

MM2436 (EX. HH2143)

# ETUDE HYDRAULIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE DESTINEE A LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION

PHASE 1 : ETAT DES LIEUX –  
ANALYSE HYDROLOGIQUE ET  
HYDROGEOMORPHOLOGIQUE

MAIRIE DE MAUSSANE-LES-  
ALPILLES

DECEMBRE 2010



© une marque  
Ingérop Conseil & Ingénierie



## Identification

---

IPSEAU – Ingénierie pour l'Eau, le Sol et l'Environnement – Une société du groupe



Domaine du Petit Arbois – Pavillon Laennec – Hall B – BP 20056 – 13545 AIX-EN-PROVENCE Cedex 4

Téléphone 04 42 50 83 00 – Télécopie 04 42 50 83 01

email : [ipseau@ingerop.com](mailto:ipseau@ingerop.com)

RCS Aix en Provence 389 070 004 – SASU au capital de 40 000.00 € – APE 7112 B – SIRET 389 070 004 00046

## Gestion de la qualité

---

Version	Date	Intitulé	Rédaction	Lecture	Validation
Ver 1	14/12/2010	Phase 1 – ver 1	JF / SD	DC	DC



# Sommaire

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>11</b>
1.1. CONTEXTE	11
1.2. OBJECTIFS	12
<b>2. SYNTHÈSE DES ÉTUDES EXISTANTES ET ÉVÉNEMENTS PASSÉS</b>	<b>13</b>
2.1. ÉTUDES EXISTANTES	13
2.1.1. Etude hydraulique sur les gaudres de la Croix et de la Foux – Cartographie de l'aléa inondation (IPSEAU, étude n°97-13-050, octobre 1997)	13
2.1.2. Etude de réhabilitation des gaudres de la commune (SOGREAH, étude n°102254, juin 2003)	13
2.1.3. Inondation du Rhône et de ses principaux affluents de décembre 2003 (SIEE, mars 2004 - juin 2005)	14
2.1.4. Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables en région PACA (IPSEAU, étude n°HH1562, novembre 2008)	15
2.1.5. Etude hydraulique du bassin versant sud des Alpilles (BRLi, déc. 2009)	17
2.2. CRUES PASSES	17
2.3. ACTEURS RENCONTRES	20
2.3.1. M. MARECHAL – Mairie de Maussane	20
2.3.2. M. PACH – Police Municipale de Maussane	21
2.3.3. M. CORONAT – ASA du Canal d'Irrigation de la Vallée des Baux	21
2.3.4. Riverains habitants à proximité des gaudres	23
<b>3. ANALYSE HYDROLOGIQUE</b>	<b>25</b>
3.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE	25
3.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	26
3.3. CLIMATOLOGIE ET PLUVIOMETRIE	29
3.3.1. Caractéristiques climatiques générales	29
3.3.2. Précipitations intenses	29
3.3.3. Évènement de décembre 2003	31
3.4. CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE	37
3.4.1. Réseau hydrographique	37
3.4.2. Bassins versants	41
3.5. ÉTAT DES LIEUX DU LIT MINEUR ET MAJEUR DES PRINCIPAUX GAUDRES	45
3.5.1. Gaudre de la Croix	45
3.5.2. Gaudre de la Foux	56
3.5.3. Gaudre de Valoste dans la traversée du hameau des Calans	61
3.6. ESTIMATION DES HYDROGRAMMES DE CRUE	69
3.6.1. Synthèse des études existantes	69
3.6.2. Modélisation hydrologique « pluie-débit »	70
<b>4. ANALYSE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE</b>	<b>75</b>
4.1. PRÉSENTATION	75
4.2. PARAMÈTRES PHYSIQUES ET ANTHROPIQUES DE CONTRÔLE DE L'HYDROLOGIE	75
4.2.1. Climatologie de la zone	75
4.2.2. Influence de la géologie sur la genèse des crues : l'effet du karst	75
4.2.3. L'occupation du sol	76
4.3. MÉTHODOLOGIE RETENUE	77
4.3.1. Résumé de la méthode de cartographie par approche hydrogéomorphologique	77
4.3.2. « Adaptations » de l'approche hydrogéomorphologique aux zones de ruissellement des glacis, piémonts et vallons secs	79
4.3.3. « Adaptations » de la cartographie hydrogéomorphologique au cas de la commune	80
4.4. ANALYSE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE DU SECTEUR ÉTUDIÉ	81



