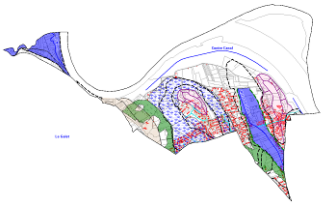
Cette étude est cofinancée par l'Union européenne et l'Etat. L'Europe s'engage en Languedoc-Roussillon avec le Fonds européen de développement régional

Rapport final

10MEN079

Octobre 2015



Zonage du risque d'inondation à l'échelle communale de Montfaucon

Rapport de Phase 2 : Etude du risque statistique

SIÈGE SOCIAL
PARC DE L'ILE - 15/27 RUE DU PORT
92022 NANTERRE CEDEX

AGENCE D'AIX EN PROVENCE – 30, avenue Malacrida – 13100 Aix en Provence

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS RAPPEL DU CADRE GENERAL DE L'ETUDE ET DES CONCLUSIONS DE LA PHASE 1 1

1 INTERVENANTS 2

2 RAPPEL DU CONTEXTE ET DE L'OBJET DE L'ETUDE 3

2.1 Contexte 3

2.2 Méthodologie de l'étude 4

2.2.1 Rappel des objectifs de la phase 1 4

2.2.2 Objectifs de la phase 2 5

PHASE 2 **ETUDE DU RISQUE STATISTIQUE 7**

1 CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS 8

1.1 Rappel du contexte hydrographique 8

1.2 Estimation des temps caractéristiques 16

1.2.1 Temps de concentration 16

1.2.2 Temps de réponse 19

1.3 Coefficients de ruissellements 20

1.3.1 Occurrence égale à 100 ans 20

1.3.2 Occurrence égale à 30 ans 21

1.3.3 Occurrence inférieure ou égale à 10 ans 22

1.3.4 Récapitulatif 22

2 ANALYSE DES PLUIES HISTORIQUES 25

2.1 Généralités 25

2.2 Description hydrologique de l'événement de 2002 26

2.3 Crue de décembre 2003 29

2.4 Description hydrologique de l'événement de 2004 30

2.5 Description hydrologique de l'événement de 2008 31

3 ANALYSE DES PLUIES STATISTIQUES 33
3.1 Données disponibles 33
3.2 Construction des pluies de projet statistiques 34
3.2.1 Pluviométrie statistique 34
3.2.2 Construction des pluies de projet 35
4 ESTIMATION DES DEBITS DE CRUES 37
4.1 Méthodologie 37
4.1.1 Estimation des débits de crues au moyen d'un modèle pluie-débit 37
4.1.2 Calcul du débit centennal selon la méthode BG 37
4.1.3 Calcul du débit centennal selon la méthode SPC Grand Delta 38
4.2 Crue historique des 8 et 9 septembre 2002 40
4.3 Estimation des débits de crues statistique 42
4.3.1 Débits quinquennaux, décennaux et trentennaux 42
4.3.2 Débits centennaux 47
5 CONSTRUCTION DU MODELE HYDRAULIQUE 52
5.1 Description de l'outil 52
5.1.1 Architecture du modèle hydraulique 52
5.1.2 Modèle hydraulique 1D (MIKE 11) 53
5.1.3 Modèle hydraulique 2D (MIKE 21) 54
5.2 Données topographiques 55
5.3 Conditions initiales 57
5.3.1 Conditions amont en entrée de modèle 57
5.3.2 Conditions avales en sortie de modèle 62
5.4 Scénarios hydrauliques étudiés 63
6 ETUDE DE SENSIBILITE ET CALAGE DU MODELE 64
6.1 Calage du modèle sur la crue de septembre 2002 64
6.2 Sensibilité des paramètres du modèle 69
6.2.1 Sources d'incertitudes 69
6.2.2 Objectif de l'analyse de sensibilité 70
6.2.3 Sensibilité du débit de pointe aux paramètres hydrologiques 71
6.2.4 Sensibilité des hauteurs d'eau aux paramètres de débits et de rugosité 72

7 CARTES D'ALEAS POUR LES CRUES DE PROJETS QUINQUENNALE, DECENNALE, TRENTENNALE ET CENTENNALE.....74

7.1 Crues de projet quinquennale 74

7.2 Crue de projet décennale 76

7.3 Crue de projet trentennale 77

7.4 Crue de projet centennale 81

8 DETERMINATION DE L'ALEA INONDATION POUR LA CRUE DE REFERENCE 84

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 : Bassins versant des cours d'eau drainant la commune de Montfaucon 9

Illustration 2 : Délimitation des bassins versant drainant la zone d'étude..... 11

Illustration 3 : Occupation des bassins versant drainant la zone d'étude (Safege, 2011) 15

Illustration 4 : Carte des intensités horaires des pluies observées les 8 et 9 septembre 2002 (SPCGD, 2011)..... 26

Illustration 5: Episodes pluvieux des 8 et 9 septembre 2002 estimés sur le bassin versant Islons-Truel (SPCGD, 2011)..... 27

Illustration 6 : Analyse statistique du cumul des pluies mesurées sur le BV Islons-Truel lors de l'épisode des 8 et 9 septembre 2002 comparé aux courbes IDF à la station Météo France de Nîmes-Courbessac..... 28

Illustration 7 : Episodes pluvieux des 8 et 9 septembre 2002 estimés sur le bassin versant de la roubine de Four (SPCGD, 2011) 28

Illustration 8 : Analyse statistique du cumul des pluies mesurées sur le BV de Four lors de l'épisode des 8 et 9 septembre 2002 comparé aux courbes IDF à la station Météo France de Nîmes-Courbessac 29

Illustration 9: Episode pluvieux du 17 août 2004 mesuré à la station de Pujaut 30

Illustration 10 : Analyse du cumul des pluies mesurées lors de l'épisode du 17 août 2004 comparé aux courbes IDF à la station Météo France de Nîmes-Courbessac.... 31

Illustration 11: Episode pluvieux du 11 septembre 2008 mesuré à la station de Pujaut 32

Illustration 12 : Analyse du cumul des pluies mesurées lors de l'épisode du 11 septembre 2008 comparé aux courbes IDF à la station Météo France de Nîmes-Courbessac 32

Illustration 13: Pluies de projet statistiques - occurrences 5, 10, 30 et 100 ans (durée totale 10 h) appliquées à l'ensemble des BV de la zone d'étude..... 36

Illustration 14: Hydrogrammes de la crue de septembre 2002 sur les bassins versants des roubines Four-Islons-Truel..... 40

Illustration 15: Hydrogrammes de la crue de projet quinquennale 43

Illustration 16: Hydrogrammes de la crue de projet décennale 43

Illustration 17: Hydrogrammes de la crue de projet trentennale 44

Illustration 18: Hydrogrammes de la crue de projet centennale 48

Illustration 19: Ecarts observés entre les méthodes BG et SPCGD avec la méthode du réservoir linéaire vs Tc 50

Illustration 20: Ecarts observés entre les méthodes BG et SPCGD avec la méthode du réservoir linéaire vs Tc (en l'absence du facteur temps de réponse) 51

Illustration 21: Présentation du code de calcul 52

Illustration 22: Présentation du modèle et de son maillage 54

Illustration 23: Données topographiques 56

Illustration 24 : Coupe type d'une digue du Rhône (EGR, 2003) 57

Illustration 25 : Données topographiques générales 58

Illustration 26 : Données topographiques – Zoom secteur nord 59

Illustration 27 : Données topographiques – Zoom secteur ouest 60

Illustration 28 : Données topographiques – Zoom secteur sud 61

Illustration 29 : Vue du contre-canal avant rejet dans le Rhône 62

Illustration 30 : Hauteurs du Rhône observées les 8 et 9 septembre 2002 à l'aval du barrage de Villeneuve 62

Illustration 31 : Crue de septembre 2002 – Données de calage validées à partir de laisses de crues 67

Illustration 32 : Taux de variation du débit de pointe en fonction de la variation du coefficient de ruissellement 71

Illustration 33 : Taux de variation du débit de pointe en fonction de la variation du temps de réponse 72

Illustration 34 : Taux de variation des lignes d'eau en fonction de la variation du débit 72

Illustration 35 : Taux de variation des lignes d'eau en fonction de la variation du coefficient de rugosité de Manning Strickler 73

Illustration 36 : Crue quinquennale - Hauteurs d'eau en conditions avales basses ... 74

Illustration 37 : Crue quinquennale - Vitesses en conditions avales basses 75

Illustration 38 : Crue décennale - Hauteurs d'eau en conditions avales basses..... 76

Illustration 39 : Crue décennale - Vitesses en conditions avales basses..... 77

Illustration 40 : Crue trentennale - Hauteurs d'eau en conditions avales basses..... 79

Illustration 41 : Crue trentennale - Vitesses en conditions avales basses..... 80

Illustration 42 : Crue centennale - Hauteurs d'eau en conditions avales basses..... 82

Illustration 43 : Crue centennale - Vitesses en conditions avales basses..... 83

Illustration 44 : Enjeux repris dans l'emprise de l'aléa de référence sur le territoire de Montfaucon 86

AVANT-PROPOS

RAPPEL DU CADRE GENERAL DE L'ETUDE ET DES CONCLUSIONS DE LA PHASE 1

1

INTERVENANTS

Le commanditaire de l'étude est la **COMMUNE DE MONTFAUCON**

Mairie de Montfaucon

23, rue de la République

30150 Montfaucon

Tél. : 04.66.50.06.46 • Fax : 04.66.50.07.75

La maîtrise d'ouvrage est assurée par le **SYNDICAT MIXTE POUR L'AMENAGEMENT DES BASSINS VERSANTS DU GARD RHODANIEN (SMABVGR)** via une convention de co-maîtrise d'ouvrage passée entre la commune et le syndicat

1, rue de la Mairie

30131 Pujaut

Tél. : 04.90.26.39.72

L'auteur d'étude est le bureau **SAFEGE AIX-EN-PROVENCE**

30, avenue Malacrida

13100 Aix-en-Provence

Tél. : 04.42.93.65.20 • Fax : 04.42.93.65.15

2

RAPPEL DU CONTEXTE ET DE L'OBJET DE L'ETUDE

2.1 Contexte

La commune de Montfaucon dispose d'un Plan Local d'Urbanisme (PLU). Elle a souhaité profiter de l'étude de ressuyage de la plaine de Montfaucon-Roquemaure-Sauveterre, en cours de réalisation, pour réaliser un document réglementaire prenant en compte les risques d'inondation, qu'il s'agisse des débordements de cours d'eau ou du ruissellement pluvial.

Ce document sera intégré sous la forme d'un zonage de risque inondation et zonage pluvial dans le PLU existant lors d'une future révision de ce dernier.

La commune de Montfaucon est en effet régulièrement concernée par les problématiques d'inondation. Pour remédier à cette situation, plusieurs études ont été menées sur le territoire communal, dont un Schéma d'Aménagement Hydraulique (SDAH) réalisé en 2008 sur l'ensemble des bassins versants du Gard rhodanien.

Afin de poursuivre les réflexions du SDAH et de répondre à cet objectif d'approche intégrée et de solidarité financière à l'échelle du bassin versant, le Syndicat a lancé la réalisation d'un Programme d'Action de Prévention des Inondations (PAPI). Ce programme s'appuie sur les conclusions du SDAH et décline un ensemble d'actions concrètes à mettre en œuvre dans lequel s'intègre le zonage du risque inondations sur la commune de Montfaucon.

La commune de Montfaucon est par ailleurs soumise au Plan de Prévention des Risques inondations (PPRi) "Rhône-Ceze-Tave" approuvé en 2000 et actuellement en cours de révision suite aux crues de septembre 2002 et décembre 2003.

Dans l'attente d'un nouveau PPRi, la réalisation du zonage de risque d'inondation permettra à la municipalité d'identifier le risque inondation en prenant en compte les dernières crues (débordements des cours d'eau et ruissellement pluvial) et de l'intégrer dans son PLU existant lors d'une révision future.

Le zonage est réalisé sous maîtrise d'ouvrage syndicale (Syndicat Mixte pour l'Aménagement des Bassins Versants du Gard Rhodanien – SMABVGR) via une convention de co-maîtrise d'ouvrage passée entre la commune et le syndicat.

L'étude a par ailleurs bénéficié de subventions de la part de l'Etat et de l'Europe à hauteur de 90 % de son coût.

2.2 Méthodologie de l'étude

Le zonage du risque d'inondation est réalisé par croisement des cartes d'aléas inondation et d'enjeux.

Il a pour objectif la définition de zones d'aménagements auxquelles sont associées des prescriptions urbanistiques destinées à être intégrées dans le Plan Local d'Urbanisme.

La prestation est découpée en trois phases dont l'enchaînement chronologique est le suivant :

- ✓ Phase I : **Etude du risque historique**,
- ✓ Phase II : **Etude du risque statistique**,
- ✓ Phase III : **Elaboration du zonage**.

Le présent rapport correspond à la réalisation de la phase 2 de l'étude.

2.2.1 Rappel des objectifs de la phase 1

La première phase de l'étude a fait l'objet d'un rapport remis en mars 2011. Les objectifs généraux de cette première phase étaient les suivants :

- ✓ **Compilation des études existantes** sur le secteur d'étude,
- ✓ **Caractérisation du contexte hydrographique et urbanistique**,
- ✓ **Identification des principaux enjeux** situés en zones inondables,
- ✓ **Caractérisation des évènements survenus**.
- ✓ **Caractérisation de l'aléa inondation au sens « historique et hydrogéomorphologique »** et représentation cartographique.

2.2.2 Objectifs de la phase 2

La définition de l'aléa inondation réalisée en première phase de l'étude par approche hydrogéomorphologique reste essentiellement qualitative. Certaines limites d'aléas restent par ailleurs relativement imprécises eu égard aux zones d'enjeux qu'elles englobent.

L'objectif de cette deuxième phase est dès lors de préciser l'aléa inondation au travers d'une modélisation hydraulique permettant de quantifier l'aléa vis-à-vis de la définition de la crue de référence et de son emprise ainsi que de la détermination des paramètres de hauteur, vitesses et durée de submersion.

La crue de référence est celle ayant généré l'aléa le plus important par comparaison entre l'aléa issu d'une crue centennale et celui observé lors de la crue historique la plus importante survenue sur le secteur d'étude, en l'occurrence celle de septembre 2002.

A titre d'information, l'aléa est également défini pour des évènements d'occurrence quinquennale, décennale et trentennale.

Les résultats de la modélisation de ces différentes crues de projet sont issus de l'étude de ressuyage de la plaine de Montfaucon-Roquemaure-Sauveterre menée parallèlement par SAFEGE sur le territoire de ces communes. Afin de conserver la cohérence de cette étude, les résultats obtenus sur l'ensemble de ce territoire seront repris en intégralité dans le rapport en y incluant un zoom sur la commune de Montfaucon, objet de la présente étude.

PHASE 2

ETUDE DU RISQUE STATISTIQUE

1

CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS

1.1 Rappel du contexte hydrographique

Une description détaillée du contexte hydrographique dans lequel s'insère la commune de Montfaucon a été réalisée en partie 1 de l'étude de zonage.

Voir Partie 1 - chapitre 5 : Systèmes hydrologiques

Pour rappel, la commune de Montfaucon est drainée par deux cours d'eau :

- ✓ le Nizon qui s'écoule dans sa partie ouest en bordure de limite communale ;
- ✓ le ruisseau des Islons qui s'écoule sur le territoire de la commune de Montfaucon et récupère les eaux de ruissellement du secteur est de la commune ainsi que celles provenant de la commune de Saint Génies de Comolas.

Le contre-canal aménagé en pied des digues du Rhône récupère également une partie des eaux de ruissellement du secteur nord de la commune.

Le secteur drainé par le Nizon ne présente pas d'enjeux urbains. Seul le secteur des Islons a dès lors fait l'objet d'une modélisation hydraulique.

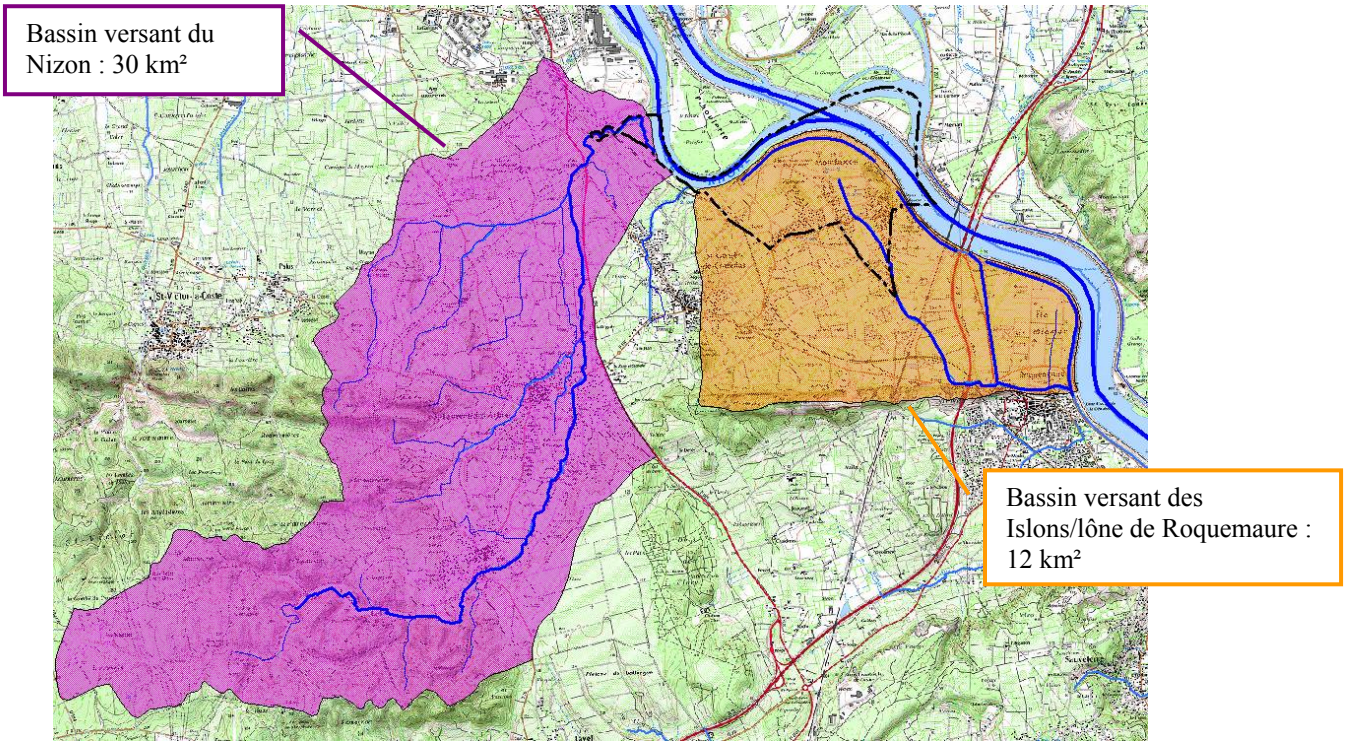


Illustration 1 : Bassins versant des cours d'eau drainant la commune de Montfaucon

Dans le cadre de l'étude globale du ressuyage de la plaine de Montfaucon-Roquemaure-Sauveterre, trois grandes entités ou bassins versants ont été considérés :

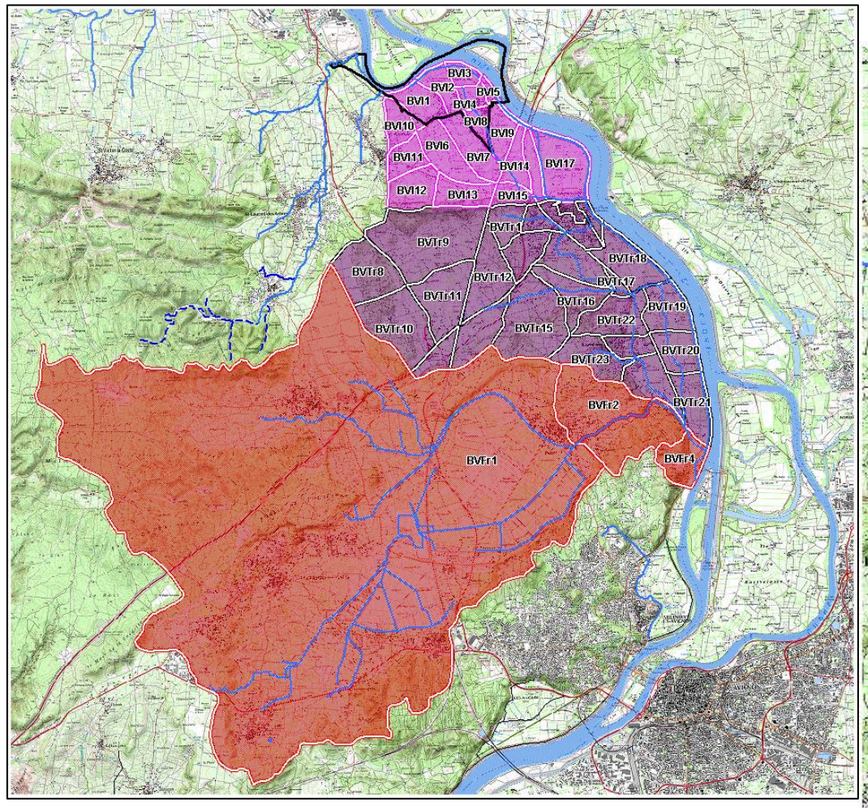
- ✓ Au nord, le bassin versant de la **roubine des Islons, tributaire du canal d'assainissement de Roquemaure** dont l'exutoire est le contre-canal et dans lequel s'intègre la commune de Montfaucon.
- ✓ Plus au sud, les communes de Roquemaure et Sauveterre sont drainées par le **bassin versant de la roubine de Truel**. Ses principaux affluents sont le Valat de la Croze et la Roubine de Roquemaure sur la commune de Roquemaure et le Valadas et la roubine de Sauveterre sur la commune de Sauveterre.
- ✓ Au sud de la commune de Sauveterre, la roubine de Truel rejoint la **roubine de Four** qui draine un vaste bassin versant regroupant les communes de Saze, Rochefort-du-Gard et Pujaut. Elle rejoint le contre-canal au sud de la commune de Sauveterre.

Pour les besoins de l'étude, ces bassins versants ont été scindés en sous-bassins afin d'affiner les calculs de débits aux différents points d'entrée du modèle hydraulique, à savoir :

- ✓ Roubine des Islons (BV Islons 1 à BV Islons 16) ;
- ✓ Lône de Roquemaure (BV Islons 17) ;
- ✓ Valat de la croze (BV Truel 1 et 2) ;
- ✓ Roubine de Roquemaure (BV Truel 3 à 7) ;
- ✓ Roubine de Truel amont (BV Truel 8 à 18) ;
- ✓ Roubine de Truel aval (BV Truel 19 à 21) ;
- ✓ Roubine de Sauveterre (BV Truel 22 à 25) ;
- ✓ Roubine de Four (BV Four 1 à 4).

La commune de Montfaucon est plus particulièrement concernée par les BV Islons 01 à 09.

Ces différents sous-bassins sont présentés sur la figure suivante.



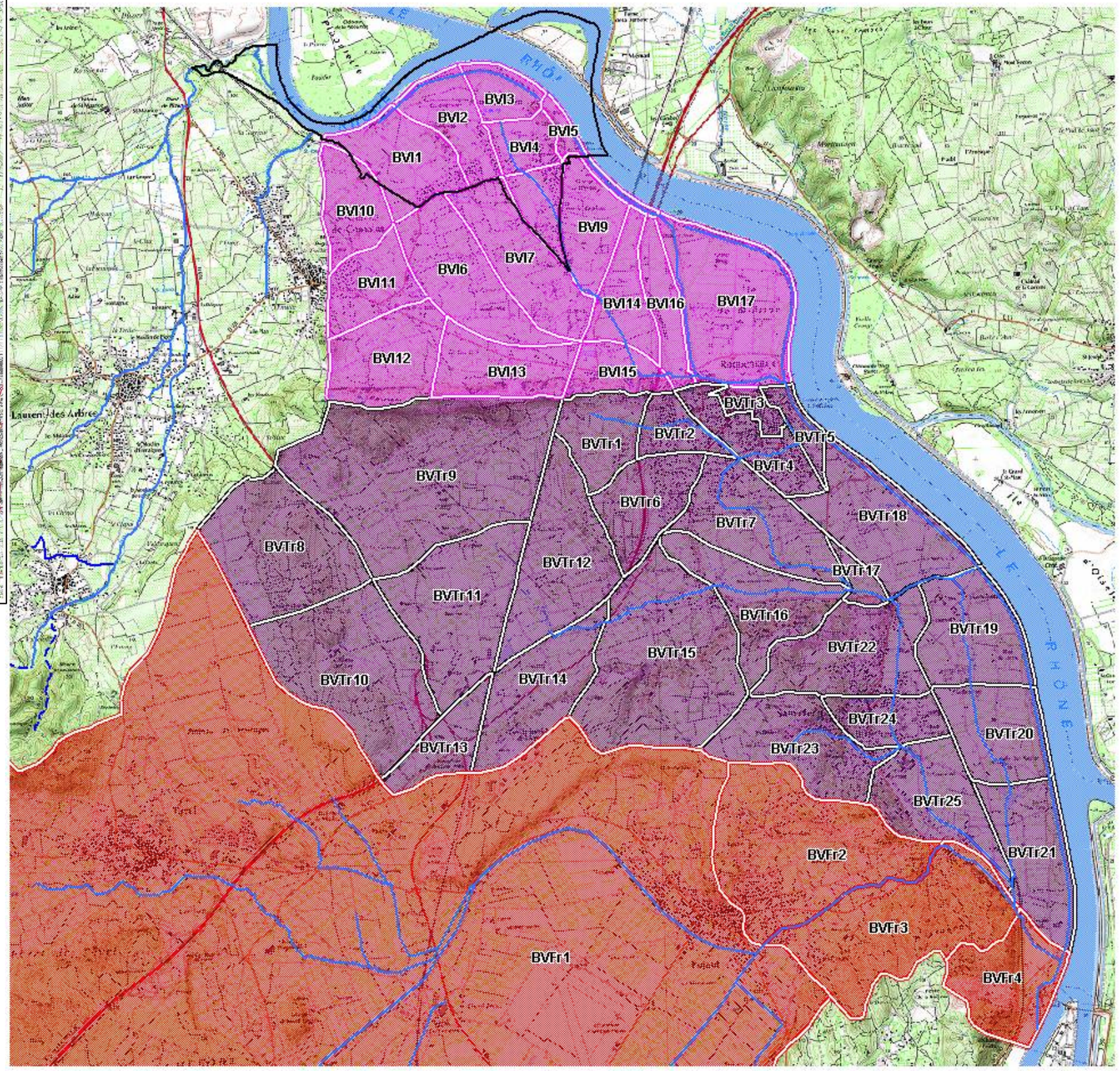


Illustration 2 : Délimitation des bassins versant drainant la zone d'étude

Le tableau suivant présente les caractéristiques de ces différents sous bassins.

Sous bassin	Superficie drainée (ha)	Cheminement hydraulique le plus long (m)	Pente moyenne (m/m)	Occupation du sol (ha)		
				Zone urbanisée	Zone agricole	Zone naturelle
Sous BV Is 1	85,0	1300	0,019	18,1	56,4	10,5
Sous BV Is 2	61,3	800	0,033	14,5	29,0	17,8
Sous BV Is 3	36,4	650	0,008	0,9	11,0	24,5
Sous BV Is 4	35,5	850	0,051	12,1	13,5	9,9
Sous BV Is 5	20,2	1700	0,026	0,4	1,0	18,8
Sous BV Is 6	114,8	1700	0,001	0,5	114,3	/
Sous BV Is 7	104,9	1700	0,001	3,9	101,0	/
Sous BV Is 8	35,1	700	0,010	13,3	21,8	/
Sous BV Is 9	65,5	1500	0,001	1,0	64,0	0,5
Sous BV Is 10	61,1	1100	0,042	1,21	59,87	/
Sous BV Is 11	64,6	1100	0,067	14,9	47,2	2,6
Sous BV Is 12	101,3	1500	0,085	/	64,1	37,2
Sous BV Is 13	82,5	750	0,120	13,4	47,2	22,0
Sous BV Is 14	61,4	1470	0,002	/	61,4	/
Sous BV Is 15	45,9	950	0,092	/	27,0	18,9
Sous BV Is 16	48,0	1800	0,002	/	46,2	1,8
Sous BV Is 17	177,5	2650	0,001	1,1	141,6	34,7
Sous BV Tr 1	66,6	1000	0,047	/	47,5	19,1
Sous BV Tr 2	39,0	1400	0,026	24,1	7,7	7,3
Sous BV Tr 3	19,1	900	0,007	19,1	/	/
Sous BV Tr 4	65,5	950	0,041	54,4	8,2	2,9
Sous BV Tr 5	23,0	500	0,008	8,4	10,0	4,7
Sous BV Tr 6	82,1	1500	0,040	26,9	55,2	/
Sous BV Tr 7	125,1	2400	0,001	23,0	102,1	/
Sous BV Tr 8	170,6	2300	0,026	/	70,4	100,2
Sous BV Tr 9	357,4	3000	0,037	10,1	276,0	71,4
Sous BV Tr 10	208,8	2600	0,028	/	102,7	106,0

Sous bassin	Superficie drainée (ha)	Cheminement hydraulique le plus long (m)	Pente moyenne (m/m)	Occupation du sol (ha)		
				Zone urbanisée	Zone agricole	Zone naturelle
Sous BV Tr 11	166,5	1700	0,018	/	166,5	/
Sous BV Tr 12	150,0	1800	0,029	/	150,0	/
Sous BV Tr 13	54,0	1000	0,039	/	41,7	12,2
Sous BV Tr 14	114,9	2000	0,023	7,5	74,3	33,1
Sous BV Tr 15	257,7	2400	0,031	7,6	146,0	104,0
Sous BV Tr 16	110,8	2300	0,040	6,9	57,3	46,6
Sous BV Tr 17	18,4	1000	0,002	/	12,8	5,6
Sous BV Tr 18	139,0	2400	0,001	9,3	110,5	19,2
Sous BV Tr 19	112,8	1200	0,003	5,9	91,6	15,4
Sous BV Tr 20	94,8	1150	0,001	/	80,6	14,2
Sous BV Tr 21	106,1	1200	0,001	/	75,0	31,1
Sous BV Tr 22	135,9	2200	0,041	29,1	56,4	50,4
Sous BV Tr 23	120,8	2300	0,042	28,3	61,0	31,5
Sous BV Tr 24	54,2	1000	0,080	37,3	13,0	3,9
Sous BV Tr 25	110,8	2200	0,037	29,2	77,6	4,1
Sous BV Fr 1	8554,0	12700	0,007	1 400,0	2 210,0	4 940,0
Sous BV Fr 2	247,7	2800	0,033	93,0	146,4	8,3
Sous BV Fr 3	211,4	2600	0,039	19,3	31,0	161,1
Sous BV Fr 4	100,5	1500	0,079	25,6	32,7	42,3
TOTAL	**13 214**			**1 960**	**5 221**	**6 033**

Tableau 1 : Caractéristiques des sous-bassins versants

Définition des principaux termes utilisés :

- ✓ **Superficie :** il s'agit de la portion du plan délimitée par la ligne de crête, contour du bassin versant.
- ✓ **Chemin hydraulique le plus long :** il s'agit de la longueur du plus long parcours hydraulique, reliant le point le plus éloigné du bassin versant à l'exutoire.
- ✓ **Pente moyenne d'écoulement :** la détermination de la pente moyenne intègre le temps d'écoulement le long du cheminement hydrauliquement le plus éloigné de l'exutoire.

✓ **Occupation du sol :** le découpage de l'occupation du sol a été réalisé en secteurs homogènes déclinés en termes de zones urbanisées, agricoles et naturelles. La définition de ces secteurs s'est faite par superposition du cadastre et de photographies aériennes. La synthèse de ces éléments a été validée auprès des élus et par de nombreuses visites de terrains.

La carte d'occupation des sols des différents bassins versants drainant la zone d'étude est présentée à la figure suivante.

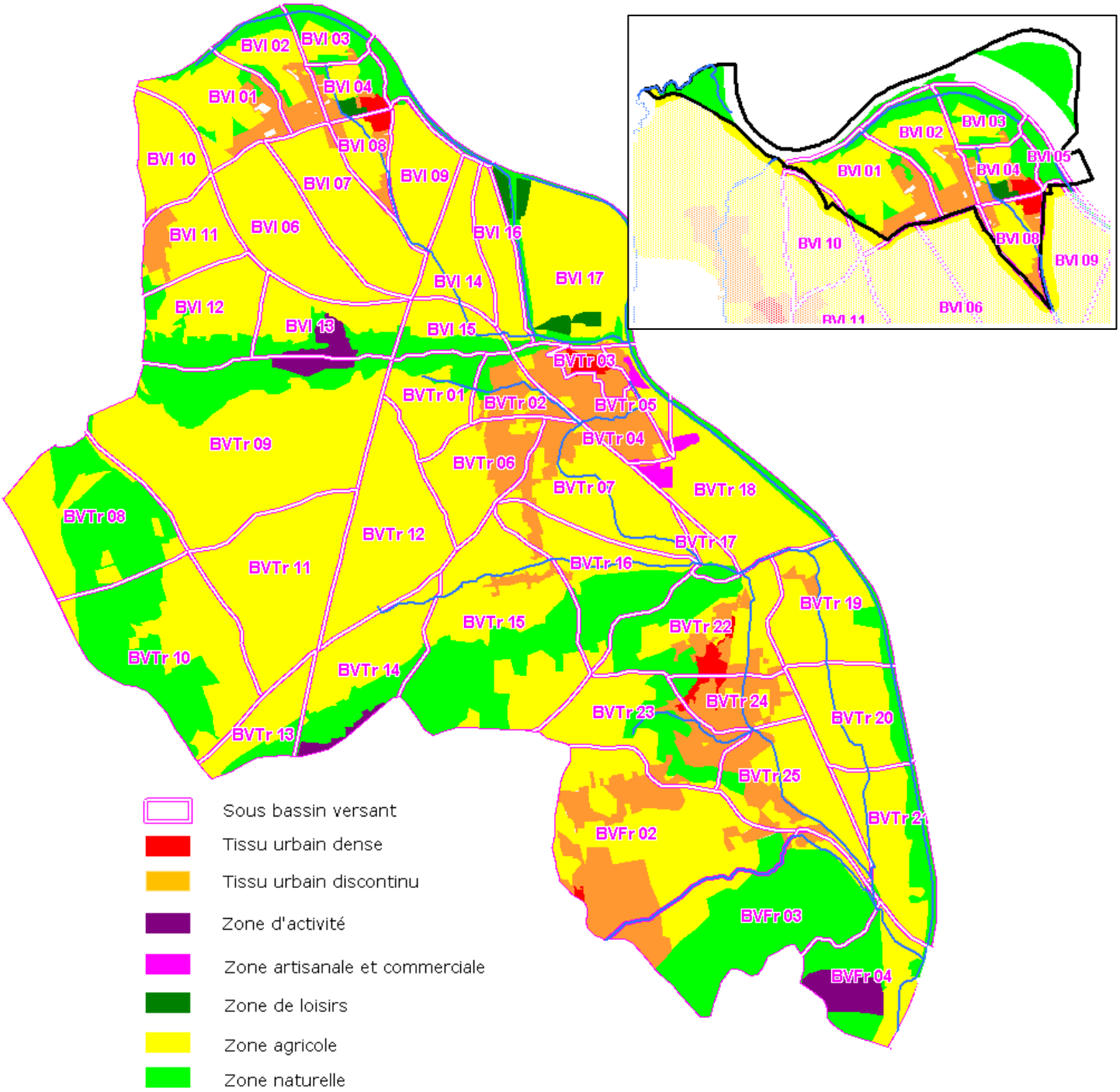


Illustration 3 : Occupation des bassins versant drainant la zone d'étude (Safege, 2011)

1.2 Estimation des temps caractéristiques

1.2.1 Temps de concentration

Le temps de concentration correspond à la durée que met la goutte d'eau tombée au point le plus éloigné du bassin versant pour parvenir à l'exutoire où l'on cherche à calculer le débit. La connaissance de ce temps de concentration est nécessaire à l'estimation des débits de pointe par les méthodes déterministes, du type méthode rationnelle et leurs déclinaisons régionales.

Les temps de concentration aux différents points de calcul ont été estimés à partir des caractéristiques des bassins versants et des méthodes présentées dans le tableau ci-dessous.

Méthode	***Formule***	***Données d'entrée***	***Domaine de validité***
Kirpich	$T_c = \frac{0{,}0195}{60}.L^{0{,}77}P^{-0{,}385}$	Tc temps de concentration en heures L longueur du plus long cheminement hydraulique en m P pente moyenne sur le plus long cheminement en m/m	20 km² < superficie < 100 km² 3% < pente < 10%
Passini	$T_c = 0{,}108.\frac{\sqrt[3]{A.L}}{\sqrt{P}}$	Tc temps de concentration en heures A surface du bassin versant en km² L longueur du plus long cheminement hydraulique en km P pente moyenne sur le plus long cheminement en m/m	superficie > 40 km²
Ventura	$T_c = 0{,}1272.\sqrt{\frac{A}{P}}$	Tc temps de concentration en heures A surface du bassin versant en km² P pente moyenne sur le plus long cheminement en m/m	superficie > 10 km²
Bressand Golossov	$T_c = \frac{L}{\frac{V}{3600}}$ Si P<1% : V= 1 m/s Si 1%<P<10%, V= 1+ (P-1)/9 m/s Si P>10% : V= 2 m/s	Tc temps de concentration en heures L longueur du plus long cheminement hydraulique en m V vitesse moyenne des écoulements en m/s P pente moyenne en m/m	superficie < 20 km²

Tableau 2 : Formules d'estimation du temps de concentration

L'ensemble de ces formules est de type empirique. On notera que le domaine de validité des formules de Passini, Ventura et Kirpich s'applique principalement aux grands bassins ruraux. Seule la formule de Bressand Golossov semble adaptée aux bassins de taille plus réduite.

Par définition, ces formules souffrent toutes d'un certain degré d'approximation étant donné le nombre réduit de bassins versants sur lequel elles ont été construites. Par ailleurs, Bressand Golossov lui-même confirme que les valeurs de vitesses proposées représentent une simple appréciation à défaut de données suffisantes (définies notamment lorsque le bassin est jaugé).

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant. On notera qu'en règle générale les formules de Kirpich et Bressand Golossov donnent des résultats systématiquement minorés par rapport aux valeurs issues des formules de Passini et Ventura (la formule de Passini étant une adaptation de la formule de Ventura). Les résultats issus de la formule de Bressand Golossov semblent par ailleurs sous-estimer les valeurs de Tc pour les bassins à très faible pente, inférieure à 1%. Ceci s'explique par la notion de valeur seuil introduite dans le calcul des vitesses associées aux pentes.

Compte tenu de l'approximation de l'ensemble de ces formules et à défaut de données de calage du temps de concentration, nous avons pris par hypothèse la moyenne de ces résultats.

Sous bassin	***Pente***	***Formule Passini***	***Formule Ventura***	***Formule Kirpich***	***Formule Bressan Golossov***	***MOYENNE***
Sous BV Is 1	0.019	0.81 H	0.85 H	0.37 H	0.41 H	0.61 H
Sous BV Is 2	0.033	0.47 H	0.55 H	0.21 H	0.25 H	0.37 H
Sous BV Is 3	0.008	0.76 H	0.87 H	0.31 H	0.18 H	0.53 H
Sous BV Is 4	0.051	0.32 H	0.33 H	0.18 H	0.26 H	0.28 H
Sous BV Is 5	0.026	0.47 H	0.35 H	0.41 H	0.53 H	0.44 H
Sous BV Is 6	0.001	3.94 H	3.98 H	1.34 H	0.47 H	2.43 H
Sous BV Is 7	0.001	3.82 H	3.80 H	1.34 H	0.47 H	2.36 H
Sous BV Is 8	0.010	0.68 H	0.75 H	0.30 H	0.22 H	0.49 H
Sous BV Is 9	0.001	2.95 H	2.83 H	1.16 H	0.42 H	1.84 H
Sous BV Is 10	0.042	0.46 H	0.49 H	0.24 H	0.34 H	0.38 H
Sous BV Is 11	0.067	0.37 H	0.40 H	0.20 H	0.34 H	0.33 H
Sous BV Is 12	0.085	0.43 H	0.44 H	0.23 H	0.46 H	0.39 H
Sous BV Is 13	0.120	0.27 H	0.33 H	0.12 H	0.10 H	0.21 H

Sous bassin	*Pente*	*Formule Passini*	*Formule Ventura*	*Formule Kirpich*	*Formule Bressan Golossov*	*MOYENNE*
Sous BV Is 14	0.002	2.31 H	2.20 H	0.97 H	0.41 H	1.47 H
Sous BV Is 15	0.092	0.27 H	0.29 H	0.16 H	0.29 H	0.25 H
Sous BV Is 16	0.002	2.18 H	1.87 H	1.10 H	0.50 H	1.41 H
Sous BV Is 17	0.001	7.14 H	6.68 H	2.38 H	0.74 H	4.23 H
Sous BV Tr 1	0.047	0.44 H	0.48 H	0.22 H	0.31 H	0.36 H
Sous BV Tr 2	0.026	0.54 H	0.49 H	0.35 H	0.44 H	0.45 H
Sous BV Tr 3	0.007	0.73 H	0.68 H	0.42 H	0.25 H	0.52 H
Sous BV Tr 4	0.041	0.45 H	0.51 H	0.22 H	0.30 H	0.37 H
Sous BV Tr 5	0.008	0.59 H	0.68 H	0.25 H	0.14 H	0.41 H
Sous BV Tr 6	0.040	0.58 H	0.58 H	0.31 H	0.47 H	0.48 H
Sous BV Tr 7	0.001	6.69 H	6.11 H	2.36 H	0.67 H	3.96 H
Sous BV Tr 8	0.026	1.06 H	1.03 H	0.51 H	0.72 H	0.83 H
Sous BV Tr 9	0.037	1.24 H	1.26 H	0.55 H	0.93 H	1.00 H
Sous BV Tr 10	0.028	1.13 H	1.10 H	0.55 H	0.81 H	0.90 H
Sous BV Tr 11	0.018	1.15 H	1.24 H	0.47 H	0.53 H	0.85 H
Sous BV Tr 12	0.029	0.88 H	0.91 H	0.41 H	0.56 H	0.69 H
Sous BV Tr 13	0.039	0.45 H	0.47 H	0.23 H	0.31 H	0.37 H
Sous BV Tr 14	0.023	0.95 H	0.91 H	0.49 H	0.62 H	0.74 H
Sous BV Tr 15	0.031	1.13 H	1.16 H	0.50 H	0.75 H	0.88 H
Sous BV Tr 16	0.040	0.74 H	0.67 H	0.44 H	0.72 H	0.64 H
Sous BV Tr 17	0.002	1.36 H	1.21 H	0.73 H	0.28 H	0.89 H
Sous BV Tr 18	0.001	4.56 H	4.24 H	1.71 H	0.67 H	2.80 H
Sous BV Tr 19	0.003	2.39 H	2.70 H	0.77 H	0.33 H	1.55 H
Sous BV Tr 20	0.001	3.77 H	4.20 H	1.11 H	0.32 H	2.35 H
Sous BV Tr 21	0.001	3.31 H	3.70 H	1.00 H	0.33 H	2.09 H
Sous BV Tr 22	0.041	0.77 H	0.73 H	0.42 H	0.68 H	0.65 H
Sous BV Tr 23	0.042	0.74 H	0.68 H	0.43 H	0.72 H	0.64 H
Sous BV Tr 24	0.080	0.31 H	0.33 H	0.18 H	0.31 H	0.28 H
Sous BV Tr 25	0.037	0.75 H	0.69 H	0.43 H	0.68 H	0.64 H

Sous bassin	*Pente*	*Formule Passini*	*Formule Ventura*	*Formule Kirpich*	*Formule Bressan Golossov*	*MOYENNE*
Sous BV Fr 1	0.007	13.27 H	14.06 H	3.17 H	3.53 H	8.51 H
Sous BV Fr 2	0.033	1.14 H	1.11 H	0.55 H	0.87 H	0.91 H
Sous BV Fr 3	0.039	0.96 H	0.93 H	0.48 H	0.81 H	0.80 H
Sous BV Fr 4	0.079	0.44 H	0.46 H	0.24 H	0.46 H	0.40 H

Tableau 3 : Estimation des temps de concentration par bassin versant exprimés en heure

1.2.2 Temps de réponse

Le temps de réponse à la pluie d'un bassin versant représente l'intervalle de temps qui sépare le centre de gravité de la pluie nette du centre de gravité de l'hydrogramme dû à l'écoulement de surface. En d'autres termes, le temps de réponse est la différence entre les moments où surviennent le maximum de pluie et le maximum de débit.

Par hypothèse, **ce paramètre, utilisé pour la mise en œuvre des modèles pluie-débit, a été estimé pour les pluies d'occurrences quinquennale à trentennale égal au temps de concentration** calculé par les formules de Kirpich, Passini, Ventura et Bressand Golossov (présentées au point précédent). Cette hypothèse est validée par le calage du modèle à partir de la pluie historique de 2002.

Pour les pluies d'occurrence centennale, nous considèrerons un temps de réponse **équivalent à la moitié des temps de concentration** selon les préconisations de Bressand Golossov dans le Gard.

1.3 Coefficients de ruissellements

Les coefficients de ruissellement sont estimés selon les hypothèses d'occurrence suivantes :

- ✓ pour des occurrences de pluies = 100 ans : utilisation de la méthode des experts ;
- ✓ pour des occurrences de pluies = 30 ans : utilisation de la méthode des experts adaptée ;
- ✓ pour des occurrences de pluies <= 10 ans : moyenne pondérée des coefficients de ruissellements évalués sur base de l'occupation du sol.

1.3.1 Occurrence égale à 100 ans

Le calcul du coefficient de ruissellement pour une occurrence de 100 ans se fait en appliquant **la formulation dite « des Experts ».**

La méthode dite des « experts » est une adaptation de la méthode rationnelle au contexte gardois[1]. Elle évalue l'aptitude au ruissellement des bassins versants en fonction de la capacité de rétention initiale des sols P_0, elle-même conditionnée par la nature du substrat et l'occupation des sols.

L'expression utilisée pour l'estimation du coefficient de ruissellement est la suivante :

$$C = 0{,}8\ (1 - P_0/PJ_{100})$$

Avec : PJ_{100} : pluie journalière centennale, soit 260 mm à Nîmes Courbessac (1947-2009) ;

P_0 : capacité de rétention initiale du sol (mm).

[1] Cette méthode a été produite pour le compte de la SNCF par J. Astier, M. Desbordes, P. Lefort et A. Limandat (Méthodologie et principes de calcul pour le dimensionnement hydraulique des ouvrages de franchissement des petits bassins versants, décembre 1993)

Estimation de la capacité de rétention initiale P_0

Le croisement des paramètres d'occupation du sol et de nature du substrat permet de déterminer la capacité de rétention initiale P_0 de chaque sous bassin versant. P_0 est tabulée et varie entre 0 et 90 selon la nomenclature suivante :

Couverture végétale	Morphologie	Pente %	Terrain fortement perméable	Terrain perméable	Terrain peu perméable
Bois	presque plat	0-5	90	65	50
	ondulé	5-10	75	55	35
	montagneux	10-30	60	45	25
Pâturage	presque plat	0-5	85	60	50
	ondulé	5-10	80	50	30
	montagneux	10-30	70	40	25
Culture	presque plat	0-5	65	35	25
	ondulé	5-10	50	25	10
	montagneux	10-30	35	10	0

Tableau 4 : Valeurs de la rétention initiale P_0 en fonction de l'occupation et de la nature du sol

La carte d'occupation du sol a été présentée en début de rapport. La caractérisation du sol, nécessaire à l'application de la méthode des experts, est déterminée par l'analyse de la nature du substrat. Celle-ci influe en effet sur la perméabilité et la capacité de rétention initiale des sols. Ce paramètre a été appréhendé par l'analyse de la carte géologique élaborée par le BRGM. De manière générale, les sols sont qualifiés de perméables à fortement perméables.

1.3.2 Occurrence égale à 30 ans

Le calcul du coefficient de ruissellement pour une occurrence de 30 ans se fait en appliquant une **adaptation de la formulation dite « des Experts ».** L'expression utilisée pour l'estimation du coefficient de ruissellement est la suivante :

$$C = 0,4\ (1 - P_0/PJ_{30})$$

Avec : **PJ_{30}** : pluie journalière trentennale, soit 183 mm à Nîmes Courbessac ;

P_0 : capacité de rétention initiale du sol (mm) définie au chapitre précédent.

1.3.3 Occurrence inférieure ou égale à 10 ans

Le calcul du coefficient de ruissellement d'occurrence décennale se fait en appliquant la **moyenne pondérée des coefficients de ruissellement selon l'occupation du sol**.

