif, les cartographies des crues de période de retour 5, 10 et 50 ans ont été réalisées.

Les cartographies de la crue de période de retour 100 ans et de la crue historique d'octobre 1988 ont aussi été réalisées.

L'ensemble de ces cartographies font apparaître différentes classes de hauteur d'eau : 0-0.5 m, 0.5-1.0m, 1.0-1.5 m, 1.5-2.5 m et >2.5 m.

Ces cartes sont réalisées sur fonds de plan scans 25 et sont fournies au format A0.

2 Cartographies de l'aléa

2.1 Méthodologie

La cartographie de l'aléa correspondant à la crue de référence (maximum entre la crue de période de retour 100 ans ou 100ans abattue et de la crue de période de retour de 1988).

La classification de l'aléa se fait alors de la manière suivante :

- aléa fort : hauteur d'eau supérieure à 0.50 m,
- aléa modéré : hauteur d'eau de moins de 0.50 m,
- aléa résiduel : secteur inondable pour une crue supérieure à la crue de référence.

2.2 Points particuliers

A la demande des services de l'Etat, plusieurs études communales ont été intégrées directement sur la cartographie de l'aléa ; les débits spécifiques de la crue de référence de ces études étant du même ordre de grandeur que ceux obtenus dans le cadre de celle-ci. Un travail a été réalisé dans le cadre de cette étude au niveau des jointures pour une mise en cohérence des zones inondables en amont et en aval de ces études en fonction des besoins.

Les communes concernées par ces études sont : Caveirac, Clarensac, Calvisson et Vergèze et Codognan.

2.3 Résultats

La cartographie de l'aléa reprend ainsi les études communales réalisées. A noter que des secteurs sont cartographiés en aléa ruissellement afin de rester en cohérence avec ces études communales ou lorsqu'il n'y a pas eu de modélisation hydraulique et que la surface du bassin versant drainé est faible (inférieur à 1 km² environ).

Globalement, la cartographie de l'aléa a été construite à partir de la crue de 1988 sur le Rhône et de la crue centennale sur les petits cours d'eau à quelques exceptions. On pourra noter que :

- pour le secteur de Caveirac, la crue de 1988 est prise comme référence même pour les petits cours d'eau,
- pour le secteur de Vergèze-Codognan, l'étude SAFEGE prenant en compte des ruptures d'ouvrages anthropiques a été reprise.

Chapitre 7 - Sources documentaires - Bibliographie

Caveirac _ Lundi 3 octobre 1988 _ Témoignages d'un village meurtri – revue municipale

Codognan _ 3 octobre 1988 – revue municipale

Etude hydraulique du bassin du Rhône. Syndicat Intercommunal d'assainissement de la plaine de la Vaunage – GAXIEU – 1992

Planche 2 de l'Etude générale d'aménagement hydraulique du Vistre-Rhône – BCEOM - 1992

Cartographie des zones inondables du Rhône entre Caveirac et l'autoroute A9. DDE30 – BCEOM – 1994

Diagnostic de l'assainissement pluvial et propositions d'aménagement – Congénies – SIEE – 1995

Déviations de la RN113 _ Commune de Codognan – DDE30 - 1996

TGV Méditerranée – Branche Avignon-Montpellier – Etude des franchissements du Vistre et du Rhône – SNCF – BCEOM – 1996

Aménagement de la RD1 entre la RN113 et l'A9. Conseil Général du Gard – BCEOM – 1998

Etude préalable aux équipements hydrauliques _ Programme 1998 _ Siphon Rhône - BRL - 1999

Etude pour la modélisation et la cartographie des zones inondées par le Vidourle, le Rhône, la Cubelle, le Razil et le Vistre – Syndicat Intercommunal d'assainissement de la vallée du Vistre, DDE30, DDAF30 – BCEOM – 2000.

Schéma d'aménagement hydraulique du bassin versant du Rhône – Syndicat mixte du bassin versant du Vistre – BCEOM – 2004

Renaturation du Rhône et confortement des digues de Vergèze et Codognan - Syndicat mixte du bassin versant du Vistre – ISL – 2007

Etude pour un aménagement cohérent et durable des cadereaux – Ville de Nîmes- EGIS Eau - 2008

Etude préalable à la pose de repères de crue - Syndicat mixte du bassin versant du Vistre – HYDRATEC – 2009

Plan de prévention des risques inondation Haut Vistre, Buffalon et Moyen Vistre – DDE30 – BRL – 2011

Schéma d'aménagement hydraulique et de protection contre les inondations – Clarensac – SAFEGE – 2011 en cours

Schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations de la commune de Caveirac – Caveirac – STUCKY - 2011

Plan de Prévention des Risques Inondation Haut Vistre, Buffalon et Moyen Vistre – BRL – 2011

Schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations – Vergèze et Codognan – SAFEGE – 2012

Schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations – Vergèze et Codognan – CALVISSON – 2013

Schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations – Clarensac – SAFEGE - 2013

ANNEXES