## Illustrations

Figure 1 : Carte des zones inondées (SIEE, mai 2005) .....	15
Figure 2 : Extrait de l'Atlas des zones inondables (IPSEAU, DREAL PACA).....	16
Figure 3 : Zones inondées en 1856 et décembre 2003 - Crue du Rhône (Source : BRLi, mai 2008) ..	18
Photo 1 : Hameau des Calans – Crue de décembre 2003 .....	19
Photo 2 : Hameau des Calans et viaduc du canal d'irrigation durant la crue de décembre 2003 .....	20
Photo 3 : Déversoir de sécurité sur l'aqueduc de Manville (côté aval) .....	22
Photo 4 : Déversoirs de sécurité sur l'aqueduc de Flandrin (côté amont à gauche et côté aval à droite) .....	23
Photo 5 : Déversoir de sécurité sur l'aqueduc de Calans .....	23
Figure 4 : Plan de situation (Source : www.geoportail.fr) .....	25
Figure 5 : Carte géologique du secteur d'étude .....	27
Figure 6 : Localisation des postes pluviométriques .....	33
Figure 7 : Hyétogrammes de la pluie du 1 au 3 décembre 2003 .....	35
Figure 8 : Extrait d'une cartographie des isohyètes de précipitation (Source : Météo France) .....	36
Figure 9 : Hyétogramme de précipitations reconstitué au niveau de Maussane .....	37
Figure 10 : Réseau hydrographique.....	39
Figure 11 : Bassins versants et noeuds de calcul.....	43
Photo 6 : RD27 au niveau de l'aqueduc de Manville (canal d'irrigation).....	45
Photo 7 : Gaudre de la Croix en aval du canal d'irrigation.....	46
Photo 8 : Gaudre de la Croix en aval du chemin de la Terre du Fabre .....	47
Photo 9 : Seuil en lit mineur du gaudre de la Croix.....	47
Photo 10 : Gaudre de la Croix en aval du seuil.....	48
Photo 11 : Pont de la route des Baux.....	48
Photo 12 : Pont de l'avenue des Alpilles sur le gaudre de la Croix .....	49
Photo 13 : Section trapézoïdale du gaudre en aval du franchissement de l'avenue des Alpilles.....	50
Photo 14 : Pont de la rue du Vieux Maussane sur le gaudre de la Croix .....	50
Photo 15 : Pont de la RD17 sur le gaudre de la Croix .....	51
Photo 16 : Gaudre de la Croix en aval du pont de la RD17 .....	52
Photo 17 : Pont du chemin de la Pinède sur le gaudre de la Croix.....	52

Photo 18 : Seuil en amont du franchissement de la RD17c.....	53
Photo 19 : Pont de la RD17C sur le gaudre de la Croix.....	54
Photo 20 : Erosion de berge en rive droite du gaudre de la Croix en aval de la RD17c.....	54
Photo 21 : Seuil en lit mineur du gaudre de la Croix.....	55
Photo 22 : Pont cadre permettant l'accès à une habitation.....	55
Photo 23 : Vue du gaudre de la Foux en amont du canal d'irrigation .....	56
Photo 24 : Seuil naturel au droit du canal d'irrigation.....	57
Photo 25 : Lit mineur du gaudre de la Foux en aval du seuil.....	57
Photo 26 : Lit mineur du gaudre de la Foux en contrebas du Mas ded Flandrin .....	58
Photo 27 : Buses Ø1000 au niveau du chemin des Baux à Mouriès.....	59
Photo 28 : Pont de l'avenue des Alpilles sur le gaudre de la Foux.....	59
Photo 29 : Pont du chemin du Mas de Chabran sur le gaudre de la Foux .....	60
Photo 30 : Pont de la RD17c sur le gaudre de la Foux.....	61
Photo 31 : Gaudre de Valoste en aval du canal d'irrigation.....	62
Photo 32 : Pont permettant l'accès à une habitation.....	62
Photo 33 : Buse Ø1200 mm au droit de la RD78.....	63
Photo 34 : Gaudre de Valoste longeant la RD78B.....	63
Figure 12 : Carte de synthèse de l'état des lieux (Gaudres de la Croix et de la Foux).....	65
Figure 13 : Carte de synthèse de l'état des lieux (Gaudre de Valoste).....	67
Figure 14 : Exemple de pluie de projet double-triangle.....	71
Figure 15 : Hydrogrammes de la crue de décembre 2003.....	74
Figure 16 : Relations topographiques entre les différents lits .....	78
Figure 17 : Cas d'effacement de la limite extrême de la plaine alluviale moderne .....	79
Figure 18 : Cartographie hydrogéomorphologique .....	83