La méthode utilisée pour la définition des grandes classes d'occupation des sols a été présentée dans un point précédent. On distingue les classes suivantes :

- ✓ Secteurs urbains denses : zones d'habitat dense (imperméabilisation moyenne) et zones commerciales, parkings et centre ville (imperméabilisation forte) ;
- ✓ Secteurs périurbains : zones d'habitats diffus (faible imperméabilisation) ;
- ✓ Secteurs cultivés, classés par grands types de cultures et les secteurs naturels représentés par les zones de forêts et de garrigues.

Nous nous réfèrerons aux coefficients préconisés par la DISE du Gard et issus de l'étude RFF de 2007. Les coefficients de ruissellement associés à chaque classe d'occupation du sol sont repris dans le tableau présenté en page suivante.

Occupation du sol	Coef de ruissellement
Zones urbaines	0,8
Zones industrielles et commerciales	0,7
Espaces verts artificiels	0,12
Vignobles	0,3
Vergers	0,15
Prairies - friches	0,11
Terres arables	0,15
Garrigues	0,11
Forêts	0,1

Tableau 5 : Nomenclature d'occupation du sol et coefficients de ruissellement associés (source : Etude RFF, contournement ferroviaire de Nîmes et Montpellier, 2007)

1.3.4 Récapitulatif

Les valeurs et coefficients retenus au terme de l'étude sont repris dans le tableau suivant. On rappellera par ailleurs les hypothèses envisagées pour la détermination des coefficients de ruissellement :

- ✓ Temps de retour inférieurs ou égal à 10 ans : moyenne pondérée des coefficients de ruissellement suivant les données d'occupation du sol
- ✓ Temps de retour égal à 30 ans : utilisation de la « méthode des experts » adaptée
- ✓ Temps de retour égal à 100 ans : utilisation de la « méthode des experts »

Sous bassin	Superficie drainée (ha)	Pente moyenne (m/m)	Rétention initiale P_0 (mm)	Coefficients retenus		
				5 et 10 ans	*30 ans*	*100 ans*
Sous BV Is 1	85,0	0,019	28	17%	34%	71%
Sous BV Is 2	61,3	0,033	33	17%	33%	70%
Sous BV Is 3	36,4	0,008	48	11%	30%	65%
Sous BV Is 4	35,5	0,051	29	21%	34%	71%
Sous BV Is 5	20,2	0,026	53	10%	28%	64%
Sous BV Is 6	114,8	0,001	33	12%	33%	70%
Sous BV Is 7	104,9	0,001	34	13%	33%	70%
Sous BV Is 8	35,1	0,010	23	23%	35%	73%
Sous BV Is 9	65,5	0,001	35	12%	32%	69%
Sous BV Is 10	61,1	0,042	25	12%	35%	72%
Sous BV Is 11	64,6	0,067	20	17%	36%	74%
Sous BV Is 12	101,3	0,085	37	11%	32%	69%
Sous BV Is 13	82,5	0,120	34	16%	33%	70%
Sous BV Is 14	61,4	0,002	35	12%	32%	69%
Sous BV Is 15	45,9	0,092	52	11%	29%	64%
Sous BV Is 16	48,0	0,002	36	12%	32%	69%
Sous BV Is 17	177,5	0,001	39	12%	32%	68%
Sous BV Tr 1	66,6	0,047	38	11%	32%	68%
Sous BV Tr 2	39,0	0,026	17	26%	36%	75%
Sous BV Tr 3	19,1	0,007	3	31%	39%	79%
Sous BV Tr 4	65,5	0,041	7	32%	38%	78%
Sous BV Tr 5	23,0	0,008	28	21%	34%	71%
Sous BV Tr 6	82,1	0,040	17	20%	36%	75%
Sous BV Tr 7	125,1	0,001	28	16%	34%	71%
Sous BV Tr 8	170,6	0,026	38	10%	32%	68%
Sous BV Tr 9	357,4	0,037	37	12%	32%	69%
Sous BV Tr 10	208,8	0,028	36	10%	32%	69%
Sous BV Tr 11	166,5	0,018	25	12%	35%	72%
Sous BV Tr 12	150,0	0,029	25	12%	35%	72%

Sous bassin	Superficie drainée (ha)	Pente moyenne (m/m)	Rétention initiale P_0 (mm)	Coefficients retenus		
				5 et 10 ans	*30 ans*	*100 ans*
Sous BV Tr 13	54,0	0,039	36	11%	32%	69%
Sous BV Tr 14	114,9	0,023	47	13%	30%	66%
Sous BV Tr 15	257,7	0,031	49	12%	29%	65%
Sous BV Tr 16	110,8	0,040	49	12%	29%	65%
Sous BV Tr 17	18,4	0,002	46	11%	30%	66%
Sous BV Tr 18	139,0	0,001	36	14%	32%	69%
Sous BV Tr 19	112,8	0,003	36	13%	32%	69%
Sous BV Tr 20	94,8	0,001	38	12%	32%	68%
Sous BV Tr 21	106,1	0,001	41	11%	31%	67%
Sous BV Tr 22	135,9	0,041	40	17%	31%	68%
Sous BV Tr 23	120,8	0,042	22	17%	35%	73%
Sous BV Tr 24	54,2	0,080	12	29%	37%	76%
Sous BV Tr 25	110,8	0,037	25	18%	34%	72%
Sous BV Fr 1	8550,0	0,007	43	14%	31%	67%
Sous BV Fr 2	247,7	0,033	17	21%	36%	75%
Sous BV Fr 3	211,4	0,039	57	12%	27%	62%
Sous BV Fr 4	100,5	0,079	47	18%	30%	65%

Tableau 6 : Coefficients de ruissellement retenus

2

ANALYSE DES PLUIES HISTORIQUES

2.1 Généralités

Les communes de Montfaucon, Roquemaure et Sauveterre, parties intégrantes de la zone d'étude de l'étude de ressuyage, sont classées parmi les communes soumises à un risque d'inondation au dossier départemental des risques majeurs (D.D.R.M.). Plusieurs arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle relatifs au risque inondation ont ainsi été recensés sur ces communes. Ils concernent les évènements du 24 et 27 août 1987, du 30 au 31 juillet 1991, du 01 au 14 octobre 1993, du 07 au 15 janvier 1994, du 08 au 10 septembre 2002, du 01 au 04 décembre 2003, du 17 au 18 août 2004 et du 11 septembre 2008.

La commune de Montfaucon est plus particulièrement concernée par les événements de 1994, 2002 et 2008.

L'objet de cette étude étant l'étude du risque inondation par ruissellement et débordement de cours d'eau, nous ne nous intéresserons pas directement aux crues du Rhône dont la dernière date de 2003. A titre d'information, cette crue représente la troisième plus importante mesurée depuis celles de 1840 et 1856.

La crue de septembre 2002 constitue la crue de référence (hors crue du Rhône donc). Il s'agit en effet de l'épisode le plus marquant de ces dernières années mesuré dans la région Languedoc-Roussillon. Selon l'étude de la DIREN de 2009, il a dépassé en intensité l'évènement pluvieux 1958 qui servait jusque là de référence sur le département du Gard).

La description des dégâts observés lors des évènements de septembre 2002 de même que l'inventaire des données de plus hautes eaux a été réalisés en première phase de l'étude.

Voir Phase 1 – chapitre 7 : Description des inondations historiques

Bien qu'ayant engendré des inondations sans communes mesures avec celles de 2002, les évènements récents de 2004 et 2008 seront toutefois étudiés à titre indicatif.

2.2 Description hydrologique de l'événement de 2002

L'événement des 8 et 9 septembre 2002 a touché un vaste secteur géographique du Vaucluse jusqu'à l'Hérault. La pluie a commencé le 8 vers 10-12 heures et s'est rapidement transformée en événement orageux stationnaire.

L'événement s'est divisé en deux corps d'averse :

- ✓ un premier pic très important le 8 dans la soirée,
- ✓ un second pic le 9 au matin.

L'image radar de Météo France traitée par le système Calamar permet d'estimer par interpolation la pluie en un secteur donné.

Les lames d'eau produites par CALAMAR proviennent d'une double source d'information :

- ✓ Les informations radar brutes utilisées par CALAMAR sont issues du radar hydro-météorologique de Nîmes – Manduel exploité par Météo-France,
- ✓ Les données pluviographiques utilisées pour calibrer en continu et localement l'information radar proviennent du réseau de télémesure du SPCGD.

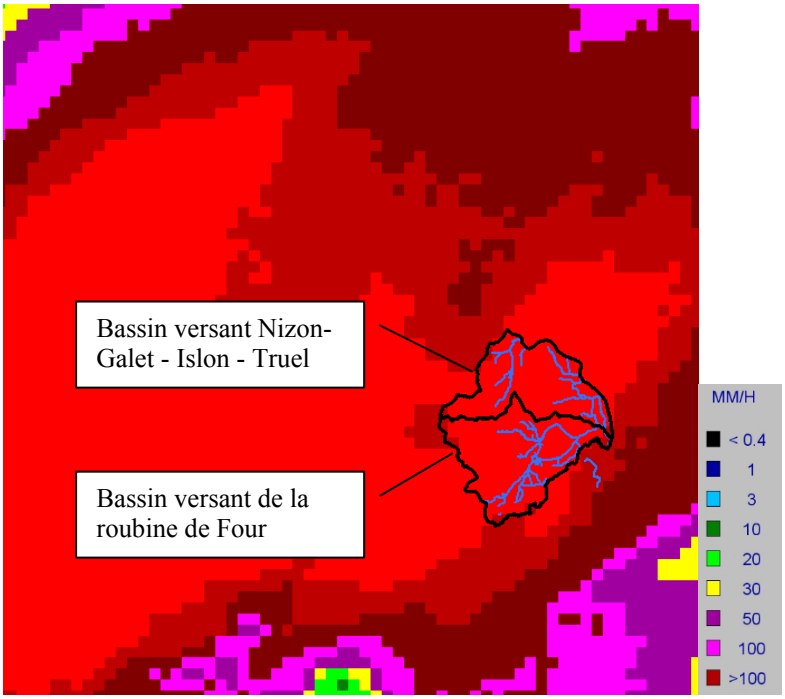


Illustration 4 : Carte des intensités horaires des pluies observées les 8 et 9 septembre 2002 (SPCGD, 2011)

La précision de l'estimation est liée à la densité du réseau de mesure. Malheureusement, plusieurs stations proches du secteur d'étude, Roquemaure et Pujaut notamment, sont tombées en panne en cours d'épisode. Sur base des observations radars et de données issues de stations plus éloignées, le SPCGD a néanmoins pu reconstituer les données pluviométriques moyennes tombées sur la zone d'étude. Les résultats ainsi obtenus sont synthétisés dans le tableau suivant.

Situation	Pluie max en 1 h	Pluie max en 3 h	Pluie max en 6 h	Pluie max en 12 h	Pluie max en 24 h	Pluie totale
Bassin versant de la roubine de Four	61 mm	175 mm	275 mm	312 mm	447 mm	**479 mm**
Bassin versant Islons-Truel	67 mm	179 mm	288 mm	326 mm	461 mm	**485 mm**

Tableau 7 : Cumuls pluviométriques estimés lors de l'épisode pluvieux du 8 au 9 septembre 2002 (source SPCGD)

A défaut de données IDF satisfaisantes sur le secteur d'étude, nous avons comparé les données observées en 2002 avec les données statistiques issues de la station de Nîmes Courbessac. Notons que la pluviométrie enregistrée à Nîmes en 2002 était plus faible que ce qu'elle a été sur le secteur d'étude. La période de retour estimée pour la pluie observée sur notre secteur reste dès lors approximative.

A- Observations réalisées sur le bassin versant Islons-Truel

Le graphique suivant reprend l'évolution des précipitations estimées tout au long de l'événement sur le bassin Islons-Truel.

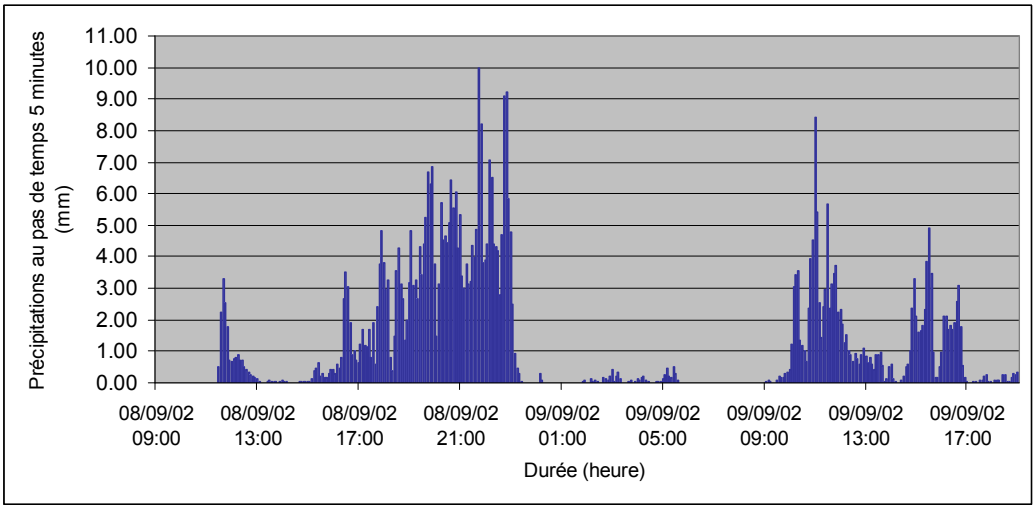


Illustration 5: Episodes pluvieux des 8 et 9 septembre 2002 estimés sur le bassin versant Islons-Truel (SPCGD, 2011)

En cumul maximal et ramené aux statistiques antérieures (Nîmes Courbessac 1964-2009), cet événement serait qualifié presque vicennal sur une heure, de plus que cinquantennal sur 3 heures et de plus que centennal à partir de 6 heures et pour la totalité de l'évènement.

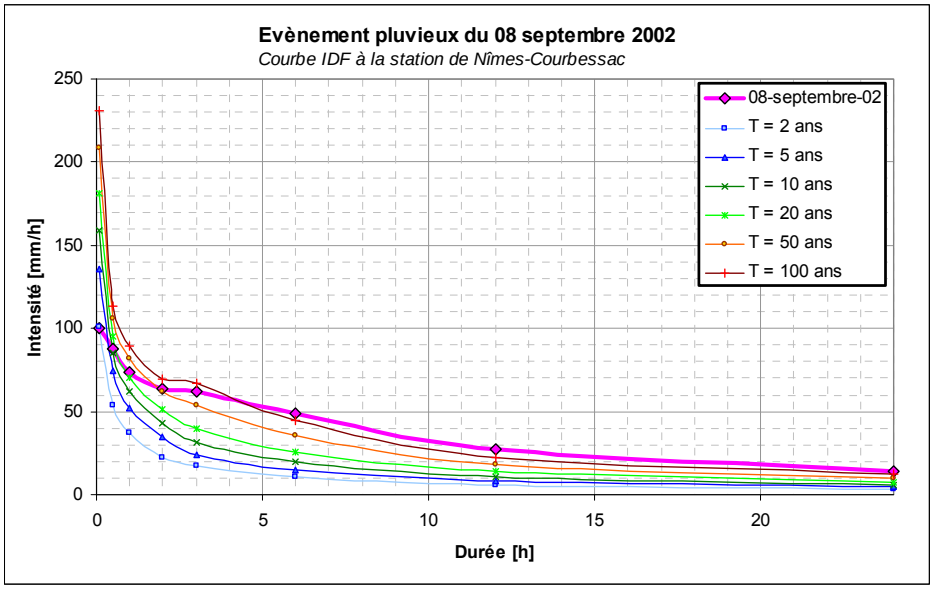


Illustration 6 : Analyse statistique du cumul des pluies mesurées sur le BV Islons-Truel lors de l'épisode des 8 et 9 septembre 2002 comparé aux courbes IDF à la station Météo France de Nîmes-Courbessac

B- Observations réalisées sur le bassin versant de la roubine de Four

Le graphique suivant reprend l'évolution des précipitations estimées tout au long de l'événement sur le bassin de la roubine du Four.

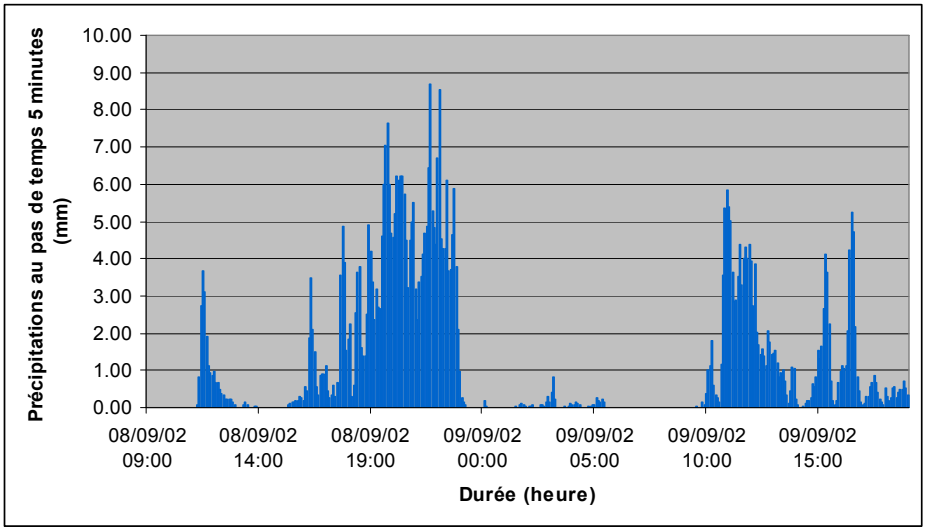


Illustration 7 : Episodes pluvieux des 8 et 9 septembre 2002 estimés sur le bassin versant de la roubine de Four (SPCGD, 2011)

En cumul maximal et ramené aux statistiques antérieures (Nîmes Courbessac 1964-2009), cet événement serait qualifié de décennal sur une heure, de plus que cinquantennal sur 3 heures, de centennal sur 6 heures. Sur la totalité de l'évènement, il serait qualifié de plus que centennal.

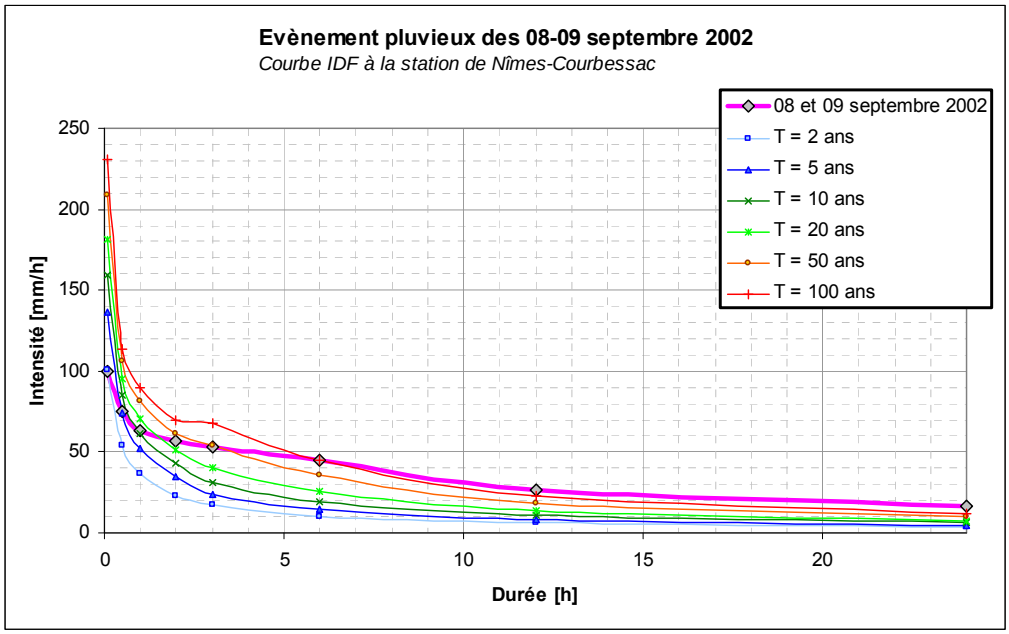


Illustration 8 : Analyse statistique du cumul des pluies mesurées sur le BV de Four lors de l'épisode des 8 et 9 septembre 2002 comparé aux courbes IDF à la station Météo France de Nîmes-Courbessac

2.3 Crue de décembre 2003

Une description précise de l'événement de 2003 a été développée dans le cadre du Schéma d'Aménagement Hydraulique. Nous en reprendrons les grandes lignes.

Cet évènement intervient après un mois de novembre particulièrement pluvieux, donc sur des sols saturés. Cet évènement est exceptionnel de par son étendue et sa durée (du 1er au 3 décembre), plus que par son intensité. Il est tombé 300 mm dans le Gard en 3 jours.

Les ruissellements importants observés dans le secteur Gard Rhodanien sont donc également liés à la saturation des sols.

Concernant la crue du Rhône, il s'agit de l'évènement le plus important observé depuis plus de 100 ans. Son débit de pointe est évalué à environ 11 500 m³/s à Beaucaire et se classe en troisième position des plus fortes crues connues après la crue du 4 novembre 1840 (13 000 m³/s) et la crue du 31 mai 1856 (12 500 m³/s). Ce débit aurait une période de retour de 100 ans à Beaucaire.

La DIREN a réalisé un inventaire des zones inondées en 2003. On peut distinguer les secteurs suivants :

- ✓ les zones inondées par le Rhône, remontée des eaux par le contre canal dans la plaine de Sauveterre – Roquemaure,
- ✓ les débordements des ruisseaux dans la plaine sud-ouest de Roquemaure,
- ✓ les accumulations d'eau liées à la pluviométrie locale dans la cuvette de Montfaucon.

2.4 Description hydrologique de l'événement de 2004

L'épisode du 17 août 2004 s'est produit de manière très brutale sur une courte période de 4 h. Un cumul de 128,9 mm a ainsi été mesuré entre 20 h et 24 h à la station de Pujaut.

En cumul maximal et ramené aux statistiques antérieures (Nîmes Courbessac 1964-2009), cet événement serait qualifié de presque décennal sur une durée de une heure. Il se rapproche d'une occurrence vicennale sur des durées de 2 et 3 h.

Cet événement reste toutefois moins marquant que l'événement des 08 et 09 septembre 2002, que ce soit en termes de durée, d'intensité ou de dégâts observés.

Durée (h)	**1**	**2**	**3**	**4**
Cumul (mm)	59	94,2	121,3	128,9

Tableau 8 : Cumuls pluviométriques maximaux mesurés le 17 août 2004 à la station de Pujaut

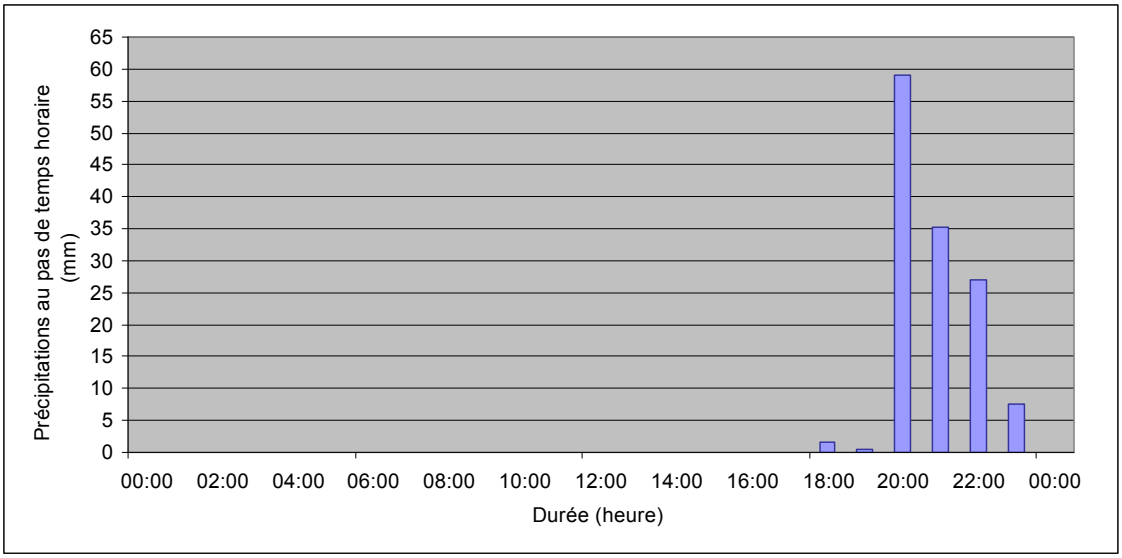


Illustration 9: Episode pluvieux du 17 août 2004 mesuré à la station de Pujaut

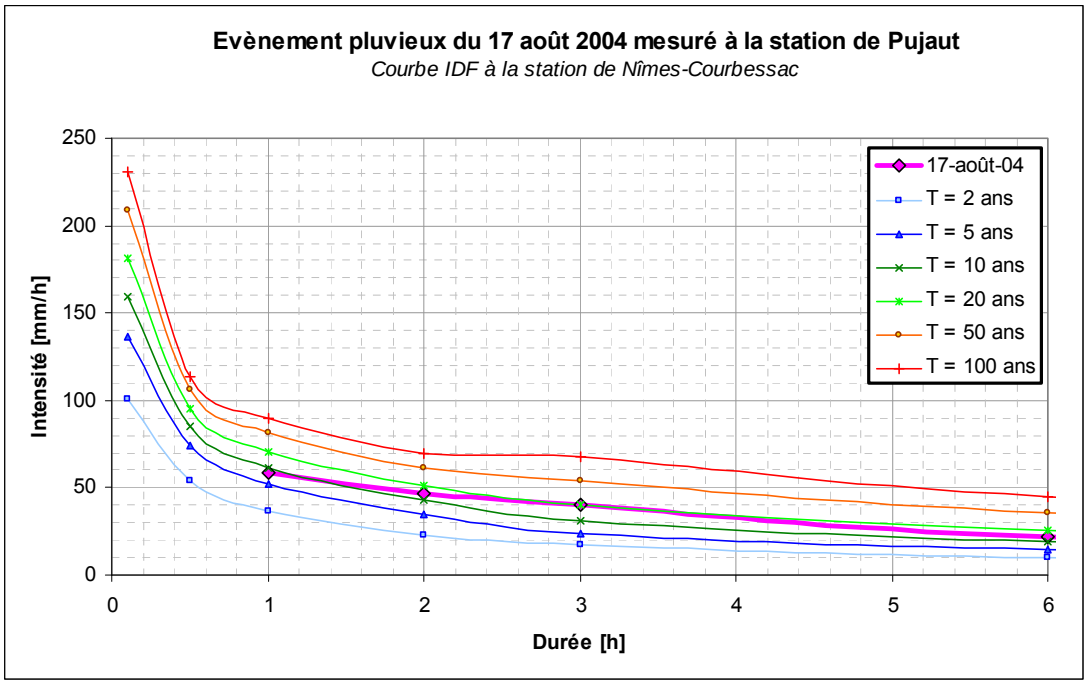


Illustration 10 : Analyse du cumul des pluies mesurées lors de l'épisode du 17 août 2004 comparé aux courbes IDF à la station Météo France de Nîmes-Courbessac

2.5 Description hydrologique de l'événement de 2008

L'épisode du 11 septembre 2008 s'est également produit de manière très brutale sur une courte période de 2 h. Un cumul de 87 mm a ainsi été mesuré entre 16h et 18 h à la station de Pujaut.

En cumul maximal et ramené aux statistiques antérieures (Nîmes Courbessac 1964-2009), cet événement serait qualifié de vicennal sur des durées de une demi-heure et une heure et de décennal pour la totalité de l'évènement.

Même s'il présente en effet des intensités légèrement plus marquées sur une courte période, il est toutefois moins marquant que l'événement des 08 et 09 septembre 2002, que ce soit en termes de durée ou de dégâts observés.

Durée (h)	**0.5**	**1**	**2**
Cumul (mm)	50.6	74.9	87.2

Tableau 9 : Cumuls pluviométriques maximaux mesurés le 11 septembre 2008

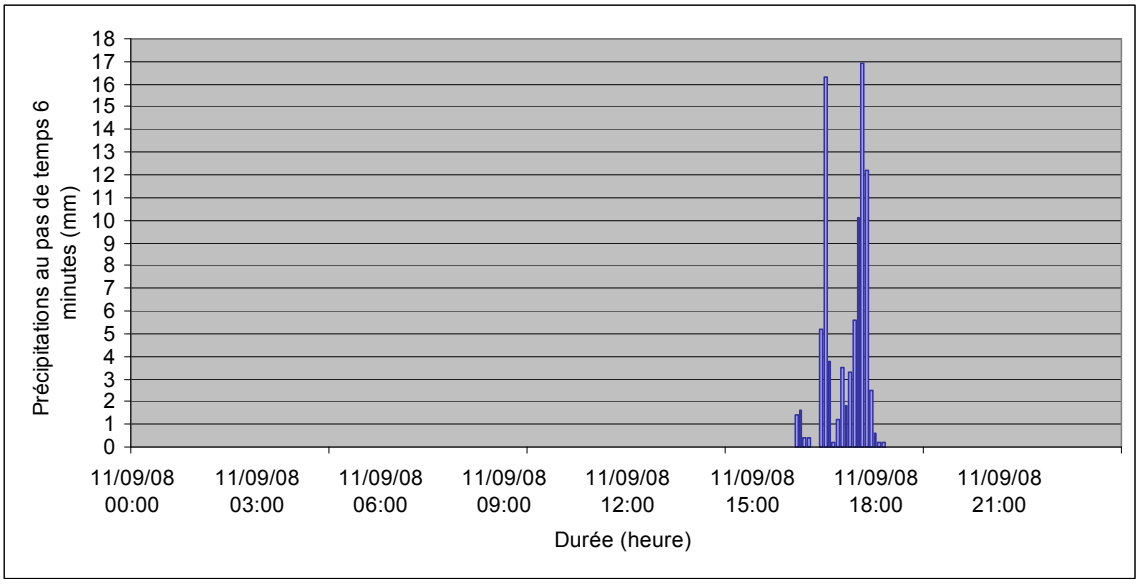


Illustration 11: Episode pluvieux du 11 septembre 2008 mesuré à la station de Pujaut

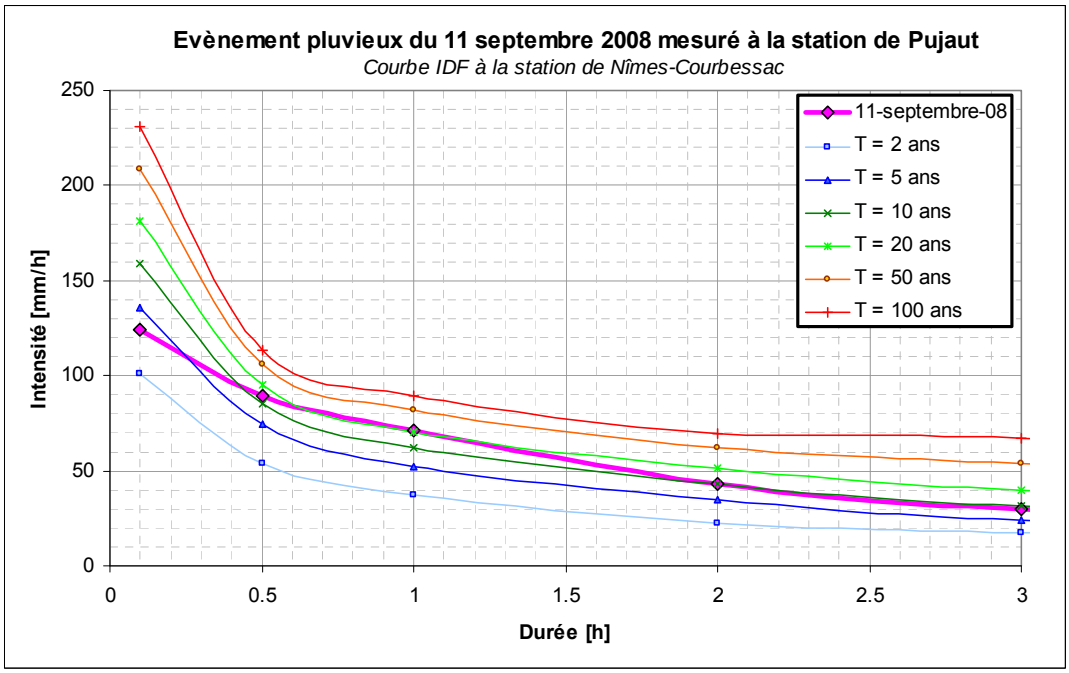


Illustration 12 : Analyse du cumul des pluies mesurées lors de l'épisode du 11 septembre 2008 comparé aux courbes IDF à la station Météo France de Nîmes-Courbessac

3

ANALYSE DES PLUIES STATISTIQUES

L'un des moyens de représenter la pluviométrie locale est la pluie de projet. *La pluie de projet est un événement fictif. Elle représente l'ensemble des informations pluviométriques disponibles et est censée produire à l'exutoire du bassin le même effet que la pluie réelle à laquelle il est possible d'associer une période de retour* (Hemain, 1986).

Les données hydrologiques ont pour but la définition des débits de pointe de chaque bassin et sous-bassin versant pour différentes pluies de projet.

Dans le cadre de cette étude, les pluies de projet d'occurrence 5 ans, 10 ans, 30 ans et 100 ans seront utilisées en plus de la pluie historique de septembre 2002.

3.1 Données disponibles

La station de Pujaut est la seule station située dans notre zone d'étude permettant d'effectuer un traitement statistique des données pluviométriques. Son assise en termes de chronologie d'observation est toutefois très réduite (15 ans). C'est pourquoi nous avons préféré utiliser les **données issues de la station de Nîmes**, station la plus proche de notre secteur d'étude disposant de l'assise la plus large en termes de chronique d'observation (60 ans).

L'utilisation de la **méthode SHYREG** permet d'obtenir des chroniques de pluies statistiques horaires pour toute maille de 1 km², sur les régions Languedoc Roussillon et PACA. Il convient toutefois de noter que ces données ne sont disponibles qu'aux pas de temps horaires alors que la plupart des sous-bassins versants de notre zone d'étude présentent des temps de concentrations infra-horaires.

Etant donné que les valeurs SHYREG ne sont pas utilisables dans le cadre de cette étude et dans un souci de cohérence avec les préconisations de la DISE du Gard en la matière, nous avons décidé de retenir pour la suite de l'analyse hydrologique les estimations statistiques obtenues par la méthode GEV sur Nîmes.

3.2 Construction des pluies de projet statistiques

3.2.1 Pluviométrie statistique

Le tableau suivant reprend les cumuls statistiques Météo France (courbes IDF) estimés à la station de Nîmes, sur la période 1947-2009, pour différentes occurrences de retour et durées de pluies.

Estimation renouvellement Nîmes	**Cumuls pluviométriques (mm)**								
	0.25	**0.5**	**1**	**2**	**3**	**6**	**12**	**24**	**48**
5 ans	23.3	37.2	52.1	70.2	72.5	89.1	103.1	116.9	134.0
10 ans	26.5	42.8	61.8	86.9	94.3	117.5	132.1	148.4	164.0
20 ans	29.3	47.6	70.7	102.8	120.1	152.3	165.9	184.7	196.0
30 ans	30.8	50.1	75.7	115	137.4	176.5	188.5	208.8	215.9
50 ans	32.6	53	81.7	123.5	162.3	211.7	220.4	242.7	242.5
100 ans	34.8	56.6	89.6	138.9	202.1	270	271.1	296	281.7

Tableau 10 : Cumuls pluviométriques statistiques à la station de Nîmes-Courbessac (1947-2009)

Les coefficients de Montana ont été estimés à partir de ces données.

AJUSTEMENT MONTANA Nîmes Courbessac 1947-2009

	0.1H < d < 1H		1H < d < 3H		3H < d < 48H	
T	**a**	**b**	**a**	**b**	**a**	**b**
5 ans	**53.561**	**0.4077**	**53.237**	**0.6853**	**58.9**	**0.7836**
10 ans	**62.576**	**0.4017**	**62.914**	**0.6038**	**79.74**	**0.8066**
20 ans	**70.513**	**0.4002**	**71.384**	**0.5115**	**106.08**	**0.8308**
30 ans	**76.636**	**0.3513**	**76.47**	**0.4509**	**124.72**	**0.8454**
50 ans	**79.864**	**0.4012**	**81.31**	**0.3783**	**152.58**	**0.8644**
100 ans	**86.19**	**0.4054**	**88.002**	**0.2712**	**199.76**	**0.8909**

Tableau 11 : Estimation des coefficients de Montana à la station de Nîmes-Courbessac (1947-2009)

3.2.2 Construction des pluies de projet

L'estimation des débits de pointe par un modèle pluie-débit nécessite au préalable la construction de pluies de projet.

Compte tenu de la grande variabilité des temps de concentration des différents bassins versants étudiés, la pluie de projet utilisée sera construite selon le modèle de Kieffer. Ce type de hyétogramme présente l'avantage de pouvoir intégrer l'ensemble des durées et intensités de pluies critiques permettant de garantir une réaction maximale des différents bassins versants constitutifs du secteur d'étude.

Cette méthode de construction de pluies de projet se justifie par ailleurs au regard de la forme que prennent généralement les épisodes pluvieux, caractérisés par une période de pluie relativement longue d'intensité soutenue, à l'intérieur de laquelle viennent s'insérer des épisodes plus courts, caractérisés par des intensités très forte dont la période de retour est associée à la pluie de projet.

Ci-dessous est présenté le nombre de bassins versants associé aux différentes valeurs caractéristiques des temps de concentration estimés sur le secteur d'étude :

- ✓ Compris entre 10 et 30 minutes : 25 BV
- ✓ Compris entre 30 minutes et 1h : 8 BV
- ✓ Compris entre 1h et 2h : 4 BV
- ✓ Compris entre 2h et 3h : 5 BV
- ✓ De l'ordre de 4h : 2 BV
- ✓ Compris entre 8 et 9 h : 1 BV

Nous prendrons dès lors une pluie de durée totale égale à 10h à l'intérieur de laquelle viendront s'insérer des épisodes plus courts dont les valeurs sont présentées dans les tableaux suivants en termes de cumul et d'intensité.

Cumul (mm)	Occurrence			
Durée (h)	**5 ans**	**10 ans**	**30 ans**	**100 ans**
0.5	37.2	42.8	50.1	56.6
1	52.1	61.8	75.7	89.6
2	70.2	86.9	115	138.9
3	72.5	94.3	137.4	202.1
4	79.5	104.3	154.5	232.4
9	94.8	122	175.2	253.9
10	96.9	124.5	178	256.8

Tableau 12 : Cumuls de pluies calculés à la station de Nîmes-Courbessac (1947-2009) pour différentes occurrences et durées de pluies

Le graphique suivant présente les hyétogrammes définis pour différentes occurrences de pluies.

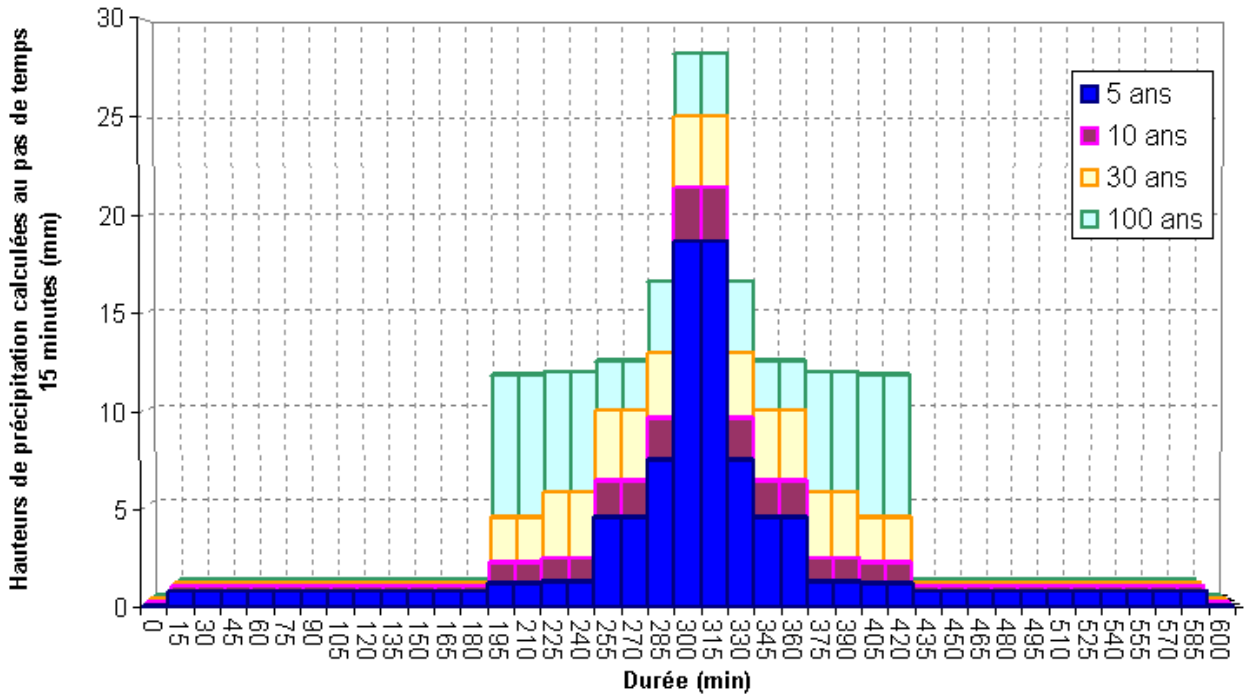


Illustration 13: Pluies de projet statistiques - occurrences 5, 10, 30 et 100 ans (durée totale 10 h) appliquées à l'ensemble des BV de la zone d'étude

4

ESTIMATION DES DEBITS DE CRUES

4.1 Méthodologie

La transformation des pluies de projet en débit de pointe sera réalisée pour chaque bassin versant par la méthode de transformation pluie-débit dite du réservoir linéaire. Cette méthode permet également d'estimer les débits de pointe générés en chaque sous-bassin versant par la pluie de septembre 2002.

Selon les demandes du comité de pilotage, les maxima des débits centennaux estimés par modèle pluie-débit seront comparés aux résultats issus des méthodes de Bressand-Golossov et du Gradex élaborée par le SPC Grand Delta.

Les maximas des débits quinquennal, décennal et trentennal estimés par le modèle pluie-débit seront pour leur part comparés aux résultats issus de la méthode rationnelle.

4.1.1 Estimation des débits de crues au moyen d'un modèle pluie-débit

La méthode utilisée, dite du simple et double réservoir linéaire, ainsi que le logiciel MOUSE sont présentés en annexe du présent rapport.

Voir annexe 1 : Présentation du logiciel MOUSE et de la méthode du simple et double réservoir linéaire

4.1.2 Calcul du débit centennal selon la méthode BG

Cette méthode est à utiliser pour le calcul des débits à période de retour 100 ans ou exceptionnelle et comprend :

- ✓ l'utilisation de la méthode rationnelle directement basée sur la pluviométrie centennale ;
- ✓ l'intégration de notion de seuil de ruissellement ou de rétention initiale.

Elle fait appel à la formule suivante :

$$Q_{100} = (C \times I \times A) / 360$$

Avec : A : Superficie du bassin versant (en ha)

Q : Débit (en m³/s)

I : Intensité centennale moyenne pendant une durée égale au temps de concentration du bassin versant, exprimée en mm/h

C : Coefficient de ruissellement calculé selon la méthode des experts

Temps de concentration calculé selon la formule de Bressand Golossov présentée précédemment

4.1.3 Calcul du débit centennal selon la méthode SPC Grand Delta

Le Service de Prévention des Crues du Grand Delta propose une méthodologie de calcul des crues de référence pour les petits bassins versants (< 400 km²) du département du Gard. Cette méthodologie pourra être confrontée aux résultats de la méthode FBG, généralement utilisée jusqu'alors dans le département.

Le principe consiste à appliquer la **méthode du Gradex** pour réaliser l'extrapolation depuis un débit de période de retour faible (inférieur ou égale à 10 ans) vers un débit centennal.

La loi de Gumbel est souvent utilisée pour ajuster les séries de pluies maximales et les débits correspondants. Dans ce cas, le caractère exponentiel de cette distribution est décrit par la pente de la droite d'ajustement des pluies observées. La pente de cette droite est le GRAdient de cette distribution EXponentielle, d'où le nom de la méthode GRADEX.

Chercher le « GRADEX » des pluies observées consiste donc à procéder à l'ajustement des valeurs selon une distribution de Gumbel pour en déduire une estimation du paramètre b de la droite d'ajustement.

$$P = a + bu$$

avec P : cumul des pluies sur une durée D
u : variable réduite de Gumbel
b : gradex des pluies correspondant à la durée de pluie

La méthode du GRADEX a été conçue, mise au point, testée et validée par le groupe de recherche d'EDF (Guillot and Duband, 1967). Le principe de la méthode est de considérer que la droite de distribution des débits est parallèle à partir du point pivot, correspondant ici au temps de retour 10 ans, à celle des pluies. Cette méthode s'appuie sur différentes hypothèses :

- ✓ Les débits maximums recherchés sont provoqués uniquement par des pluies maximales, uniformément réparties sur le bassin. Etant donné la petite taille des bassins étudiés, nous n'appliquerons pas de coefficient d'abattement.
- ✓ Les pluies maximales et les débits correspondants (débits maximaux) suivent une même loi de distribution statistique, dite des "extrêmes" en raison de la nature du phénomène recherché (crues rares).
- ✓ Ceci exprime surtout le fait qu'à partir d'une certaine valeur de pluie, le comportement asymptotique du débit sera identique à celui des pluies. Selon les auteurs de cette méthode, ce seuil représente le taux de saturation du bassin qui est atteint après un événement pluviométrique qui provoque un débit décennal (point pivot considéré).

De manière générale, on peut ainsi postuler la relation suivante :

$$Q_{100} = Q_{10} + b * \ln (T_{100}/T_{10})$$

La méthode préconisée par le SPC grand Delta est présentée en annexe de même que l'ensemble des paramètres ayant présidés au calcul des débits selon la méthodologie SPCGD.

Voir annexe 2 : Méthodologie de calcul des crues de référence pour les petits bassins versants (< 400 km²)

Voir annexe 3 : Valeurs des paramètres ayant présidés au calcul des débits selon la méthode SPCGD

4.2 Crue historique des 8 et 9 septembre 2002

Nous avons choisi de calculer le débit de pointe de la crue des 8 et 9 septembre 2002 par la méthode de transformation pluie-débit dite du réservoir linéaire, à partir des données suivantes :

- **données pluviométriques reconstituées par le SPC au pas de temps 5 minutes sur les bassins versants des roubines des Islons, du Truel et de Four** ;
- du temps de réponse estimé sur base de la moyenne des temps de concentration calculés par les formules de Kirpich, Passini, Ventura et Bressand Golossov ;
- du coefficient de ruissellement obtenu par la méthode des experts pour un événement trentennal.

Les hydrogrammes de crues définis pour chacun des sous-bassins sont présentés ci-dessous pour l'événement de septembre 2002.

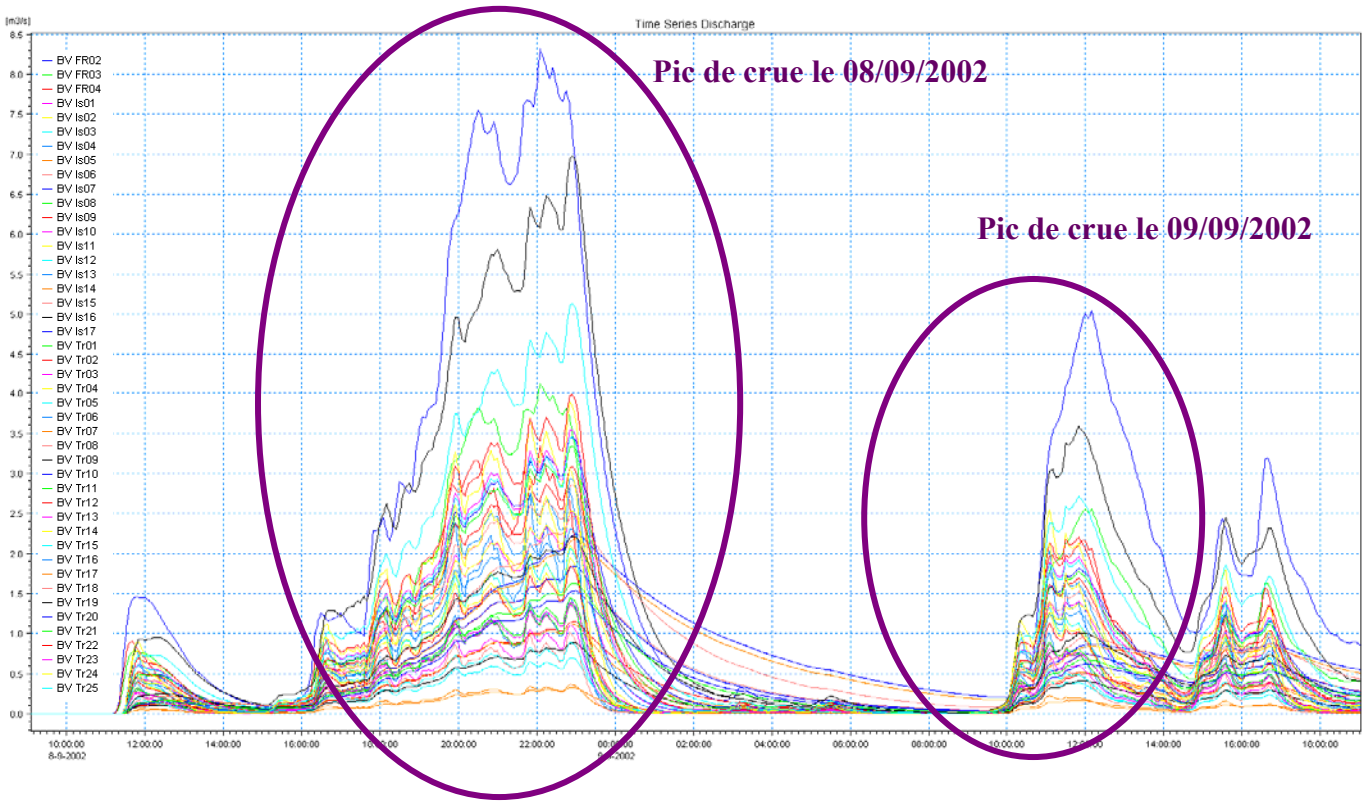


Illustration 14: Hydrogrammes de la crue de septembre 2002 sur les bassins versants des roubines Four-Islons-Truel

Les résultats sont les présentés dans le tableau suivant :

Sous bassin	Surface (ha)	Q max modèle du réservoir linéaire (m³/s)
Sous BV Is 1	85,0	2.51
Sous BV Is 2	61,3	1.94
Sous BV Is 3	36,4	0.70
Sous BV Is 4	35,5	1.44
Sous BV Is 5	20,2	0.36
Sous BV Is 6	114,8	1.84
Sous BV Is 7	104,9	1.84
Sous BV Is 8	35,1	1.44
Sous BV Is 9	65,5	1.15
Sous BV Is 10	61,1	1.36
Sous BV Is 11	64,6	2.10
Sous BV Is 12	101,3	2.06
Sous BV Is 13	82,5	2.81
Sous BV Is 14	61,4	1.12
Sous BV Is 15	45,9	1.02
Sous BV Is 16	48,0	0.88
Sous BV Is 17	177,5	2.24
TOTAL Islons	**1 201**	**26.82**

Sous bassin	Surface (ha)	Q max modèle du réservoir linéaire (m³/s)
Sous BV Fr 1	8 550,0	8.00
Sous BV Fr 2	247,7	8.32
Sous BV Fr 3	211,4	4.13
Sous BV Fr 4	100,5	3.34
TOTAL Four	**9 113**	**23.79**

Sous bassin	Surface (ha)	Q max modèle du réservoir linéaire (m³/s)
Sous BV Tr 1	66,6	1.38
Sous BV Tr 2	39,0	1.84
Sous BV Tr 3	19,1	1.38
Sous BV Tr 4	65,5	3.89
Sous BV Tr 5	23,0	0.89
Sous BV Tr 6	82,1	2.94
Sous BV Tr 7	125,1	2.19
Sous BV Tr 8	170,6	2.86
Sous BV Tr 9	357,4	6.98
Sous BV Tr 10	208,8	3.46
Sous BV Tr 11	166,5	3.34
Sous BV Tr 12	150,0	3.08
Sous BV Tr 13	54,0	1.11
Sous BV Tr 14	114,9	2.53
Sous BV Tr 15	257,7	5.13
Sous BV Tr 16	110,8	2.30
Sous BV Tr 17	18,4	0.33
Sous BV Tr 18	139,0	2.47
Sous BV Tr 19	112,8	2.21
Sous BV Tr 20	94,8	1.54
Sous BV Tr 21	106,1	1.63
Sous BV Tr 22	135,9	3.98
Sous BV Tr 23	120,8	3.55
Sous BV Tr 24	54,2	3.07
Sous BV Tr 25	110,8	3.45
TOTAL Truel	**2 903**	**67.52**

Tableau 13 : Estimation des débits de pointe de la crue de septembre 2002

Pour le bassin versant Fr 1, nous n'avons considéré qu'un débit de 8 m³/s correspondant au débit admissible au droit des tunnels de l'Etang et du Grès. Il convient en effet de rappeler que l'ensemble du réseau de drainage du bassin versant amont de la roubine de Four se regroupe au sud du centre-ville de Pujaut avant de s'engouffrer en souterrain dans les tunnels de l'Etang et du Grès sur un linéaire de 1,5 km.

4.3 Estimation des débits de crues statistique

4.3.1 Débits quinquennaux, décennaux et trentennaux

La méthode rationnelle a été utilisée en comparaison de celle dite du réservoir linéaire pour le calcul des débits de pointe de retour 5 ans, 10 ans et 30 ans à partir des pluies statistiques de Nîmes Courbessac. De manière générale, ces méthodes font appel aux paramètres suivants :

- ✓ un temps de concentration calculé par la moyenne des formules de Passini, Ventura, Kirpich et Bressan Golossov ;
- ✓ pour les pluies de 5 et 10 ans, un coefficient de ruissellement correspondant à la moyenne pondérée des coefficients de ruissellements selon l'occupation des sols ;
- ✓ pour les pluies de 30 ans, un coefficient de ruissellement calculé au moyen d'une adaptation de la méthode des experts.

La méthode du double réservoir linéaire utilise une pluie de projet de Kieffer d'une **durée totale de 10 h et d'intensités variables sur des périodes de 30 minutes, 1h, 2h, 3h et 4h**.

La méthode rationnelle utilise **une pluie d'intensité constante égale au temps de concentration** des bassins versants.

Les hydrogrammes de crues définis pour chacun des sous-bassins sont présentés en page suivantes pour chacune des occurrences envisagées.

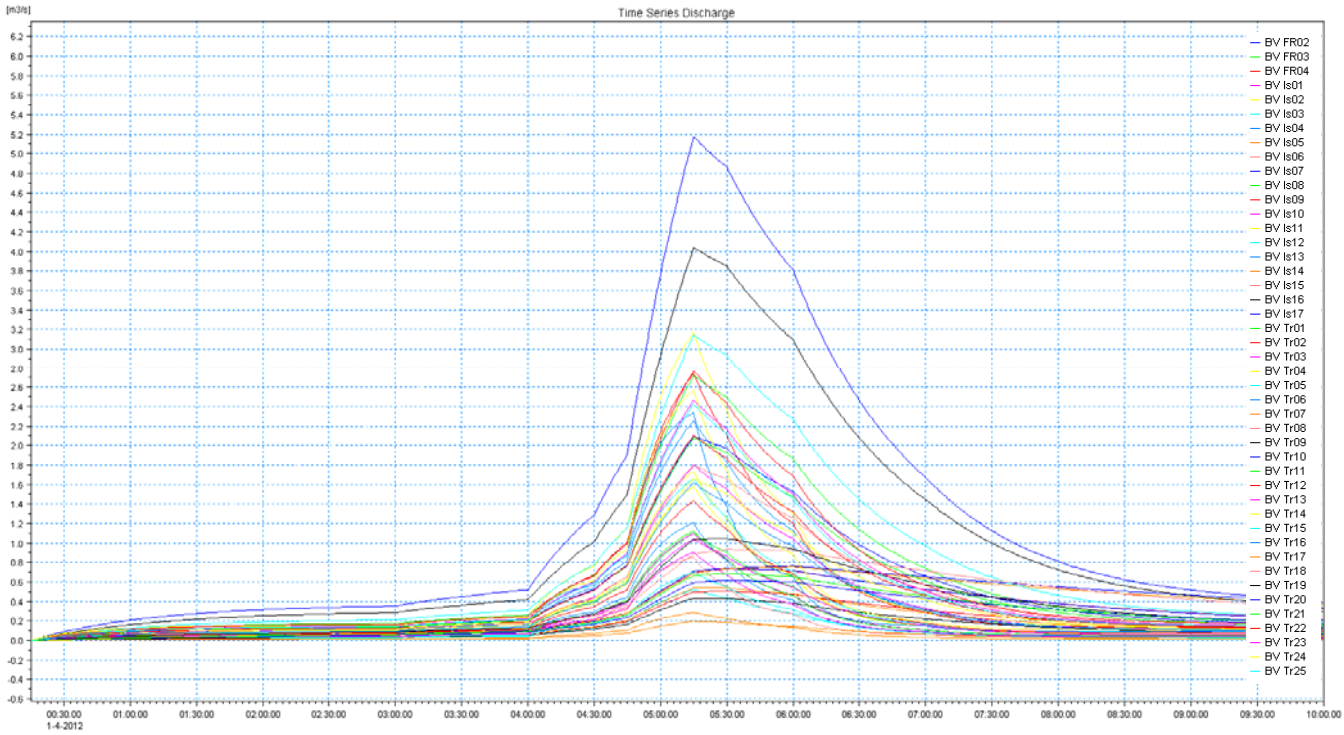


Illustration 15: Hydrogrammes de la crue de projet quinquennale

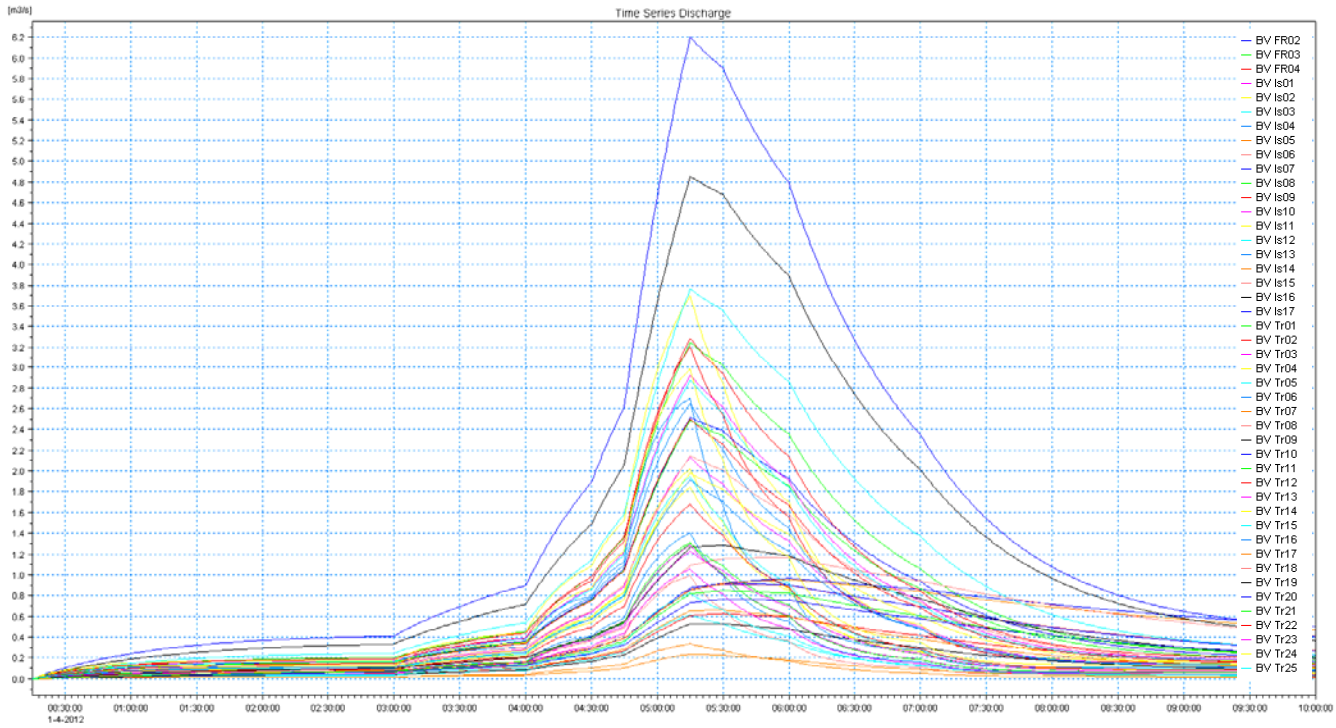


Illustration 16: Hydrogrammes de la crue de projet décennale

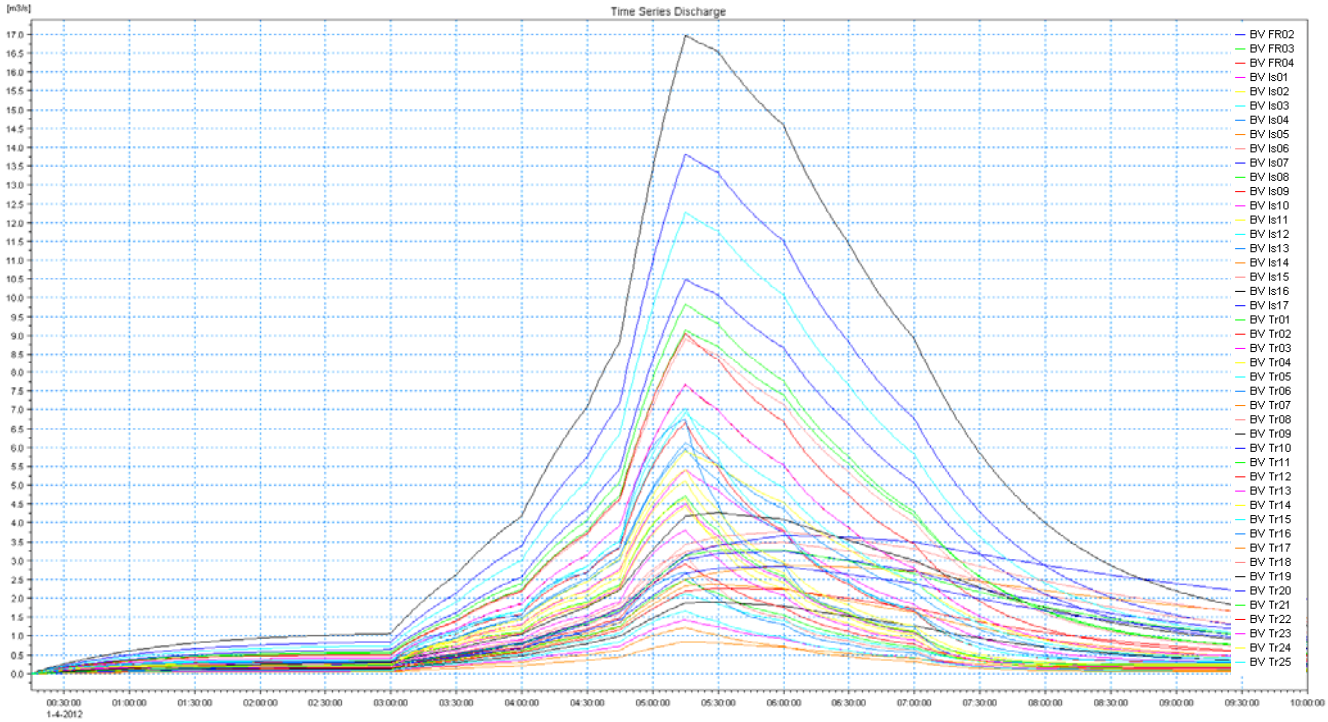


Illustration 17: Hydrogrammes de la crue de projet trentennale

Le tableau suivant reprend les débits maximaux estimés selon ces méthodes pour les différentes crues de projet.

Sous bassin	Surface (ha)	*Méthode rationnelle*			*Méthode du réservoir linéaire*		
		Q5 max (m^3/s)	*Q10 max (m^3/s)*	*Q30 max (m^3/s)*	*Q5 max (m^3/s)*	*Q10 max (m^3/s)*	*Q30 max (m^3/s)*
Sous BV Is 1	85,0	2.6	3.0	7.5	1.8	2.1	5.4
Sous BV Is 2	61,3	2.3	2.7	6.2	1.6	1.8	4.4
Sous BV Is 3	36,4	0.7	0.9	3.0	0.5	0.6	2.1
Sous BV Is 4	35,5	1.8	2.1	4.0	1.2	1.4	2.7
Sous BV Is 5	20,2	0.4	0.5	1.7	0.3	0.3	1.2
Sous BV Is 6	114,8	1.1	1.4	5.5	0.7	0.9	3.5
Sous BV Is 7	104,9	1.1	1.4	5.1	0.7	0.9	3.2
Sous BV Is 8	35,1	1.6	1.8	3.4	1.1	1.3	2.5
Sous BV Is 9	65,5	0.8	1.0	3.6	0.5	0.6	2.3
Sous BV Is 10	61,1	1.7	1.9	6.4	1.1	1.3	4.5
Sous BV Is 11	64,6	2.7	3.1	7.4	1.7	2.0	5.1

Sous bassin	Surface (ha)	*Méthode rationnelle*			*Méthode du réservoir linéaire*		
		Q5 max (m^3/s)	*Q10 max (m^3/s)*	*Q30 max (m^3/s)*	*Q5 max (m^3/s)*	*Q10 max (m^3/s)*	*Q30 max (m^3/s)*
Sous BV Is 12	101,3	2.4	2.8	9.9	1.7	1.9	7.0
Sous BV Is 13	82,5	3.8	4.4	10.3	2.3	2.7	6.8
Sous BV Is 14	61,4	0.8	1.0	3.6	0.5	0.7	2.4
Sous BV Is 15	45,9	1.3	1.5	4.8	0.9	1.0	3.2
Sous BV Is 16	48,0	0.7	0.8	2.9	0.4	0.5	1.9
Sous BV Is 17	177,5	1.1	1.4	5.9	0.8	1.0	3.7
Total BV Islons		**26.8**	**31.7**	**91.1**	**17.9**	**21.2**	**61.9**
Sous BV Tr 1	66,6	1.7	2.0	6.7	1.1	1.3	4.7
Sous BV Tr 2	39,0	2.1	2.4	4.0	1.4	1.7	2.9
Sous BV Tr 3	19,1	1.5	1.7	2.0	1.0	1.2	1.4
Sous BV Tr 4	65,5	4.6	5.4	7.6	3.2	3.7	5.4
Sous BV Tr 5	23,0	1.0	1.2	2.3	0.7	0.8	1.7
Sous BV Tr 6	82,1	3.3	3.8	8.3	2.3	2.7	6.0
Sous BV Tr 7	125,1	1.1	1.5	4.7	0.8	1.0	2.9
Sous BV Tr 8	170,6	2.8	3.3	12.7	1.8	2.1	8.9
Sous BV Tr 9	357,4	6.5	7.6	25.0	4.0	4.9	17.0
Sous BV Tr 10	208,8	3.4	4.0	15.3	2.1	2.5	10.5
Sous BV Tr 11	166,5	3.2	3.7	13.3	2.1	2.5	9.1
Sous BV Tr 12	150,0	3.1	3.6	12.8	2.1	2.5	9.1
Sous BV Tr 13	54,0	1.4	1.6	5.4	0.9	1.1	3.8
Sous BV Tr 14	114,9	2.5	3.0	8.4	1.7	2.0	5.9
Sous BV Tr 15	257,7	4.6	5.4	17.6	3.1	3.8	12.3
Sous BV Tr 16	110,8	2.4	2.8	8.5	1.6	1.9	6.1
Sous BV Tr 17	18,4	0.3	0.4	1.2	0.2	0.2	0.8
Sous BV Tr 18	139,0	1.4	1.8	6.1	0.9	1.2	3.8
Sous BV Tr 19	112,8	1.6	1.9	6.5	1.0	1.3	4.3
Sous BV Tr 20	94,8	0.9	1.1	4.5	0.6	0.8	2.8
Sous BV Tr 21	106,1	1.1	1.3	5.2	0.7	0.8	3.3

Sous bassin	Surface (ha)	*Méthode rationnelle*			*Méthode du réservoir linéaire*		
		Q5 max (m^3/s)	*Q10 max (m^3/s)*	*Q30 max (m^3/s)*	*Q5 max (m^3/s)*	*Q10 max (m^3/s)*	*Q30 max (m^3/s)*
Sous BV Tr 22	135,9	4.0	4.7	10.9	2.8	3.3	7.7
Sous BV Tr 23	120,8	3.6	4.2	10.8	2.5	2.9	7.7
Sous BV Tr 24	54,2	3.9	4.6	6.8	2.6	3.0	4.7
Sous BV Tr 25	110,8	3.6	4.2	9.7	2.4	2.9	6.9
Total BV Truel		**65.8**	**77.3**	**216.4**	**43.7**	**51.9**	**149.7**
Sous BV Fr 1	8 550,0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Sous BV Fr 2	247,7	8.0	9.4	20.0	5.2	6.2	13.8
Sous BV Fr 3	211,4	4.1	4.8	14.1	2.7	3.2	9.8
Sous BV Fr 4	100,5	4.1	4.7	9.3	2.7	3.2	6.7
Total BV Four		**24.2**	**26.9**	**51.5**	**18.6**	**20.7**	**38.3**

Tableau 14 : Estimation des débits de pointe maximum pour les crues 5 ans, 10 ans et 30 ans

Les valeurs de débits maximum estimés à partir du modèle pluie-débit sont globalement inférieures de 20 à 30% par rapport à celles issues de la méthode rationnelle pour les débits quinquennaux, décennaux et trentennaux dans l'ensemble du domaine d'étude. Les différences observées proviennent notamment du fait que le modèle pluie-débit intègre la notion de temps de réponse qui a tendance à aplatir la pointe de l'hydrogramme.

Nous proposons d'utiliser dans la suite de l'étude les résultats issus du modèle pluie-débit de SAFEGE dès lors que les différents paramètres du modèle ont pu être calés sur base de l'épisode historique de 2002.

4.3.2 Débits centennaux

Les méthodes BG et SPC ont été utilisées en comparaison de celle dite du réservoir linéaire pour le calcul des débits de pointe de retour 100 ans à partir des pluies statistiques de Nîmes Courbessac. Pour rappel, ces méthodes font appel aux paramètres suivants :

A- Méthode du double réservoir linéaire

- ✓ une pluie de projet de Kieffer d'une durée totale de 10 h et d'intensités variables sur des périodes de 30 minutes, 1h, 2h, 3h et 4h.
- ✓ un temps de réponse égal à la moitié du temps de concentration calculé par la moyenne des formules de Passini, Ventura, Kirpich et Bressan Golossov ;
- ✓ pour les pluies de 100 ans, un coefficient de ruissellement calculé au moyen de la méthode des experts.

B- Méthode de Bressand Golossov

- ✓ une intensité constante égale au temps de concentration de chacun des bassins versants ;
- ✓ un temps de concentration calculé par la formule de Bressan Golossov ;
- ✓ un coefficient de ruissellement calculé au moyen de la méthode des experts.

C- Méthode SPC Grand Delta

- ✓ une intensité constante égale au temps de concentration de chacun des bassins versants ;
- ✓ un temps de concentration calculé par la formule de Passini ;
- ✓ extrapolation du débit centennal par la méthode du Gradex à partir du débit décennal calculé par la méthode rationnelle et pris comme valeur pivot.

Les hydrogrammes de crues définis pour chacun des sous-bassins sont présentés en page suivante.

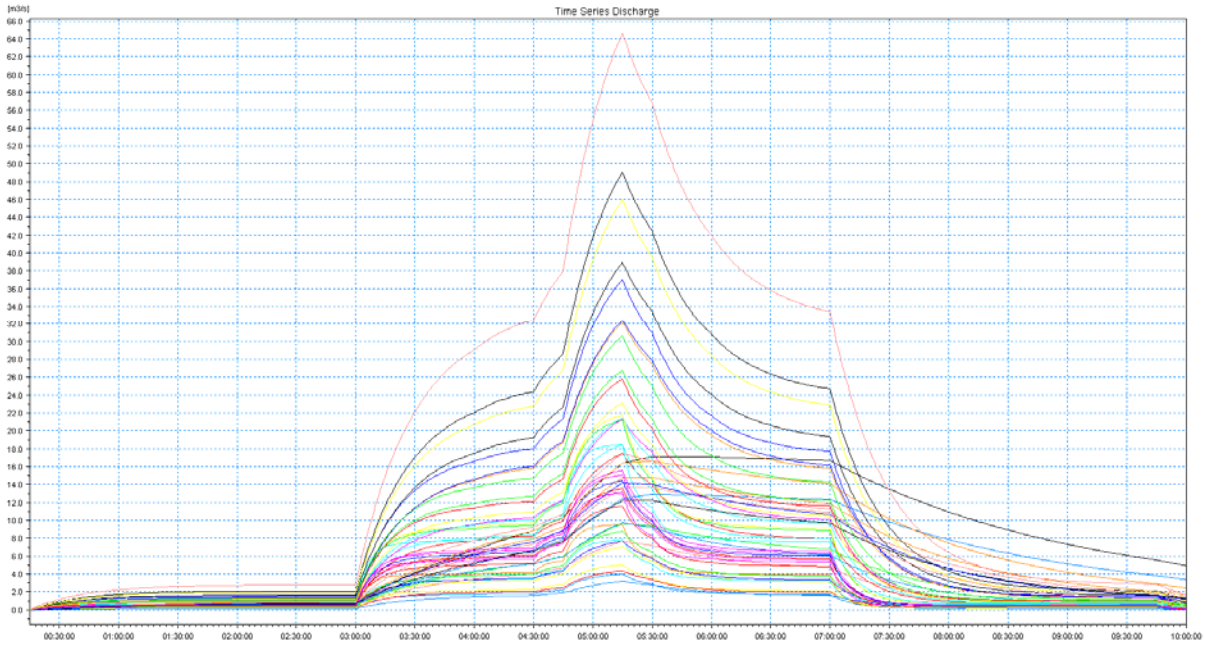


Illustration 18: Hydrogrammes de la crue de projet centennale

Les débits maximum estimés selon ces méthodes pour les différentes crues de projets sont les suivants :

Sous bassin	Surface (ha)	*Méthode du réservoir linéaire*	*Bressand Golossov*	*SPC Grand Delta*
		Q 100 max m³/s	*Q 100 max m³/s*	*Q 100 max m³/s*
Sous BV Is 1	85,0	17.5	21.3	20.9
Sous BV Is 2	61,3	13.2	18.3	7.6
Sous BV Is 3	36,4	7.0	11.6	3.7
Sous BV Is 4	35,5	7.8	10.4	5.1
Sous BV Is 5	20,2	4.0	4.1	4.5
Sous BV Is 6	114,8	14.8	26.5	21.3
Sous BV Is 7	104,9	13.7	24.2	19.5
Sous BV Is 8	35,1	7.7	11.5	4.5
Sous BV Is 9	65,5	9.7	15.9	12.9
Sous BV Is 10	61,1	13.6	16.6	6.7
Sous BV Is 11	64,6	15.1	18.0	8.5
Sous BV Is 12	101,3	21.7	23.1	11.0
Sous BV Is 13	82,5	18.5	35.2	12.8

Sous bassin	Surface (ha)	*Méthode du réservoir linéaire*	*Bressand Golossov*	*SPC Grand Delta*
		Q 100 max m³/s	*Q 100 max m³/s*	*Q 100 max m³/s*
Sous BV Is 14	61,4	9.7	14.8	12.2
Sous BV Is 15	45,9	9.5	11.9	5.8
Sous BV Is 16	48,0	7.7	10.7	9.0
Sous BV Is 17	177,5	17.1	33.4	27.4
TOTAL Islons	**12 001**	**208.2**	**307.3**	**193.3**
Sous BV Tr 1	66,6	14.4	17.9	7.4
Sous BV Tr 2	39,0	8.8	9.8	10.7
Sous BV Tr 3	19,1	4.4	6.3	5.9
Sous BV Tr 4	65,5	15.6	19.9	10.4
Sous BV Tr 5	23,0	5.0	8.9	3.1
Sous BV Tr 6	82,1	18.4	20.2	21.8
Sous BV Tr 7	125,1	12.9	25.5	20.3
Sous BV Tr 8	170,6	32.2	32.7	33.7
Sous BV Tr 9	357,4	64.7	61.5	67.7
Sous BV Tr 10	208,8	39.0	38.4	39.8
Sous BV Tr 11	166,5	32.5	37.9	35.4
Sous BV Tr 12	150,0	30.7	33.3	33.2
Sous BV Tr 13	54,0	11.6	14.6	5.9
Sous BV Tr 14	114,9	21.4	22.5	24.1
Sous BV Tr 15	257,7	46.0	46.4	51.5
Sous BV Tr 16	110,8	21.5	20.3	23.9
Sous BV Tr 17	18,4	3.2	4.9	4.2
Sous BV Tr 18	139,0	16.6	27.6	22.8
Sous BV Tr 19	112,8	17.5	29.7	24.3
Sous BV Tr 20	94,8	12.2	25.2	20.1
Sous BV Tr 21	106,1	14.2	27.3	22.2
Sous BV Tr 22	135,9	26.8	26.2	30.9
Sous BV Tr 23	120,8	25.8	24.6	27.3

Sous bassin	Surface (ha)	*Méthode du réservoir linéaire*	*Bressand Golossov*	*SPC Grand Delta*
		Q 100 max m³/s	*Q 100 max m³/s*	*Q 100 max m³/s*
Sous BV Tr 24	54,2	13.0	16.0	9.3
Sous BV Tr 25	110,8	23.1	22.7	25.2
Total BV Truel	**2 903**	**531.3**	**620.2**	**581.1**
Sous BV Fr 1	8 550,0	8.0	8.0	8.0
Sous BV Fr 2	247,7	49.1	47.4	51.2
Sous BV Fr 3	211,4	37.0	35.5	42.8
Sous BV Fr 4	100,5	21.2	22.6	12.9
Total BV Four	**9 113**	**115.3**	**113.5**	**114.9**

Tableau 15 : Estimation des débits de pointe maximum pour les crues 100 ans

A nouveau, pour le BV Fr 1, nous n'avons considéré que les débits admissibles à l'exutoire des tunnels, soit 8 m³/s.

En comparant les résultats issus de ces trois méthodes, on observe des écarts qui peuvent être conséquents. Une première explication peut être trouvée dans les méthodes de calculs utilisées. Le graphique suivant permet de visualiser les écarts observés entre les résultats issus des méthodes BG et SPCGD et ceux issus du modèle pluie-débit. Ces écarts sont ramenés aux temps de concentrations estimés par chacune de ces deux méthodes.

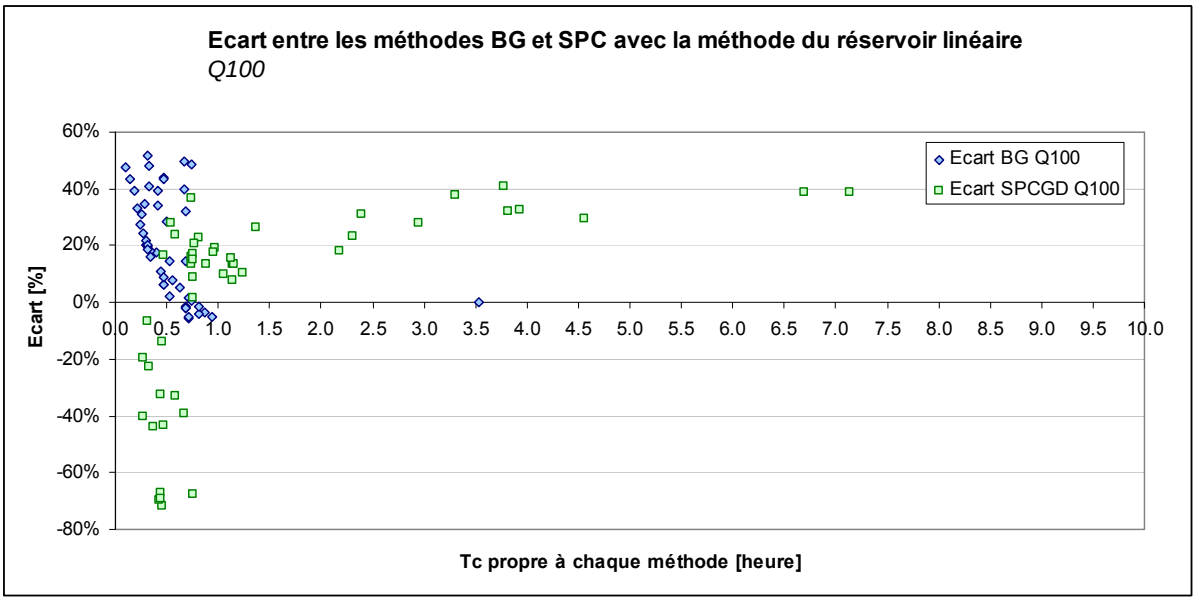


Illustration 19: Ecarts observés entre les méthodes BG et SPCGD avec la méthode du réservoir linéaire vs Tc

Du fait de l'effet de seuil introduit par BG dans sa formule pour la définition des vitesses, on observe une sous-estimation systématique des temps de concentrations calculés pour les bassins de pente inférieure à 1%, ce qui a pour effet de surestimer les intensités de pluies et en corollaire les débits correspondants.

Dans le même ordre d'idée, la méthode du SPCGD utilise une fonction de seuil dans le calcul du Gradex qui semble introduire une sous-estimation des débits pour les faibles temps de concentration (< 0,5h).

De manière plus générale, on rappellera enfin que notre modèle pluie-débit intègre la notion de temps de réponse du bassin versant, ce qui a pour effet de laminer les débits de pointes, contrairement aux méthodes BG et SPCGD qui n'en tiennent pas compte. Ainsi que le montre le graphique suivant, la suppression de la prise en compte du temps de réponse a pour effet de maximiser les débits de pointe issus du modèle. Les écartes observés avec les résultats des méthodes BG et SPCGD s'en trouvent globalement resserrés dans une fourchette de l'ordre de +/- 20 %. Reste toutefois l'exception notable des débits estimés aux faibles temps de concentration, et ce pour les raisons évoquées précédemment.

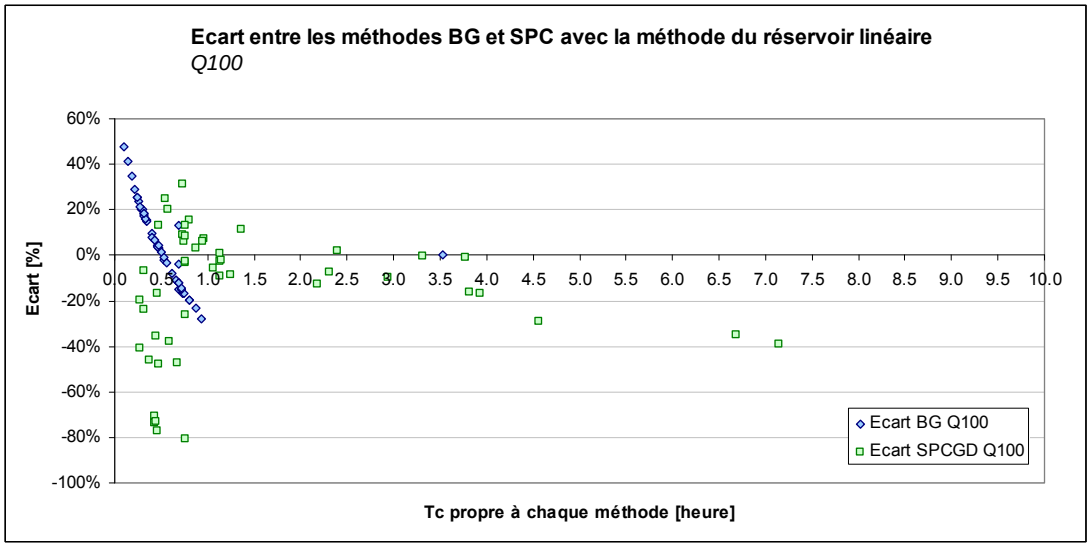


Illustration 20: Ecarts observés entre les méthodes BG et SPCGD avec la méthode du réservoir linéaire vs Tc (en l'absence du facteur temps de réponse)

Au vu de ces comparaisons, il semble raisonnable de retenir pour la suite de l'étude les résultats issus du modèle pluie-débit de SAFEGE.

5

CONSTRUCTION DU MODELE HYDRAULIQUE

5.1 Description de l'outil

5.1.1 Architecture du modèle hydraulique

Afin de modéliser les secteurs à enjeux, il a été choisi d'utiliser le code MIKE FLOOD qui permet de réaliser un couplage 1D/2D (à l'aide des logiciels MIKE 11/MIKE 21).

La représentation des lits mineurs à l'aide de profils en travers dans un code filaire permet d'obtenir une bonne représentation des lignes d'eau et des débits. Les débits qui peuvent surverser sur les berges en rive gauche ou rive droite (par des lois de déversement) sont repris par le code bidimensionnel qui poursuit la propagation.

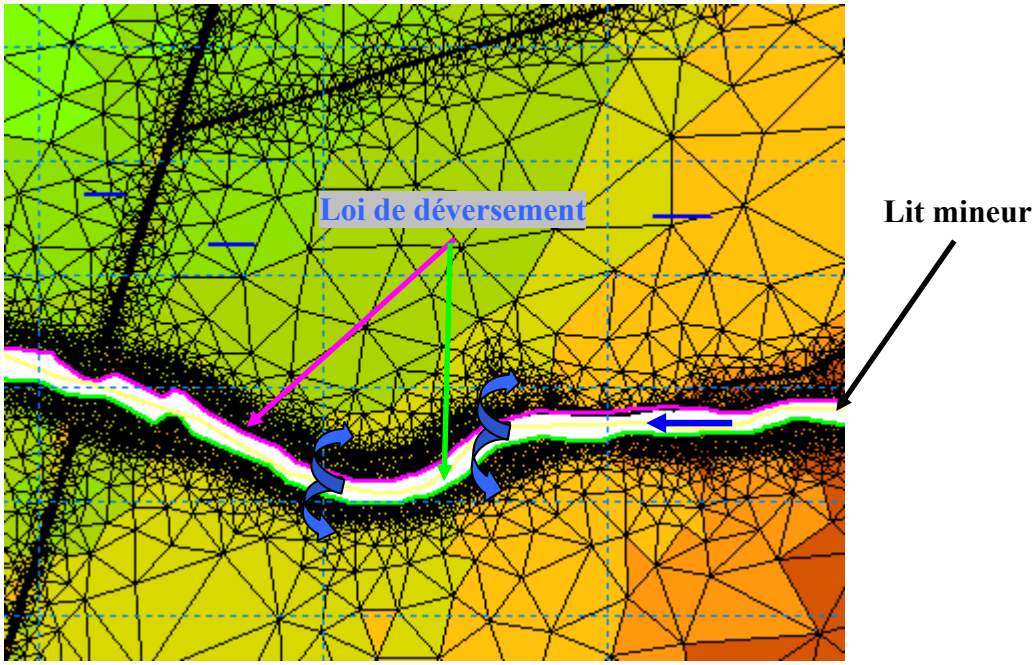


Illustration 21: Présentation du code de calcul

MIKE FLOOD est un outil qui permet d'associer des modèles à une dimension (MIKE 11) et des modèles à deux dimensions (MIKE 21) afin de permettre un couplage dynamique entre les deux représentations mathématiques des écoulements.

MIKE FLOOD est particulièrement adapté aux milieux tels que les plaines inondables, les estuaires ou les zones urbaines, autorisant notamment la prise en compte du laminage de l'onde de crue. Il dispose ainsi d'un domaine d'application vaste (risque d'inondation et analyse détaillée des champs d'expansion, rupture de barrage et de digue).

5.1.2 Modèle hydraulique 1D (MIKE 11)

MIKE 11 est un modèle hydraulique à « casier » ou pseudo-bidimensionnel capable de modéliser la propagation d'onde de crue en régime transitoire, quel que soit le régime d'écoulement (fluvial ou torrentiel). La résolution des équations de Barré Saint Venant est réalisée à l'aide d'un schéma implicite en différence finie. MIKE 11 permet de décrire de façon illimitée tous les déversements notamment ceux qui ont lieu par-dessus des digues. Il permet aussi de décrire l'ensemble des ouvrages aménagés le long du linéaire d'un cours d'eau.

Les points forts de ce logiciel sont :

- ✓ la robustesse de son noyau de calcul qui permet d'étudier des écoulements torrentiels ou fluviaux en régime permanent ou transitoire ;
- ✓ la puissance et la souplesse des moyens de description du relief des zones à étudier (lits mineurs, ouvrages, digues...) ;
- ✓ les interfaces de présentation de la topologie du modèle hydraulique mis au point et d'édition des résultats (courbes d'évolution temporelle des hauteurs d'eau ou des débits, profils en travers en long).

Dans le modèle réalisé dans le cadre de cette étude, seuls les lits mineurs des différents cours d'eau et les ouvrages sont modélisés avec MIKE 11.

5.1.3 Modèle hydraulique 2D (MIKE 21)

Le module hydrodynamique de MIKE 21 permet de modéliser en 2D toute zone assujettie à des écoulements multidirectionnels. Il simule les variations du niveau d'eau et des débits en réponse à une quantité de variables (vent, marée, précipitation, évaporation, rugosité du lit…). Les équations de Barré Saint Venant sont résolues par la méthode des volumes finis.

La propagation des ondes de crue s'appuie sur un maillage créé à partir de données topographiques surfaciques. La création de ce maillage est une étape importante pour la modélisation.

MIKE 21 offre la possibilité de créer un maillage rectangulaire ou triangulaire suivant les différentes utilisations possibles. Les cotes des points du maillage sont ensuite obtenues par interpolation des points du semis. Les simulations permettent d'obtenir les niveaux d'eau et les composantes de la vitesse dans le domaine étudié.

Dans le modèle réalisé dans le cadre de cette étude, les lits majeurs des différents cours d'eau sont modélisés avec MIKE 21. Le modèle se compose de 150 000 mailles.

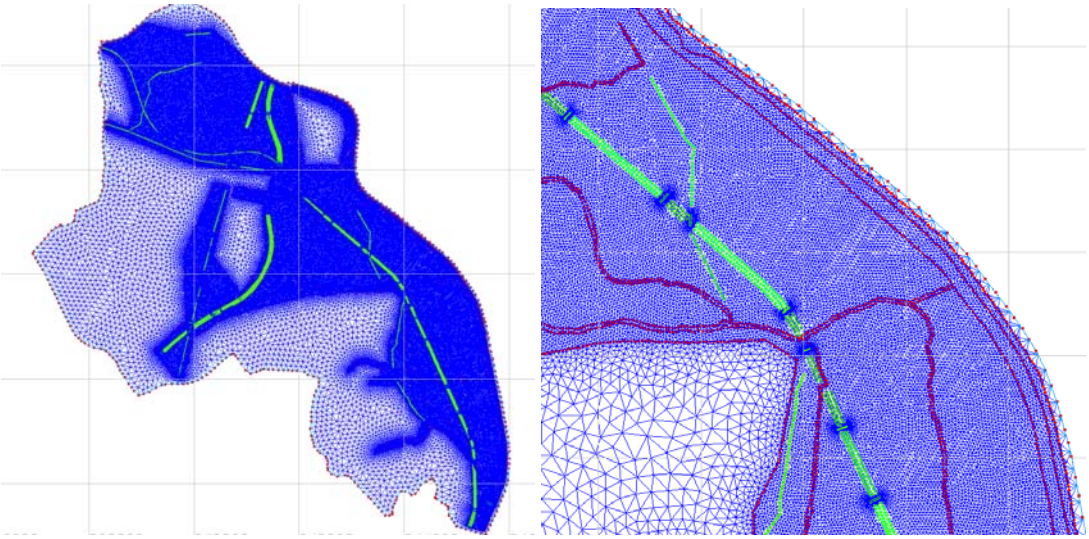


Illustration 22: Présentation du modèle et de son maillage

5.2 Données topographiques

Dans le cadre de la définition de l'aléa inondation, des levers topographiques des différents cours d'eau ont été réalisés, à savoir :

- ✓ 128 ouvrages hydrauliques :
  - Ruisseau des Islons : 28 ouvrages
  - Lône de Roquemaure 2 ouvrages
  - Valat de la Croze : 10 ouvrages
  - Roubine de Roquemaure : 14 ouvrages
  - Valadas : 9 ouvrages
  - Roubine de Truel : 25 ouvrages
  - Roubine de Sauveterre : 21 ouvrages
  - Roubine de Four : 11 ouvrages
  - Contre-Canal : 8 ouvrages
- ✓ 415 profils en travers :
  - Ruisseau des Islons : 34 profils en travers
  - Lône de Roquemaure 8 profils en travers
  - Valat de la Croze : 14 profils en travers
  - Valadas : 13 profils
  - Roubine de Truel : 39 profils
  - Roubine de Sauveterre : 25 profils
  - Roubine de Four : 22 profils
  - Rejet de l'Amériquette : 4 profils
  - Amont-Aval des ouvrages hydrauliques : 256

On notera par ailleurs que l'intégration des lits majeurs dans un modèle hydraulique 2D a bénéficié de levers topographiques issus de trois sources distinctes :

- ✓ La plaine alluviale du Rhône a fait l'objet d'un lever de points LIDAR en 2010. La précision altimétrique affichée est de l'ordre de 15 centimètres.
- ✓ Une partie du territoire des communes de Sauveterre et Roquemaure a fait l'objet d'un lever LIDAR réalisé par la DDTM du Gard dans le cadre de la révision du PPRi. Ce lever, réalisé en 2009, présente une précision altimétrique de +/-10 centimètres.

- ✓ Sur les zones non couvertes par ce lever, nous avons utilisé le lever photogramétrique de la zone d'étude réalisé en 2007 par la société ALPES PYRENEES IMAGES. Il nous a été transmis par le département du Gard. La précision altimétrique reconnue par la société API est de 45 centimètres.

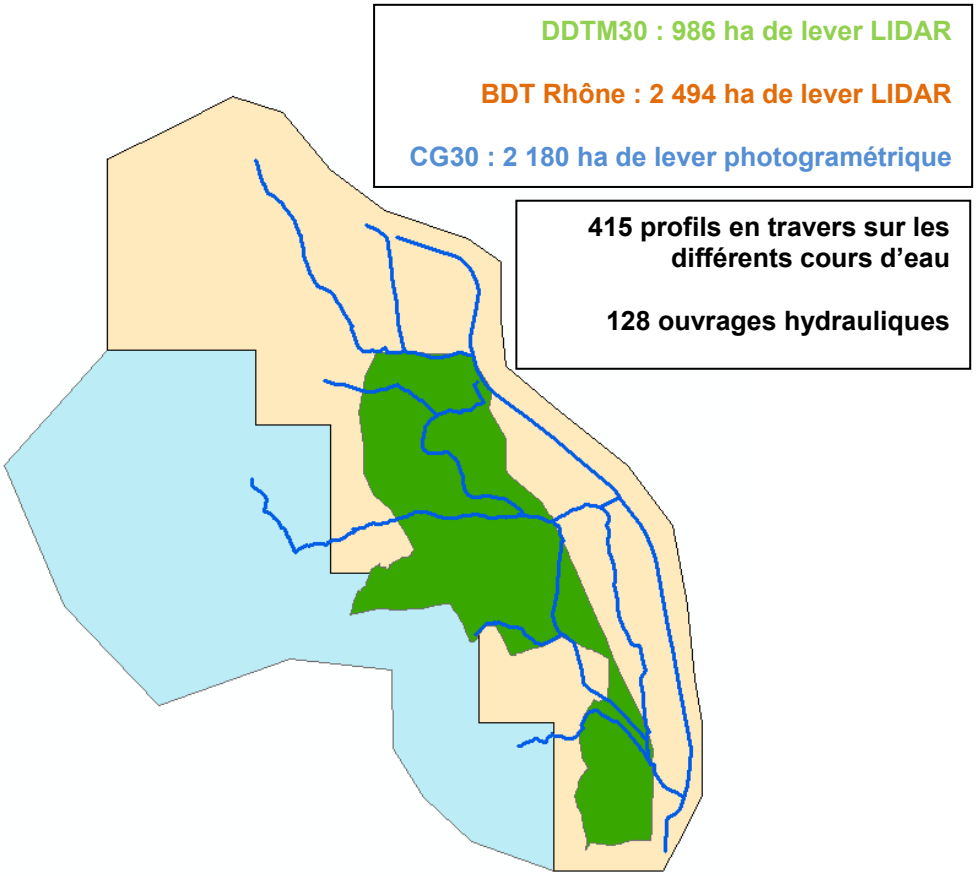


Illustration 23: Données topographiques

La localisation précise des profils en travers est donnée est en annexe.

Voir annexe 4 : Localisation des profils en travers

5.3 Conditions initiales

5.3.1 Conditions amont en entrée de modèle

Les débits de pointe estimés pour différentes crues de projet (historiques, 5, 10, 30 et 100 ans) au droit des différents sous bassins versants constitutifs de la zone d'étude seront injectés dans le modèle.

Un débit de base diffus issu de la percolation à travers les digues du Rhône (estimé par la CNR sur base d'un débit équivalent à 200 l/s/km de digue) sera par ailleurs considéré au droit du contre-canal.

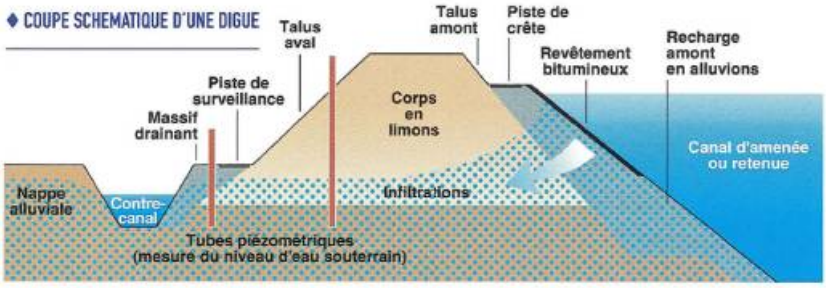


Illustration 24 : Coupe type d'une digue du Rhône (EGR, 2003)

Les différents points d'injection des débits dans le modèle sont représentés sur l'illustration en page suivante.