---

## Tableaux

---

Tableau 1 : Arrêtés CATNAT – commune de Maussane (Source : <a href="http://www.prim.net">www.prim.net</a> ) .....	19
Tableau 2 : Quantiles de pluies – Salon de Provence aéroport (1968-2002) .....	30
Tableau 3 : Quantiles de pluie SHYPRE – Salon de Provence .....	31
Tableau 4 : Caractéristiques des bassins versants.....	41
Tableau 5 : Débits de référence de l'étude hydraulique du bassin versant Sud des Alpilles (BRLi) ....	70
Tableau 6 : Coefficients de Montana (I en mm/h et t en h).....	72
Tableau 7 : Résultats de la modélisation hydrologique.....	73



# 1. INTRODUCTION

---

## 1.1. CONTEXTE

Le territoire de la commune de Maussane-les-Alpilles est soumis à de forts enjeux en matière d'urbanisme :

- pression foncière accrue ;
- préservation des zones naturelles et des sites Natura 2000 ;
- protection contre le risque inondation (Rhône, gaudres) ;
- maintien des zones agricoles.

La commune souhaite faire évoluer ses documents d'urbanisme pour mieux concilier ces différents enjeux. Par délibération du conseil municipal (DCM) en date du 26 février 2004, la commune a prescrit une nouvelle révision totale du POS, de manière à établir un Plan Local d'Urbanisme (PLU).

Monsieur le Préfet, conformément aux dispositions de l'article L.121-13 du Code de l'Urbanisme, a adressé le 22 février 2008 à la commune, soit avant la date d'opposabilité du document, une lettre d'observations valant suspension de l'opposabilité du document. Il pointe notamment une prise en compte incomplète du risque inondation.

Une cartographie de l'aléa inondation par les gaudres de la Foux et de la Croix, réalisée par IPSEAU en 1997, est annexée au POS opposable. Cependant, elle ne couvre pas l'ensemble du territoire communal et ne prend pas en compte ni les nouvelles directives en la matière ni les aménagements récents sur la commune.

Le complément d'analyse est demandé en référence à la circulaire interministérielle relative à la maîtrise de l'organisation et adaptation des constructions en zones inondable du 21 janvier 2004 et à la circulaire du 30 avril 2002 concernant le principe de non-densification des espaces situés derrière les digues.

Les principes de non implantation des établissements utiles à la gestion de crise et les établissements sensibles sont renforcés, même dans les zones d'aléa faible. Une priorité doit être donnée à la réduction de la vulnérabilité des bâtiments publics et à la prise de mesures pour assurer le maintien de leur fonction pendant l'épisode de crue. L'éventail des mesures peut aller de la simple surveillance jusqu'à la démolition de certains équipements.

Cette même circulaire préconise une réflexion allant au-delà de l'événement de référence pour envisager l'hypothèse exceptionnelle.

## 1.2. OBJECTIFS

Il s'agit d'une étude mêlant les approches hydrauliques et hydrogéomorphologiques permettant d'identifier le risque d'inondation lié aux débordements des différents gaudres traversant la commune de Maussane-les-Alpilles et de caractériser les niveaux d'aléa.

Les objectifs de la présente mission sont une meilleure prise en compte du risque inondation dans le projet de PLU. Les études demandées doivent permettre à la commune d'élaborer un zonage des secteurs inondables et de rédiger un règlement adapté pour ces zones inondables.

A la demande de Monsieur le Préfet, des compléments d'études seront apportés sur plusieurs points. Il s'agira notamment :

- de procéder à une analyse hydrogéomorphologique afin de déterminer le champ maximal d'expansion des crues
- de procéder à des simulations en crue centennale des effets relatifs à des dysfonctionnements d'ouvrages avec notamment la prise en compte :
  - de rupture de digue,
  - d'embâcles au droit des ouvrages de franchissement,
  - de surverse du canal d'irrigation de la vallée des Baux dans les deux gaudres au niveau des déversoirs localisé en amont de la commune
- de procéder à une simulation de la crue centennale du gaudre traversant le secteur du hameau des Calans.
- d'affiner les caractéristiques des écoulements (hauteurs et vitesses) dans le secteur du centre ancien

Cette étude se déroule en trois phases :

- ☞ Phase 1 : Etat des lieux, recueil des données et analyse hydrogéomorphologique
- ☞ Phase 2 : Modélisation hydraulique et cartographie de l'aléa inondation
- ☞ Phase 3 : Prise en compte des remarques – élaboration du document définitif

Le présent rapport constitue le rapport de la phase 1 de l'étude.

## **2. SYNTHÈSE DES ÉTUDES EXISTANTES ET ÉVÉNEMENTS PASSÉS**

---

### **2.1. ÉTUDES EXISTANTES**

#### **2.1.1. Étude hydraulique sur les gaudres de la Croix et de la Foux – Cartographie de l'aléa inondation (IPSEAU, étude n°97-13-050, octobre 1997)**

Cette étude, réalisée par le bureau d'études IPSEAU pour le compte de la commune, est actuellement annexée au POS opposable. Elle comprend :

- Une estimation des débits de crues des gaudres de la Croix et de la Foux
- Une analyse hydrogéomorphologique
- Une modélisation hydraulique unidimensionnelle des écoulements en cas de crue décennale et centennale
- Une cartographie et un zonage de l'aléa inondation
- Des propositions d'aménagements d'intérêt collectif

Notons que cette étude de cartographie de l'aléa inondation ne concerne que les deux principaux gaudres traversant la commune (gaudres de la Croix et de la Foux). Elle ne prend pas en compte des facteurs aggravant l'aléa tels que les phénomènes d'embâcles ou des ruptures de digues. Les hypothèses de calculs et les résultats de cette étude sont présentés au fur et à mesure de l'analyse, dans les différentes parties de la présente étude (cf. §3.6.1. concernant les résultats hydrologiques et rapport de phase 2 au sujet des résultats de l'analyse hydraulique).

#### **2.1.2. Étude de réhabilitation des gaudres de la commune (SOGREAH, étude n°102254, juin 2003)**

Cette étude, réalisée par le bureau étude SOGREAH pour le compte de la commune, a permis de définir les travaux de réhabilitation des gaudres de la Croix et de la Foux. Elle comprend :

- Un dossier de déclaration « Loi sur l'Eau » (notice d'incidence permettant d'apprécier l'impact du projet d'aménagement sur le milieu naturel)
- Un dossier de déclaration d'intérêt général

Comme précédemment, les éléments de cette étude seront repris lors des différentes phases de la présente analyse.

### **2.1.3. Inondation du Rhône et de ses principaux affluents de décembre 2003 (SIEE, mars 2004 - juin 2005)**

Entre le 2 et le 5 décembre 2003, la Rhône en aval de Lyon a connu une crue exceptionnelle tandis que la plupart de ses affluents méditerranéens subissaient des crues moyennes à fortes du fait d'un épisode pluvieux aux cumuls de précipitations importants. Cet évènement a causé de gros dégâts matériels et infligé de lourdes pertes aux activités économiques.