Les débits calculés par le modèle aux différents points de liaisons avec le contre-canal sont injectés dans ce dernier au droit des ouvrages de connexion, à savoir OCC7 pour la Lône de Roquemaure, via les pompes pour la roubines de Roquemaure, OCC4 pour l'Amériquette ainsi qu'à l'aval de l'ouvrage FR01 pour la roubine de Four.

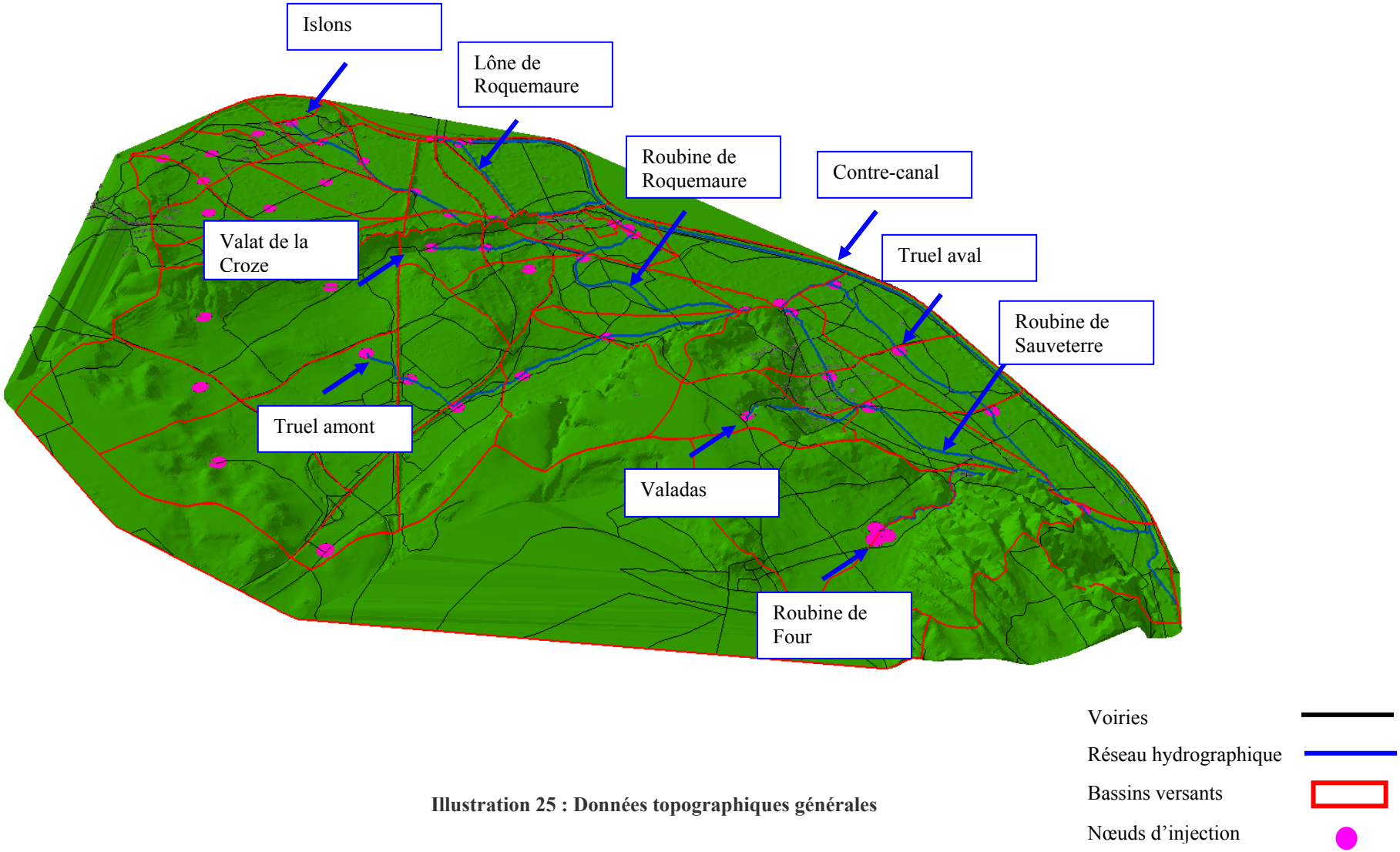


Illustration 25 : Données topographiques générales

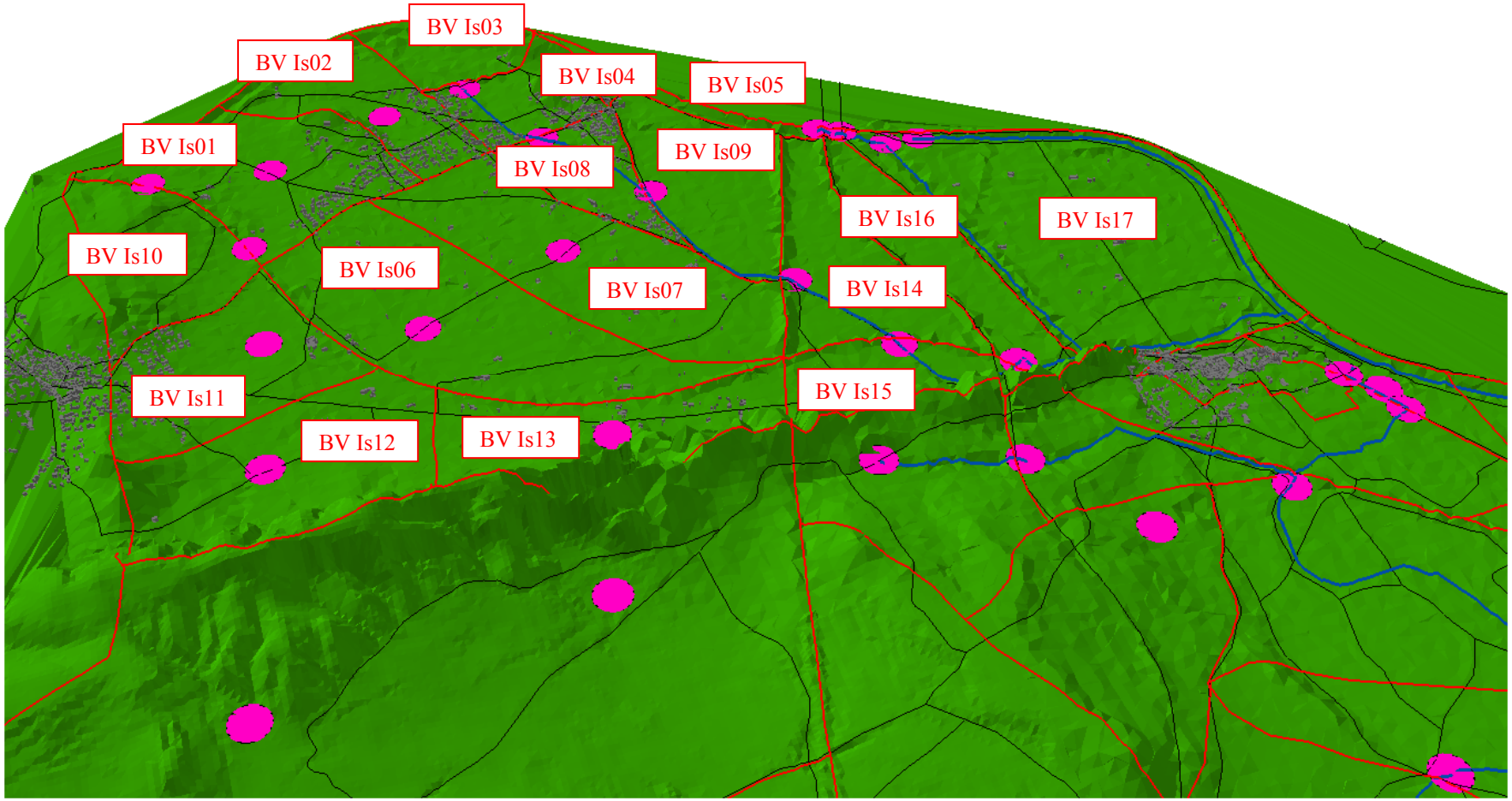


Illustration 26 : Données topographiques – Zoom secteur nord

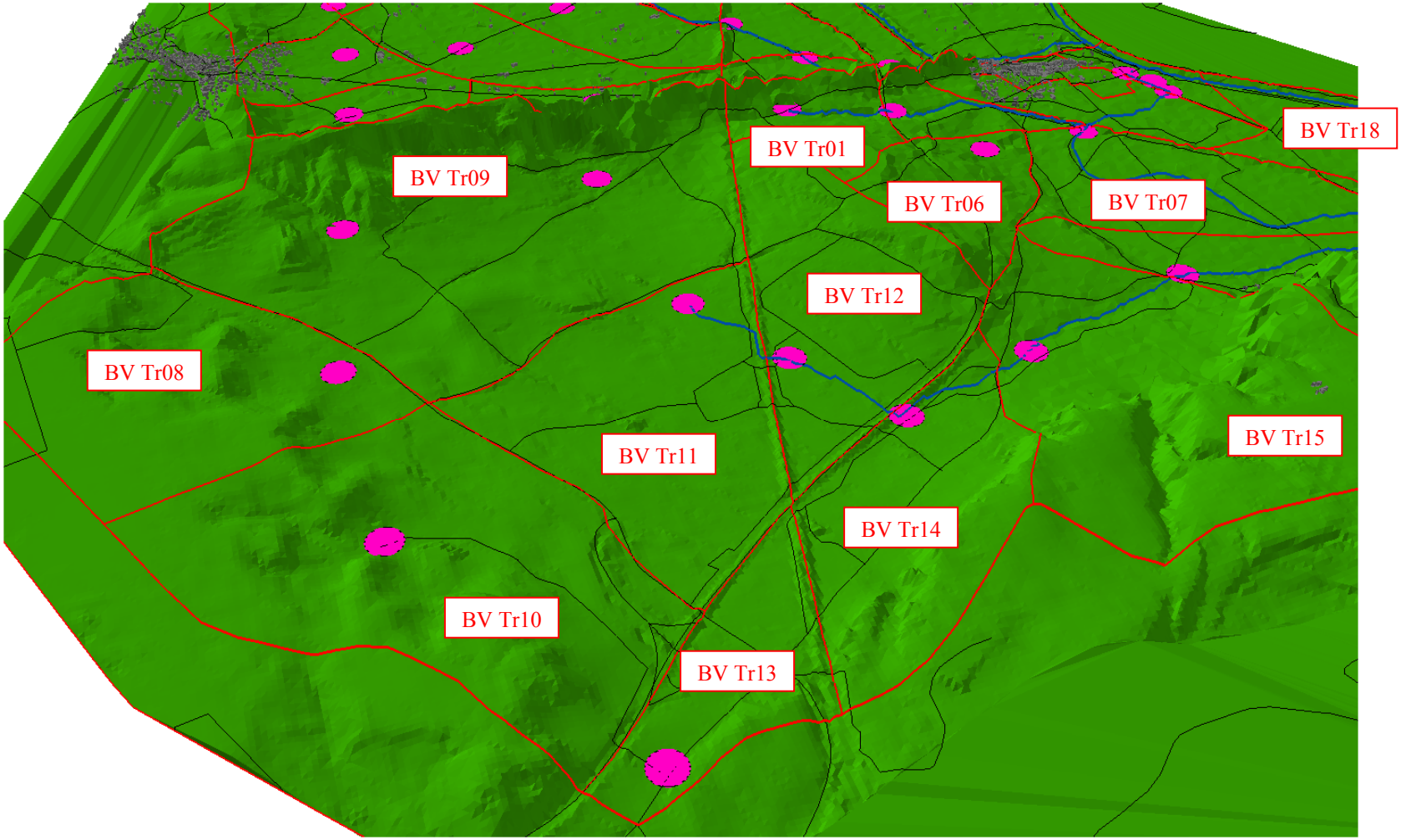


Illustration 27 : Données topographiques – Zoom secteur ouest

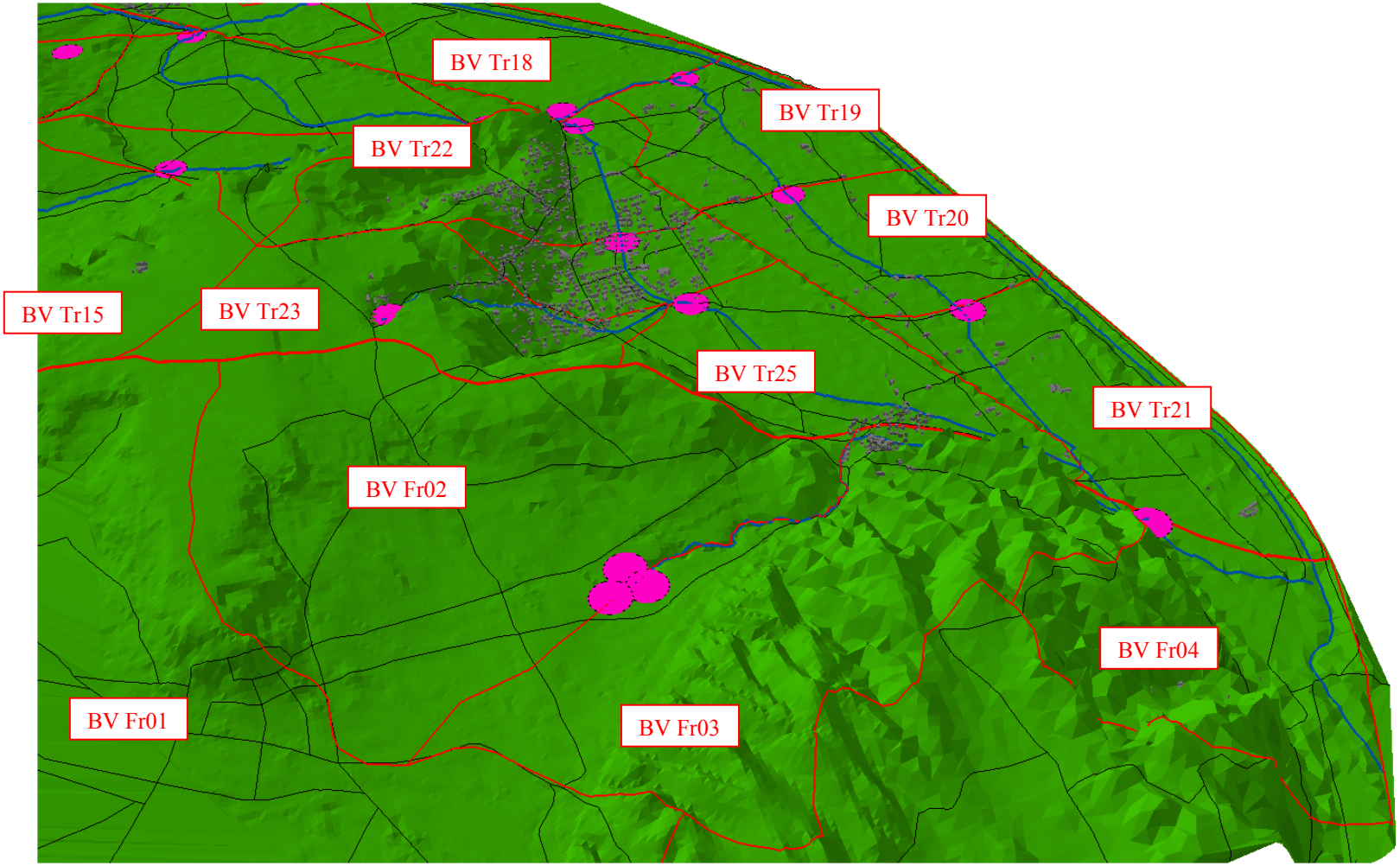


Illustration 28 : Données topographiques – Zoom secteur sud

5.3.2 Conditions avales en sortie de modèle

Pour la crue historique de 2002, nous utiliserons en conditions avales du modèles les données de hauteurs d'eau observées à cette période sur le Rhône à l'aval du barrage de Villeneuve. L'évolution des niveaux du Rhône nous a été transmise par la CNR.

Illustration 29 : Vue du contre-canal avant rejet dans le Rhône

La cote maximale atteinte par le Rhône a été observée à 18 m NGF le 09 septembre 2002 aux alentours de 21 h. Ce limnigramme sera utilisé en tant que condition avale pour le calage du modèle sur base de la pluie de 2002.

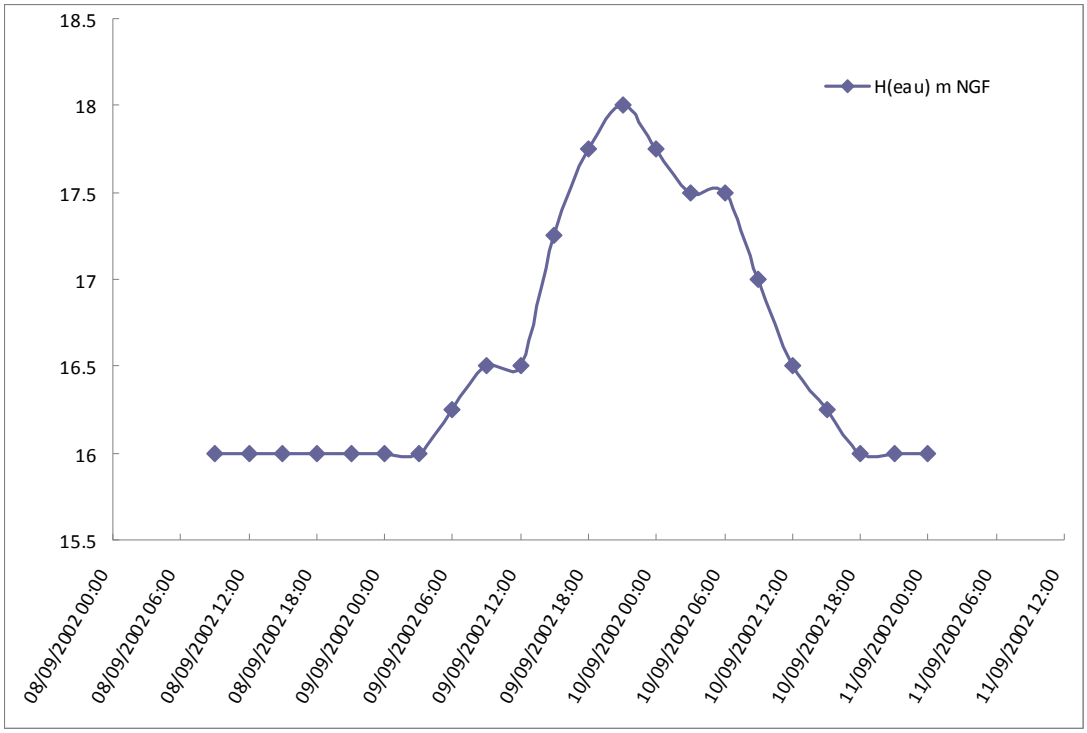


Illustration 30 : Hauteurs du Rhône observées les 8 et 9 septembre 2002 à l'aval du barrage de Villeneuve

Les crues de projets 5, 10, 30 et 100 ans seront modélisées sans contrôle aval du Rhône. La cote retenue à l'aval du barrage de Villeneuve-lès-Avignon sera ainsi basée sur un niveau normal du Rhône, à savoir 16 m NGF.

5.4 Scénarios hydrauliques étudiés

Les scénarios hydrauliques proposés en situation existante sont au nombre de 5. Outre la crue historique de septembre 2002, ils comprennent la modélisation du réseau pour les crues de projet 5, 10, 30 et 100 ans sans contrôle aval du Rhône.

Rappelons qu'aucune modélisation du Rhône n'est envisagée dans le cadre de l'étude. Pour l'ensemble des scénarios testés en situation existante, les digues du Rhône seront par ailleurs supposées non submersibles, sans ruptures et calées au-dessus de la cote des plus hautes eaux (aucun déversement ne sera ainsi envisagé dans le contre-canal).

Enfin, nous n'envisageons pas la prise en compte du risque de remontée de nappe sur le secteur d'étude. Ce dernier a été étudié en première phase de l'étude.

Voir Phase 1 – Chapitre 4 : Géologie et hydrogéologie

Au vu des chroniques d'observation des 10 dernières années fournies par les piézomètres de la CNR disposés dans la plaine, il semblerait que les niveaux de nappe dans la plaine n'aient jamais atteints des niveaux permettant de croire que ceux-ci aggraveraient les inondations (par saturation des sols et diminution des capacités d'infiltration des eaux dans le sol). Il se peut ponctuellement que la nappe soit proche du terrain naturel. Selon les données à notre disposition, cette problématique ne semble toutefois jouer aucun rôle déterminant sur les inondations dans la plaine.

6

ETUDE DE SENSIBILITE ET CALAGE DU MODELE

6.1 Calage du modèle sur la crue de septembre 2002

En l'absence de mesures débitmétriques sur le réseau modélisé, nous avons vérifié que le modèle reproduise bien dans leur ampleur et leurs caractéristiques les désordres observés sur la zone d'étude à cette période (extension du champ d'inondation et données de plus hautes eaux collectées en phase 1 de l'étude).

Le calage du modèle a été réalisé à deux niveaux :

- ✓ Sur base des cotes (en m NGF) atteintes en septembre 2002 par les plus hautes eaux et validées à partir de laisses de crue ou de photos d'époque permettant de vérifier ces informations.

  Une trentaine de données de hauteurs d'eau atteintes lors de l'évènement de septembre 2002 ont ainsi été répertoriées sur le territoire d'étude. Ces données de hauteurs d'eau ont été localisées sur la carte 8 présentant les résultats du calage. Une comparaison de ces données avec les valeurs obtenues lors de la modélisation est par ailleurs présentée sur l'illustration suivante.

  Voir Illustration 31 : Crue de septembre 2002 – Données de calage validées à partir de laisses de crues ou de photos d'époque

- ✓ Sur base d'informations de niveaux d'eaux atteints par la crue de 2002 obtenues « à dires de riverains ». Ces informations sont issues des nombreux échanges que nous avons eus avec les élus lors des différentes phases qui ont présidées au calage du modèle. Les extraits des cartes reprenant les remarques des élus sont présentés en annexe.

  Voir Annexe 5 : Données de calage « à dires de riverains » provenant des échanges avec les élus

La carte 8 reprend l'emprise de la zone inondée en septembre 2002 sur le territoire communal ainsi que les classes de hauteurs d'eau modélisées.

Voir annexe 9 – carte 8 : Emprise de la zone inondée en septembre 2002

Un profil en long des lignes d'eau modélisées en lit mineur pour chacun des cours d'eau de la zone d'étude est également présenté en annexe.

Voir annexe 6 : Données de calage

De manière générale, le calage a permis d'approcher les valeurs de hauteurs d'eau observées en 2002 avec une précision de l'ordre de 5 à 30 cm. Cet ordre de grandeur reste tout à fait acceptable au regard des changements parfois conséquents qui ont été observés depuis 2002 notamment :

- ✓ au niveau de la partie amont de la roubine de Roquemaure dont le cours a été réaménagé en 2006 et sur lequel des ouvrages de pompage ont été installés.

  Voir Phase 1 – chapitre 3.8 : Mesures mises en place par la commune de Roquemaure afin de lutter contre les risques d'inondation

- ✓ au niveau de l'Amériquette dont le cours a été réaménagé en 2008-2009. Les ouvrages de liaison de l'Amériquette vers la roubine de Sauveterrere et l'ancienne roubine de Truel ont également été repris.

  Voir Phase 1 – chapitre 5.3 : Bassin versant de la roubine du Truel

De manière plus ponctuelle, on pourra également noter l'opération de remblaiement qui a été réalisée récemment par le propriétaire du terrain situé au nord du lotissement les Lavandines. Ceci limite à présent les risques d'inondation des habitations par ruissellement provenant des secteurs amont.

Rappelons par ailleurs que l'objectif de la modélisation, et donc du calage, est principalement de préciser l'aléa débordement de cours d'eau. Il est bien certain qu'un grand nombre de secteurs a pu être inondé par ruissellement en 2002 sans que cela ne puisse être correctement reproduit dans le cadre de la modélisation.

De nombreux axes d'écoulement concentrés en ruissellement ont ainsi été représentés dans le modèle afin de s'approcher au mieux de la réalité. On retrouve notamment ces axes sur les versants de Saint Génies de Comolas, au niveau de la plaine de Montlezon à Montfaucon ainsi qu'au niveau de la plaine de Traslepuits à Roquemaure.

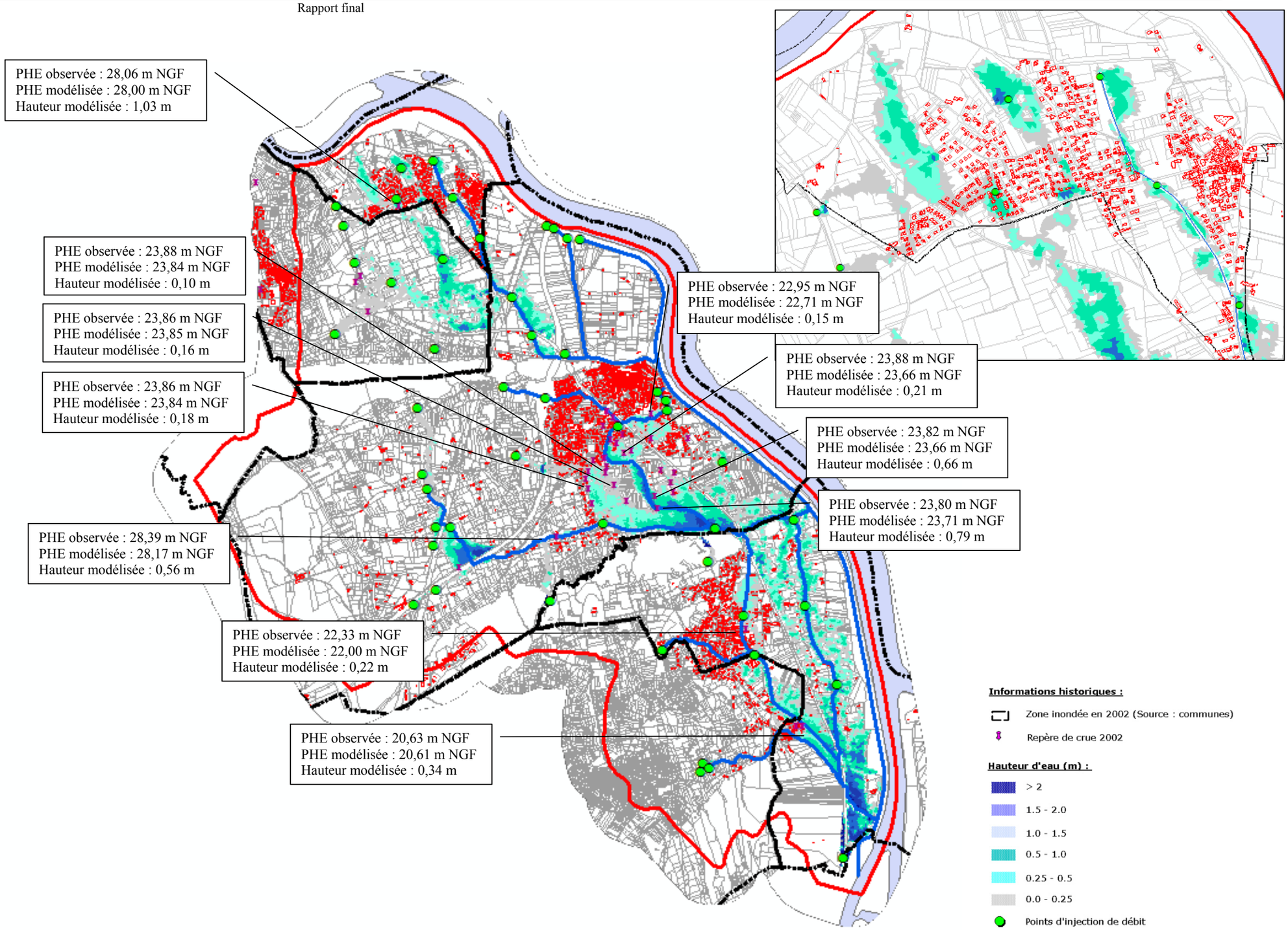


Illustration 31 : Crue de septembre 2002 – Données de calage validées à partir de laisses de crues

6.2 Sensibilité des paramètres du modèle

6.2.1 Sources d'incertitudes

Les sources d'incertitudes pouvant influencer les résultats du modèle sont nombreuses :

- ✓ hydrologie : la détermination des débits de projet repose sur plusieurs sources d'incertitude liées aux différents paramètres de calcul, à savoir entre autres
    - o les temps de concentration qui définissent la durée et l'intensité de la pluie retenue de même que le temps de réponse du bassin versant ;
    - o les coefficients de ruissellement qui interviennent directement dans le calcul des débits ;
- ✓ hydraulique : la détermination des hauteurs d'eau en sortie de projet repose outre sur la robustesse du système de calcul du modèle mais également sur la qualité des données topographiques utilisées. En l'occurrence, la précision apportée par les levers en lit majeur est de l'ordre de 10 à 45 cm. Les levés réalisés en lit mineur présentent une précision de 2 à 3 cm.

Afin de définir leur incidence sur les résultats, des tests de sensibilité sont réalisés sur les principaux paramètres d'entrée du modèle.

6.2.2 Objectif de l'analyse de sensibilité

L'objectif d'une analyse de sensibilité est de permettre à l'utilisateur d'évaluer l'impact relatif des paramètres d'entrée sur les résultats de la simulation.

D'un point de vue hydrologique et hydraulique, une étude de sensibilité est nécessaire pour mesurer l'impact de chaque variable ou paramètre sur le débit et par conséquent, estimer les erreurs possibles issues d'une incertitude dans les données. Elle nous aide aussi à vérifier la fiabilité des modèles et à faciliter leurs calages (Chocat, 1997).

L'analyse de sensibilité est définie comme la quantification de l'effet d'une ou de plusieurs variables d'entrée sur la ou les variables de sortie.

En premier lieu, l'analyse a été faite pour l'estimation des débits au travers du modèle pluie-débit. Les variables principales que nous prendrons en considération sont le temps de concentration au travers du temps de réponse du bassin versant et le coefficient de ruissellement.

Dans un second temps, la sensibilité des paramètres d'entrées du modèle hydraulique est testée, à savoir le débit de pointe et le coefficient de rugosité.

Pour chacun de ces paramètres, l'étude de sensibilité a été établie pour trois valeurs : la première étant la valeur de référence calculée, les deux autres constituant les marges de sensibilité dont la première est supérieure et l'autre est inférieure. Les variations sont ensuite rapportées en pourcentage.

Afin d'évaluer la sensibilité de la variable de sortie par rapport à des modifications sur les variables d'entrée, des courbes illustrant les résultats donnent le taux de variation de la valeur de sortie Ts en fonction du taux de variation de chaque variable d'entrée Ve :

$$T_S = ((V_E - V_{E\,réf})/V_{E\,réf}) \times 100$$

Où : T_S : Taux de variation de la variable analysée ;

$V_{E\,réf}$: Valeur de référence de la variable analysée ;

V_E : Valeur correspondant à une variation donnée de la variable analysée.

6.2.3 Sensibilité du débit de pointe aux paramètres hydrologiques

Nous avons étudié l'influence de deux paramètres principaux sur le calcul du débit de pointe, à savoir le temps de réponse et le coefficient de ruissellement. Afin de vérifier leur influence, nous les avons fait varier de +/- 10% par rapport à la valeur de référence utilisée pour le calage de la crue de 2002.

A- Variation du coefficient de ruissellement

Les résultats présentés sur le graphique ci-contre montrent qu'une variation de 10 % du coefficient de ruissellement induit une variation de débit d'un ordre de grandeur similaire dans un intervalle compris entre 8,0 et 12,0 %.

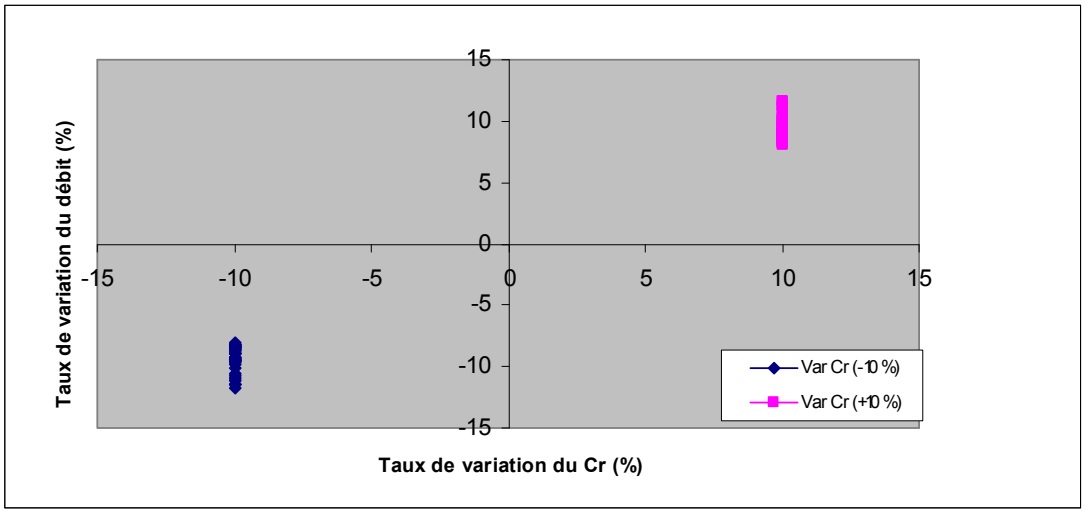


Illustration 32 : Taux de variation du débit de pointe en fonction de la variation du coefficient de ruissellement

B- Variation du temps de réponse

La variation du débit de pointe est inversement proportionnelle à la variation du temps de réponse comme on peut le constater directement dans ces résultats.

Par ailleurs, l'impact d'une sous-estimation ou surestimation du temps de réponse sur le débit de pointe est beaucoup moins important qu'il ne peut l'être pour le coefficient de ruissellement. Les résultats présentés dans le tableau précédent montrent qu'une variation de 10 % du temps de réponse induit une variation de débit d'un ordre de grandeur moindre dans un intervalle compris entre 0,9 et 5,3 %. La sensibilité du modèle à une variation du temps de réponse est de ce fait relativement faible.

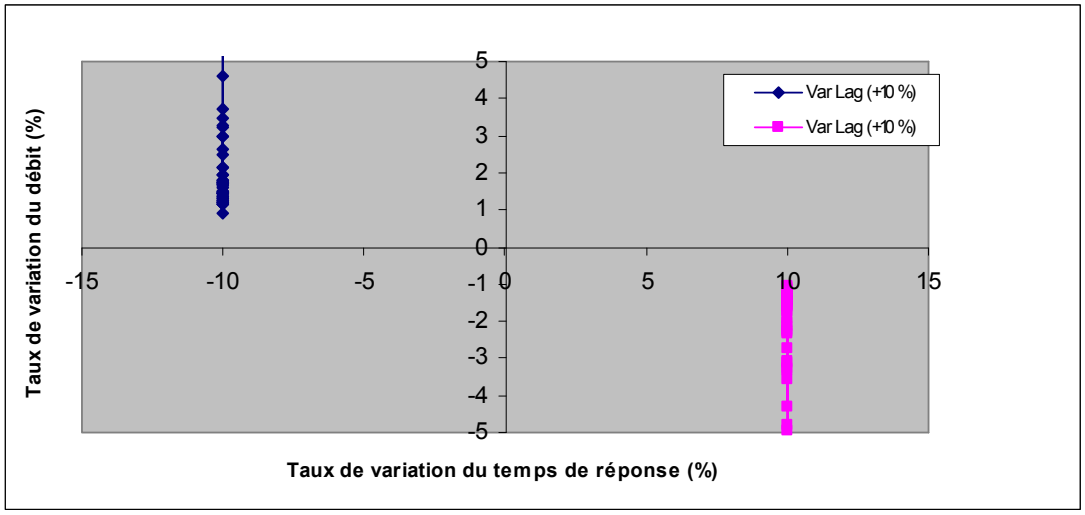


Illustration 33 : Taux de variation du débit de pointe en fonction de la variation du temps de réponse

6.2.4 Sensibilité des hauteurs d'eau aux paramètres de débits et de rugosité

A- Variation du débit

La variation des lignes d'eau est peu marquée par rapport à la variation du débit. Ceci s'explique largement par la prise en compte par le modèle de l'étalement des crues en lits majeurs en cas de débordement et par le laminage du débit à l'amont des ouvrages hydrauliques dont la section est le plus souvent insuffisante. La sensibilité du modèle à une variation du débit est de ce fait relativement faible.

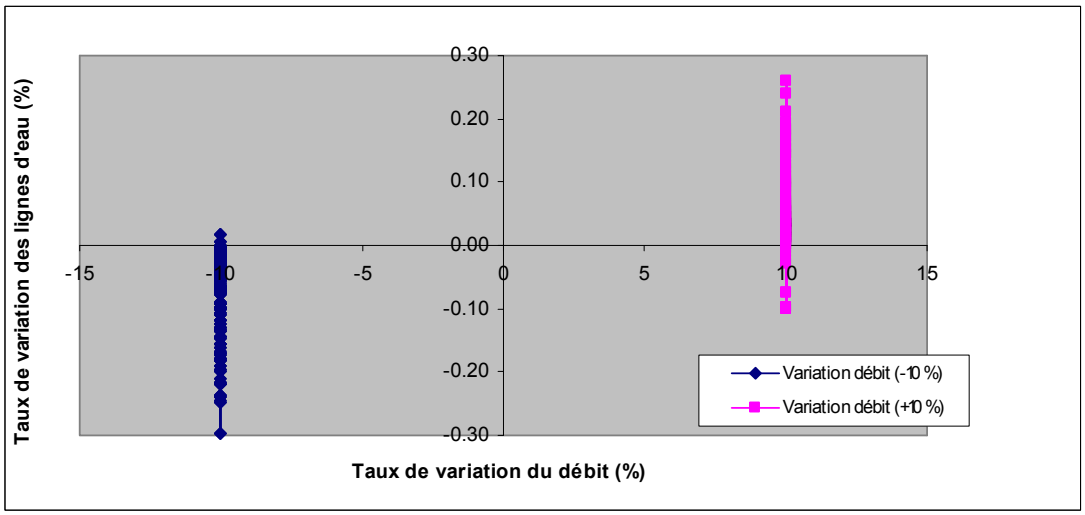


Illustration 34 : Taux de variation des lignes d'eau en fonction de la variation du débit

B- Variation du coefficient de rugosité de Manning/Strickler

De manière générale, une augmentation du coefficient de rugosité (coefficient de Manning) induit une diminution de la vitesse d'écoulement et parallèlement une augmentation des lignes d'eau. Une diminution de ce coefficient accélère l'écoulement, ce qui entraîne une diminution des lignes d'eau sur certains tronçons, concomitante avec une augmentation aux endroits où se produit une accumulation des eaux (le plus souvent à l'amont de singularités hydrauliques de type rétrécissement du lit ou au droit des ouvrages hydrauliques limitants).

La variation des lignes d'eau est peu marquée par rapport à la variation du coefficient de rugosité. De même que pour les variations de débits, ceci s'explique largement par la prise en compte par le modèle de l'étalement des crues en lits majeurs en cas de débordement et par le laminage du débit à l'amont des ouvrages hydrauliques dont la section est le plus souvent insuffisante. La sensibilité du modèle à une variation du coefficient de rugosité est de ce fait relativement faible.

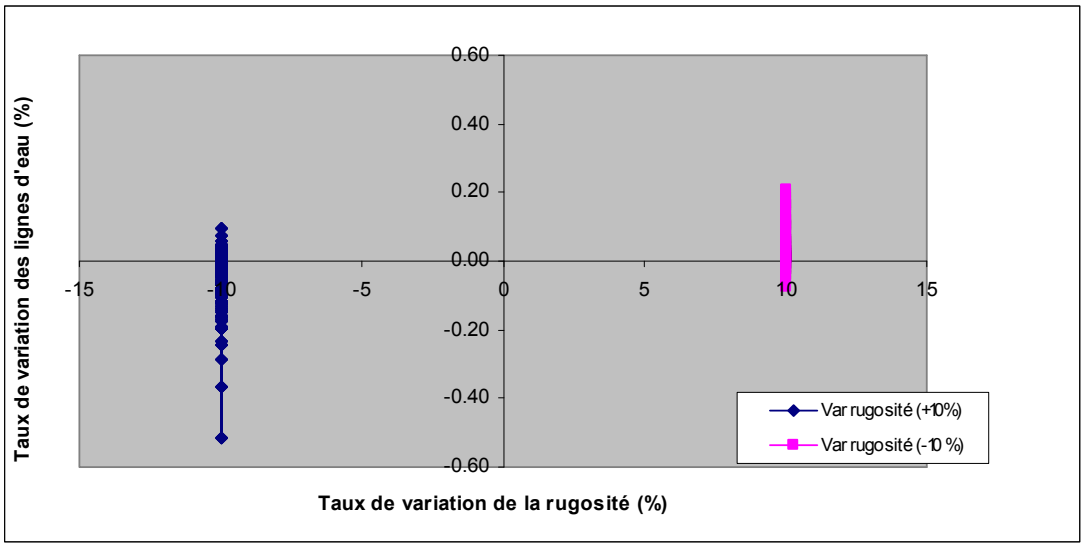


Illustration 35 : Taux de variation des lignes d'eau en fonction de la variation du coefficient de rugosité de Manning Strickler

7

CARTES D'ALEAS POUR LES CRUES DE PROJETS QUINQUENNALE, DECENNALE, TRENTENNALE ET CENTENNALE

Les crues statistiques d'occurrences 5, 10, 30 et 100 ans ont été modélisées en condition avale basse du Rhône, à savoir pour une cote de 16 m NGF.

7.1 Crues de projet quinquennale

Voir annexe 9 – carte 9 : Crue de projet quinquennale

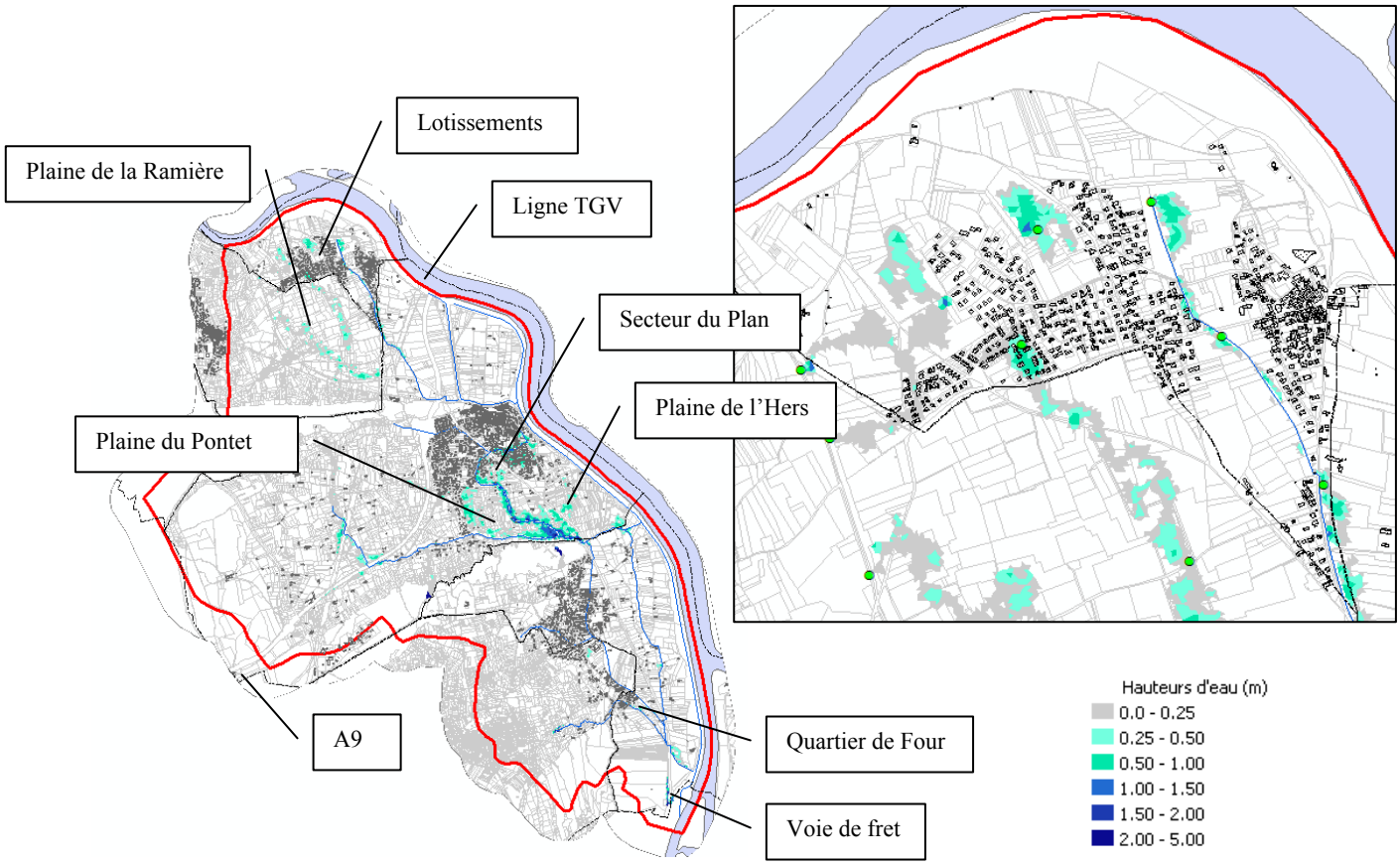


Illustration 36 : Crue quinquennale - Hauteurs d'eau en conditions avales basses

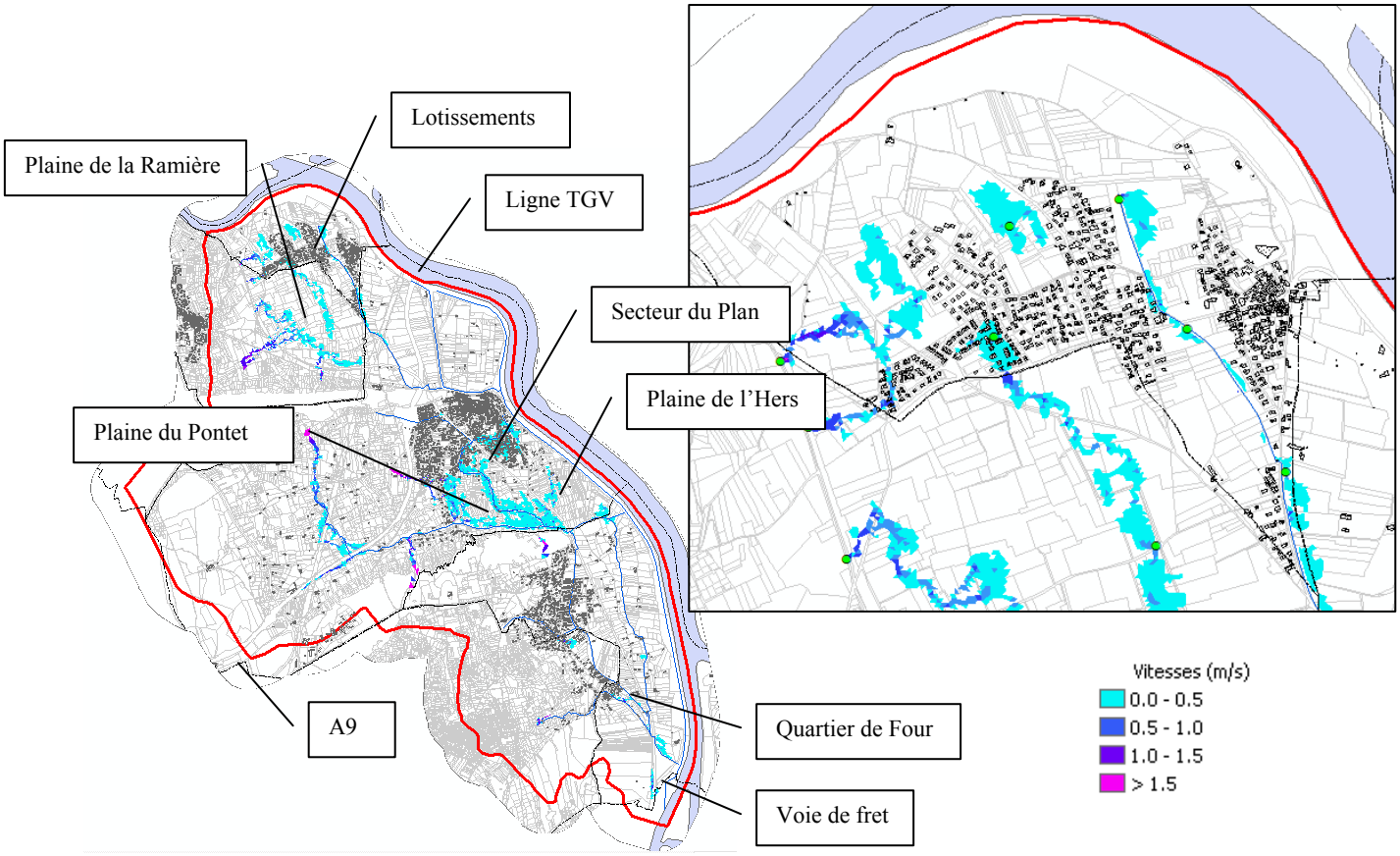


Illustration 37 : Crue quinquennale - Vitesses en conditions avales basses

Un évènement statistique d'occurrence quinquennale génère peu de désordres.

On observe les premiers débordements de la roubine des Islons sans que cela n'impacte les habitations limitrophes.

Le lotissement CNR est impacté avec des hauteurs pouvant atteindre ponctuellement 0,4 m dans les points bas. Une trentaine d'habitations sont touchées par des hauteurs d'eau de moins de 20 centimètres.

La commune de Sauveterre est également peu concernée par cet événement. Les premiers débordements du Valadas s'observent au droit de la RD 980 en impactant principalement les habitations sur le territoire de Pujaut (une dizaine d'unités sous une lame d'eau de moins de 0,1 m). On notera que ces débordements menacent la société Ashland Polyester située en bordure de la roubine de Sauveterre, à l'aval de la confluence avec le Valadas.

Premiers débordements également de la roubine de Four au droit du quartier de Four (à l'aval de la rue d'Albaron). Trois habitations sont touchées avec des hauteurs de moins de 0,3 m.

La commune la plus touchée est Roquemaure sur tout le linéaire de la roubine de la Ville. Les désordres les plus marqués s'observent au droit du quartier situé en rive gauche de la roubine, entre le remblai de la voie ferrée et la route d'Avignon (RD 980b). Des hauteurs atteignent ponctuellement 0,6 à 0,8 m en certains points bas. Le centre commercial de l'Hers est ainsi impacté par des hauteurs d'eau comprises entre 0,3 et 0,6 m. Les différents lotissements aménagés à proximité (le Clos de Cubières, les Cigales, Les Tournesols) sont également touchés.

A l'aval du remblai, une dizaine d'habitations situées en rive gauche de la roubine et à proximité directe de celle-ci sont concernées par le risque débordement.

7.2 Crue de projet décennale

Voir annexe 9 – carte 10 : Crue de projet décennale

Les désordres observés lors d'un événement d'occurrence quinquennale s'accentuent légèrement. Ils sont localisés aux mêmes endroits sans que de nouveaux secteurs ne soient impactés.

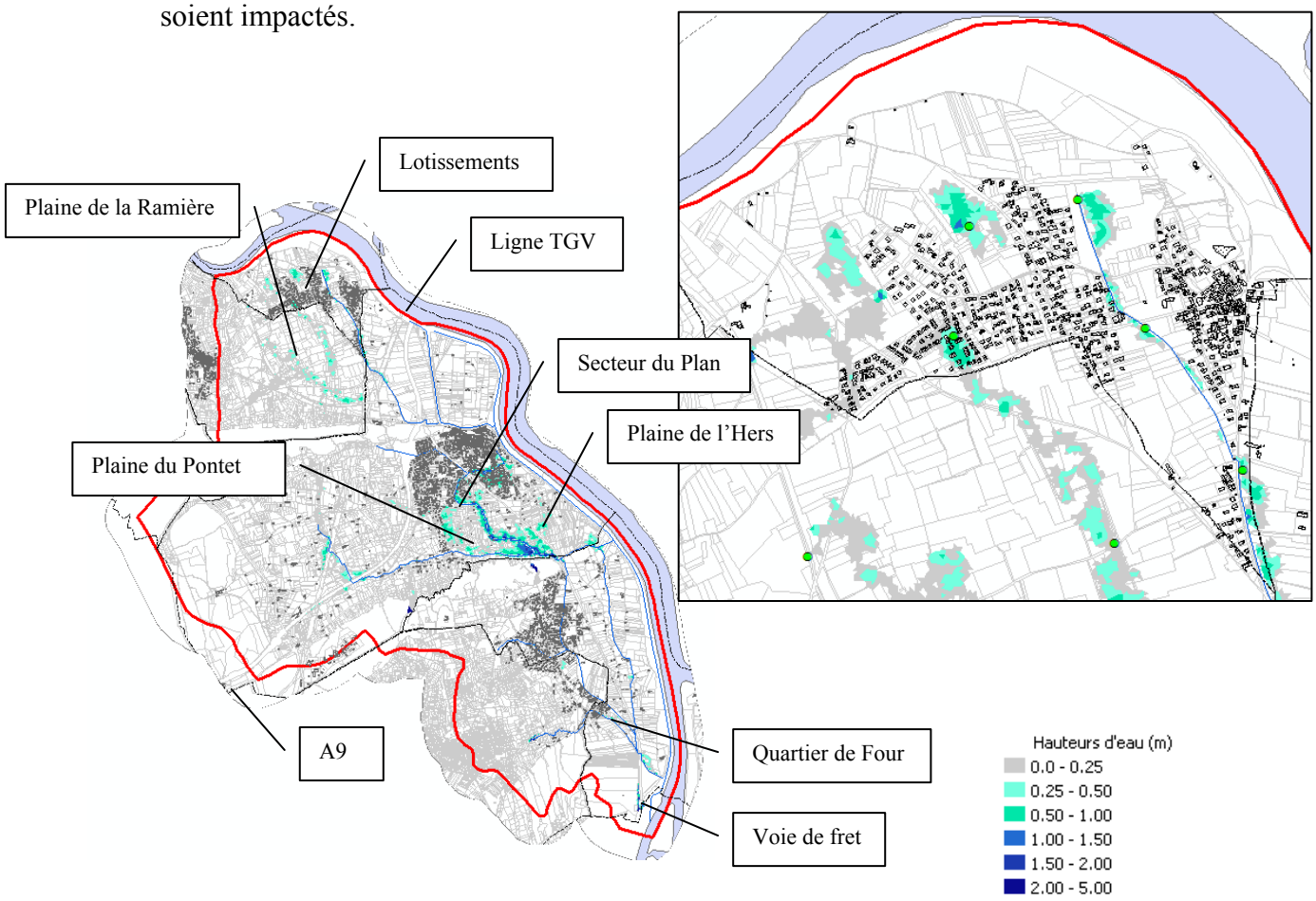


Illustration 38 : Crue décennale - Hauteurs d'eau en conditions avales basses

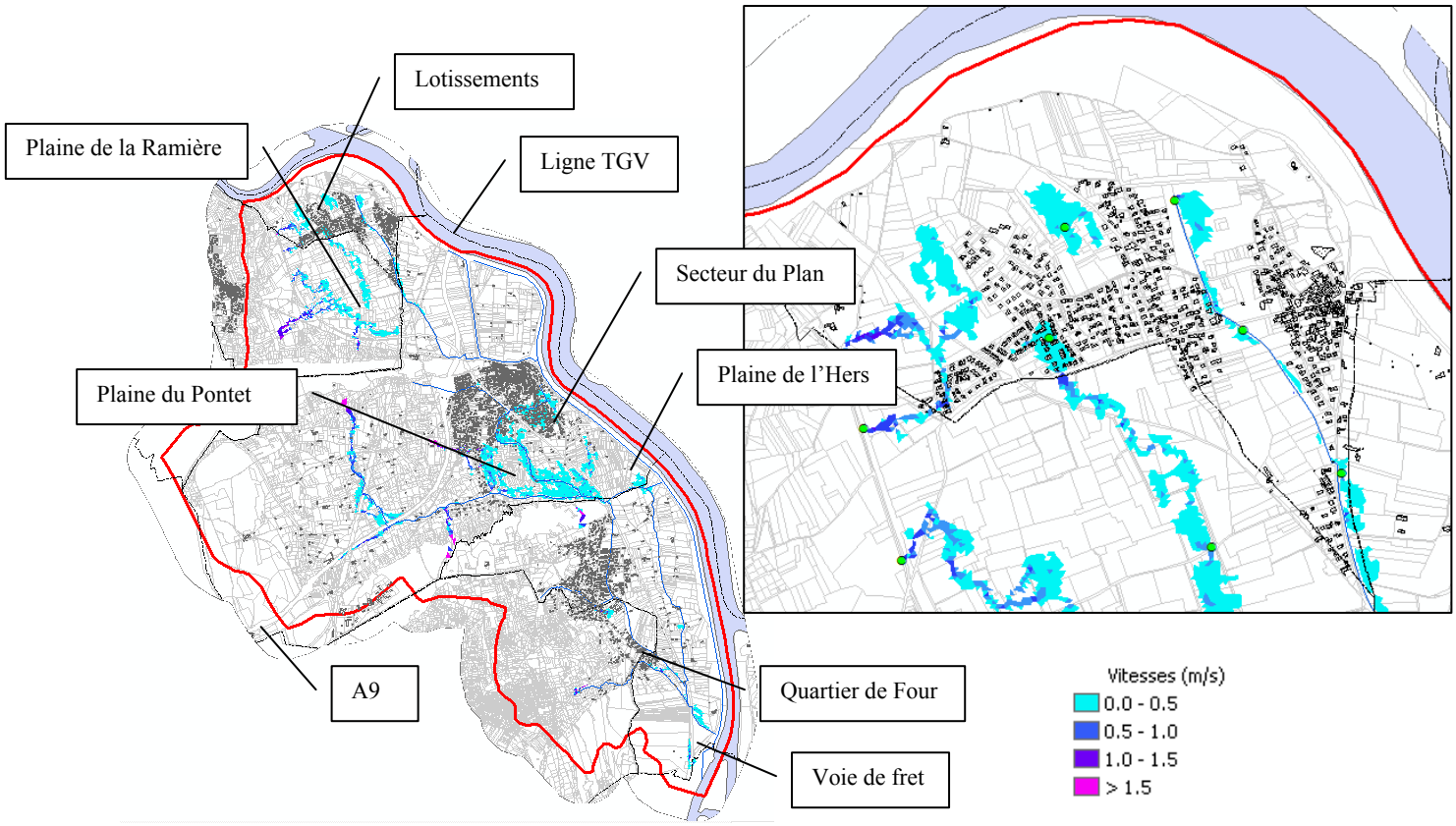


Illustration 39 : Crue décennale - Vitesses en conditions avales basses

7.3 Crue de projet trentennale

Voir annexe 9 – carte 11 : Crue de projet trentennale

Les inondations générées par un événement d'occurrence trentennale sont bien plus conséquentes que ce que l'on pouvait observer lors d'évènements d'occurrences quinquennale et décennale.

Tant en termes d'emprise que de hauteurs d'eau, cet événement statistique se rapproche de ce qui a été observé en septembre 2002.

Sur la commune de Montfaucon, les parties basses du lotissement CNR, situé en contrebas de la RD101, se trouvent submergées sous une hauteur d'eau de près d'un mètre. Ces eaux proviennent des versants de Saint Génies de Comolas et de la colline de Montlezon. Une cinquantaine de maisons sont concernées par ce risque.

Le lotissement situé entre la rue du Cros et le traverse de Montlezon est également impacté par le risque inondation par ruissellement provenant de la colline de Montlezon. Ces eaux surversent par dessus le chemin de Montlezon pour s'écouler à

travers le lotissement en se dirigeant vers la RD101 et la plaine de la Ramière. Une dizaine de résidences sont concernées.

Les débordements se généralisent sur tout le tracé des Islons sans pour autant impacter un grand nombre d'habitations. Seules 3 résidences situées en rive droite du cours d'eau, directement à l'amont de RD101, sont impactées.

La plaine de la Ramière joue le rôle de stockage pour les ruissellements qu'elle récupère. On n'observe pas de débordements au droit de la Lône de Roquemaure.

La commune de Roquemaure est fortement impactée par les débordements de la roubine de Roquemaure. Les désordres déjà observés en crues quinquennales et décennales se sont aggravés.

A l'est du remblai de la voie ferrée, une grande partie du secteur situé en rive gauche de la roubine est sous eau, et ce, pratiquement jusqu'à la RD980. Les hauteurs d'eau observées restent toutefois inférieures à cinquante centimètres. Le centre commercial de l'Hers n'est pas impacté.

En rive droite de la roubine, on notera que la maison de retraite les Lavandines est totalement reprise en zone à risque avec des hauteurs toutefois encore inférieures au mètre. Une partie des bâtiments du collège Paul Valéry est également soumis à un risque inondation encore réduit, avec des hauteurs d'eau inférieures à 0,3 m.

A l'ouest du remblai, le secteur du Plan est impacté par des hauteurs d'eau pouvant devenir conséquentes, proche du mètre à proximité de la rive gauche de la roubine. Une trentaine d'habitations sont concernées.

Toute la partie basse de la plaine du Pontet est sous eau depuis le remblai de la voie ferrée jusqu'aux chemins de Caderache et de Truel. Elle joue pleinement son rôle de stockage du fait de la capacité limitée de l'ouvrage de passage sous la voie ferrée (à l'aval de la confluence avec la roubine de Truel). Ce secteur peu construit présente de ce fait peu de risque pour l'habitat, à l'exception de quelques maisons isolées.

On notera également les premiers débordements du Valat de la Croze au droit de la route de Nîmes et du centre socio-éducatif. Les débordements du Valat de la Croze impactent également le centre-ville à l'est du remblai de la voie ferrée.

La roubine de Truel connaît ses premiers débordements à l'aval du remblai de l'A9. Ce denier joue par ailleurs un rôle de stockage important des eaux provenant des versants amont.

La commune de Sauveterre est soumise aux débordements des roubines de La Ville et de Truel aval. La plaine de Truel aval est principalement concernée par des enjeux agricoles. L'habitat isolé que l'on peut y observer est peu concerné par le risque débordement lors d'une crue trentennale.

Sur le tracé de la roubine de Sauveterre, les lotissements aménagés entre les chemins de Saint Marc et de la Gare sont impactés par des hauteurs d'eau qui restent inférieures au mètre. A l'aval du chemin de la Gare, les débordements s'effectuent

principalement en rive gauche, impactant le centre sportif. Les bâtiments des écoles Ventadour et Alfonse Daudet se situent en limite de la zone de débordement.

Sur le territoire de la commune de Pujaut, l'usine Ashland Polyester est menacée par les débordements provenant du Valadas.

Le quartier de Four commence à être fortement impacté par les débordements des roubines de Four et de Sauveterre, principalement les habitations situées de part et d'autre de la RD980. Les hauteurs restent toutefois inférieures à 0,5 m.

L'ouvrage de rejet du contre-canal dans le Rhône atteint sa capacité limite d'évacuation. Les premiers débordements s'observent dans le secteur de la Grande Bastide.

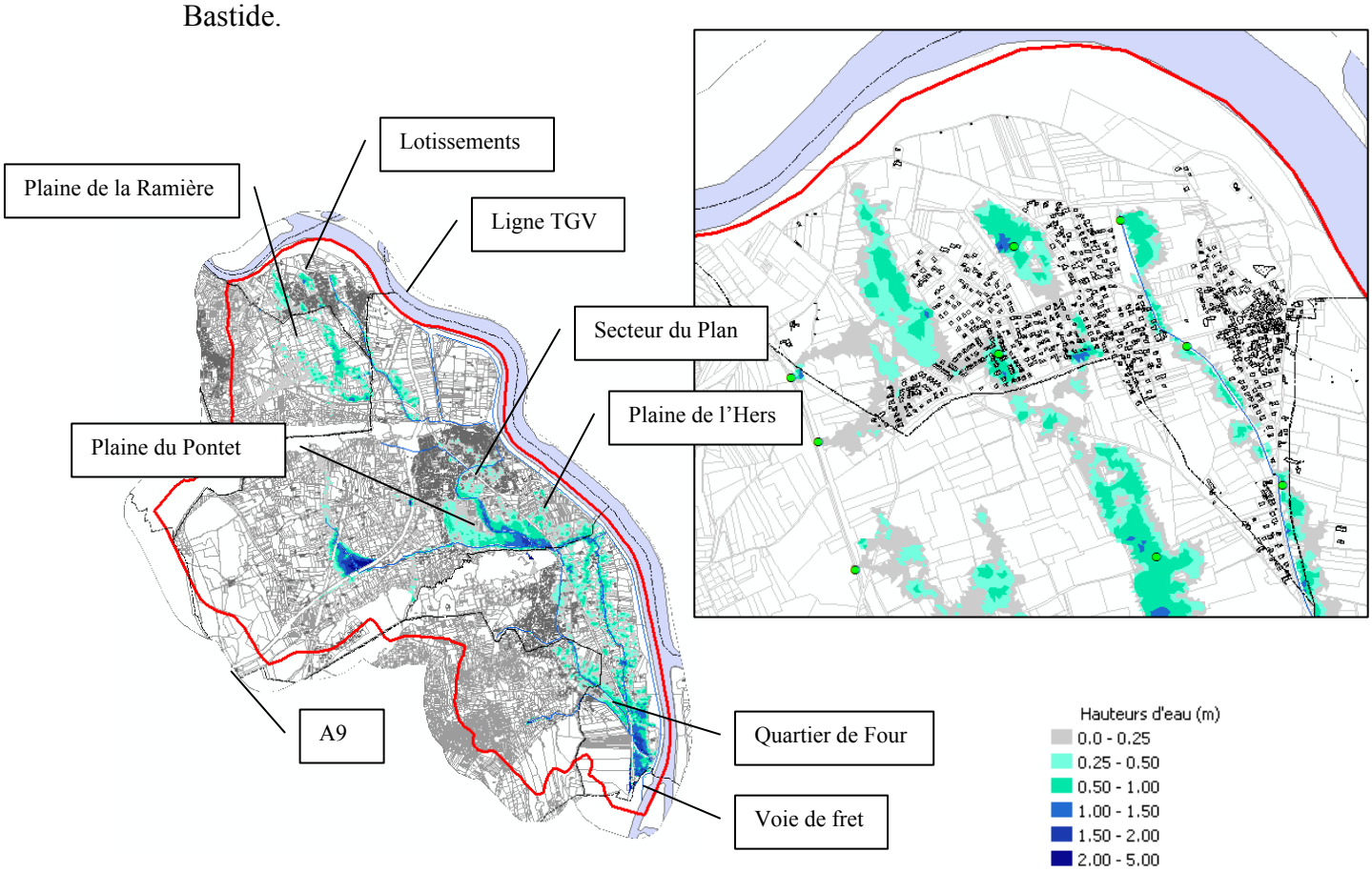


Illustration 40 : Crue trentennale - Hauteurs d'eau en conditions avales basses

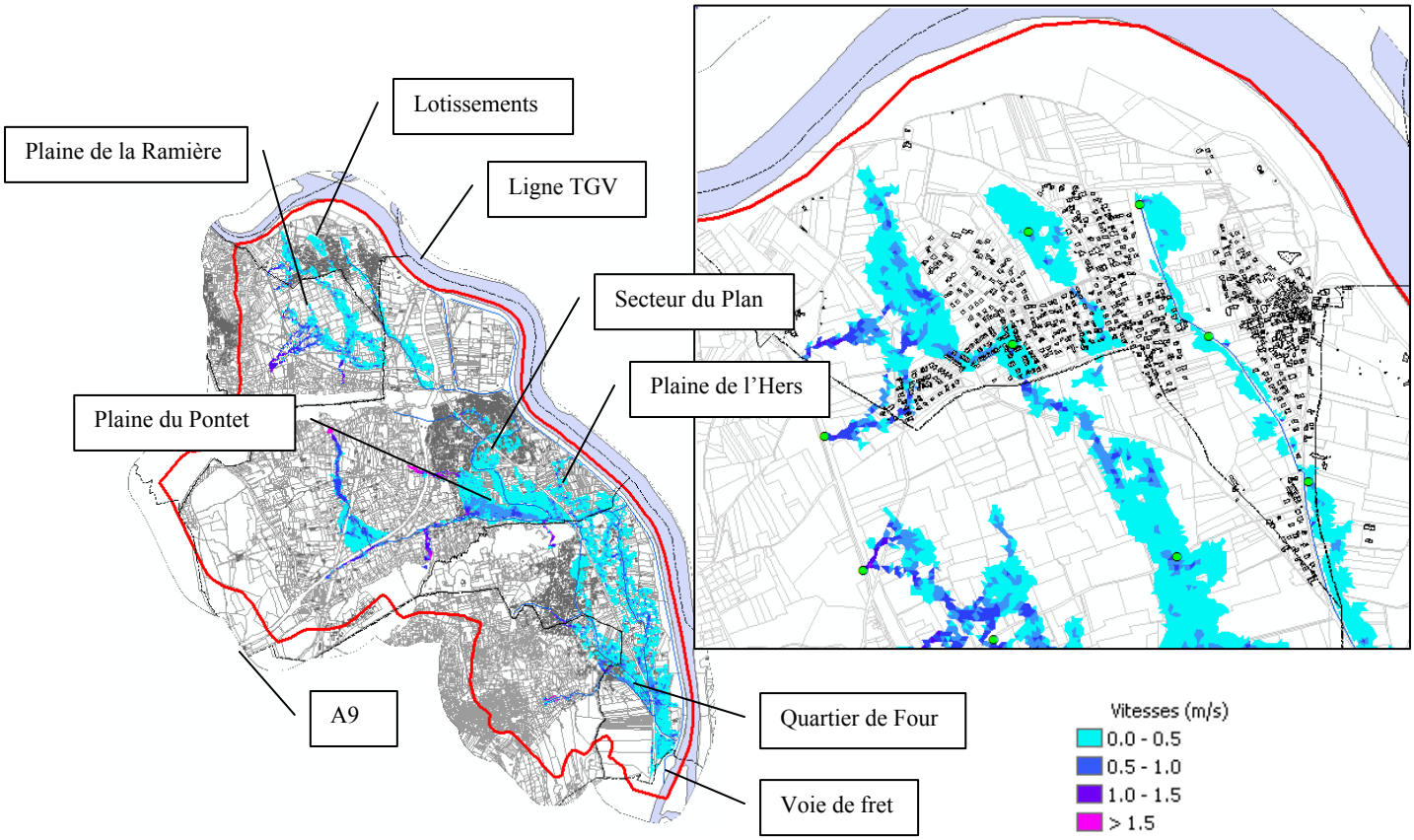


Illustration 41 : Crue trentennale - Vitesses en conditions avales basses

7.4 Crue de projet centennale

Voir annexe 9 – carte 12 : Crue de projet centennale

Les débordements se sont aggravés dans tous les secteurs.

Les lotissements Lavandines et CNR sont largement touchés par les inondations avec des hauteurs ne dépassant toutefois pas le mètre, l'eau s'évacuant par surverse au-dessus de la RD101 en direction de la plaine de la Ramière.

La plaine de la Ramière joue son rôle de stockage. Des déversements s'observent à présent en direction du ruisseau des Islons, côté ligne TGV.

Le ruisseau des Islons déborde sur la totalité de son tracé, impactant le centre sportif de Montfaucon ainsi que quelques habitations bordant son cours à l'amont de la RD101. A l'aval de la RD101, les enjeux urbains sont peu impactés, que ce soit sur la commune de Montfaucon ou de Roquemaure.

On n'observe toujours pas de risque de débordement au droit de la Lône de Roquemaure.

L'entièreté de la plaine du Pontet est inondée sous des hauteurs d'eau importantes (pouvant dépasser 2 m à proximité de l'ouvrage de Cadarache) du fait de la rétention engendrée par le remblai de la voie ferrée.

La plaine de l'Hers est également soumise au risque inondation par ruissellement sur son ensemble avec toutefois des hauteurs d'eau limitées, inférieures au mètre. Les enjeux urbains impactés par les débordements dans la partie amont de la roubine de Roquemaure restent globalement identiques à ce qui avait été identifié lors d'une crue trentennale. Les hauteurs d'eau observées restent ainsi globalement inférieures au mètre. Le centre commercial de l'Hers est à présent impacté par les débordements de la roubine de Roquemaure.

Le remblai de l'A9 et dans un moindre mesure celui de la ligne TGV jouent un rôle important de rétention vis-à-vis des eaux de ruissellement provenant des versants amont et drainées par la roubine de Truel. Les hauteurs d'eau importantes observées à l'amont du remblai engendrent par ailleurs des débordements par-dessus l'autoroute.

La plaine de Sauveterre est totalement inondée sur l'ensemble du secteur compris entre le rejet de l'Amériquette au nord, le tracé du contre-canal à l'ouest et le tracé de la RD980 à l'est :

- ✓ du fait des débordements des roubines qui la traversent
- ✓ du fait du stockage généré par les capacités insuffisantes des ouvrages de traversée de remblai
- ✓ ainsi que par la capacité insuffisante d'évacuation de l'ouvrage de rejet du contre-canal vers le Rhône.

A partir du Petit Clos Méjean, les hauteurs d'eau dépassent systématiquement 1,5 m. Elles atteignent 3,5 m au droit de l'ouvrage de rejet du contre-canal dans le Rhône.

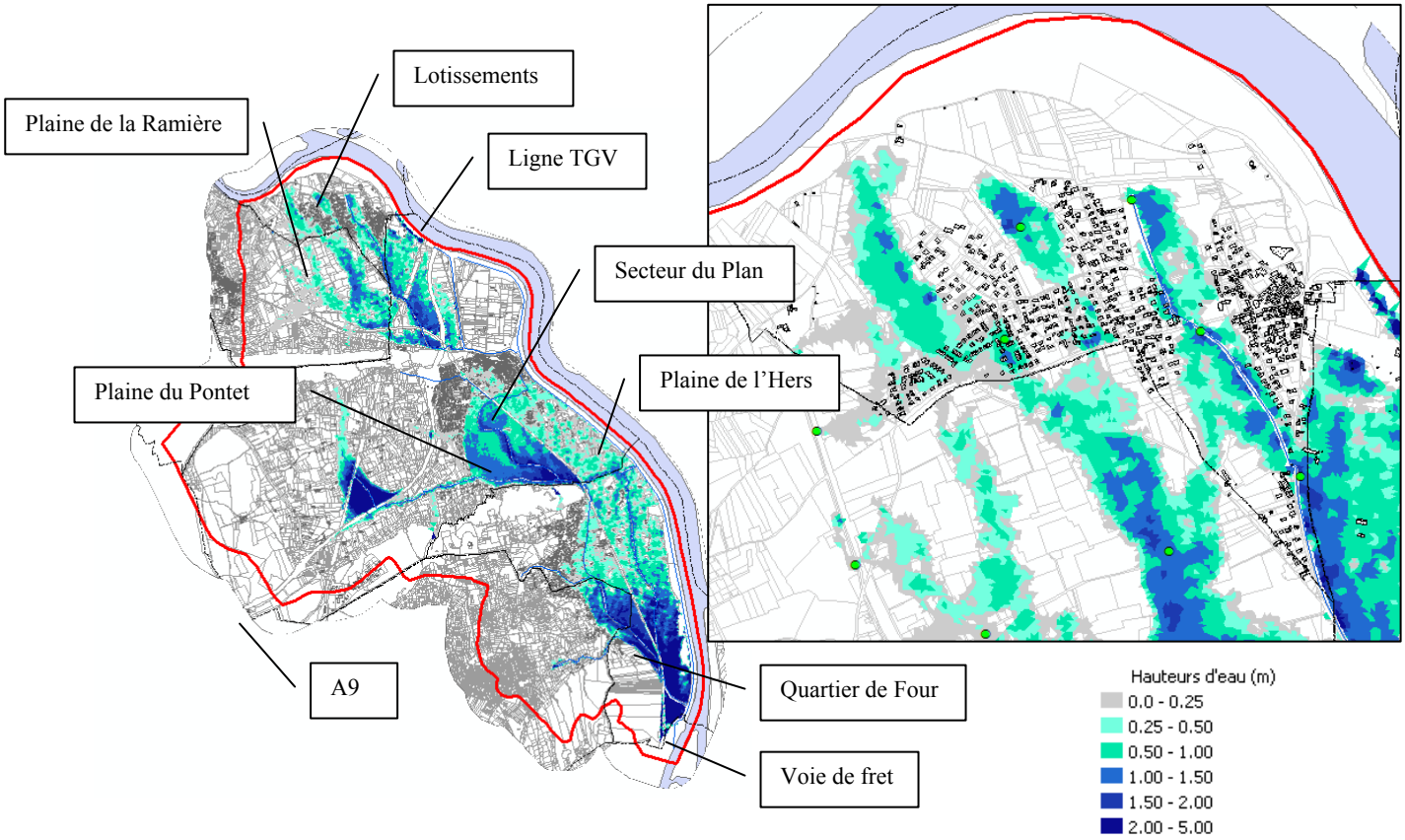


Illustration 42 : Crue centennale - Hauteurs d'eau en conditions avales basses

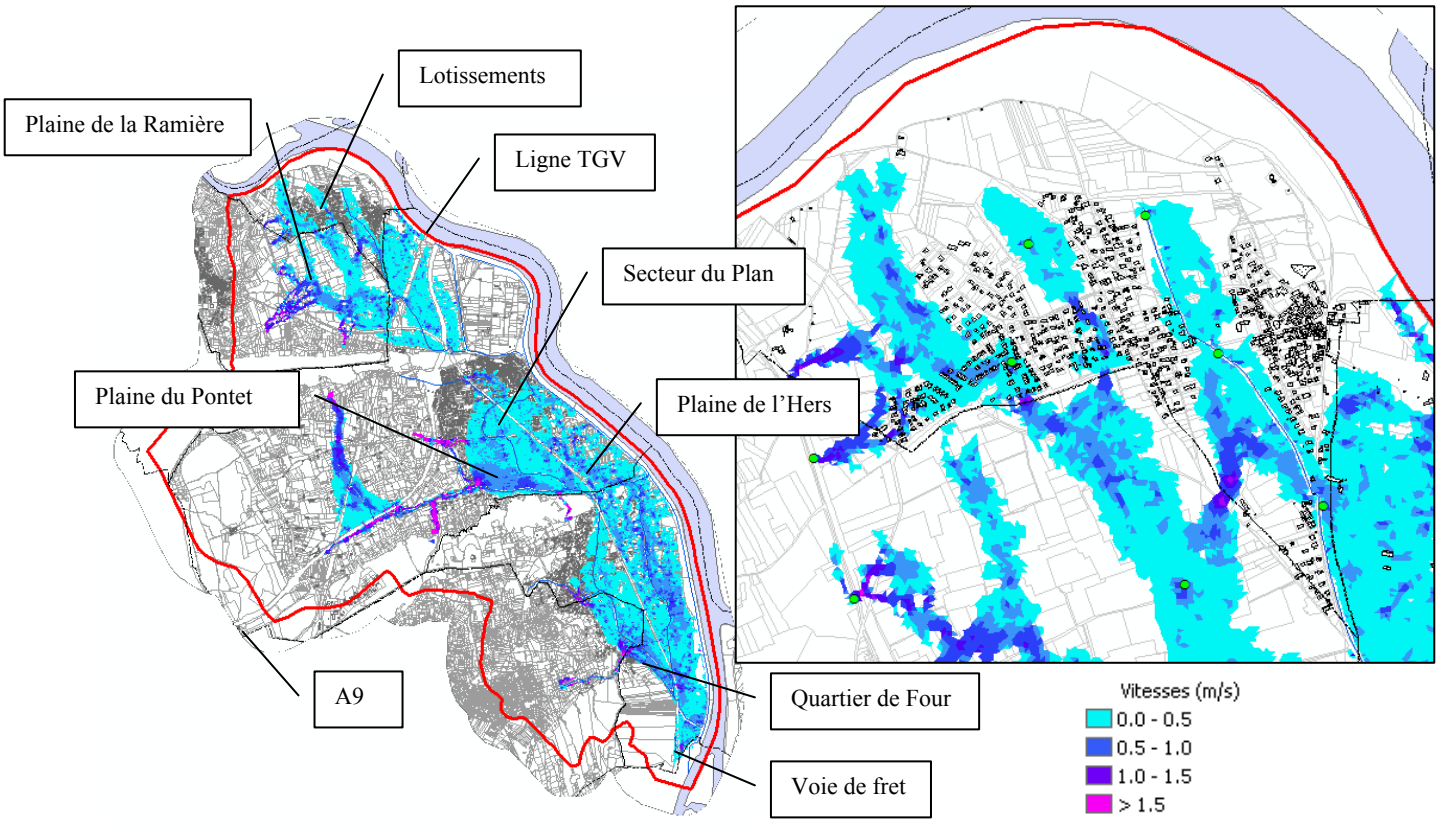


Illustration 43 : Crue centennale - Vitesses en conditions avales basses

8

DETERMINATION DE L'ALEA INONDATION POUR LA CRUE DE REFERENCE

Si l'on compare les débits maximum des crues de projets avec ceux estimés pour la pluie de septembre 2002, on observe que ces derniers se rapprochent des valeurs des débits de projet décennaux.

En termes de volumes écoulés, la crue de 2002 se rapproche plutôt d'un événement d'occurrence trentennal.

Au final, les résultats de la modélisation font ressortir que **l'événement de septembre 2002 se rapproche d'un événement statistique d'occurrence trentennale**, tant en terme d'emprise des zones inondées que des hauteurs d'eau observées.

Sous bassin	Surface (ha)	Q2002 max (m^3/s)	Q5 max (m^3/s)	Q10 max (m^3/s)	Q30 max (m^3/s)	Q100 max (m^3/s)
Total BV Islons	**1 200**	26.8	17.9	21.2	61.9	208.2
Total BV Truel	**2 905**	67.5	43.7	51.9	149.7	531.3
Total BV Four	**9 116**	23.8	18.6	20.7	38.3	115.3
TOTAL	**13 221**	**118.1**	**80.2**	**93.8**	**249.9**	**854.8**

Tableau 16 : Comparaison des débits de crues (Q2002, Q5, Q10, Q30, Q100)

Sous bassin	Surface (ha)	Q2002 max (10^6 m^3)	Q5 max (10^6 m^3)	Q10 max (10^6 m^3)	Q30 max (10^6 m^3)	Q100 max (10^6 m^3)
Total BV Islons	**1 200**	0.70	0.13	0.17	0.58	2.11
Total BV Truel	**2 905**	1.77	0.33	0.43	1.47	5.16
Total BV Four	**9 116**	4.41	0.53	0.68	2.18	10.97
TOTAL	**13 221**	**6.87**	**0.99**	**1.28**	**4.23**	**18.24**

Tableau 17 : Comparaison des volumes de crues (V2002, V5, V10, V30, V100)

En tout état de cause, tant en terme d'emprise que de hauteurs d'eau, la crue de septembre 2002 a généré moins d'impact que ne le ferait une crue de projet centennale.

Il a dès lors été décidé de retenir la crue de projet centennale comme crue de référence.

La carte 13 surimpose les limites de l'aléa inondation défini par approche hydrogéomorphologique avec celles définies dans le cadre d'une crue de projet centennale.

Voir annexe 9 – carte 13 : Crue de référence

Nous sommes à présent en mesure de préciser les différentes limites de l'aléa inondation et classes de hauteurs d'eau telles que définies au sens PPR, à savoir :

- ✓ aléa résiduel : représentant les zones situées entre les limites de l'aléa centennal et l'aléa hydrogéomorphologique ;
- ✓ aléa modéré : hauteurs d'eau comprises entre 0 et 0,5 m ;
- ✓ aléa fort : hauteurs d'eau supérieures à 0,5 m.

Outre les parcelles agricoles, l'habitat et les entreprises, les enjeux ponctuels localisés en zone inondable sont limités. Ils concernent les sites suivants :

- o Le **stade et le centre sportif** repris pour partie en zone d'**aléa résiduel, modéré ou fort** ;
- o La **RD101 et la RD701** sont inondables sur une grande partie de leur tracé sur le territoire communal.

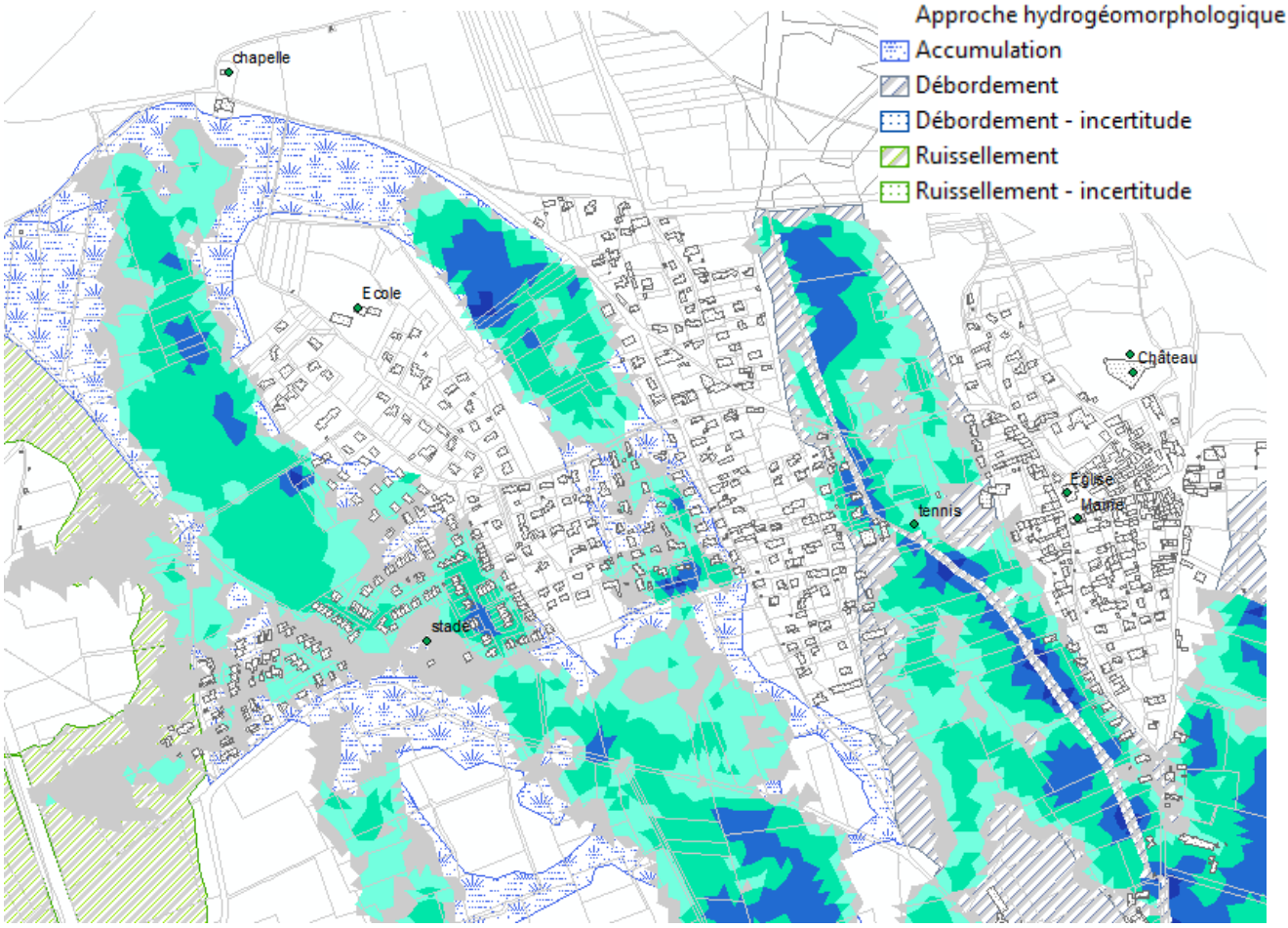


Illustration 44 : Enjeux repris dans l'emprise de l'aléa de référence sur le territoire de Montfaucon

1

Représentation de l'aléa de référence

Quatre types d'aléa sont concernés au sens de la doctrine PLU et risque inondation du département du Gard :

- ✓ L'aléa lié aux inondations par **débordement de cours d'eau**. Pour rappel, sont considérés comme cours d'eau les parties du réseau hydrographique qui drainent une surface de bassin versant supérieure à 1 km², ainsi que les parties du réseau dont les écoulements sont organisés et marquent le paysage d'une emprise hydrogéomorphologique.
- ✓ Les autres parties du réseau hydrographique sont à l'origine de l'aléa inondation par **ruissellement pluvial**.

  La plaine de Montlezon est reprise en **zone d'accumulation par ruissellement**. Cet aléa sera considéré comme un aléa ruissellement dans la définition du règlement et la cartographie du zonage de risque.
- ✓ L'aléa lié aux **érosions de berges** lors des crues concerne l'ensemble du réseau hydrographique.
- ✓ Une **bande de sécurité de 100 m** sera par ailleurs considérée à partir du pied aval de l'ensemble du linéaire de digues recensé sur le territoire communal (digues CNR).

Ces aléas concernent tout ou partie du réseau hydrographique, y compris les fossés, roubines, thalwegs secs et ruisseaux couverts, sur l'ensemble du territoire communal. L'aléa « débordement de réseaux d'assainissement » n'est pas concerné.

L'emprise de l'aléa débordement du Rhône issue du PPR Rhône Cèze Tave approuvé en mars 2000 a par ailleurs été transmise par la DDTM. Cet aléa est également repris dans la représentation de l'aléa de référence.

ANNEXE 1

PRESENTATION DU LOGICIEL MOUSE ET DE LA METHODE DU RESERVOIR LINEAIRE

A- Présentation de MOUSE

Le logiciel MOUSE, développé par **DHI Water & Environment** (Institut Hydraulique Danois) permet entre autres fonctionnalités de représenter finement l'ensemble des phénomènes hydrologiques grâce notamment aux modules de base permettant les simulations hydrologiques et hydrauliques.

B- La modélisation du ruissellement de surface (Module Hydrologique simple réservoir linéaire)

Parmi les différents modules hydrologiques proposés par le logiciel MOUSE, nous avons choisi la méthode du **simple réservoir linéaire pour les bassins versants urbains**.

Celle–ci revient à assimiler le bassin versant à un bassin de stockage dans lequel arrive la pluie et dont le débit de fuite représente le débit ruisselé à l'exutoire :

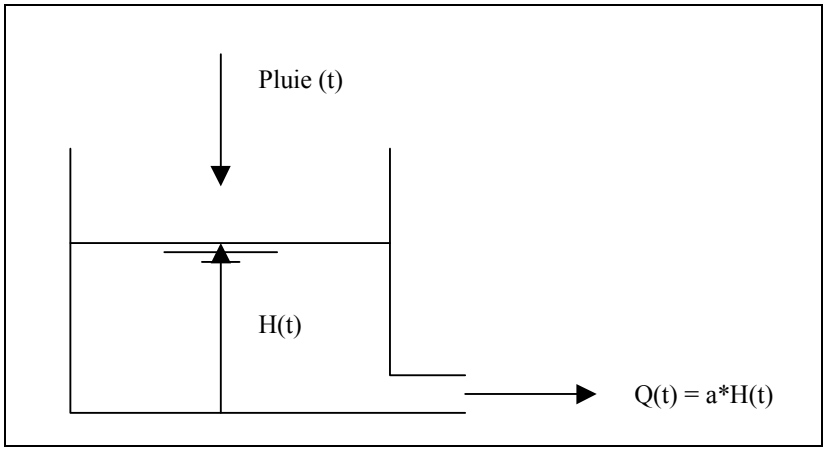
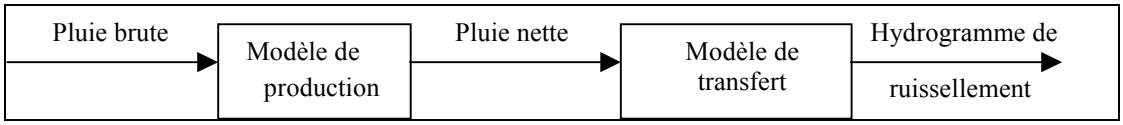


Schéma de principe du modèle simple réservoir linéaire

Le modèle est décomposé en deux étapes : un modèle de production, qui permet de passer de la pluie brute à la pluie nette, et un modèle de transfert qui transforme la pluie nette en hydrogramme de ruissellement :



Transformation de la pluie en hydrogramme de ruissellement

a- Modèle de production

Le coefficient de ruissellement représente le pourcentage de la pluie qui participe effectivement au ruissellement. Dans la pratique, le coefficient de ruissellement pour les fortes pluies reste proche du coefficient d'imperméabilisation tout en lui étant inférieur.

Le coefficient de réduction, fixé par défaut à 90 %, rend compte du fait que toute la pluie qui tombe sur les surfaces imperméabilisées n'arrive pas jusqu'à l'exutoire (pertes dans les dépressions).

Les pertes initiales permettent de prendre en compte l'infiltration et la rétention dans le sol des premières gouttes de pluie qui tombent sur le bassin versant. Elles sont fixées à 0,6 mm par défaut. Le ruissellement ne démarre que lorsque la hauteur cumulée de pluie a dépassé cette valeur.

Le temps de concentration représente le temps le plus long que met une goutte d'eau tombée sur le sol pour atteindre l'exutoire du réseau. Il est décomposé en deux termes :

$$Tc = Tr + Te$$

où :

Tr = temps mis par la particule pour atteindre le réseau (ruissellement de surface),

Te = temps mis par la particule pour parcourir le réseau jusqu'à l'exutoire.

b- Modèle de transfert :

L'hydrogramme de ruissellement est obtenu par la résolution de deux équations :

- ✓ Équation de conservation des volumes : $\boxed{\frac{dS(t)}{dt} = I_n(t) - Q(t)}$

- ✓ Équation de stockage : $\boxed{S(t) = K * Q(t)}$

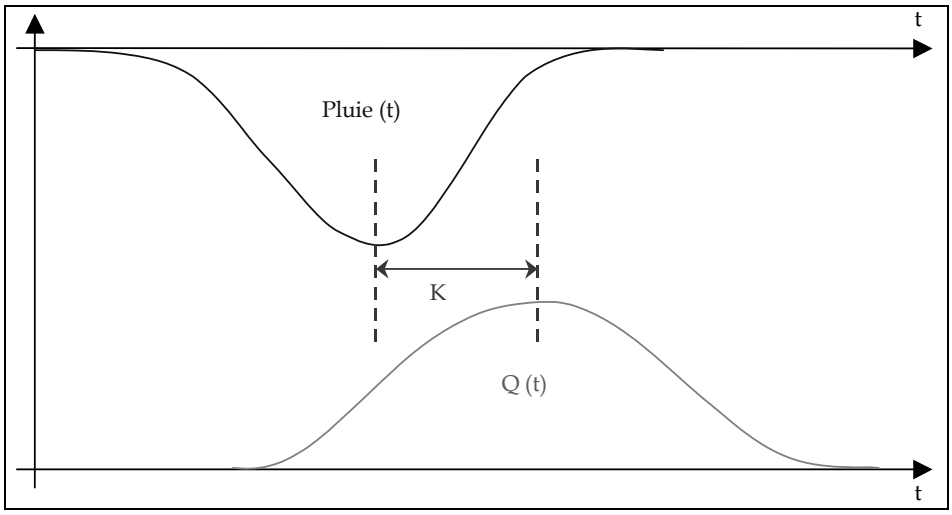
où :

K = temps de réponse du bassin versant

In(t) = pluie nette

Q(t) = débit à l'exutoire du bassin versant

S(t) = volume stocké dans le bassin



Hydrogramme de ruissellement

C- La modélisation du ruissellement de surface (Module Hydrologique double réservoir linéaire)

La méthode du **double réservoir linéaire sera utilisée pour les bassins versants ruraux**.