La DIREN Languedoc-Roussillon et la DIREN de bassin ont alors engagé des études ayant pour but de constituer une connaissance détaillée de cet évènement afin d'en conserver la mémoire et d'en tirer les enseignements utiles pour les aménagements de la vallée du Rhône.

Ce retour d'expérience a fait l'objet de plusieurs phases d'acquisition de données :

- Phase 1 : Une mission aérienne photographique a été réalisée les 5 et 6 décembre 2003, afin d'acquérir un outil de visualisation global et homogène sur l'ensemble de la zone inondée.
- Phase 2 : Un relevé des Plus Hautes Eaux (PHE) a été effectué dans la zone inondée par le Rhône.
- Phase 3 : La DIREN Languedoc-Roussillon a confié au bureau d'études SIEE un travail d'inventaire cartographique des zones inondées (identification de la limite et de l'origine de l'inondation),
- Phase 4 : La DIREN de Bassin associée à la DIREN Languedoc-Roussillon, avec l'assistance du CETE Méditerranée a commandé à SIEE une étude d'inventaire des enjeux ayant subi l'inondation, des désordres occasionnés et des interventions consécutives.

La figure ci-après présente une cartographie des zones inondées.

Dans cette étude, une analyse précise de l'inondation liée aux débordements du Rhône a été menée. En revanche, les objectifs de cette étude n'étaient pas d'étudier spécifiquement l'inondation par ruissellement péri-urbain ou par débordement des gaudres drainant le versant sud des Alpilles., c'est pourquoi la zone inondable présentée sur la figure ci-après ne concerne que la zone de marais au sud du territoire communal.