Celle–ci consiste à injecter l'hydrogramme déterminé par une méthode simple réservoir linéaire dans un second réservoir comme le montre la figure suivante :

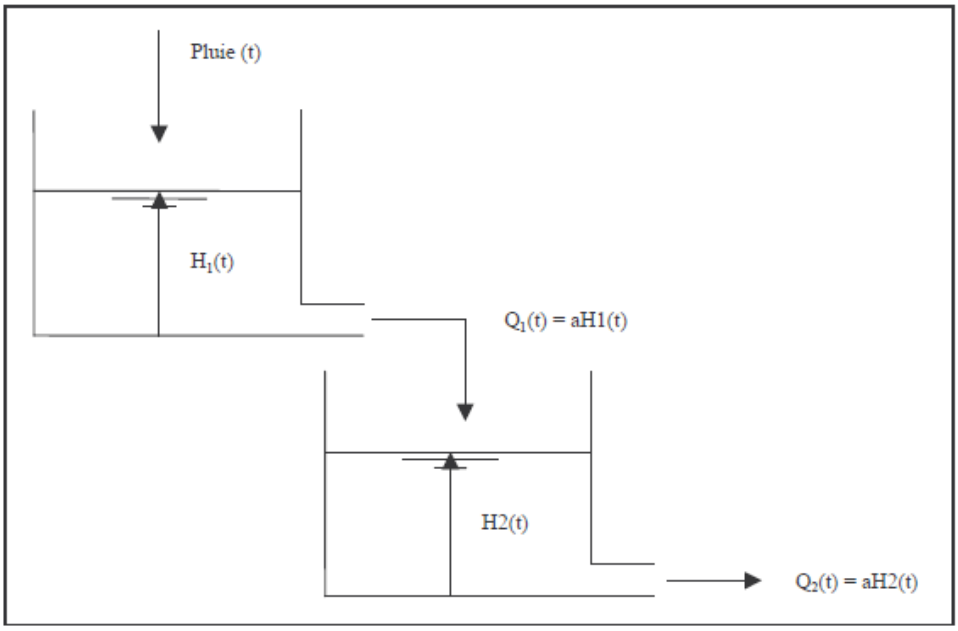
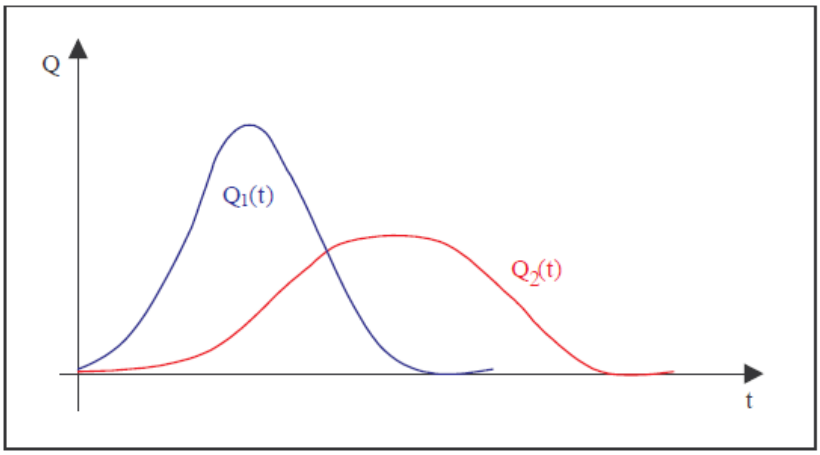


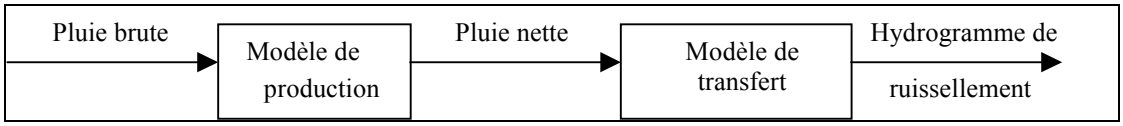
Schéma de principe du modèle double réservoir linéaire

Cette opération a pour effet d'écraser la réponse du bassin versant :



Principe du modèle double réservoir linéaire

Le modèle est également décomposé en deux étapes : un modèle de production, qui permet de passer de la pluie brute à la pluie nette, et un modèle de transfert qui transforme la pluie nette en hydrogramme de ruissellement :



Transformation de la pluie en hydrogramme de ruissellement

ANNEXE 2

METHODOLOGIE SPCGD DE CALCUL DES CRUES DE REFERENCE POUR LES PETITS BASSINS VERSANTS (< 400 KM²)

La présente note expose une métrologie de calcul des débits de référence, pouvant être appliquée aux petits bassins versants du département du Gard, et éventuellement confrontée aux résultats de la méthode FBG, généralement utilisée jusqu'alors dans le département.

Le principe consiste à appliquer la méthode du Gradex pour réaliser l'extrapolation depuis un débit de période de retour faible (inférieur à 10 ans) vers un débit centennal. Compte tenu des incertitudes, parfois importantes, sur différents paramètres liés à l'application de la méthode du Gradex, il est demandé que certaines règles de prudence soient appliquées dans le choix de ces différents paramètres, et ceci de façon à minimiser les risques de sous-estimation du débit centennal. Ces recommandations sont détaillées ci-après.

Une méthodologie très similaire a d'ores et déjà été employée dans le cadre du PPRI du moyen Vidourle. Dans ce cas, les débits obtenus par la méthode du Gradex se sont avérés légèrement inférieurs à ceux obtenus par la méthode FBG, et ont malgré tout été retenus après comparaison des résultats donnés par les deux méthodes.

En effet, on peut considérer que la méthodologie d'application du Gradex présentée ici, tout comme la méthode FBG, conduit, compte-tenu de ses hypothèses, à estimer la borne supérieure de l'intervalle de confiance dans lequel le débit centennal peut se situer. Nous considérons donc comme raisonnable de retenir, parmi les deux méthodes, celle qui donne le débit le plus faible.

Pour l'application de la méthode du Gradex, il est demandé de suivre les recommandations suivantes :

A- Recommandation n°1 : Choix du point "pivot" de départ pour l'extrapolation par la méthode du Gradex

Le point "pivot" à partir duquel l'extrapolation par le Gradex est effectuée doit correspondre à une période de retour qui n'excède pas 10 ans.

B- Recommandation n°2 : Evaluation du débit décennal (ou moins le cas échéant).

Il est, dès que possible, préférable d'utiliser une statistique déterminée à partir de mesures de débit sur une période suffisamment longue (environ 30 ans au minimum). Ce genre d'informations est malheureusement très rarement disponible dans le cas des petits bassins versants. A défaut, il est proposé d'employer deux méthodes distinctes selon la taille du bassin considéré.

- ✓ Pour un bassin de moins de 20 km², utilisation de la méthode rationnelle en considérant un coefficient d'écoulement de 0,3 minimum, sur 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 Tc par rapport à un phénomène de ruissellement direct) :

$$T_C = 0{,}108 \cdot \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{P}}$$

où: Tc est le temps de concentration exprimé en heures

A est la surface du bassin versant en km²

L est la longueur du plus long cheminement hydraulique en km

P est la pente moyenne sur le plus long cheminement m/m

- ✓ Pour un bassin de plus de 20 km², utilisation de la formule Crupédix, avec un coefficient régional de 1,5 et une pluie journalière décennale déterminée à partir des statistiques pluviométriques disponibles pour des séries d'observations d'une durée de 30 ans minimum. Si des séries d'une durée inférieure sont exploitées, la pluie décennale sur 24 h retenue ne devra pas être inférieure à 150 mm.

C- Recommandation n°3 : Evaluation de la durée caractéristique de crue Dr

La durée caractéristique de crue doit être évaluée, autant que possible, à partir d'un nombre significatif de crues mesurées (une dizaine au minimum). Ce genre de données étant rarement disponibles sur les petits bassins, il est particulièrement important de ne pas surestimer la durée sur laquelle le Gradex est appliqué. En attendant d'en savoir plus sur les durées caractéristiques de crue des bassins du Gard, il est proposé de se baser sur l'estimation du temps de concentration par la formule suivante :

$$T_C = 1{,}5 \cdot \frac{L^{0.75}}{P + 0{,}08}$$

où: Tc est le temps de concentration exprimé en minutes

L est la longueur du plus long cheminement hydraulique en km

P est la pente moyenne sur le plus long cheminement en m/m

Cette formule de temps de concentration, utilisée à l'heure actuelle par le SPCGD dans ses modèles pluie-débit, a prouvé qu'elle reproduit assez fidèlement la dynamique d'écoulement rapide de surface dans les bassins. Toutefois, une crue n'étant pas constituée uniquement d'écoulement de surface mais également pour une bonne partie d'écoulement "retardé" de subsurface, nous pensons raisonnable de considérer que la durée caractéristique de crue sera de l'ordre de deux fois ce temps de concentration. Il est donc proposé de retenir la durée caractéristique suivante :

$$D_r = 2 * T_C$$

D- Recommandation n°4 : Evaluation du rapport débit de pointe/débit moyen sur la durée caractéristique de crue

Comme pour la durée caractéristique de crue, ce rapport doit être évalué, dès que possible, à partir d'un nombre significatif de crues mesurées (une dizaine au minimum). Ce genre de données étant rarement disponibles sur les petits bassins, il faut être attentif à ne pas sous-estimer ce rapport. Ce dernier étant généralement réputé compris entre 1,3 et 2, nous proposons de retenir, à défaut d'informations plus précises, la valeur de 2.

E- Recommandation n°5 : évaluation du Gradex ponctuel des pluies sur 24 heures

Le Gradex peut être évalué par un ajustement d'une distribution de Gumbel aux séries d'observations pluviométriques maximales annuelles disponibles, qui doivent être les plus longues possibles. L'idéal serait d'avoir des séries de pluie dépassant largement les cent ans… A défaut, nous demandons que, lorsque des séries de moins de 60 ans sont utilisées, le gradex obtenu à partir de plusieurs postes soit comparé, et moyenné en cas de doute, et enfin que la valeur retenue ne soit jamais inférieure à celle obtenue au poste de Nimes-Courbessac (plaine aval dans laquelle le gradex est réputé être le plus faible).

Lorsque des séries très longues sont disponibles (de l'ordre de cent ans ou plus), il est également possible d'évaluer le Gradex à partir de la différence pluie centennale – pluie décennale éventuellement estimées à partir d'un ajustement autre que de type "Gumbel".

Lorsque les gradex utilisés correspondant à des pluies journalières (et non 24 heures comme cela devrait être le cas), il est demandé de les majorer de 10%.

F- Recommandation n°6 : prise en compte de l'abattement spatial des pluies

Compte tenu de la méconnaissance de cet abattement et de la complexité de son évaluation, et considérant que nous nous situons ici dans des bassins versants de petite taille pour lesquels l'effet d'abattement spatial reste limité, nous considérons que cet abattement spatial peut dans un premier temps être négligé. Pour les bassins approchant les 400 km², ceci constitue une hypothèse forte, et il sera probablement nécessaire, dès que la connaissance le permettra, d'évaluer l'effet de cet abattement.

Il donc proposé, en attendant mieux, de retenir les valeurs de Gradex déterminées à partir des statistiques pluviométriques ponctuelles.

G- Recommandation n°7 : passage du gradex des pluies sur 24 heures au gradex sur la durée caractéristique de crue Dr.

Il est proposé de retenir les exposants des lois de Montana déterminées par SIEE en 1994, et déjà utilisées dans la méthode FBG. Ces lois ne semblent pas remises en cause par les dernières statistiques pluviométriques dont nous disposons.

Les formules utilisées seront donc du type :

- ✓ pour 6h < Dr < 24h, $\text{Gradex } D_r = \text{Gradex } 24h \cdot \left(\frac{D_r}{24}\right)^{1-b}$ avec b=0,76
- ✓ pour 0,5h < Dr < 6h, $\text{Gradex } D_r = \text{Gradex } 6h \cdot \left(\frac{D_r}{6}\right)^{1-b}$ avec b=0,487
- ✓ pour 0,1h < Dr < 0,5h $\text{Gradex } D_r = \text{Gradex } 0{,}5h \cdot \left(\frac{D_r}{0{,}5}\right)^{1-b}$ avec b=0,366

avec Dr durée caractéristique de crue, exprimée en heures

O. Payrastre

ANNEXE 3

VALEURS DES PARAMETRES AYANT PRESIDES AU CALCUL DES DEBITS SELON LA METHODE SPCGD

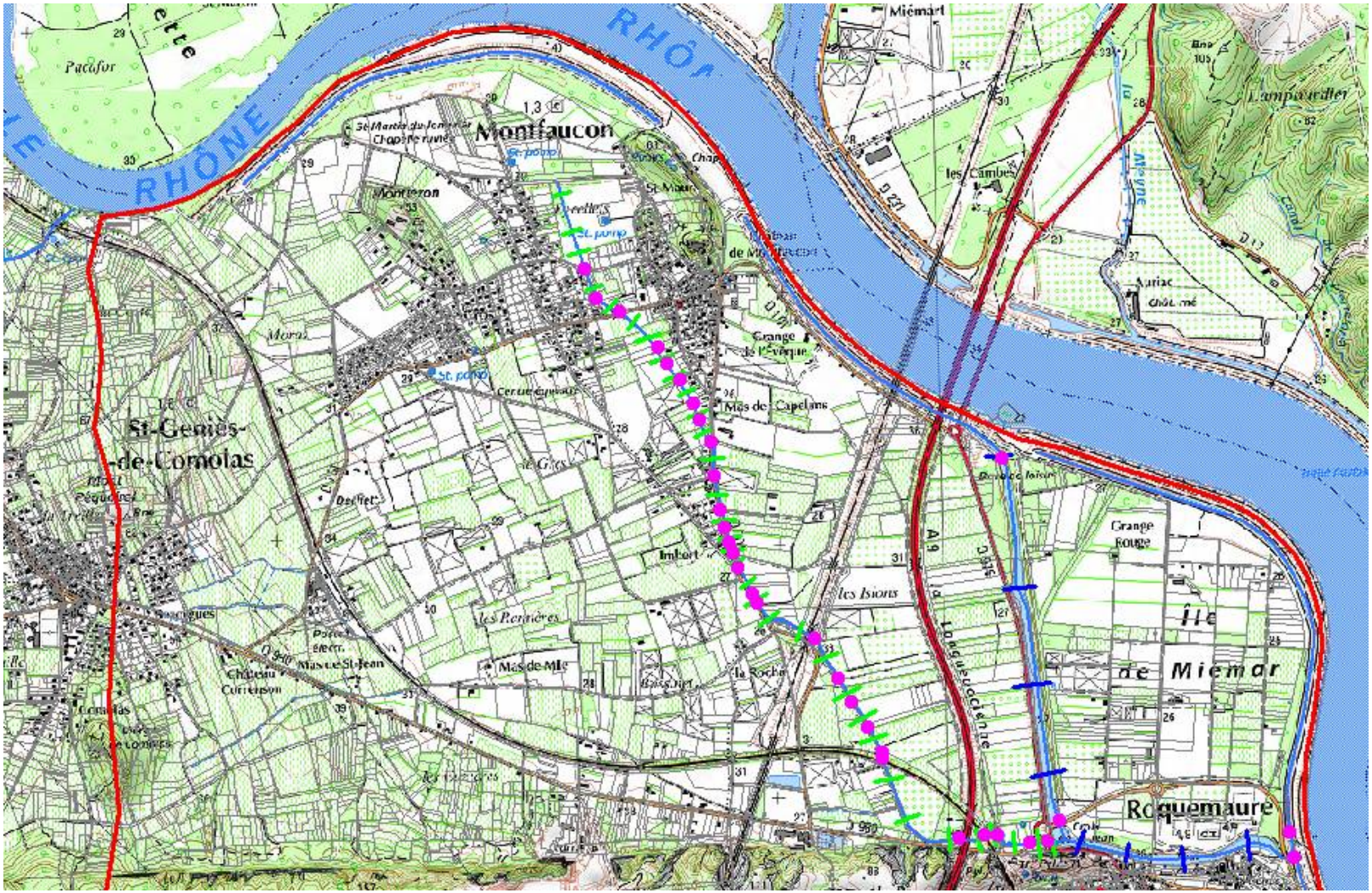
Nom	Superficie (ha)	chemin hydraulique km	pente (m/m)	Tc Passini (h)	Durée crue (h)	Durée Gradex P (hr)	GradexP	coef b	Gradex Dr	Rétention initiale (mm)	Cr 10 ans retenu	Intensité 10 ans mm/h
BVFr 01	8 554.00	12.70	0.01	13.27	3.87	6.0	64.9	0.487	318.3	43.2	0.14	9.9
BVFr 02	248.00	2.80	0.03	1.14	0.96	6.0	64.9	0.487	18.2	16.9	0.21	58.2
BVFr 03	211.00	2.60	0.04	0.96	0.86	6.0	64.9	0.487	16.3	57.4	0.12	63.6
BVFr 04	103.00	1.50	0.08	0.44	0.43	0.5	5.9	0.366	3.6	47.4	0.18	86.8
BVI 01	85.00	1.30	0.02	0.81	0.61	6.0	64.9	0.487	7.8	27.8	0.17	68.3
BVI 02	61.00	0.80	0.03	0.47	0.38	0.5	5.9	0.366	2.2	32.5	0.17	84.6
BVI 03	36.00	0.65	0.01	0.76	0.41	0.5	5.9	0.366	1.3	47.6	0.11	69.9
BVI 04	35.00	0.85	0.05	0.32	0.34	0.5	5.9	0.366	1.3	29.3	0.21	98.8
BVI 05	20.00	1.70	0.03	0.47	0.70	6.0	64.9	0.487	1.7	53.1	0.10	84.9
BVI 06	115.00	1.70	0.00	3.94	0.92	6.0	64.9	0.487	8.6	33.4	0.12	26.4
BVI 07	105.00	1.70	0.00	3.82	0.92	6.0	64.9	0.487	7.9	33.7	0.13	27.1
BVI 08	35.00	0.70	0.01	0.68	0.43	0.5	5.9	0.366	1.2	22.5	0.23	73.2
BVI 09	66.00	1.50	0.00	2.95	0.83	6.0	64.9	0.487	5.2	34.7	0.12	32.8
BVI 10	61.00	1.10	0.04	0.46	0.44	0.5	5.9	0.366	2.1	24.5	0.12	85.3
BVI 11	65.00	1.10	0.07	0.37	0.36	0.5	5.9	0.366	2.4	19.8	0.17	93.1
BVI 12	101.00	1.50	0.08	0.43	0.41	0.5	5.9	0.366	3.5	36.6	0.11	88.1
BVI 13	83.00	0.75	0.12	0.27	0.20	0.5	5.9	0.366	3.8	33.9	0.16	106.5
BVI 14	61.00	1.47	0.00	2.31	0.81	6.0	64.9	0.487	4.8	35.0	0.12	38.0
BVI 15	46.00	0.95	0.09	0.27	0.28	0.5	5.9	0.366	1.9	52.2	0.11	105.8
BVI 16	48.00	1.80	0.00	2.18	0.95	6.0	64.9	0.487	3.5	35.8	0.12	39.3
BVI 17	177.00	2.65	0.00	7.14	1.29	6.0	64.9	0.487	11.3	38.7	0.12	16.3

Nom	Superficie (ha)	chemin hydraulique km	pente (m/m)	Tc Passini (h)	Durée crue (h)	Durée Gradex P (hr)	GradexP	coef b	Gradex Dr	Rétention initiale (mm)	Cr 10 ans retenu	Intensité 10 ans mm/h
BVTr 01	67.00	1.00	0.05	0.44	0.39	0.5	5.9	0.366	2.4	38.4	0.11	87.3
BVTr 02	39.00	1.40	0.03	0.54	0.60	6.0	64.9	0.487	3.6	17.4	0.26	80.0
BVTr 03	19.00	0.90	0.01	0.73	0.53	6.0	64.9	0.487	1.9	2.7	0.41	70.8
BVTr 04	65.00	0.95	0.04	0.45	0.40	0.5	5.9	0.366	2.3	7.5	0.32	85.9
BVTr 05	23.00	0.50	0.01	0.59	0.34	0.5	5.9	0.366	0.9	27.8	0.21	77.5
BVTr 06	82.00	1.50	0.04	0.58	0.56	6.0	64.9	0.487	7.8	16.8	0.20	78.0
BVTr 07	125.00	2.40	0.00	6.69	1.20	6.0	64.9	0.487	8.2	28.2	0.16	17.2
BVTr 08	171.00	2.30	0.03	1.06	0.88	6.0	64.9	0.487	13.1	38.0	0.10	60.9
BVTr 09	357.00	3.00	0.04	1.24	0.98	6.0	64.9	0.487	26.0	37.0	0.12	55.2
BVTr 10	209.00	2.60	0.03	1.13	0.95	6.0	64.9	0.487	15.4	35.7	0.10	58.3
BVTr 11	167.00	1.70	0.02	1.15	0.76	6.0	64.9	0.487	13.7	25.0	0.12	57.8
BVTr 12	150.00	1.80	0.03	0.88	0.71	6.0	64.9	0.487	12.7	25.0	0.12	66.0
BVTr 13	54.00	1.00	0.04	0.45	0.42	0.5	5.9	0.366	1.9	36.4	0.11	86.6
BVTr 14	115.00	2.00	0.02	0.95	0.82	6.0	64.9	0.487	9.1	46.5	0.13	63.9
BVTr 15	258.00	2.40	0.03	1.13	0.87	6.0	64.9	0.487	19.9	49.0	0.12	58.5
BVTr 16	111.00	2.30	0.04	0.74	0.78	6.0	64.9	0.487	9.0	48.9	0.12	70.7
BVTr 17	18.00	1.00	0.00	1.36	0.61	6.0	64.9	0.487	1.6	46.0	0.11	52.2
BVTr 18	139.00	2.40	0.00	4.56	1.19	6.0	64.9	0.487	9.2	36.1	0.14	23.4
BVTr 19	113.00	1.20	0.00	2.39	0.69	6.0	64.9	0.487	9.7	35.9	0.13	37.2
BVTr 20	95.00	1.15	0.00	3.77	0.69	6.0	64.9	0.487	8.2	38.0	0.12	27.3
BVTr 21	106.00	1.20	0.00	3.31	0.71	6.0	64.9	0.487	9.0	40.9	0.11	30.4
BVTr 22	136.00	2.20	0.04	0.77	0.74	6.0	64.9	0.487	11.3	40.3	0.17	69.7
BVTr 23	121.00	2.30	0.04	0.74	0.77	6.0	64.9	0.487	9.9	21.8	0.17	70.5
BVTr 24	54.00	1.00	0.08	0.31	0.31	0.5	5.9	0.366	2.1	11.8	0.29	100.0
BVTr 25	111.00	2.20	0.04	0.75	0.77	6.0	64.9	0.487	9.1	25.4	0.18	70.1

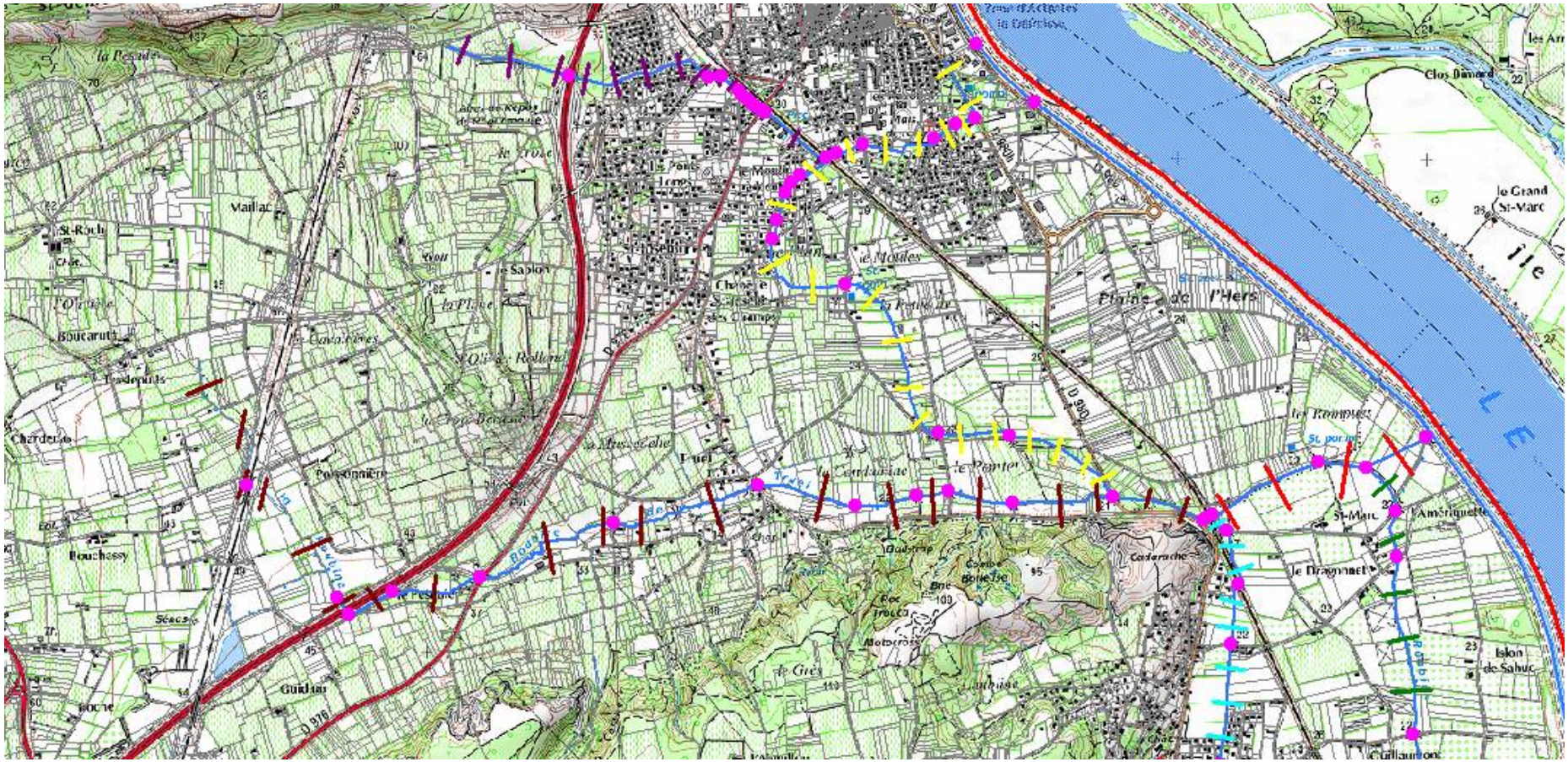
ANNEXE 4

LOCALISATION DES PROFILS EN TRAVERS

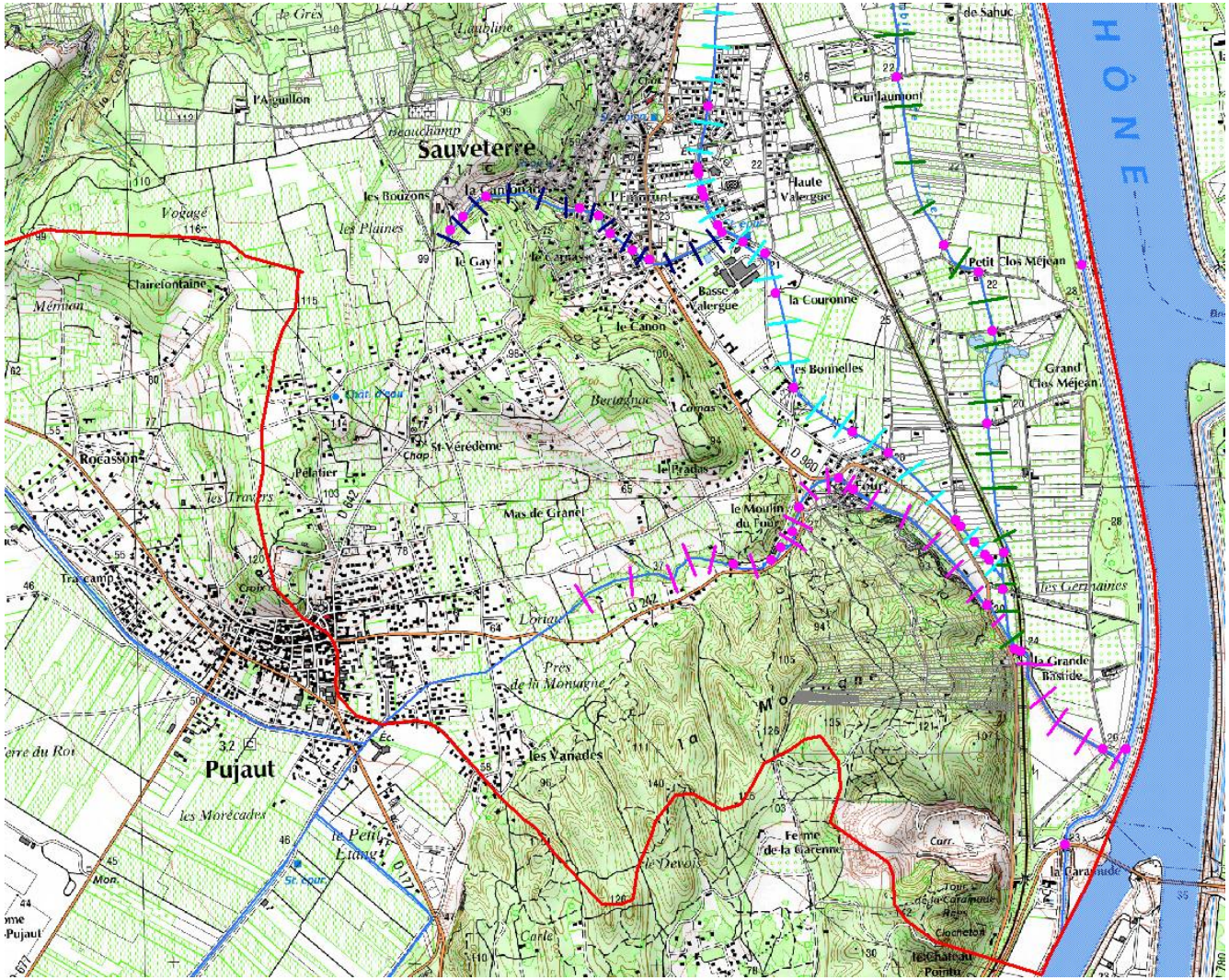
A. Localisation des principaux ouvrages hydrauliques et profils dans le secteur nord (Montfaucon, Roquemaure)



B. Localisation des principaux ouvrages hydrauliques et profils dans le secteur centre (Roquemaure, Sauveterre)



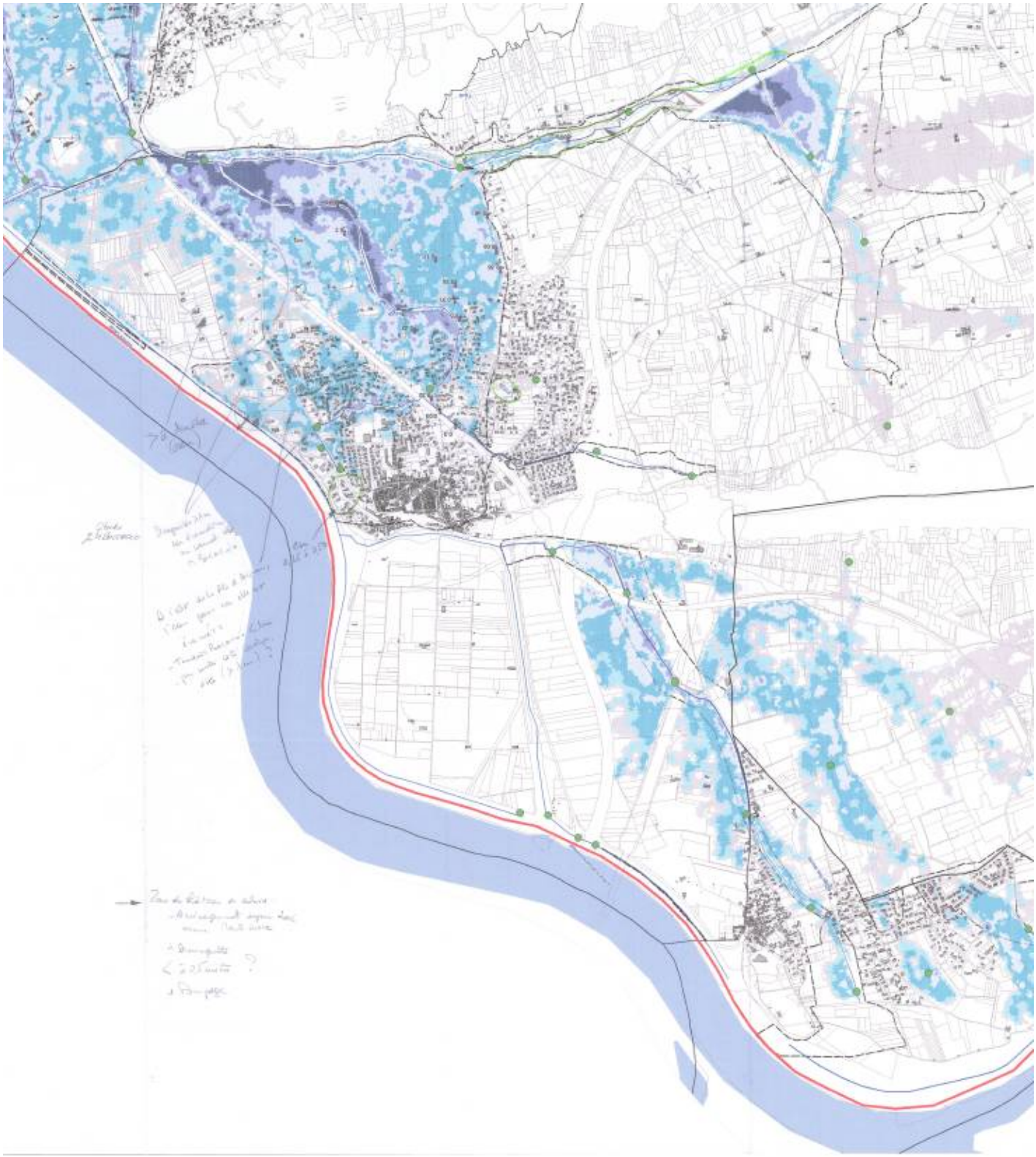
C. Localisation des principaux ouvrages hydrauliques et profils dans le secteur sud (Sauveterre et Pujaut)

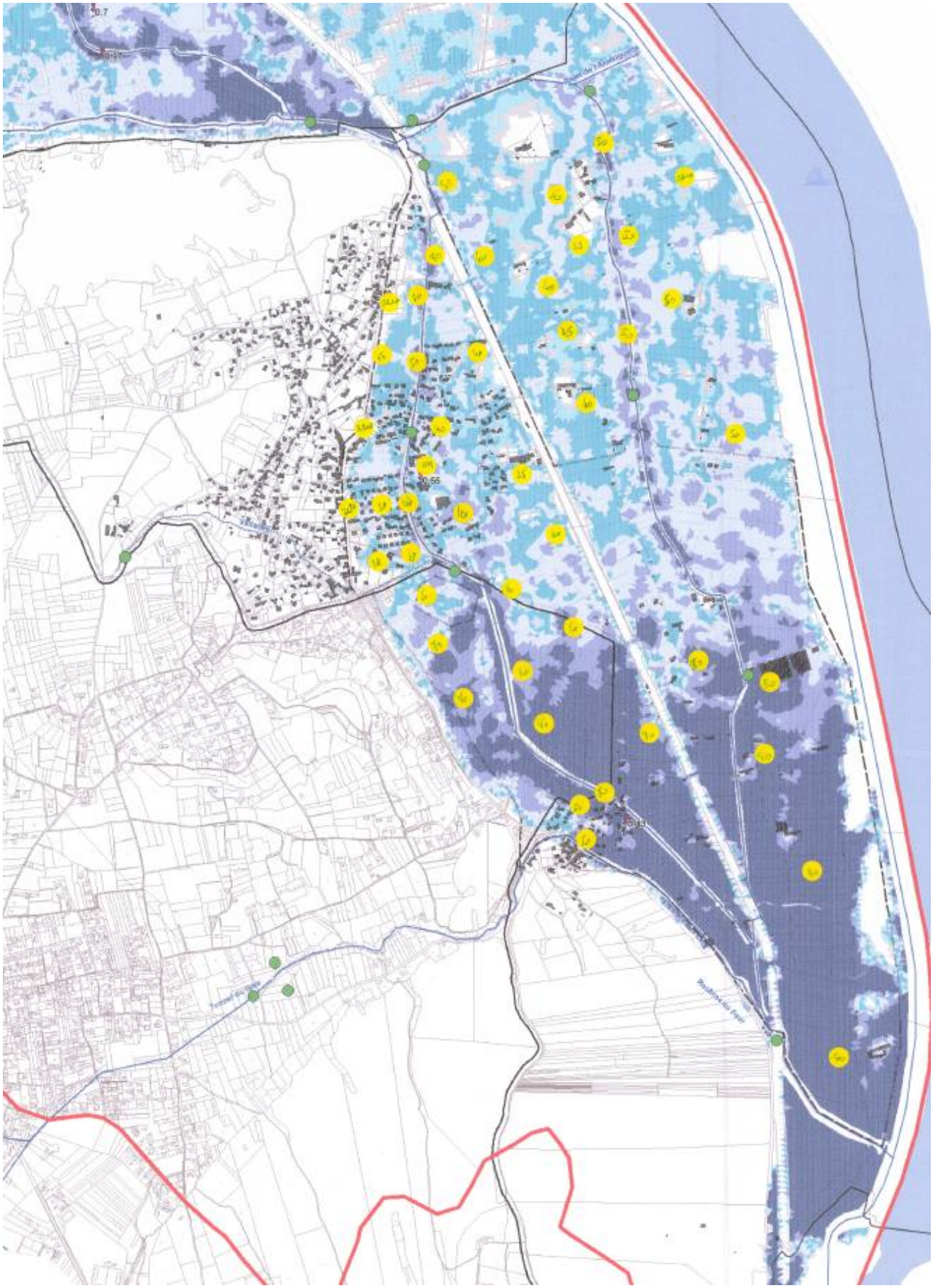


ANNEXE 5

DONNEES DE CALAGE « A DIRES DE RIVERAINS »

Les essais de calage du modèle ont fait l'objet d'échanges avec les élus. Les cartes présentées en pages suivantes nous ont permis d'affiner le fonctionnement du modèle sur base de la mémoire qu'avaient les élus des hauteurs d'eau approximatives observées lors de l'évènement de septembre 2002.





ANNEXE 6

DONNEES DE CALAGE ISSUES DE LA MODELISATION

Les données de calage de la crue de septembre 2002 sont les suivantes :

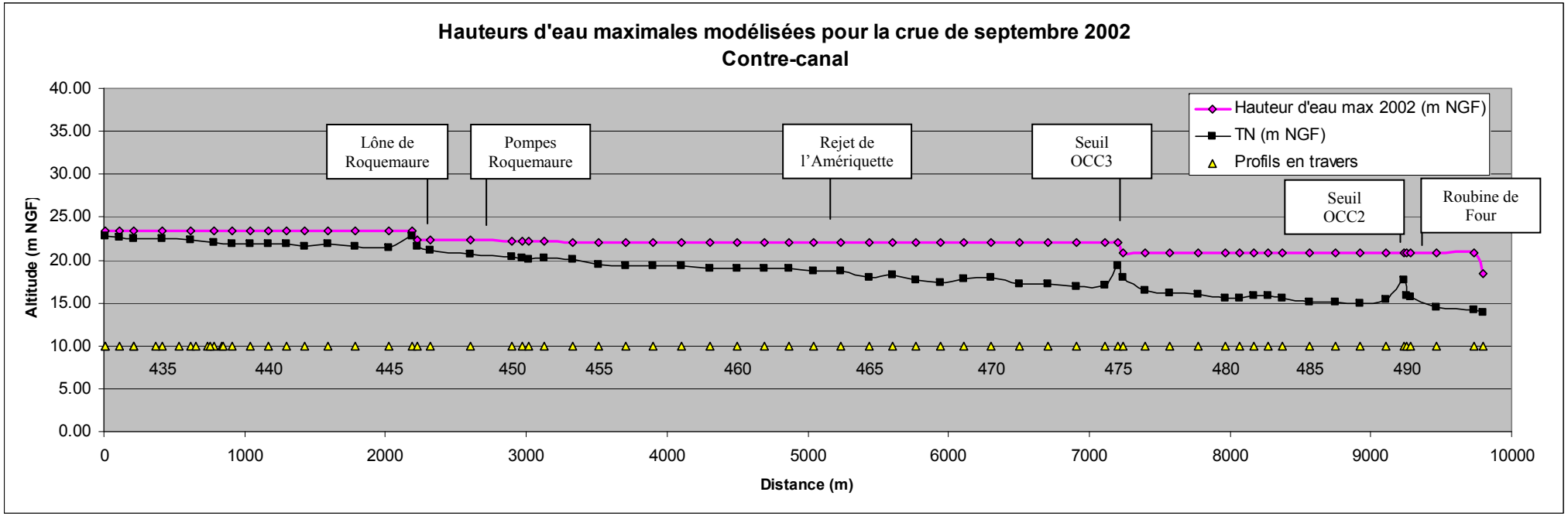
- ✓ calage sur base de la totalité de l'événement des 08 et 09 septembre ;
- ✓ nous avons retenu un coefficient de ruissellement décennal calculé en appliquant la moyenne pondérée des coefficients de ruissellement selon l'occupation du sol ;
- ✓ le tableau ci-contre reprend les différentes valeurs de coefficient de rugosité[2] retenues

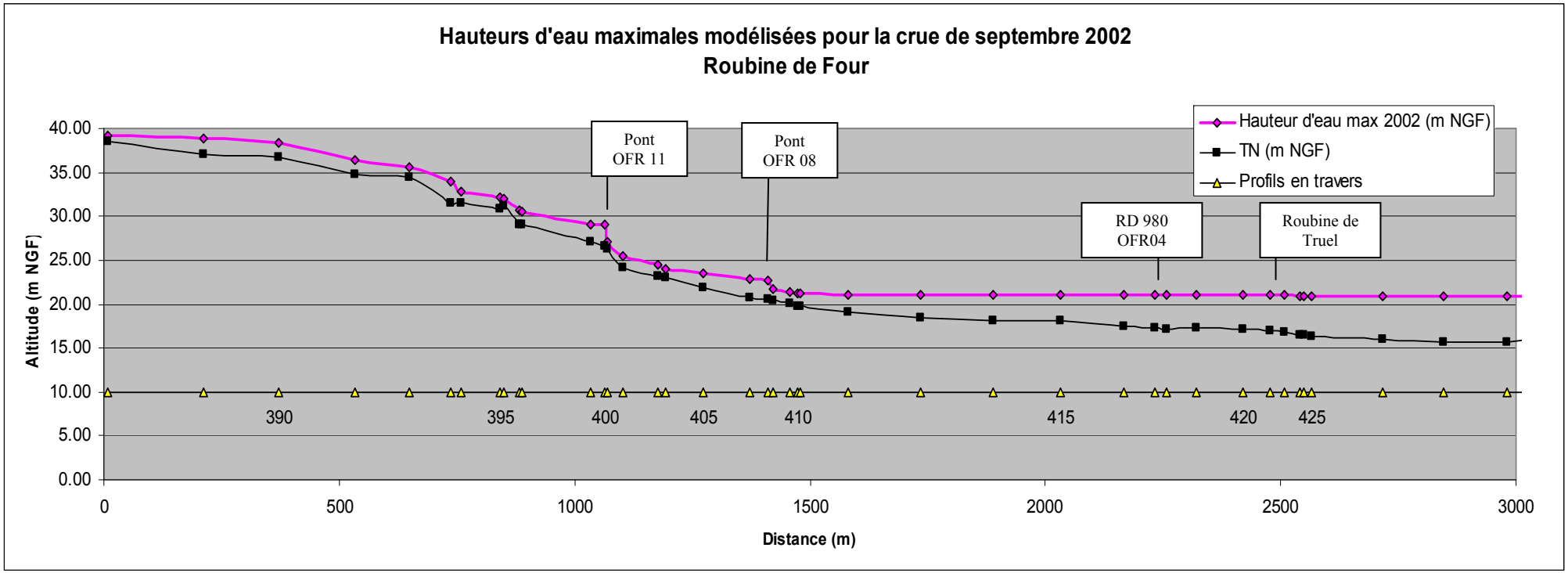
	Coefficient de rugosité retenu ($s/m^{1/3}$)
Lit mineur	0,03
Lit majeur	0,035 – 0,1

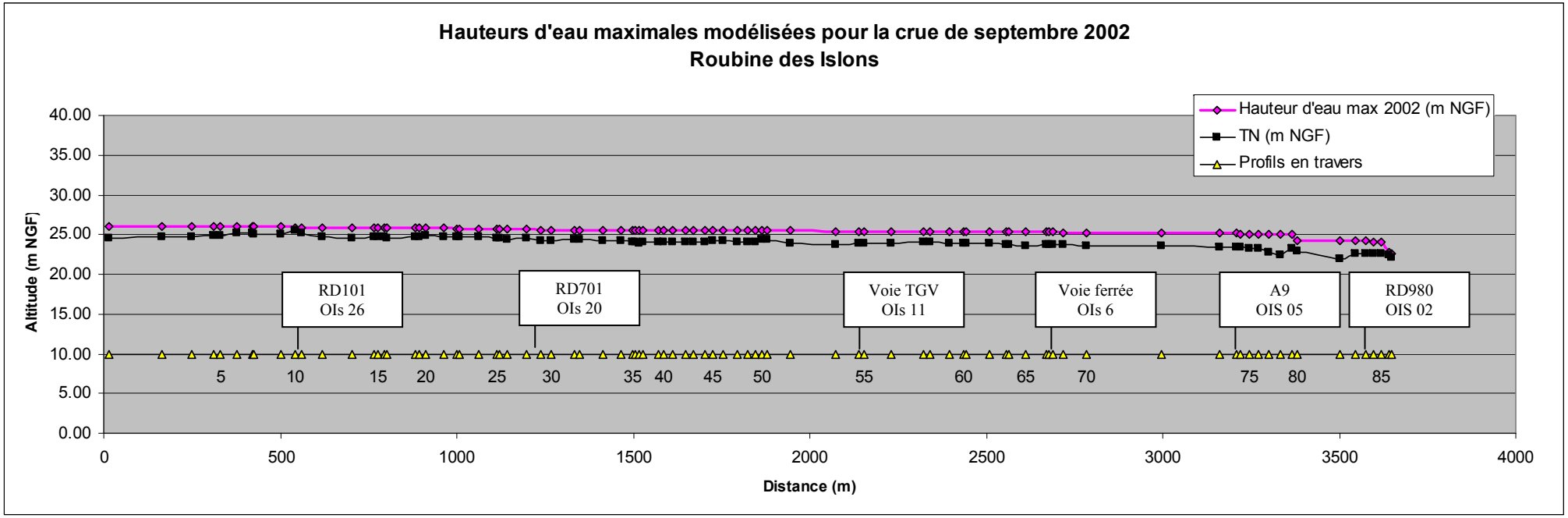
Tableau 18 : Valeurs du coefficient de rugosité utilisé

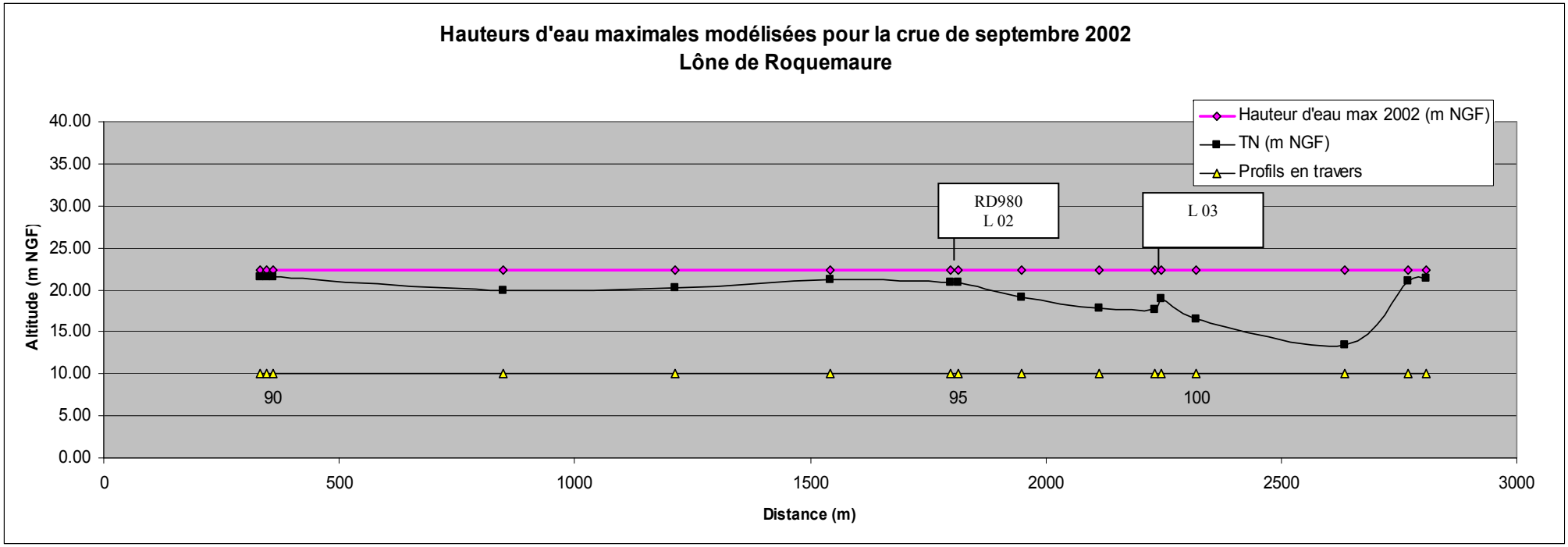
Les figures en page suivante reprennent les profils en long des différents cours d'eau sur lesquels apparaissent les hauteurs d'eau maximales modélisées pour la crue de 2002. Les numéros des différents profils en travers du lit mineur y sont également mentionnés ainsi que les éléments remarquables répertoriés sur leur parcours (ouvrages, voiries, remblais, …).

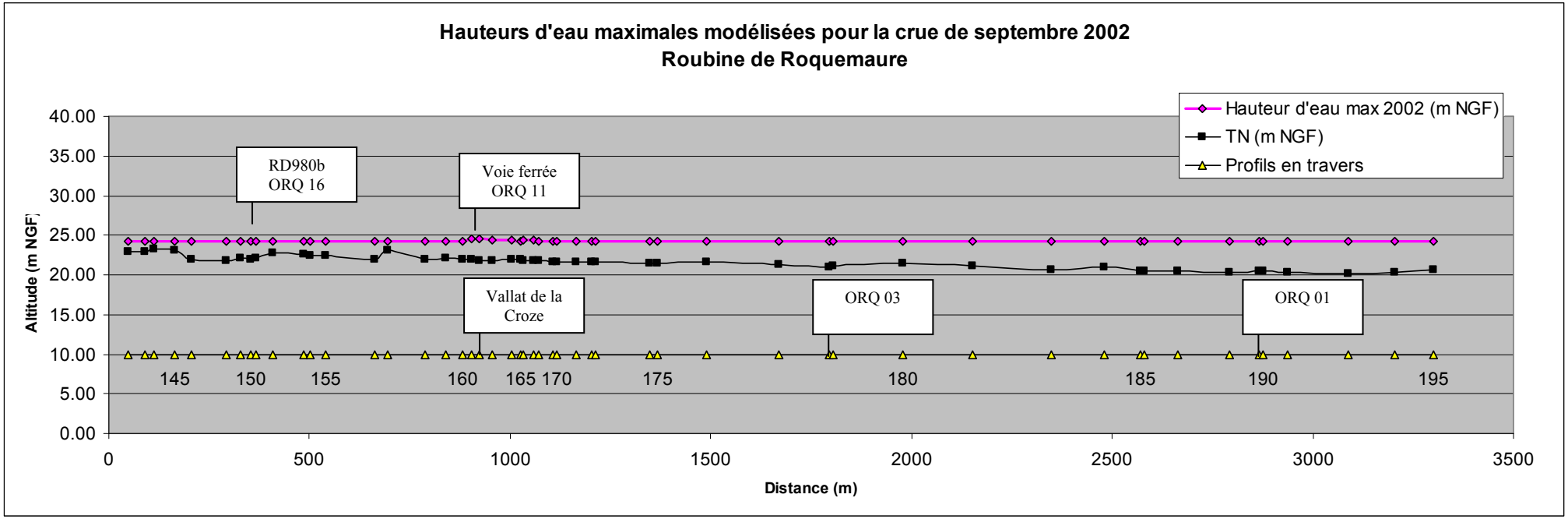
[2] Le coefficient de rugosité représente les pertes de charges linéaires observées sur un tronçon. Elles caractérisent les frottements liés au revêtement du lit du cours d'eau ou aux obstacles qui s'y trouvent et qui ralentissent l'écoulement de l'eau. Un revêtement en béton offrira un coefficient de rugosité plus faible que des enrochements ou la présence de végétation dense dans le lit du cours d'eau.

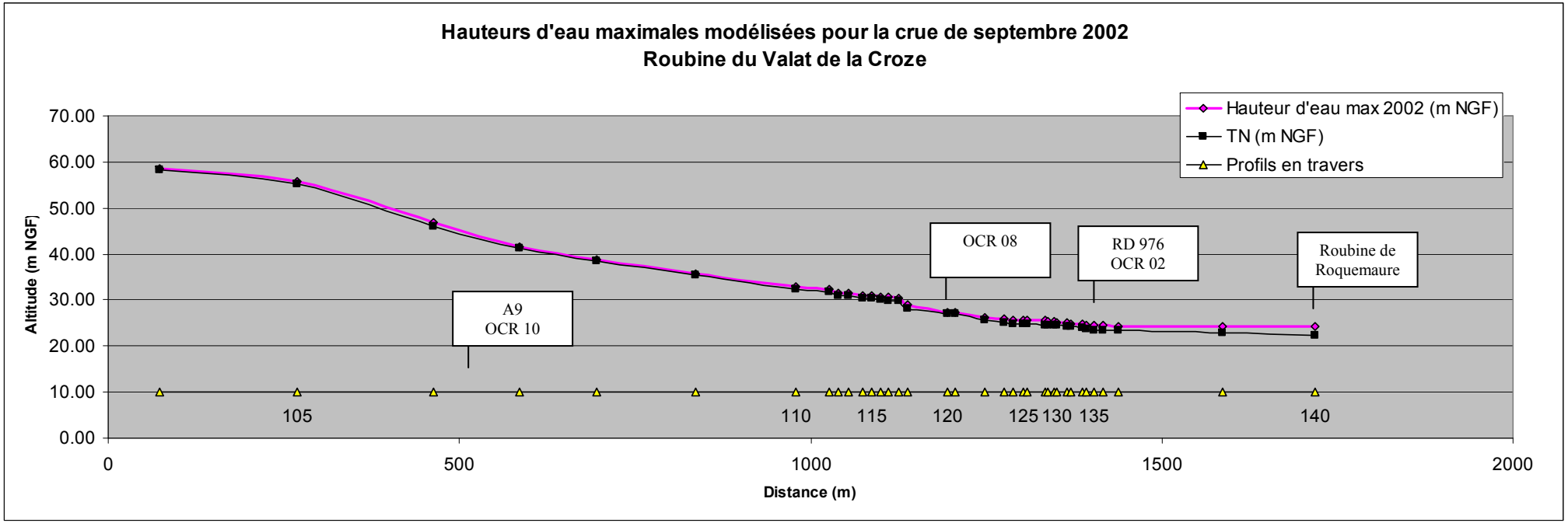

Hauteurs d'eau maximales modélisées pour la crue de septembre 2002
Contre-canal
Hauteur d'eau max 2002 (m NGF)
TN (m NGF)
Profils en travers
Lône de Roquemaure
Pompes Roquemaure
Rejet de l'Amériquette
Seuil OCC3
Seuil OCC2
Roubine de Four
Altitude (m NGF)
Distance (m)
40.00
35.00
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490

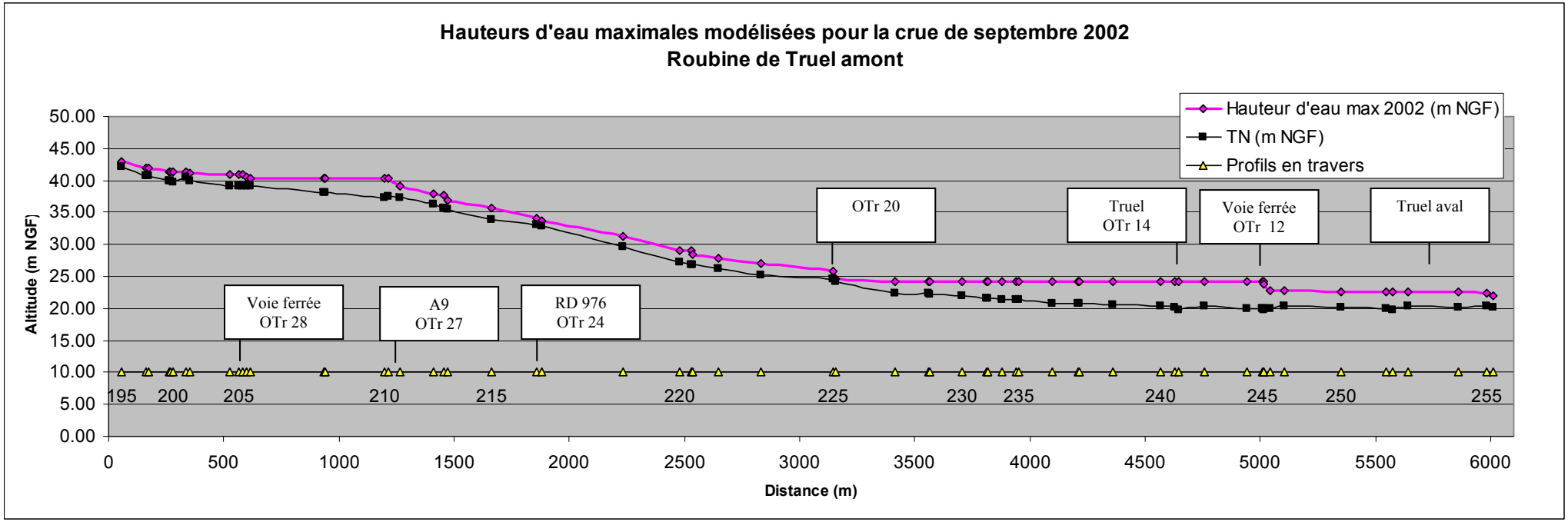

Hauteurs d'eau maximales modélisées pour la crue de septembre 2002
Roubine de Four
Hauteur d'eau max 2002 (m NGF)
TN (m NGF)
Profils en travers
Pont OFR 11
Pont OFR 08
RD 980 OFR04
Roubine de Truel
Altitude (m NGF)
40.00
35.00
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
390
395
400
405
410
415
420
425
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
Distance (m)

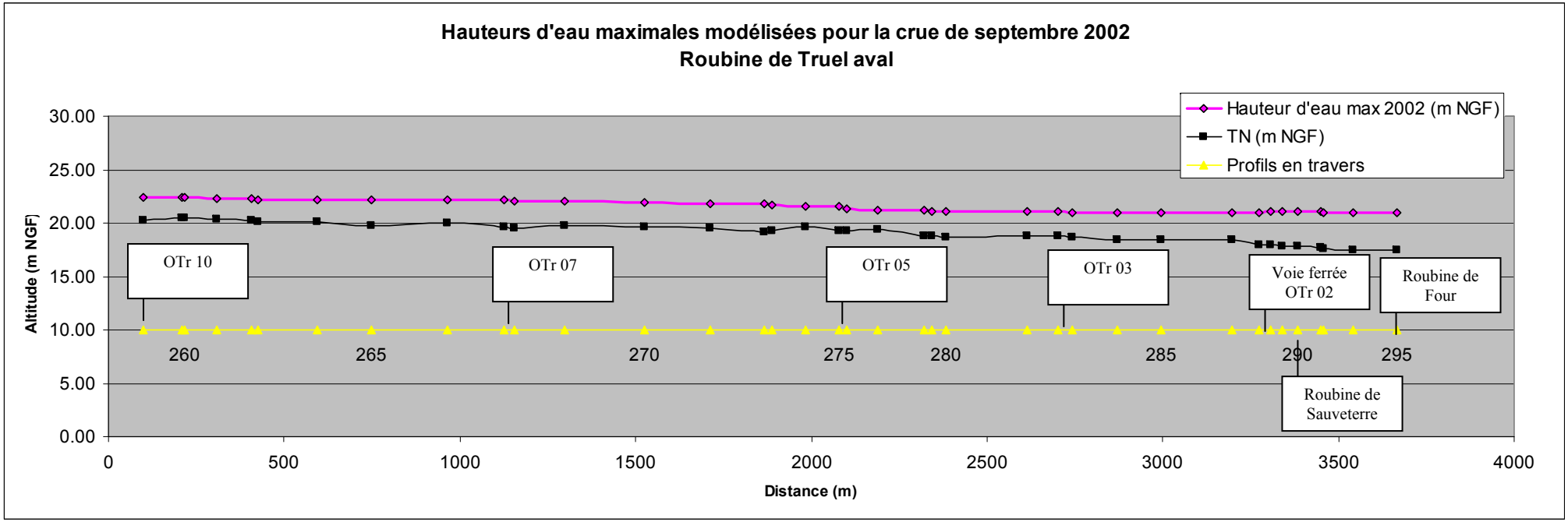

Hauteurs d'eau maximales modélisées pour la crue de septembre 2002
Roubine des Islons
Hauteur d'eau max 2002 (m NGF)
TN (m NGF)
Profils en travers
Altitude (m NGF)
40.00
35.00
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
Distance (m)
RD101
OIs 26
RD701
OIs 20
Voie TGV
OIs 11
Voie ferrée
OIs 6
A9
OIS 05
RD980
OIS 02
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85

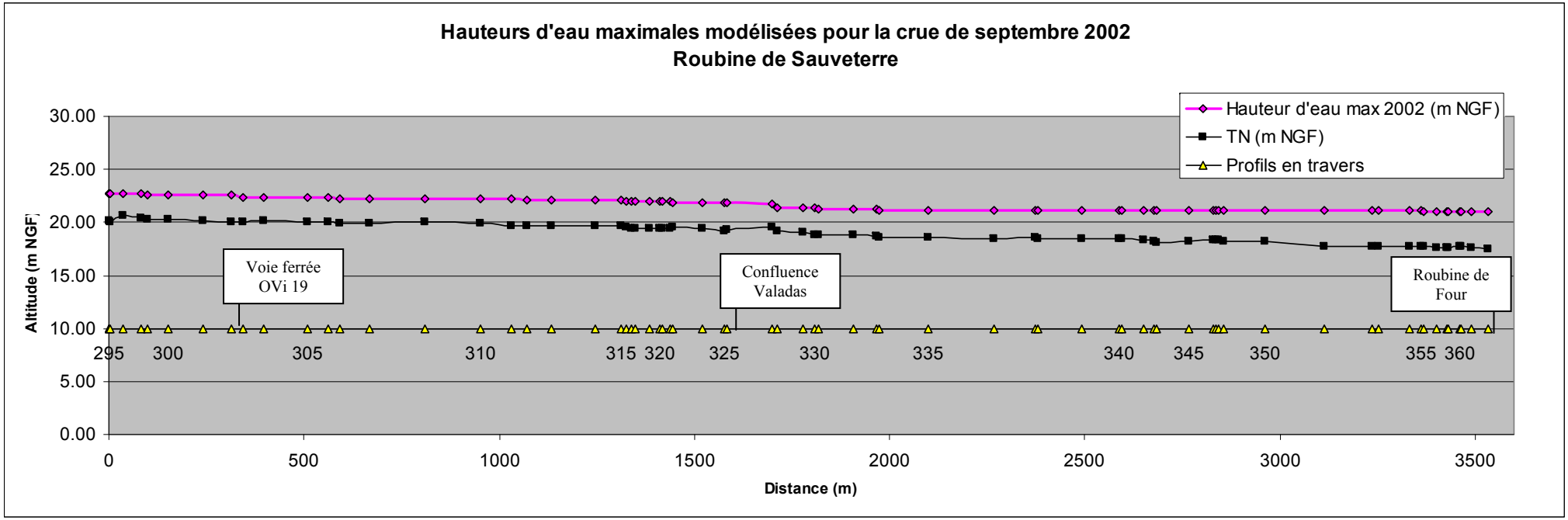

Hauteurs d'eau maximales modélisées pour la crue de septembre 2002
Lône de Roquemaure
Hauteur d'eau max 2002 (m NGF)
TN (m NGF)
Profils en travers
RD980
L 02
L 03
Altitude (m NGF)
40.00
35.00
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
90
95
100
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
Distance (m)

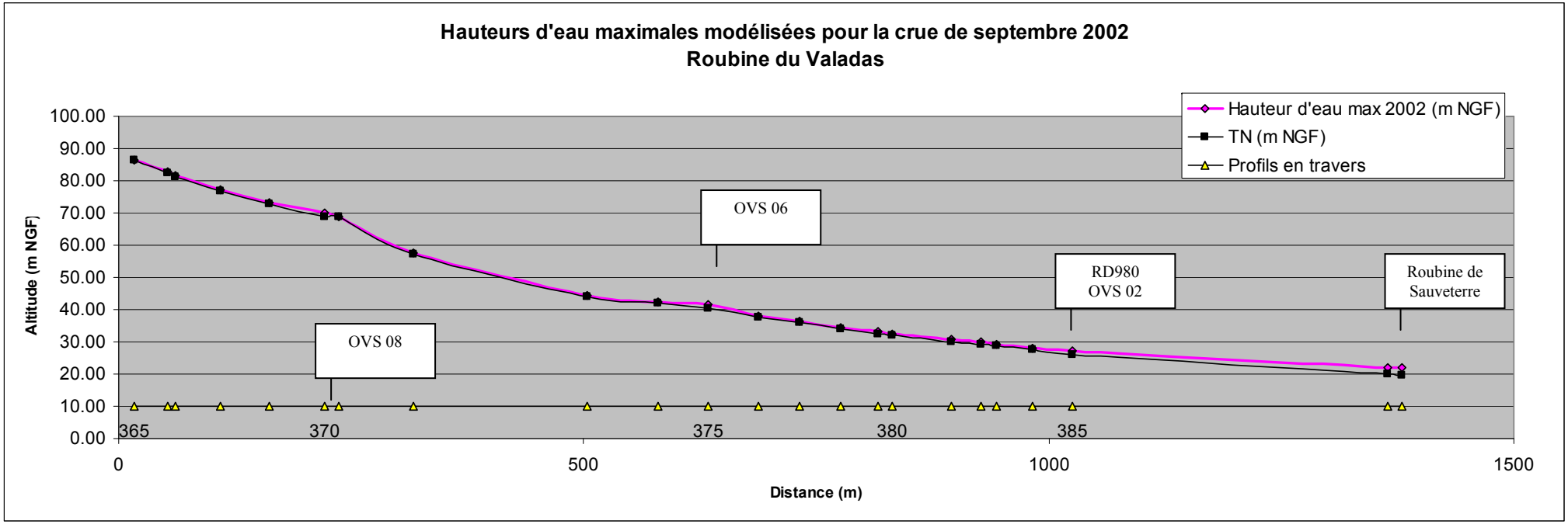

Hauteurs d'eau maximales modélisées pour la crue de septembre 2002
Roubine de Roquemaure
Hauteur d'eau max 2002 (m NGF)
TN (m NGF)
Profils en travers
RD980b
ORQ 16
Voie ferrée
ORQ 11
Vallat de la
Croze
ORQ 03
ORQ 01
Altitude (m NGF)
Distance (m)
40.00
35.00
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195


Hauteurs d'eau maximales modélisées pour la crue de septembre 2002
Roubine du Valat de la Croze
Hauteur d'eau max 2002 (m NGF)
TN (m NGF)
Profils en travers
Altitude (m NGF)
70.00
60.00
50.00
40.00
30.00
20.00
10.00
0.00
0
500
1000
1500
2000
Distance (m)
A9
OCR 10
OCR 08
RD 976
OCR 02
Roubine de
Roquemaure
105
110
115
120
125
130
135
140


Hauteurs d'eau maximales modélisées pour la crue de septembre 2002
Roubine de Truel amont
Hauteur d'eau max 2002 (m NGF)
TN (m NGF)
Profils en travers
Altitude (m NGF)
Distance (m)
Voie ferrée OTr 28
A9 OTr 27
RD 976 OTr 24
OTr 20
Truel OTr 14
Voie ferrée OTr 12
Truel aval


Hauteurs d'eau maximales modélisées pour la crue de septembre 2002
Roubine de Truel aval
Hauteur d'eau max 2002 (m NGF)
TN (m NGF)
Profils en travers
Altitude (m NGF)
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
Distance (m)
260
265
270
275
280
285
290
295
OTr 10
OTr 07
OTr 05
OTr 03
Voie ferrée OTr 02
Roubine de Four
Roubine de Sauveterre


Hauteurs d'eau maximales modélisées pour la crue de septembre 2002
Roubine de Sauveterre
Hauteur d'eau max 2002 (m NGF)
TN (m NGF)
Profils en travers
Voie ferrée OVi 19
Confluence Valadas
Roubine de Four
Altitude (m NGF)
Distance (m)
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360


Hauteurs d'eau maximales modélisées pour la crue de septembre 2002
Roubine du Valadas
Hauteur d'eau max 2002 (m NGF)
TN (m NGF)
Profils en travers
OVS 06
RD980
OVS 02
Roubine de
Sauveterre
OVS 08
Altitude (m NGF)
100.00
90.00
80.00
70.00
60.00
50.00
40.00
30.00
20.00
10.00
0.00
365
370
375
380
385
0
500
1000
1500
Distance (m)

ANNEXE 7

RESULTATS DE LA MODELISATION AU DROIT DES DIFFERENTS PROFILS DU MODELE

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
Islons	1	26.08	25.71	25.77	26.05	26.55		0.102	0.01	0.01	0.07	0.79		0.02	0.01	0.01	0.02	0.06
	2	26.08	25.71	25.77	26.05	26.55		0.507	0	0.01	0.48	1.04		0.06	0	0	0.06	0.07
	3	26.08	25.71	25.77	26.05	26.55		0.665	0	0.01	0.67	1.23		0.07	0	0	0.08	0.09
	4	26.08	25.71	25.77	26.05	26.55		0.419	0	0.01	0.42	0.44		0.11	0	0.01	0.11	0.09
	5	25.99	25.72	25.76	25.94	26.54		0.375	0	0.01	0.37	0.37		0.14	0	0.01	0.14	0.08
	6	25.99	25.72	25.76	25.94	26.54		0.51	0	0.02	0.42	1.27		0.15	0	0.01	0.14	0.21
	7	25.98	25.73	25.76	25.93	26.54		0.572	0	0.02	0.51	1.51		0.24	0	0.02	0.24	0.29
	8	25.98	25.73	25.76	25.93	26.54		0.654	0.01	0.02	0.52	2.05		0.27	0.01	0.01	0.24	0.41
	9	25.96	25.74	25.77	25.91	26.54		0.844	0.09	0.1	0.62	2.61		0.34	0.08	0.08	0.3	0.64
	10	25.91	25.73	25.76	25.86	26.54		0.324	0.06	0.07	0.23	1.01		3.3	0.55	0.52	0.46	0.54
	11	25.79	25.48	25.51	25.74	26.55		0.111	0.02	0.04	0.09	0.43		0.05	0.05	0.05	0.05	0.09
	12	25.79	25.48	25.51	25.74	26.55		0.209	0.12	0.14	0.26	0.87		0.11	0.1	0.11	0.16	0.19
	13	25.79	25.48	25.51	25.74	26.55		0.436	0.25	0.28	0.52	1.56		0.1	0.1	0.11	0.12	0.16
	14	25.79	25.48	25.51	25.74	26.55		0.604	0.31	0.35	0.61	1.95		0.26	0.24	0.26	0.28	0.35
	15	25.79	25.48	25.51	25.74	26.55		0.594	0.34	0.39	0.65	2.06		0.34	0.33	0.35	0.37	0.48
	16	25.78	25.48	25.51	25.74	26.55		0.633	0.3	0.34	0.64	2.26		0.43	0.43	0.26	0.26	0.28
	17	25.78	25.48	25.51	25.74	26.55		0.698	0.36	0.4	0.8	2.51		0.19	0.19	0.21	0.2	0.25
	18	25.78	25.47	25.5	25.74	26.55		0.928	0.29	0.3	0.77	3.68		0.17	0.16	0.15	0.17	0.26
	19	25.78	25.47	25.5	25.74	26.55		0.978	0.3	0.32	0.81	3.93		0.23	0.25	0.24	0.22	0.29
	20	25.78	25.46	25.5	25.74	26.55		1.043	0.34	0.37	0.9	4.44		0.36	0.34	0.35	0.35	0.36
	21	25.78	25.45	25.49	25.73	26.55		1.139	0.39	0.42	1.02	5.26		0.31	0.3	0.31	0.32	0.58
	22	25.77	25.43	25.48	25.73	26.55		1.618	0.41	0.45	0.9	5.42		0.38	0.38	0.36	0.37	0.47
	23	25.76	25.42	25.46	25.73	26.55		1.844	0.45	0.51	0.94	5.61		0.61	0.62	0.64	0.65	0.74
	24	25.7	25.42	25.43	25.68	26.55		2.576	0.51	0.6	2.07	6.37		0.65	0.66	0.66	0.64	0.68
	25	25.68	25.42	25.43	25.65	26.55		2.486	0.54	0.63	2.12	7.54		0.87	0.84	0.84	0.85	0.87
	26	25.67	25.42	25.43	25.65	26.55		2.489	0.56	0.66	2.11	7.92		0.8	0.86	0.85	0.79	0.85
	27	25.67	25.42	25.43	25.65	26.55		2.484	0.57	0.67	2.09	8.3		0.44	0.48	0.47	0.43	0.69

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
	28	25.63	25.42	25.43	25.62	26.55		0.986	0.57	0.65	0.88	2.67		0.39	0.42	0.42	0.39	0.45
	29	25.55	25.42	25.42	25.54	26.55		0.717	0.56	0.64	0.76	2.49		0.14	0.16	0.16	0.14	0.15
	30	25.55	25.42	25.42	25.54	26.55		0.598	0.56	0.61	0.63	4.48		0.16	0.17	0.17	0.15	0.29
	31	25.55	25.42	25.42	25.54	26.55		1.19	1.08	1.18	1.07	3.86		0.24	0.19	0.2	0.19	0.27
	32	25.55	25.41	25.42	25.54	26.55		1.395	1.32	1.41	1.3	3.77		0.25	0.23	0.25	0.24	0.27
	33	25.55	25.41	25.42	25.54	26.55		1.101	1.13	1.1	0.98	2.74		0.26	0.26	0.27	0.26	0.24
	34	25.54	25.41	25.41	25.54	26.55		1.021	1.01	1.01	0.94	2.06		0.34	0.35	0.35	0.34	0.32
	35	25.47	25.24	25.25	25.44	26.56		1.043	1.01	1.02	0.98	0.96		0.36	0.37	0.38	0.37	0.34
	36	25.47	25.24	25.25	25.44	26.56		1.067	1.01	1.02	1.03	2.09		0.18	0.18	0.19	0.19	0.18
	37	25.47	25.24	25.25	25.44	26.56		1.079	1.01	1.03	1.05	2.11		0.23	0.24	0.25	0.24	0.24
	38	25.47	25.24	25.25	25.44	26.56		1.101	1	1.02	1.1	2.21		0.23	0.24	0.25	0.24	0.24
	39	25.47	25.23	25.24	25.44	26.56		1.102	0.99	0.99	1.08	1.95		0.4	0.41	0.44	0.41	0.4
	40	25.47	25.23	25.24	25.44	26.56		1.124	0.99	0.99	1.12	2.04		0.3	0.32	0.33	0.31	0.32
	41	25.47	25.23	25.24	25.44	26.56		1.157	0.99	0.99	1.19	2.2		0.24	0.25	0.26	0.26	0.27
	42	25.47	25.23	25.24	25.44	26.56		1.188	0.99	1	1.24	2.28		0.15	0.16	0.16	0.17	0.2
	43	25.47	25.23	25.24	25.44	26.56		1.224	0.99	1	1.3	2.44		0.31	0.33	0.34	0.35	0.36
	44	25.47	25.23	25.24	25.44	26.56		1.259	0.99	1.01	1.36	2.59		0.25	0.27	0.27	0.28	0.3
	45	25.47	25.23	25.23	25.44	26.56		1.296	0.99	1.01	1.41	2.77		0.29	0.31	0.32	0.33	0.36
	46	25.47	25.22	25.23	25.44	26.56		1.344	0.99	1.02	1.47	2.88		0.23	0.24	0.25	0.27	0.29
	47	25.47	25.22	25.23	25.44	26.56		1.401	0.99	1.02	1.54	2.9		0.2	0.18	0.18	0.2	0.26
	48	25.47	25.22	25.23	25.43	26.56		1.456	0.99	1.02	1.59	3		0.3	0.28	0.28	0.31	0.38
	49	25.47	25.22	25.22	25.43	26.56		1.635	0.99	1.02	1.7	3.14		0.29	0.25	0.26	0.3	0.38
	50	25.46	25.19	25.2	25.43	26.56		1.904	0.99	1.03	1.9	3.28		0.61	0.62	0.62	0.59	0.65
	51	25.45	25.14	25.14	25.42	26.56		2.045	0.99	1.03	2.04	3.68		1.15	1.18	1.18	1.08	1.19
	52	25.45	25.02	25.03	25.4	26.56		2.174	0.99	1.05	2.24	4.73		0.38	0.25	0.26	0.37	0.53
	53	25.44	25.02	25.02	25.4	26.56		2.509	0.98	1.02	2.51	7.56		0.37	0.22	0.22	0.35	0.58
	54	25.44	25.02	25.02	25.4	26.56		1.937	0.97	1	1.68	7.91		0.21	0.15	0.15	0.18	0.36
	55	25.42	24.99	25	25.36	26.55		1.77	0.97	0.99	1.44	1.43		0.21	0.14	0.14	0.16	0.14

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
	56	25.42	24.99	25	25.36	26.55		1.851	0.91	0.94	1.62	6.92		0.23	0.14	0.15	0.2	0.28
	57	25.42	24.98	24.98	25.36	26.55		2.158	1.14	1.16	1.88	6.79		0.42	0.34	0.34	0.38	0.46
	58	25.42	24.97	24.98	25.36	26.55		2.162	1.2	1.22	2.02	6.83		0.44	0.36	0.35	0.42	0.52
	59	25.41	24.95	24.96	25.35	26.55		1.723	1.2	1.22	1.64	6.45		0.59	0.52	0.53	0.53	0.61
	60	25.41	24.94	24.95	25.34	26.55		1.727	1.2	1.22	1.64	5.89		0.4	0.45	0.45	0.37	0.42
	61	25.41	24.92	24.93	25.34	26.55		1.742	1.2	1.22	1.66	5.91		0.67	0.78	0.78	0.6	0.64
	62	25.39	24.79	24.82	25.32	26.55		1.765	1.2	1.22	1.75	5.41		0.89	1.02	1.02	0.81	0.88
	63	25.39	24.74	24.78	25.31	26.55		1.8	1.2	1.23	1.78	4.99		0.6	0.71	0.71	0.51	0.58
	64	25.39	24.73	24.77	25.31	26.55		1.813	1.2	1.23	1.76	5.02		0.66	0.75	0.74	0.57	0.65
	65	25.39	24.71	24.75	25.31	26.55		1.839	1.2	1.25	1.77	4.47		0.53	0.58	0.58	0.52	0.53
	66	25.39	24.67	24.72	25.31	26.55		1.863	1.2	1.27	1.82	3.42		0.91	0.87	0.88	0.91	0.79
	67	25.39	24.67	24.73	25.31	26.55		2.139	1.2	1.28	2.1	3.38		0.78	0.74	0.73	0.8	0.66
	68	25.37	24.66	24.71	25.29	26.55		2.54	1.2	1.28	2.51	3.42		0.71	0.67	0.67	0.66	0.59
	69	25.19	24.53	24.58	25.08	26.56		2.538	1.2	1.28	2.51	7.05		0.65	0.55	0.56	0.58	0.45
	70	25.19	24.48	24.54	25.08	26.56		2.504	1.2	1.31	2.49	6.83		0.65	0.7	0.7	0.61	0.67
	71	25.18	24.33	24.41	25.06	26.55		2.523	1.21	1.35	2.45	4.64		0.67	0.69	0.7	0.67	0.8
	72	25.17	24.26	24.36	25.05	26.55		2.539	1.22	1.37	2.45	2.46		0.4	0.42	0.42	0.41	0.42
	73	25.17	24.24	24.34	25.04	26.55		2.539	1.22	1.38	2.45	3.06		0.58	0.62	0.61	0.6	0.63
	74	25.01	24.2	24.31	24.91	26.54		2.539	1.22	1.38	2.45	1.86		0.29	0.31	0.3	0.31	0.32
	75	25	24.19	24.29	24.9	26.54		2.539	1.22	1.4	2.45	2.78		0.67	0.7	0.67	0.69	0.7
	76	25.01	24.19	24.29	24.9	26.54		2.539	1.22	1.4	2.44	2.45		0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
	77	25.01	24.19	24.29	24.9	26.54		2.539	1.22	1.4	2.44	5.82		0.24	0.2	0.21	0.23	0.26
	78	25	24.18	24.28	24.89	26.48		2.539	1.21	1.38	2.44	12.76		0.21	0.16	0.17	0.21	0.4
	79	25	24.17	24.28	24.89	26.49		2.539	1.22	1.41	2.44	7.6		0.36	0.33	0.34	0.34	0.35
	80	24.23	23.78	23.9	24.44	25.94		2.539	1.23	1.43	2.44	3.25		0.88	0.84	0.84	0.88	0.79
	81	24.15	23.64	23.79	24.4	25.92		2.586	1.35	1.64	2.71	9.1		0.42	0.4	0.4	0.42	0.44
	82	24.15	23.64	23.79	24.4	25.92		2.631	1.41	1.71	3	10.82		0.22	0.18	0.18	0.21	0.4
	83	24.15	23.64	23.78	24.4	25.91		2.635	1.41	1.72	3.02	10.84		0.21	0.17	0.18	0.21	0.4

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
	84	24.14	23.63	23.78	24.39	25.92		2.667	1.46	1.77	3.22	8.52		0.59	0.56	0.55	0.56	0.6
	85	24.14	23.63	23.78	24.39	25.92		2.682	1.48	1.8	3.32	6.29		0.32	0.26	0.28	0.34	0.34
	86	22.73	22.7	22.7	22.75	24.19		2.713	1.5	1.82	3.41	6.07		2.16	1.9	1.99	2.45	2.63
	87	22.53	22.26	22.29	22.58	24.19		2.735	1.51	1.83	3.46	7		2.15	2.31	2.09	2.51	2.93
LONE	88	22.42	21.88	21.89	22.5	24.2		0.77	0.62	0.76	2.87	7.9		0.14	0.16	0.18	0.31	0.38
	89	22.42	21.88	21.89	22.5	24.2		0.764	0.62	0.76	2.85	7.78		0.22	0.26	0.29	0.43	0.54
	90	22.42	21.88	21.89	22.5	24.2		0.759	0.62	0.76	2.83	7.67		0.39	0.55	0.52	0.57	0.79
	91	22.42	21.88	21.89	22.5	24.2		0.595	0.36	0.35	2.17	6.28		0.02	0.05	0.04	0.06	0.1
	92	22.42	21.88	21.89	22.5	24.2		0.618	0.12	0.14	1.73	6.31		0.03	0.03	0.02	0.1	0.16
	93	22.42	21.88	21.89	22.5	24.19		0.776	0.14	0.16	1.6	8.11		0.08	0.29	0.06	0.27	0.3
	94	22.42	21.88	21.89	22.5	24.19		0.874	0.14	0.17	1.48	8.74		0.11	0.13	0.11	0.15	0.27
	95	22.42	21.88	21.89	22.5	24.19		0.902	0.14	0.17	1.53	9.03		0.48	0.48	0.45	0.45	0.56
	96	22.42	21.88	21.89	22.5	24.19		3.647	3.59	6.29	6.29	15.24		1.39	1.39	1.59	1.59	1.59
	97	22.42	21.88	21.89	22.5	24.19		3.665	3.53	6.01	6.17	16.04		0.55	0.55	0.43	0.43	0.43
	98	22.42	21.88	21.89	22.5	24.19		3.677	3.54	6.02	6.18	16.39		0.18	0.17	0.26	0.26	0.28
	99	22.42	21.88	21.89	22.49	24.18		3.672	3.52	6	6.16	16.39		2.41	2.41	2.84	2.84	2.84
	100	22.42	21.88	21.89	22.49	24.18		3.834	3.38	5.86	5.88	17.96		1.25	1.25	1.57	1.57	1.57
	101	22.42	21.88	21.89	22.49	24.18		3.742	1.35	1.65	5.08	17.51		0.14	0.14	0.2	0.2	0.2
	102	22.4	21.86	21.87	22.45	24.17		3.754	1.35	1.48	5.08	17.54		0.86	0.55	0.6	0.96	1
	103	22.32	21.82	21.83	22.23	23.32		3.72	1.35	1.47	5.02	17.27		0.87	0.75	0.9	1.13	1.19
VALLAT_CROZE	104	58.61	58.57	58.59	58.92	59.42		1.376	1.11	1.29	4.67	14.37		1.93	1.85	1.89	2.91	4.13
	105	55.65	55.63	55.64	55.87	56.24		1.362	1.09	1.28	4.62	14.34		2.59	2.44	2.54	3.66	4.84
	106	46.77	46.69	46.75	47.52	49.2		1.349	1.08	1.26	4.56	14.07		0.59	0.56	0.58	0.76	0.8
	107	41.49	41.46	41.48	41.74	42.13		1.337	1.08	1.27	4.59	13.9		1.99	1.84	1.95	3.1	4.53
	108	38.85	38.83	38.85	39.04	39.32		1.387	1.12	1.31	4.67	14.12		1.71	1.62	1.68	2.36	3.31
	109	35.63	35.59	35.62	35.86	36.27		1.682	1.34	1.57	5.14	15.53		1.93	1.79	1.89	2.79	4.06
	110	32.85	32.82	32.84	33.07	33.45		1.885	1.49	1.74	5.44	16.47		1.4	1.33	1.38	1.89	2.85
	111	32.29	32.23	32.27	32.6	32.95		1.95	1.53	1.8	5.54	16.78		2.46	2.31	2.41	3.06	3.83

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
	112	31.62	31.56	31.6	31.93	32.33		1.98	1.55	1.83	5.59	16.92		2.06	1.9	2.01	2.99	3.22
	113	31.46	31.4	31.44	31.73	32.12		2.015	1.58	1.86	5.64	17.09		2.48	2.35	2.44	2.99	2.99
	114	31.05	30.99	31.03	31.33	31.85		2.048	1.61	1.89	5.69	17.25		1.84	1.8	1.83	1.85	1.85
	115	30.95	30.88	30.92	31.24	31.76		2.075	1.63	1.91	5.73	17.38		2.33	2.13	2.26	2.48	2.59
	116	30.8	30.73	30.77	31.1	31.67		2.101	1.64	1.93	5.77	17.5		2.64	2.44	2.57	2.9	2.84
	117	30.58	30.52	30.56	30.93	31.61		2.128	1.67	1.96	5.81	17.63		2.75	2.48	2.66	3.01	2.79
	118	30.35	30.3	30.33	30.78	31.61		2.157	1.69	1.98	5.85	17.77		4.61	4.38	4.53	4.83	4.63
	119	29.14	29.03	29.1	30.6	31.65		2.184	1.71	2.01	5.89	17.64		1.22	1.09	1.17	1.33	1.26
	120	27.42	27.37	27.4	27.86	28.53		2.29	1.79	2.1	4.63	4.87		1.35	1.21	1.3	1.72	1.65
	121	27.36	27.31	27.34	27.78	28.6		2.356	1.84	2.16	6.18	16.61		2.3	2.13	2.24	2.68	2.72
	122	26.32	26.23	26.29	27.6	28.58		2.427	1.89	2.22	6.15	17.21		2.29	2.25	2.29	2.31	2.31
	123	26.01	25.87	25.95	27.61	28.59		2.471	1.92	2.26	6.21	17.43		0.93	0.92	0.93	0.93	0.93
	124	25.64	25.51	25.59	26.71	27.38		2.484	1.93	2.27	5.73	5.12		0.89	0.83	0.87	0.97	0.97
	125	25.6	25.48	25.55	26.71	27.42		2.514	1.96	2.3	6.16	10.63		1.09	1.01	1.06	1.18	1.11
	126	25.55	25.4	25.5	25.92	26.35		2.524	1.97	2.31	6.17	7.62		1.28	1.2	1.23	1.92	1.94
	127	25.52	25.37	25.46	25.96	26.39		2.546	2	2.35	5.17	6.48		1.09	1.06	1.09	1.31	1.31
	128	25.49	25.36	25.45	25.63	25.69		2.55	2.01	2.36	4.78	5.55		0.93	0.89	0.9	1.44	1.59
	129	25.46	25.32	25.42	25.68	25.78		2.502	2.02	2.35	3.61	3.98		1.15	1.14	1.14	1.16	1.21
	130	25.1	25.02	25.08	25.3	25.6		2.477	2.02	2.34	3.25	3.53		2.08	1.97	2.05	2.21	2.21
	131	25.05	24.95	25.02	25.34	25.63		2.506	2.05	2.37	3.28	3.52		1.36	1.27	1.34	1.44	1.44
	132	24.81	24.73	24.79	25.3	25.53		2.516	2.05	2.38	3.37	3.71		1.72	1.66	1.7	1.77	1.77
	133	24.7	24.61	24.68	25.27	25.54		2.556	2.08	2.42	5.69	6.01		2.37	2.38	2.38	2.38	2.38
	134	24.67	24.55	24.63	25.33	25.55		2.572	2.09	2.43	5.66	6.37		0.93	0.88	0.92	1.25	0.99
	135	24.43	24.28	24.34	25.04	25.45		2.583	2.1	2.44	4.49	4.73		0.91	0.87	0.94	1.11	1.15
	136	24.44	24.28	24.35	24.97	25.44		2.612	2.12	2.46	4.6	5.11		0.62	0.64	0.67	0.68	0.69
	138	24.36	24.25	24.31	24.77	25.12		2.656	2.15	2.5	4.64	6.26		0.72	0.67	0.72	0.89	0.92
	139	24.26	23.9	23.96	24.36	24.82		2.96	2.38	2.76	6.46	13.61		1.4	1.67	1.74	1.97	2.01
	140	24.26	23.9	23.9	24.2	24.82		2.939	2.36	2.7	6.13	11.42		3.52	3.52	3.52	3.52	3.52

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
Roubine de Roquemaure	142	24.2	23.85	23.87	24.13	24.32		1.267	0.9	1.05	1.13	3.73		0.32	0.32	0.35	0.35	0.58
	143	24.2	23.85	23.85	24.13	24.31		1.1	0.65	0.69	0.96	2.2		0.47	0.46	0.44	0.46	0.5
	144	24.19	23.85	23.85	24.13	24.31		1.248	0.74	0.78	1.19	2.66		0.97	0.73	0.76	1.06	0.75
	145	24.19	23.8	23.8	24.12	24.29		1.547	0.85	0.89	1.48	2.86		1.94	1.31	1.35	2	1.7
	146	24.2	23.8	23.8	24.14	24.29		0.847	1	1.02	0.97	1.13		1.23	1.06	1.07	1.03	1.1
	147	24.23	23.85	23.85	24.18	24.29		0.873	1.05	1.07	1.04	1.32		0.32	0.36	0.37	0.36	0.41
	148	24.24	23.87	23.87	24.19	24.3		0.792	0.91	0.91	0.88	1.03		0.17	0.18	0.18	0.18	0.19
	149	24.24	23.87	23.87	24.19	24.3		0.833	0.99	0.98	0.93	1.15		0.18	0.2	0.2	0.19	0.2
	150	24.24	23.87	23.87	24.19	24.3		0.875	1.06	1.07	0.98	1.29		0.21	0.24	0.24	0.22	0.26
	151	24.25	23.89	23.89	24.2	24.32		0.242	0.21	0.2	0.21	0.24		0.1	0.08	0.08	0.1	0.1
	152	24.25	23.89	23.89	24.2	24.33		1.193	1.62	1.73	1.64	2.36		0.61	0.76	0.77	0.64	0.93
	153	24.25	23.89	23.89	24.2	24.33		1.337	1.96	1.97	1.83	2.68		0.42	0.49	0.46	0.38	0.59
	154	24.25	23.89	23.89	24.2	24.33		1.312	1.88	1.83	1.88	2.69		0.4	0.45	0.41	0.34	0.55
	155	24.25	23.89	23.89	24.2	24.33		1.382	1.91	1.81	2.04	2.99		0.51	0.54	0.44	0.39	0.55
	156	24.25	23.89	23.89	24.2	24.32		0.924	0.86	0.84	0.7	1.05		0.14	0.14	0.14	0.12	0.16
	157	24.24	23.89	23.89	24.19	24.32		0.989	0.91	0.94	0.7	1.09		0.5	0.46	0.47	0.4	0.5
	158	24.25	23.9	23.9	24.2	24.33		1.104	0.94	1.08	0.55	1.15		0.27	0.22	0.22	0.15	0.22
	159	24.24	23.89	23.89	24.19	24.33		0.863	0.76	0.81	0.53	0.87		0.54	0.34	0.34	0.23	0.31
	160	24.24	23.9	23.9	24.19	24.33		0.858	0.76	0.8	0.51	0.77		0.42	0.28	0.28	0.17	0.25
	161	24.48	24.16	24.16	24.44	24.67		1.048	0.83	0.98	0.47	0.67		0.28	0.23	0.24	0.14	0.23
	162	24.49	24.16	24.16	24.45	24.67		1.582	1.54	1.54	1.37	0.8		0.24	0.17	0.22	0.1	0.14
	163	24.32	23.96	23.96	24.26	24.88		25.334	17.35	17.35	24.17	29.38		2.79	2.72	2.72	2.69	2.44
	164	24.31	23.93	23.93	24.24	24.91		20.898	13.64	13.64	19.61	30.05		1.46	1.21	1.21	1.6	1.88
	165	24.3	23.98	23.98	24.24	24.87		17.1	8.92	8.92	15.85	27.98		1.46	1.02	1.02	1.52	1.94
	166	24.32	24	24	24.26	24.86		15.852	7.58	7.58	14.51	27.4		1.38	1.01	1.01	1.33	1.72
	167	24.44	24.04	24.04	24.37	25.03		5.558	4.96	5.09	5.87	9.51		0.69	0.73	0.77	0.7	0.81
	168	24.28	23.7	23.7	24.22	24.91		5.112	4.98	5.08	5.19	5.41		0.93	0.91	0.95	0.96	1
	169	24.28	23.72	23.72	24.22	24.91		2.498	2.43	2.51	2.56	2.69		0.51	0.56	0.55	0.53	0.59

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
	170	24.28	23.7	23.7	24.21	24.9		2.184	2.22	2.25	2.12	2.52		0.48	0.54	0.53	0.51	0.57
	171	24.27	23.62	23.63	24.2	24.9		2.08	2.07	2.1	2.02	2.17		0.42	0.44	0.44	0.43	0.47
	172	24.27	23.61	23.62	24.2	24.9		2.523	2.47	2.56	2.46	3.54		1.49	1.49	1.49	1.49	1.49
	173	24.25	23.53	23.54	24.16	24.89		2.566	2.5	2.58	2.47	2.5		1.76	1.79	1.79	1.74	1.74
	174	24.25	23.49	23.5	24.16	24.89		4.959	4.81	5.09	5.36	5.61		0.96	0.95	0.95	0.94	0.92
	175	24.24	23.25	23.3	24.15	24.89		5.403	5.26	5.56	5.8	5.97		1.08	1.05	1.12	1.14	1.18
	176	24.24	23.25	23.3	24.15	24.89		5.105	4.82	4.98	5.39	6.29		0.89	0.95	0.93	0.92	0.84
	177	24.24	23.22	23.28	24.15	24.89		7.459	6.7	6.8	8.21	10.88		0.8	0.82	0.84	0.79	0.78
	178	24.24	23.21	23.28	24.15	24.89		5.771	5.46	5.62	5.94	6.58		0.56	0.56	0.56	0.55	0.55
	179	24.23	23.12	23.21	24.14	24.89		5.597	5.37	5.5	5.67	5.67		0.66	0.64	0.65	0.66	0.65
	180	24.23	23.04	23.17	24.14	24.89		6.475	5.8	5.93	6.98	9.61		1.55	1.5	1.57	1.57	1.58
	182	24.23	23.01	23.15	24.14	24.89		7.246	6.49	6.7	7.59	13.47		0.91	0.96	0.96	0.94	0.87
	183	24.23	23	23.14	24.14	24.89		8.151	7.32	7.61	7.85	13.07		0.63	0.67	0.67	0.65	0.58
	184	24.23	23	23.14	24.14	24.89		6.891	6.38	6.59	6.46	14.17		0.88	0.92	0.89	0.84	0.88
	185	24.23	23	23.14	24.14	24.89		5.409	5.35	5.3	5.27	8.35		0.41	0.46	0.44	0.42	0.39
	186	24.23	22.97	23.12	24.14	24.9		4.07	4.13	4.15	3.52	2.83		0.43	0.49	0.47	0.43	0.4
	187	24.23	22.96	23.12	24.14	24.89		6.245	6.14	6.25	5.34	10.03		0.59	0.59	0.57	0.52	0.58
	188	24.23	22.96	23.11	24.14	24.89		7.138	7.52	7.21	6.47	11.5		0.52	0.56	0.56	0.41	0.59
	189	24.23	22.96	23.11	24.14	24.89		4.492	4.8	5.31	4.86	7.89		0.37	0.42	0.4	0.33	0.32
	190	24.24	22.88	23.05	24.14	24.9		3.638	4.21	4.17	3.45	2.97		0.42	0.49	0.47	0.37	0.36
	191	24.24	22.87	23.05	24.14	24.9		6.062	7.26	7.63	5.25	8.49		0.33	0.4	0.4	0.3	0.3
	192	24.24	22.86	23.05	24.14	24.9		8.651	9.54	9.17	7.56	7.73		0.45	0.57	0.56	0.38	0.28
	193	24.24	22.86	23.04	24.14	24.9		8.153	10.24	9	6.43	3.97		0.57	0.58	0.53	0.42	0.51
	194	24.24	22.85	23.04	24.14	24.9		5.776	9.24	7.79	3.6	1.43		0.7	0.74	0.61	0.46	0.59
Truel amont	195	42.94	42.45	42.49	43.17	43.45		1.601	0.27	0.33	2.19	4.55		1.39	1.14	1.2	1.48	1.69
	196	41.95	41.4	41.47	42.53	43.25		4.396	0.53	0.87	12.33	22.73		2.33	0.65	0.94	3.46	3.58
	197	41.9	41.34	41.4	42.49	43.25		4.779	0.74	1	13.42	26.1		2.7	1.21	1.43	3.44	4.1
	198	41.39	40.9	40.94	41.97	43.25		4.743	0.94	1.17	12.16	21.02		1.6	0.73	0.87	2.06	2.62