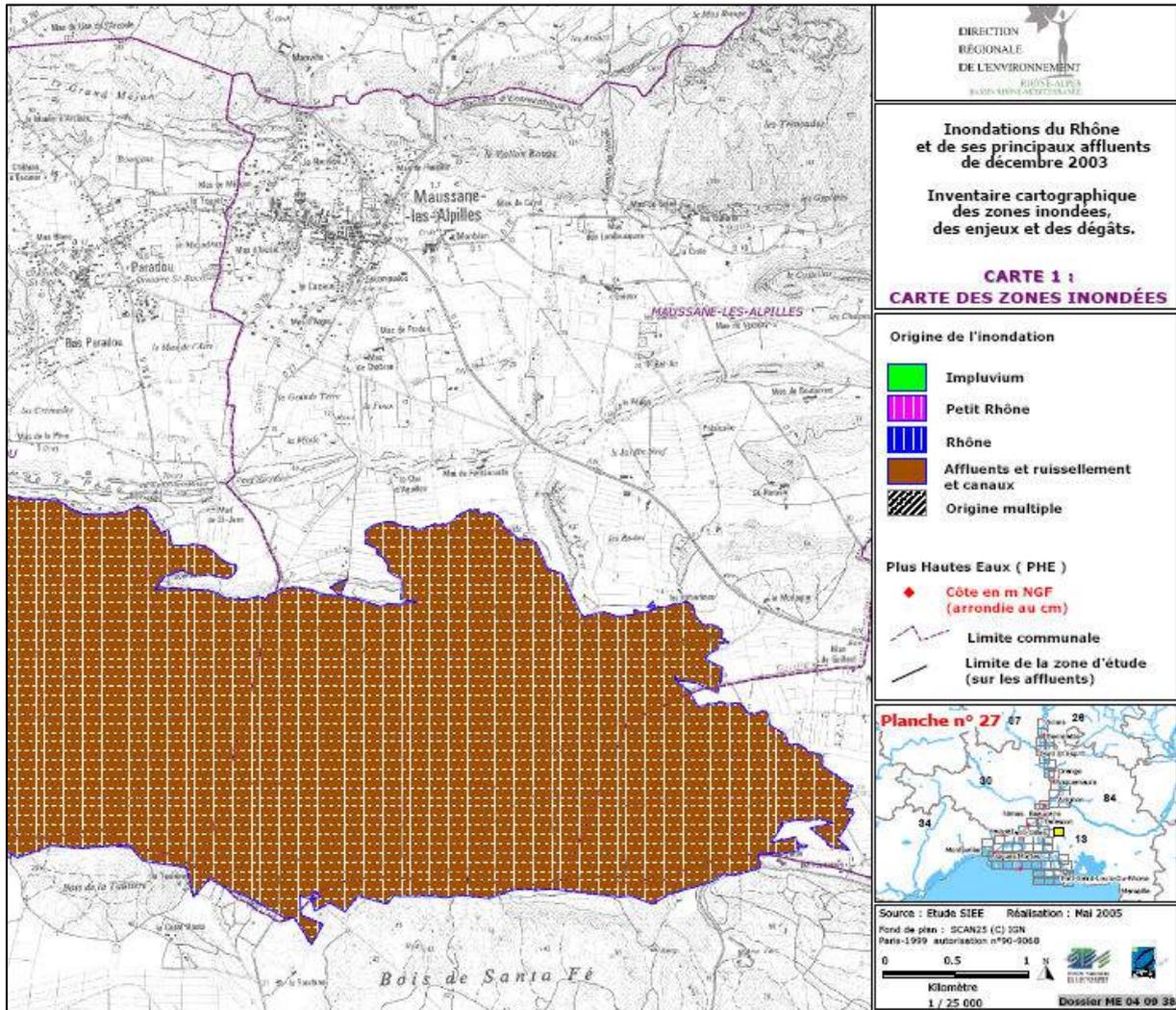


FIGURE 1 : CARTE DES ZONES INONDEES (SIEE, MAI 2005)

#### 2.1.4. Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables en région PACA (IPSEAU, étude n°HH1562, novembre 2008)

La Direction Régionale de l'Environnement de Provence - Alpes - Côte d'Azur (DIREN PACA) qui a la charge de la réalisation des atlas des zones inondables a mis en évidence la nécessité de réaliser une couverture cartographique continue sur un certain nombre de cours d'eau de la région.

La figure ci-après présente la cartographie hydrogéomorphologique au niveau du secteur d'étude.

Une analyse hydrogéomorphologique ayant pour but d'étendre cette cartographie à l'ensemble du territoire communal a été réalisée. Elle est présentée au paragraphe 4. Analyse hydrogéomorphologique.