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
	199	41.36	40.89	40.93	41.93	43.25		4.819	0.97	1.2	12.38	22.01		1.65	0.75	0.87	2.1	2.74
	200	41.41	40.9	40.94	41.99	43.25		4.976	1.11	1.34	12.8	25.45		0.92	0.35	0.41	1.46	2.04
	201	41.34	40.83	40.87	41.97	43.24		4.991	1.24	1.49	11.38	13.69		0.99	0.72	0.76	1.11	1.14
	202	41.07	40.46	40.57	41.8	43.2		5.356	1.31	1.66	11.92	13.54		0.85	0.69	0.72	1.04	1.16
	203	40.88	39.97	40.13	41.59	43.18		11.191	2.85	4.17	30.03	77.58		0.76	0.51	0.57	0.96	1.53
	204	40.85	39.94	40.09	41.56	43.18		11.576	2.83	4.15	29.32	74.38		1.01	0.77	0.82	1.01	1.5
	205	40.85	39.94	40.09	41.59	43.19		11.579	2.82	4.15	22.4	40.24		0.87	0.58	0.64	0.85	1
	206	40.45	39.91	40.04	41.03	43.15		11.588	2.81	4.16	14.73	15.4		1.32	0.7	0.77	1.36	1.3
	207	40.41	39.89	40.02	41.03	43.15		12.352	3.11	4.56	20.48	25.9		1.42	0.75	0.81	1.81	1.89
	208	40.32	39.76	39.88	41.03	43.16		4.492	3.13	3.85	5.93	6.61		0.78	0.77	0.78	0.77	0.77
	209	40.27	39.4	39.49	41.02	43.15		3.499	3.06	3.36	3.43	3.32		1.13	1.18	1.15	1.03	1.09
	210	40.27	39.25	39.31	41.02	43.15		3.466	2.6	2.64	5.25	6.19		0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
	211	40.24	38.63	38.82	41.01	43.16		2.513	2.53	2.51	2.51	4.5		0.69	0.62	0.62	0.63	0.65
	212	39.06	38.33	38.54	39.15	39.68		11.935	3.85	4.73	14.56	23.14		2.08	1.47	1.5	2.17	2.17
	213	37.91	37.41	37.62	37.97	38.54		12.069	3.84	5.6	14.09	32.77		2.6	2.64	2.62	2.61	2.59
	214	37.72	37.25	37.51	37.81	38.53		7.837	3.83	4.89	8.84	23.35		0.24	0.17	0.17	0.26	0.51
	215	36.98	36.27	36.38	37.19	37.93		4.626	3.83	4.3	4.62	5.4		1.29	1.23	1.25	1.26	1.25
	216	35.68	34.9	35.02	35.89	36.7		15.347	3.83	5.03	20.36	67.47		3.36	2.28	2.48	3.32	3.3
	217	34.16	33.49	33.57	34.42	36.25		15.625	3.82	5.03	21.23	70.67		1.23	0.78	0.87	1.32	1.48
	218	33.63	33.17	33.23	33.79	34.85		15.603	3.82	5.03	21.22	70.38		2.31	1.4	1.54	2.51	3.27
	219	31.25	30.49	30.61	31.54	32.4		15.148	3.82	5.02	21.42	88.37		2.18	1.5	1.61	2.43	2.98
	220	29.02	28.08	28.26	29.23	30.16		18.923	3.82	5.02	30.42	103.62		2.17	1.85	1.86	2.58	3.8
	221	29.02	27.93	28.15	29.21	30.08		10.451	3.82	5.02	12.64	22.85		1.55	1.38	1.47	1.54	1.44
	222	28.51	27.56	27.68	28.69	29.25		9.285	3.55	4.71	10.16	12.17		2.3	1.78	2	2.36	2.3
	223	27.83	27.03	27.13	28.07	28.69		16.649	3.81	5.02	21.12	52.04		2.66	1.67	1.81	2.83	2.81
	224	27.01	26.16	26.27	27.08	27.53		18.099	3.81	5.02	23.14	69.68		2.55	1.39	1.57	2.63	3.78
	225	25.82	25.38	25.43	25.99	26.62		6.189	3.11	3.44	7.12	11.97		0.5	0.48	0.48	0.5	0.5
	226	24.56	24.48	24.49	24.59	25		5.29	2.95	3.23	6.13	8.8		5.15	3.84	3.99	5.15	5.97

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
	227	24.24	23.32	23.36	24.15	24.92		1.386	0.98	1.08	2.43	7.54		0.57	0.76	0.76	0.68	0.72
	228	24.24	23.14	23.17	24.15	24.92		3.688	2.4	2.6	4.11	9.73		1.46	1.32	1.35	1.33	1.28
	229	24.24	23.13	23.17	24.15	24.92		3.872	2.46	2.69	4.4	10.43		1.44	1.24	1.29	1.49	1.45
	230	24.24	22.85	23.04	24.15	24.91		7.254	2.56	2.82	8.08	14.75		1.34	1.34	1.35	1.34	1.36
	231	24.24	22.85	23.04	24.15	24.91		11.789	3.04	4.79	13.13	16.84		1.52	1.32	1.79	1.78	1.39
	232	24.24	22.85	23.04	24.15	24.91		12.112	3.07	4.74	13.45	17.15		1.36	1.05	1.41	1.5	1.27
	233	24.24	22.85	23.04	24.15	24.91		15.79	3.09	3.66	18.16	22.48		1.78	1.72	1.75	1.72	1.71
	234	24.24	22.85	23.04	24.15	24.91		12.351	3.09	3.61	12.97	13.73		1.12	0.87	0.87	1.16	1.11
	235	24.24	22.85	23.04	24.14	24.9		11.925	3.09	3.61	12.35	12.36		1.19	0.69	0.7	1.23	1.2
	236	24.24	22.85	23.04	24.14	24.9		12.361	3.11	3.62	15.25	18.14		1.22	0.98	0.99	1.54	1.44
	237	24.24	22.85	23.04	24.14	24.92		12.49	3.1	3.6	15.46	19.92		0.87	0.67	0.7	1.32	1.34
	238	24.24	22.85	23.04	24.14	24.93		12.512	3.11	3.61	15.46	20.85		0.88	0.64	0.68	1.36	1.46
	239	24.24	22.85	23.04	24.14	24.92		12.226	3.13	3.6	14.48	21.8		0.87	0.66	0.7	1.21	1.34
	240	24.24	22.85	23.04	24.14	24.91		11.804	3.11	3.46	13.59	22.12		0.9	0.87	0.87	1.22	1.32
	241	24.24	22.85	23.04	24.14	24.9		10.691	9.86	10.26	10.17	9.52		0.81	0.8	0.81	0.74	0.7
	242	24.25	22.78	23	24.15	24.91		10.67	9.85	10.25	10.12	9.35		0.74	0.7	0.72	0.64	0.59
	243	24.25	22.77	22.99	24.15	24.91		10.132	9.75	10	9.61	9.51		0.88	0.86	0.87	0.84	0.84
	244	24.24	22.76	22.99	24.14	24.9		8.955	9.04	8.81	8.68	8.01		0.78	0.82	0.8	0.76	0.77
	245	24.24	22.74	22.98	24.15	24.9		16.821	10.34	10.41	14.75	19.12		0.72	0.72	0.7	0.7	0.7
	246	24.22	22.74	22.97	24.13	24.88		19.758	10.61	10.93	17.5	22.6		0.59	0.62	0.59	0.59	0.59
	247	23.71	22.4	22.59	23.69	24.75		14.065	10.61	10.93	13.2	13.2		0.76	0.77	0.71	0.71	0.7
	248	22.76	22.13	22.17	22.69	23.04		23.208	10.7	11.08	20.19	26.67		1.06	0.94	0.94	1.06	1.1
	249	22.74	22.12	22.16	22.67	23.03		21.872	7.92	8.41	19.29	25.05		0.89	0.56	0.58	0.83	0.87
	250	22.68	22.08	22.12	22.61	23.02		20.676	7.91	8.4	18.25	24.58		0.86	0.57	0.59	0.81	0.9
	251	22.68	22.07	22.1	22.61	23.03		12.219	7.92	8.4	12.29	13.37		0.5	0.42	0.43	0.51	0.44
	252	22.59	21.96	21.99	22.51	23.01		5.789	4.71	4.88	5.85	4.5		0.34	0.33	0.33	0.36	0.37
	253	22.57	21.94	21.97	22.5	23		12.014	7.92	8.4	12.09	13.16		0.82	0.68	0.7	0.82	0.68
	254	22.51	21.9	21.92	22.45	23		11.657	6.71	6.89	11.01	11.49		0.53	0.5	0.5	0.53	0.55

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
	255	22.47	21.85	21.88	22.41	23		11.302	6.71	6.89	10.8	10.78		0.8	0.76	0.77	0.8	0.8
	256	22.05	21.32	21.35	21.86	23.04		11.302	6.71	6.89	10.8	10.77		2.7	3.27	3.2	4.26	4.9
Truel aval	2571	22.53	21.92	21.94	22.47	23		6.215	1.21	1.47	5.87	10.39		0.57	0.17	0.2	0.61	0.79
	257	22.45	21.22	21.28	22.38	22.97		1.239	0.8	0.82	1.24	1.14		0.21	0.22	0.22	0.2	0.2
	258	22.45	21.21	21.26	22.37	22.97		5.337	1.17	1.32	5.3	5.45		0.51	0.29	0.3	0.51	0.5
	259	22.43	21.18	21.24	22.34	22.97		7.237	1.17	1.32	7.25	8.16		0.92	0.43	0.45	0.94	1
	260	22.36	21.17	21.22	22.23	22.96		7.315	1.17	1.32	7.32	8.25		0.73	0.37	0.38	0.73	0.81
	261	22.33	21.12	21.17	22.21	22.96		6.54	1.17	1.32	6.52	8.08		0.75	0.65	0.67	0.74	0.86
	262	22.33	21.08	21.14	22.21	22.96		4.973	1.17	1.32	5.05	5.41		0.54	0.37	0.38	0.54	0.55
	263	22.19	21.04	21.1	22.08	22.93		4.957	1.17	1.32	5.03	5.37		0.69	0.39	0.41	0.7	0.72
	264	22.16	20.96	21.01	22.04	22.93		5.761	1.16	1.32	5.35	8.73		0.74	0.64	0.65	0.74	0.77
	265	22.14	20.9	20.96	22.03	22.93		5.874	1.16	1.32	4.79	8.46		0.6	0.38	0.4	0.61	0.61
	266	22.12	20.84	20.89	22.01	22.93		6.162	1.16	1.31	5.9	10.05		0.74	0.49	0.5	0.75	0.58
	267	22.12	20.8	20.86	22.01	22.93		5.206	1.15	1.31	5.31	5.39		0.53	0.34	0.36	0.54	0.31
	268	22.03	20.78	20.84	21.93	22.92		5.076	1.15	1.31	5.16	4.2		0.63	0.27	0.29	0.64	0.34
	269	22.01	20.74	20.79	21.91	22.92		5.903	1.15	1.31	5.06	8.19		0.86	0.56	0.58	0.87	0.56
	270	21.93	20.65	20.7	21.83	22.92		10.51	1.14	1.3	8.9	14.08		0.88	0.51	0.54	0.88	0.95
	271	21.81	20.58	20.62	21.73	22.92		11.738	1.14	1.3	9.39	16.11		0.91	0.53	0.56	0.89	1.11
	272	21.83	20.56	20.6	21.74	22.92		6.751	1.14	1.3	6.81	6.39		0.54	0.23	0.25	0.55	0.46
	273	21.69	20.54	20.59	21.6	22.92		6.729	1.13	1.3	6.79	6.21		0.93	0.31	0.34	0.95	0.8
	274	21.59	20.35	20.39	21.48	22.92		7.44	1.13	1.3	7.04	8.16		1.73	1.27	1.32	1.75	1.55
	275	21.54	20.18	20.22	21.42	22.92		8.388	1.13	1.3	8.05	8.91		0.8	0.33	0.35	0.79	0.78
	276	21.33	20.16	20.2	21.23	22.92		8.439	1.13	1.3	8.05	8.97		1.06	0.44	0.48	1.04	1.06
	277	21.24	19.98	20.01	21.13	22.92		9.081	1.13	1.3	8.31	10.46		1.48	1.17	1.22	1.5	1.7
	278	21.22	19.66	19.71	21.09	22.92		6.266	1.13	1.29	6.22	7.13		0.76	0.44	0.47	0.76	0.94
	279	21.12	19.65	19.71	20.95	22.92		7.517	1.13	1.29	7.49	6.27		0.41	0.4	0.42	0.51	0.59
	280	21.11	19.65	19.71	20.93	22.92		13.221	1.12	1.29	12.1	12.06		0.56	0.21	0.21	0.54	0.45
	281	21.08	19.55	19.63	20.79	22.92		14.835	1.09	1.27	13.37	8.84		1.09	0.62	0.65	1.06	0.78

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
	282	21.08	19.49	19.58	20.79	22.92		9.323	1.09	1.27	8.29	6.68		0.76	0.76	0.78	0.82	0.8
	283	20.98	19.48	19.57	20.69	22.92		6.637	1.09	1.27	6.29	5.76		0.86	0.58	0.61	0.96	0.95
	284	20.96	19.43	19.52	20.57	22.92		10.24	1.08	1.27	10.31	9.49		0.82	0.69	0.73	1.02	1.28
	285	20.95	19.4	19.47	20.55	22.92		11.24	1.09	1.33	10.33	9.65		0.63	0.58	0.62	0.75	0.88
	286	20.96	19.35	19.42	20.52	22.92		1.948	1.18	1.42	2.78	3.18		0.76	1	1.04	0.83	0.83
	287	20.95	19.34	19.41	20.52	22.92		1.973	1.22	1.46	2.88	3.32		0.39	0.45	0.49	0.53	0.58
	288	21.04	19.33	19.39	20.55	22.97		1.968	1.23	1.47	2.85	3.31		0.35	0.44	0.48	0.46	0.51
	289	21.05	19.32	19.39	20.55	22.97		2.022	1.26	1.5	2.95	7.84		0.46	0.57	0.62	0.59	0.67
	290	21.05	19.32	19.38	20.53	22.96		4.212	1.28	1.53	7.13	15.28		0.63	0.63	0.69	0.65	0.74
	291	21.06	19.32	19.38	20.52	22.96		10.358	4.7	5.38	10.45	11.15		0.75	0.9	0.92	0.83	0.91
	292	21.01	19.31	19.36	20.43	22.95		10.423	4.71	5.39	10.51	11.22		0.5	0.53	0.55	0.5	0.52
	293	21.01	19.29	19.35	20.43	22.95		10.36	4.71	5.36	10.97	11.76		0.62	1.19	1.22	0.63	0.71
	294	21	19.24	19.31	20.42	22.95		11.198	4.74	5.47	11.27	19.99		1.53	2.77	2.81	1.67	1.85
Roubine de Sauveterre	295	22.74	22.13	22.17	22.67	23.03		3.17	2.84	2.9	3.45	3.34		0.36	0.37	0.37	0.37	0.37
	296	22.68	21.64	21.66	22.6	23.03		3.047	2.84	2.9	3.22	2.67		0.37	0.45	0.45	0.41	0.35
	297	22.68	21.6	21.62	22.59	23.03		3.219	2.84	2.9	3.53	4.37		0.88	0.91	0.91	0.91	0.91
	298	22.68	21.6	21.62	22.59	23.03		3.328	2.84	2.9	3.72	5.86		0.41	0.5	0.5	0.48	0.51
	299	22.63	21.54	21.56	22.56	23.04		3.341	2.84	2.9	3.74	6		0.55	0.67	0.67	0.64	0.7
	300	22.63	21.52	21.53	22.56	23.02		3.373	2.84	2.9	3.74	5.85		0.6	0.71	0.71	0.63	0.63
	301	22.63	21.48	21.5	22.56	23.02		4.37	2.84	2.9	4.89	5.54		0.56	0.66	0.66	0.58	0.59
	302	22.62	21.47	21.48	22.55	23.08		5.328	2.84	2.9	5.89	6.48		0.47	0.46	0.47	0.56	0.47
	303	22.38	21.39	21.4	22.34	22.95		6.964	2.84	2.9	6.58	8.8		0.49	0.48	0.48	0.57	0.65
	304	22.38	21.35	21.37	22.34	22.95		5.525	2.84	2.9	5.83	7.3		0.63	0.74	0.74	0.77	0.77
	305	22.37	21.28	21.29	22.33	22.95		6.022	2.84	2.9	6.14	7.31		0.71	0.84	0.84	0.86	0.76
	306	22.36	21.26	21.28	22.32	22.95		6.599	2.84	2.9	6.84	7		0.74	0.67	0.67	0.8	0.74
	307	22.24	21.23	21.25	22.19	22.93		6.665	2.84	2.9	6.86	6.81		0.59	0.52	0.53	0.62	0.58
	308	22.23	21.21	21.22	22.18	22.93		7.61	2.84	2.9	7.68	7.91		0.53	0.6	0.6	0.63	0.55
	309	22.21	21.14	21.15	22.15	22.93		8.26	2.84	2.9	8.05	8.82		0.54	0.76	0.76	0.61	0.57

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
	310	22.2	21.05	21.06	22.15	22.93		5.908	2.84	2.9	5.46	6.03		0.49	0.79	0.79	0.55	0.59
	311	22.21	21.03	21.05	22.15	22.93		4.583	2.84	2.9	4.77	4.46		0.32	0.46	0.46	0.35	0.27
	312	22.13	21.01	21.03	22.06	22.93		4.597	2.84	2.9	4.76	3.84		0.31	0.34	0.34	0.33	0.22
	313	22.12	20.96	20.98	22.05	22.93		4.361	2.83	2.9	4.64	3.68		0.53	0.82	0.82	0.56	0.6
	314	22.12	20.9	20.94	22.04	22.93		4.166	2.83	2.9	4.73	3.53		0.53	0.76	0.75	0.5	0.59
	315	22.12	20.88	20.94	22.04	22.93		4.315	2.83	2.89	4.93	3.5		0.41	0.57	0.57	0.4	0.42
	316	22.04	20.8	20.91	21.9	22.93		4.317	2.83	2.89	4.93	3.5		0.42	0.62	0.62	0.44	0.42
	317	22.04	20.8	20.9	21.89	22.93		4.341	2.83	2.89	4.93	3.4		0.41	0.6	0.6	0.44	0.39
	318	21.95	20.73	20.89	21.72	22.93		4.357	2.83	2.89	4.88	3.33		0.42	0.6	0.61	0.46	0.38
	319	21.95	20.71	20.88	21.72	22.93		4.439	2.83	2.89	4.83	3.44		0.52	0.74	0.74	0.53	0.54
	320	21.95	20.71	20.88	21.72	22.93		4.467	2.83	4.56	4.83	3.65		0.38	0.48	0.83	0.41	0.36
	321	21.94	20.7	20.87	21.71	22.94		4.472	2.83	4.49	4.83	3.68		0.36	0.46	0.78	0.39	0.35
	322	21.94	20.68	20.87	21.7	22.94		4.507	2.83	2.89	4.82	3.92		0.62	0.83	0.83	0.56	0.66
	323	21.89	20.62	20.85	21.59	22.94		4.526	2.83	2.89	4.82	4.02		0.57	0.79	0.8	0.6	0.62
	324	21.89	20.58	20.84	21.59	22.94		4.886	2.83	2.89	4.94	5.8		0.59	0.75	0.75	0.55	0.72
	325	21.88	20.56	20.84	21.59	22.94		5.678	2.83	2.89	5.21	5.67		0.53	0.68	0.68	0.48	0.63
	326	21.81	20.54	20.82	21.47	22.94		4.399	2.83	2.89	4.8	4.65		0.46	0.62	0.62	0.42	0.57
	327	21.8	20.49	20.79	21.45	22.95		6.968	2.83	3.29	5.75	6.62		0.9	0.89	0.9	0.9	0.92
	328	21.36	20.45	20.74	21.18	22.95		7.355	2.83	3.26	5.88	6.8		0.85	0.87	0.83	0.81	0.84
	329	21.37	20.44	20.73	21.18	22.95		6.881	2.83	3.28	5.55	6.9		0.96	0.75	0.7	0.77	0.89
	330	21.37	20.44	20.73	21.18	22.95		6.065	2.84	3.29	4.91	5.55		0.42	0.45	0.45	0.43	0.46
	331	21.27	20.43	20.7	21.11	22.95		5.638	2.83	3.29	4.69	5.07		0.38	0.4	0.41	0.37	0.41
	332	21.26	20.41	20.68	21.1	22.95		7.307	2.91	3.4	5.94	6.56		0.73	0.64	0.64	0.59	0.64
	333	21.27	20.41	20.68	21.1	22.95		4.315	2.91	3.42	4.39	4.41		0.39	0.42	0.42	0.39	0.41
	334	21.17	20.3	20.52	20.97	22.95		4.317	2.91	3.42	4.39	4.4		0.45	0.45	0.45	0.45	0.44
	335	21.17	20.27	20.5	20.96	22.95		6.469	3.06	3.6	5.85	7.6		0.59	0.62	0.62	0.61	0.63
	336	21.16	20.25	20.48	20.93	22.95		8.477	3.12	3.71	8.41	8.14		0.54	0.53	0.53	0.53	0.53
	337	21.16	20.24	20.47	20.94	22.95		4.024	3.15	3.76	3.87	3.8		0.43	0.46	0.46	0.41	0.4

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
	338	21.12	20.11	20.27	20.77	22.95		3.998	3.15	3.76	3.83	3.77		0.47	0.49	0.5	0.45	0.45
	339	21.12	20.08	20.24	20.74	22.95		8.897	3.26	3.91	7.81	6.53		1.09	0.8	0.81	0.93	0.78
	340	21.12	20.03	20.2	20.74	22.95		7.234	3.29	3.95	6.48	9.36		0.93	0.99	0.99	0.9	0.87
	341	21.12	20.02	20.19	20.74	22.95		7.035	3.31	3.98	6.13	9.95		1.16	1.23	1.23	1.15	1.12
	342	21.11	20.01	20.19	20.74	22.95		5.464	3.33	4.02	4.33	7.78		0.75	0.8	0.8	0.73	0.69
	343	21.11	20.01	20.18	20.74	22.95		4.911	3.35	4.03	4.25	4.33		0.53	0.57	0.57	0.5	0.47
	344	21.11	19.92	20.04	20.69	22.95		4.818	3.35	4.03	4.26	4.17		0.47	0.44	0.45	0.44	0.43
	345	21.11	19.89	20.01	20.68	22.95		9.27	3.42	4.13	9.58	10.22		0.72	0.73	0.73	0.7	0.68
	346	21.1	19.74	19.84	20.58	22.95		8.903	3.44	4.15	9.58	10.8		3.01	2.91	2.91	3.12	3.11
	347	21.1	19.76	19.88	20.65	22.95		8.906	3.45	4.16	9.57	10.84		1.46	1.07	1.08	1.54	1.54
	348	21.1	19.76	19.87	20.65	22.95		8.909	3.45	4.16	9.56	10.87		1.41	1.04	1.04	1.5	1.5
	349	21.08	19.73	19.83	20.57	22.95		8.92	3.46	4.17	9.53	10.94		1.06	0.76	0.76	1.19	1.26
	350	21.08	19.67	19.77	20.55	22.95		8.632	3.58	4.32	8.87	11.92		1.05	1.12	1.12	1.34	1.52
	351	21.08	19.63	19.73	20.55	22.95		6.449	3.66	4.47	7.14	10.21		0.6	0.67	0.67	0.6	0.68
	352	21.08	19.62	19.71	20.55	22.95		5.582	3.7	4.59	5.62	9.19		0.51	0.51	0.52	0.56	0.62
	353	21.08	19.52	19.6	20.54	22.95		4.237	3.7	4.31	4.6	5.03		0.52	0.55	0.55	0.54	0.57
	354	21.08	19.5	19.59	20.54	22.95		5.583	3.6	4	5.77	9.65		0.59	0.69	0.69	0.56	0.56
	355	21.08	19.5	19.59	20.54	22.95		5.389	3.57	3.86	5.59	7.99		0.52	0.55	0.55	0.49	0.5
	356	21.07	19.47	19.54	20.53	22.95		4.335	3.56	3.86	4.89	5.09		0.59	0.61	0.61	0.54	0.55
	357	21.07	19.45	19.53	20.53	22.95		4.629	3.59	3.88	5.66	7.27		0.75	0.85	0.86	0.69	0.72
	358	21.07	19.45	19.53	20.53	22.95		4.132	3.6	3.89	4.18	5.96		0.69	0.78	0.79	0.64	0.67
	359	21.07	19.38	19.43	20.52	22.95		4.135	3.6	3.89	4.14	4.43		0.73	0.83	0.84	0.67	0.71
	360	21.07	19.37	19.43	20.53	22.95		4.179	3.62	3.9	4.21	6.17		0.71	0.77	1.11	2.97	0.71
	361	21.06	19.36	19.42	20.52	22.96		4.187	3.62	3.91	4.33	4.68		0.58	0.59	10.25	1.72	0.59
	362	21.05	19.33	19.39	20.52	22.96		8.286	3.64	3.92	9.08	10.36		1.12	1.38	1.38	0.97	1.08
	363	21.05	19.33	19.39	20.52	22.96		10.145	3.63	3.92	11.16	12.61		0.82	0.95	0.98	0.74	0.81
Val ad as	364	89.46	89.46	89.46	89.46	89.46		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
	365	86.42	86.42	86.42	86.42	86.47		0.093	0.06	0.08	0.2	0.67		1.88	1.58	1.77	2.34	3.25

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
	366	82.76	82.76	82.76	82.76	82.87		0.174	0.12	0.14	0.37	1.27		2.64	1.92	2.28	3.47	5.18
	367	81.54	81.54	81.54	81.56	81.75		0.275	0.19	0.22	0.59	2		2.44	2.14	2.27	3.24	4.95
	368	77.16	77.12	77.14	77.26	77.5		0.457	0.31	0.37	0.98	3.32		3.06	2.78	2.91	3.7	4.96
	369	73.16	73.11	73.13	73.29	73.6		0.661	0.45	0.54	1.42	4.8		2.77	2.52	2.63	3.31	4.74
	370	69.93	69.7	69.79	70.55	70.92		0.794	0.54	0.64	1.7	5.75		0.82	0.79	0.81	0.9	2.07
	371	68.88	68.87	68.87	68.96	69.17		0.827	0.56	0.67	1.3	1.57		2.98	2.66	2.8	3.37	3.31
	372	57.6	57.52	57.55	57.81	58.28		1.457	0.99	1.17	3.11	10.56		4.5	4.05	4.24	5.61	7.75
	373	44.54	44.45	44.49	44.76	45.32		1.937	1.31	1.56	4.12	14.01		3.11	2.72	2.89	4.07	6.22
	374	42.44	42.33	42.38	42.54	42.82		2.172	1.48	1.76	3.8	10.73		2.64	2.48	2.61	3.29	5.14
	375	41.51	41.43	41.47	41.61	41.89		1.789	1.46	1.6	2.28	4.1		0.47	0.47	0.47	0.46	0.52
	376	37.82	37.79	37.8	37.88	38.06		1.752	1.52	1.62	2.16	3.51		3.03	2.88	2.95	3.21	3.57
	377	36.23	36.19	36.21	36.29	36.51		1.996	1.68	1.82	2.68	5.46		3.15	2.96	3.04	3.52	4.55
	378	34.46	34.42	34.43	34.55	34.89		2.149	1.79	1.94	3.01	6.58		3.07	2.88	2.96	3.42	4.31
	379	33.22	33.14	33.17	33.41	33.99		2.244	1.85	2.02	3.2	7.14		1.31	1.21	1.25	1.51	1.66
	380	32.3	32.25	32.28	32.41	32.75		2.278	1.88	2.05	3.27	5.71		2.81	2.63	2.71	3.18	3.55
	381	30.63	30.57	30.59	30.78	31.18		2.563	2.07	2.28	3.88	9.41		2.86	2.67	2.75	3.25	4.15
	382	29.97	29.88	29.92	30.19	30.6		2.657	2.13	2.35	4.08	7.2		1.97	1.82	1.88	2.28	2.4
	383	29.02	28.98	29	29.1	29.21		2.682	2.15	2.37	4.13	5.83		2.21	2.04	2.11	2.6	2.84
	384	28.13	28.1	28.11	28.18	28.26		2.216	1.82	1.98	3.3	5.18		3.42	3.08	3.23	4.2	5.2
	385	27.01	26.98	27	27.07	27.11		1.495	1.32	1.39	1.91	2.34		0.64	0.65	0.64	0.64	0.67
	386	22.01	21.88	21.92	22.06	22.94		1.434	1.13	1.25	1.79	2.44		0.33	0.32	0.38	0.32	0.44
	387	21.82	20.54	20.82	21.47	22.95		0.797	0.8	0.81	0.81	0.79		4.11	3.54	3.73	4.2	3.98
Roubine de four	388	39.12	38.92	39	39.5	40.71		0.031	0	0.02	0.04	0.06		0.03	0.01	0.01	0.03	0.02
	389	38.83	38.63	38.72	39.14	40.28		11.54	9.08	9.8	16.58	46.88		1.45	1.34	1.37	1.65	2.05
	390	38.3	38.14	38.18	38.58	39.62		20.629	16.18	17.36	29.64	84.6		3.91	3.67	3.76	4.26	4.67
	391	36.42	36.24	36.3	36.78	38.13		20.691	16.34	17.76	29.97	89.93		3.61	3.29	3.41	4.08	5.12
	392	35.59	35.45	35.5	35.94	37.21		20.655	16.39	17.99	30.93	92.73		4.04	3.9	3.96	4.04	4
	393	33.98	33.55	33.67	34.94	36.99		20.571	16.32	17.66	29.81	62.84		1.83	1.8	1.81	1.81	1.82

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
	394	32.83	32.67	32.73	33.12	34.25		20.578	16.3	17.57	29.85	54.92		3.81	3.41	3.52	4.56	4.84
	395	32.12	32.01	32.04	32.32	33.18		20.582	16.26	17.41	29.87	93.51		3.01	2.68	2.77	3.62	6
	396	32.06	31.96	31.99	32.25	33.07		20.582	16.26	17.4	29.87	93.53		5.35	5.04	5.12	5.94	8.11
	397	30.73	30.57	30.62	30.99	31.96		20.585	16.25	17.34	29.88	93.61		5.43	5.23	5.27	5.88	7.63
	398	30.61	30.45	30.49	30.87	31.83		20.585	16.24	17.33	29.88	93.61		6.48	7.26	3.54	4.02	6.05
	399	29.01	28.71	28.84	29.31	29.85		20.624	16.14	17.24	29.07	67.29		3.14	3.07	3.04	3.08	3.05
	400	29.04	28.69	28.85	29.34	29.94		20.641	16.04	17.29	28.46	49.58		0.87	0.87	0.87	0.87	0.88
	401	27.04	26.94	26.97	27.22	28.1		18.449	16.02	17.19	20.71	29.99		5.11	5.03	5.13	5.11	5.09
	402	25.54	25.39	25.43	25.84	27.36		20.646	16.01	17.3	30.08	100.47		3.9	3.66	3.73	4.16	4.66
	403	24.49	24.29	24.35	24.9	26.54		20.647	16.01	17.3	31.03	81.78		1.6	1.5	1.53	1.73	1.89
	404	23.99	23.83	23.88	24.23	24.9		20.646	16.02	17.29	31.06	62.29		2.29	2.21	2.23	2.6	3.15
	405	23.47	23.25	23.31	23.78	24.42		20.635	16.03	17.27	31.14	74.2		3.37	3.24	3.65	3.92	5.49
	406	22.87	22.53	22.62	23.02	23.4		20.417	16.08	17.26	25.81	56		2.79	2.76	2.77	2.76	2.78
	407	22.73	22.43	22.52	22.93	23.49		20.21	16.11	17.26	22.55	32.03		2.18	2	2.05	2.2	2.19
	408	21.68	21.51	21.56	21.76	23.02		20.179	16.11	17.26	22.29	29.39		3.79	3.46	3.55	3.94	3.97
	409	21.38	21.21	21.26	21.46	23.02		20.177	16.12	17.26	22.48	38.02		3.35	3.06	3.14	3.53	4.17
	410	21.27	21.12	21.17	21.43	23.02		20.176	16.12	17.26	23.31	39.61		3.1	2.76	2.85	3.5	4.26
	411	21.23	21.07	21.12	21.31	23.02		20.176	16.12	17.26	23.72	39.61		3.53	3.19	3.28	3.95	4.68
	412	21.02	20.53	20.57	20.65	23.02		18.976	15.65	16.71	20.99	36.06		2.5	1.79	1.8	1.97	2.13
	413	21.02	20.3	20.33	20.51	23.02		17.057	15.08	16.1	18.41	29.13		1.42	1.47	1.76	2.25	1.88
	414	21.02	20.03	20.08	20.49	23.02		17.042	15.41	16.17	18.18	25.1		1.66	1.68	1.67	1.68	2.09
	415	21.02	19.74	19.79	20.47	23.02		17.464	15.37	16.14	18.23	23.79		1.92	1.93	1.91	1.95	2.01
	416	21.02	19.56	19.61	20.47	23.01		17.239	15.33	16.03	18	24.71		1.92	1.81	1.78	1.81	2.04
	417	21.02	19.58	19.64	20.47	23.01		17.139	15.29	15.89	17.74	26.51		0.79	0.8	0.8	0.81	0.83
	418	21	19.4	19.44	20.43	22.95		17.1	15.28	15.85	17.72	18.81		1.04	1.05	1.04	1.06	1.1
	419	21	19.3	19.35	20.42	22.95		16.925	15.25	15.83	18.48	22.74		1.58	1.61	1.6	1.59	2.28
	420	21	19.23	19.29	20.41	22.96		16.817	15.21	15.78	18.75	27.09		1.91	1.75	1.79	1.78	1.92
	422	21	19.23	19.3	20.41	22.95		26.941	19.75	20.37	29.67	50.84		1.22	1.23	1.23	1.25	1.27

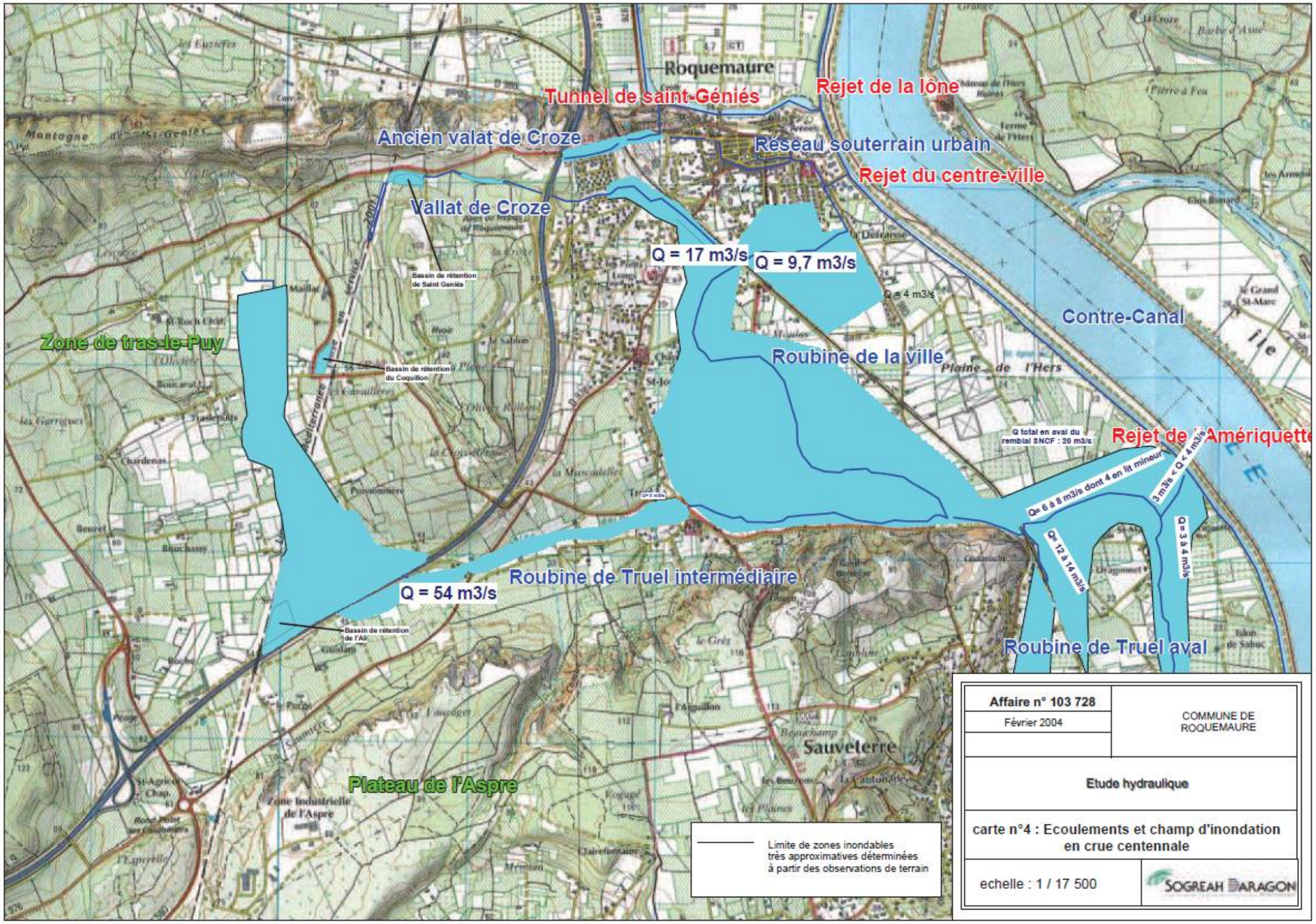
Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
	423	20.89	18.92	19	20.23	22.91		33.382	19.73	20.33	29.5	57.46		1.92	1.78	1.84	1.86	2.32
	424	20.89	18.93	19.01	20.22	22.91		33.985	19.53	20.13	29.48	58.94		1.53	1.53	1.57	1.69	2.47
	425	20.9	18.95	19.03	20.25	22.91		34.982	19.17	19.82	29.79	62.26		1.51	1.36	1.32	1.41	1.69
	426	20.9	18.92	19	20.24	22.91		36.93	18.18	18.77	30.88	65.09		1.21	1.05	1.03	1.12	1.36
	427	20.9	18.91	18.99	20.23	22.91		33.258	17.54	18.31	30.75	60.19		0.72	0.77	0.76	0.75	0.9
	428	20.9	18.89	18.97	20.23	22.91		31.258	17.47	18.27	30.57	47.33		0.7	0.72	0.71	0.71	0.69
	429	20.9	18.88	18.97	20.22	22.91		30.835	17.47	18.27	30.92	35.35		0.67	0.62	0.63	0.67	0.67
	430	20.8	17.54	17.01	19.67	22.9		35.786	17.47	18.27	37.29	41.75		3.36	3.25	3.29	3.47	3.57
	431	20.8	17.59	17.02	19.62	22.9		46.971	17.47	18.27	50.79	59.04		1.77	1.75	1.76	1.8	1.83
Contre canal	432	23.35	23.35	23.35	23.35	23.37		0.201	0.2	0.2	0.2	0.2		0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
	433	23.35	23.35	23.35	23.35	23.37		0.209	0.21	0.21	0.21	0.2		0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
	434	23.34	23.34	23.34	23.34	23.36		0.218	0.22	0.22	0.22	0.2		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
	435	23.34	23.34	23.34	23.34	23.36		0.235	0.23	0.23	0.23	0.21		0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
	436	23.34	23.34	23.34	23.34	23.36		0.246	0.25	0.25	0.25	0.21		0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
	437	23.34	23.34	23.34	23.34	23.36		0.251	0.25	0.25	0.25	0.21		0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
	438	23.34	23.34	23.34	23.34	23.36		0.447	0.45	0.45	0.45	0.41		0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	439	23.34	23.34	23.34	23.34	23.36		0.436	0.44	0.44	0.44	0.42		0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
	440	23.34	23.34	23.34	23.34	23.36		0.417	0.42	0.42	0.42	0.42		0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
	441	23.34	23.34	23.34	23.34	23.36		0.4	0.4	0.4	0.4	0.42		0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
	442	23.34	23.34	23.34	23.34	23.36		0.401	0.4	0.4	0.4	0.42		0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
	443	23.34	23.34	23.34	23.34	23.36		0.4	0.4	0.4	0.4	0.43		0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
	444	23.34	23.34	23.34	23.34	23.36		0.4	0.4	0.4	0.4	0.43		0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
	445	23.34	23.34	23.34	23.34	23.36		0.6	0.6	0.6	0.6	0.64		0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
	446	23.33	23.33	23.33	23.33	23.35		0.6	0.6	0.6	0.6	0.64		0.31	0.31	0.31	0.31	0.27
	447	22.32	21.92	21.92	22.23	23.32		0.601	0.6	0.6	0.6	0.65		0.77	0.71	0.67	0.28	0.28
	448	22.32	21.81	21.82	22.22	23.31		4.291	1.97	2.02	5.42	17.1		0.65	0.59	0.64	0.82	0.93
	449	22.29	21.76	21.77	22.14	23.27		4.254	2.23	2.29	5.56	16.84		0.57	0.52	0.55	0.68	0.71
	450	22.25	21.65	21.66	22.06	23.24		8.198	5.61	5.63	9.29	20.57		0.73	0.68	0.69	0.74	0.76

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
	451	22.25	21.64	21.65	22.06	23.24		8.182	5.61	5.63	9.28	20.54		0.57	0.49	0.5	0.58	0.63
	452	22.13	21.51	21.53	21.94	23.08		8.174	5.61	5.63	9.27	20.52		1.15	0.93	0.94	1.2	1.59
	453	22.12	21.48	21.49	21.93	23.08		8.35	5.8	5.83	9.43	20.65		0.93	0.75	0.77	0.96	1.13
	454	22.1	21.41	21.43	21.9	23.07		8.678	5.79	5.81	9.35	21.8		0.99	0.88	0.91	1.08	1.17
	455	22.09	21.37	21.4	21.89	23.06		9.291	5.77	5.8	9.27	22.97		0.74	0.62	0.7	0.88	0.98
	456	22.08	21.36	21.38	21.88	23.05		9.271	5.75	5.78	9.17	23.17		0.59	0.47	0.56	0.74	0.83
	457	22.07	21.35	21.37	21.88	23.05		9.247	5.73	5.76	9.1	23.33		0.49	0.36	0.41	0.62	0.7
	458	22.07	21.34	21.37	21.87	23.05		9.466	5.91	5.95	9.54	24.94		0.5	0.39	0.48	0.67	0.82
	459	22.06	21.33	21.36	21.87	23.04		9.523	5.89	5.93	9.74	26.55		0.39	0.29	0.33	0.51	0.81
	460	22.06	21.33	21.36	21.86	23.04		9.503	5.88	5.91	9.62	26.09		0.33	0.28	0.27	0.41	0.7
	461	22.06	21.33	21.35	21.86	23.04		9.469	5.85	5.89	9.48	26.76		0.29	0.23	0.23	0.36	0.63
	462	22.05	21.32	21.35	21.86	23.04		9.411	5.83	5.86	9.36	26.7		0.32	0.32	0.29	0.32	0.57
	463	22.05	21.32	21.35	21.86	23.04		9.552	6.01	6.04	9.44	27.74		0.25	0.25	0.23	0.28	0.5
	464	22.05	21.31	21.34	21.85	23.04		20.708	12.64	12.85	18.3	32.79		0.65	0.65	0.72	0.72	0.85
	465	22.04	21.31	21.34	21.85	23.04		20.693	12.6	12.82	18.29	32.77		0.37	0.31	0.31	0.43	0.62
	466	22.04	21.3	21.33	21.84	23.03		20.68	12.56	12.79	18.28	31.43		0.7	0.7	0.81	0.81	0.81
	467	22.04	21.3	21.33	21.84	23.03		20.667	12.52	12.76	18.28	30.76		0.31	0.26	0.33	0.33	0.45
	468	22.03	21.3	21.33	21.84	23.03		20.654	12.49	12.74	18.27	30.18		0.3	0.25	0.25	0.3	0.41
	469	22.03	21.3	21.33	21.83	23.04		20.841	12.65	12.9	18.46	29.85		0.36	0.36	0.4	0.4	0.4
	470	22.03	21.29	21.32	21.83	23.05		20.824	12.6	12.87	18.46	29.48		0.69	0.69	0.75	0.75	0.75
	471	22.02	21.29	21.32	21.83	23.05		20.805	12.56	12.84	18.45	29.37		0.31	0.31	0.38	0.38	0.38
	472	22.02	21.29	21.32	21.83	23.05		20.79	12.51	12.8	18.44	29.23		0.25	0.22	0.27	0.27	0.29
	473	22.02	21.29	21.32	21.82	23.05		20.784	12.46	12.77	18.43	29.15		0.23	0.19	0.19	0.22	0.26
	474	22.02	21.29	21.32	21.82	23.05		20.98	12.6	12.93	18.62	29.3		0.23	0.18	0.18	0.22	0.25
	475	22.01	21.28	21.31	21.82	23.05		21.04	12.64	12.98	18.68	29.35		0.36	0.36	0.36	0.36	0.37
	476	20.84	18.65	18.66	19.64	22.96		20.971	12.57	12.92	18.57	29.27		1.6	1.48	1.49	1.57	1.62
	477	20.84	18.31	18.34	19.63	22.96		20.89	12.56	12.92	18.35	29.02		0.85	0.76	0.77	0.89	1.06
	478	20.84	18.3	18.31	19.63	22.96		20.955	12.56	12.91	19.84	40.83		0.89	0.71	0.73	0.92	1.12

Cours d'eau	Profil	Hauteur d'eau (m NGF)						Débit maximal (m³/s)						Vitesses (m/s)				
		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100		Q2002	Q5	Q10	Q30	Q100
	479	20.84	18.29	18.27	19.62	22.95		21.756	12.55	12.91	21.22	79.33		0.75	0.56	0.57	0.74	0.85
	480	20.84	18.27	18.27	19.62	22.93		22.327	12.54	13.49	21.5	109.09		0.69	0.48	0.51	0.65	0.63
	481	20.84	18.25	18.27	19.62	22.92		23.014	12.74	15.11	22.48	113.57		0.63	0.45	0.53	0.62	0.58
	482	20.84	18.25	18.27	19.62	22.92		23.135	12.73	15.11	22.87	112.36		0.74	0.56	0.66	0.75	0.93
	483	20.84	18.25	18.27	19.62	22.92		22.545	13.72	13.81	22.69	111.36		0.55	0.42	0.42	0.55	0.53
	484	20.84	18.25	18.27	19.62	22.91		21.834	15.96	13.11	21.75	110.43		0.54	0.48	0.39	0.53	0.52
	485	20.84	18.25	18.27	19.62	22.91		21.955	14.8	14.46	20.7	109.09		0.44	0.36	0.35	0.43	0.47
	486	20.83	18.25	18.25	19.61	22.91		31.829	13.78	14.85	22.92	108.11		0.46	0.31	0.34	0.45	0.44
	487	20.83	18.25	18.25	19.61	22.91		40.526	15.23	14.6	23.59	107.57		0.45	0.33	0.31	0.43	0.45
	488	20.82	18.25	18.25	19.6	22.9		44.464	15.2	16.12	23.88	106.99		0.45	0.34	0.37	0.45	0.44
	489	20.8	18.11	18.13	19.7	22.9		54.997	15.08	15.76	66.32	106.69		3.71	3.85	3.9	3.52	1.32
	490	20.81	17.78	17.62	19.61	22.9		56.985	14.94	16.55	68.79	106.64		1.24	1.67	1.72	0.96	0.53
	491	20.81	17.58	17.62	19.74	22.9		57.872	19.48	20.61	47.98	106.58		0.81	1.04	1.09	0.6	0.53
	492	20.8	17.33	17.62	19.57	22.9		76.945	63.59	64.72	75.22	119.04		1.66	1.2	1.25	1.24	1.1
	493	20.77	16.54	16.75	19.51	22.88		90.24	49.28	50.41	75.19	118.42		1.66	1.6	1.65	2.34	1.63
	494	18.35	19.1	19.35	17	17.12		93.252	52.03	53.16	75.32	118.35		1.76	1.17	1.22	2.61	3.37

ANNEXE 8

CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES REALISEE PAR SOGREAH EN 2004


Roquemaure
Tunnel de saint-Géniés
Rejet de la lône
Ancien valat de Croze
Réseau souterrain urbain
Rejet du centre-ville
Vallat de Croze
Q = 17 m3/s
Q = 9,7 m3/s
Q = 4 m3/s
Contre-Canal
Zone de tras-le-Puy
Roubine de la ville
Q total en aval du remblai SNCF : 20 m3/s
Rejet de l'Amériquette
Q= 6 à 8 m3/s dont 4 en lit mineur
3 m3/s < Q < 4 m3/s
Q= 12 à 14 m3/s
Q = 3 à 4 m3/s
Roubine de Truel intermédiaire
Q = 54 m3/s
Roubine de Truel aval
Plateau de l'Aspre
Sauveterre
Limite de zones inondables très approximatives déterminées à partir des observations de terrain
Affaire n° 103 728
Février 2004
COMMUNE DE ROQUEMAURE
Etude hydraulique
carte n°4 : Ecoulements et champ d'inondation en crue centennale
echelle : 1 / 17 500
SOGREAH BARAGON

ANNEXE 9

CARTOGRAPHIE