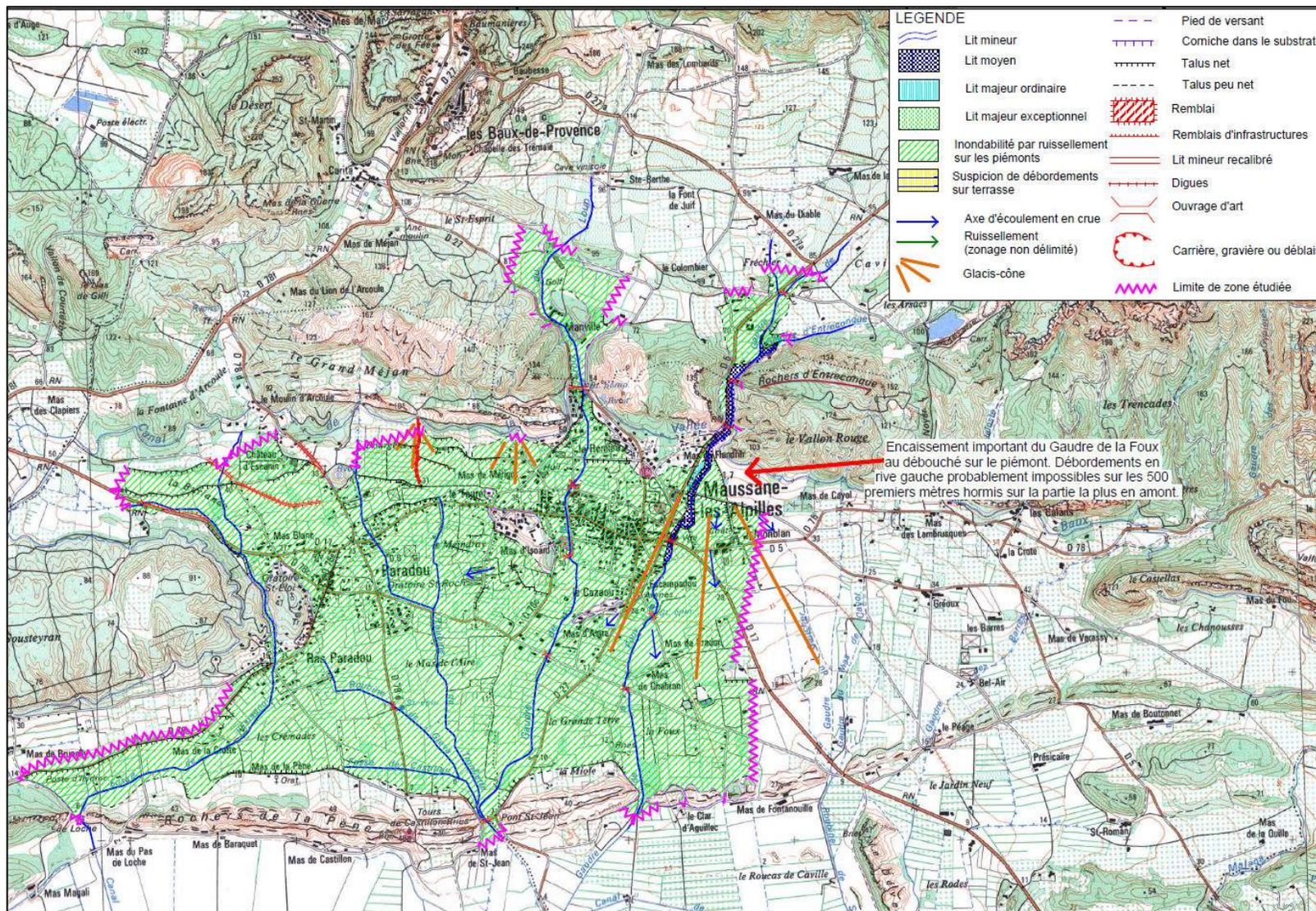


FIGURE 2 : EXTRAIT DE L'ATLAS DES ZONES INONDABLES (IPSEAU, DREAL PACA)

### **2.1.5. Etude hydraulique du bassin versant sud des Alpilles (BRLi, déc. 2009)**

Le syndicat mixte de gestion du Parc Naturel Régional des Alpilles a souhaité disposer d'un Schéma Directeur hydraulique intégrant le milieu naturel et le paysage, dans le cadre de la charte du Parc Naturel Régional des Alpilles.

Cette étude a pour objectif :

- L'analyse du fonctionnement hydraulique de l'ensemble des bassins versants
- L'établissement d'un schéma directeur cohérent d'aménagement hydraulique, dans le respect des écosystèmes, des paysages et du patrimoine.

L'étude est décomposée en 6 phases :

- Phase 1 : Approche générale du bassin versant et des ouvrages présents,
- Phase 2 : Inventaire de l'état des ouvrages,
- Phase 3 : Modélisation hydrologique et hydraulique,
- Phase 4 : Agriculture, paysages, qualité, milieux,
- Phase 5 : Proposition de solutions techniques,
- Phase 6 : Etablissement d'un schéma directeur

Les quatre premières phases établissent un état des lieux et un diagnostic du fonctionnement global du territoire. Les phases 5 et 6 constituent les phases d'élaboration, proprement dite, du schéma directeur.

Comme précédemment, les éléments de cette étude seront repris lors des différentes phases de la présente analyse.

## **2.2. CRUES PASSEES**

La commune de Maussane-les-Alpilles est soumise à deux types d'inondation :

- La partie Sud de la commune, constituée d'une zone de marais, est soumise aux grandes inondations du Rhône. En effet, les marais d'Arles et des Baux constituent un champ d'expansion des crues du Rhône, comme en témoigne la figure ci-après extraite de la figure 7 de l'atlas cartographique de la phase 1 de l'étude globale BRLi ;

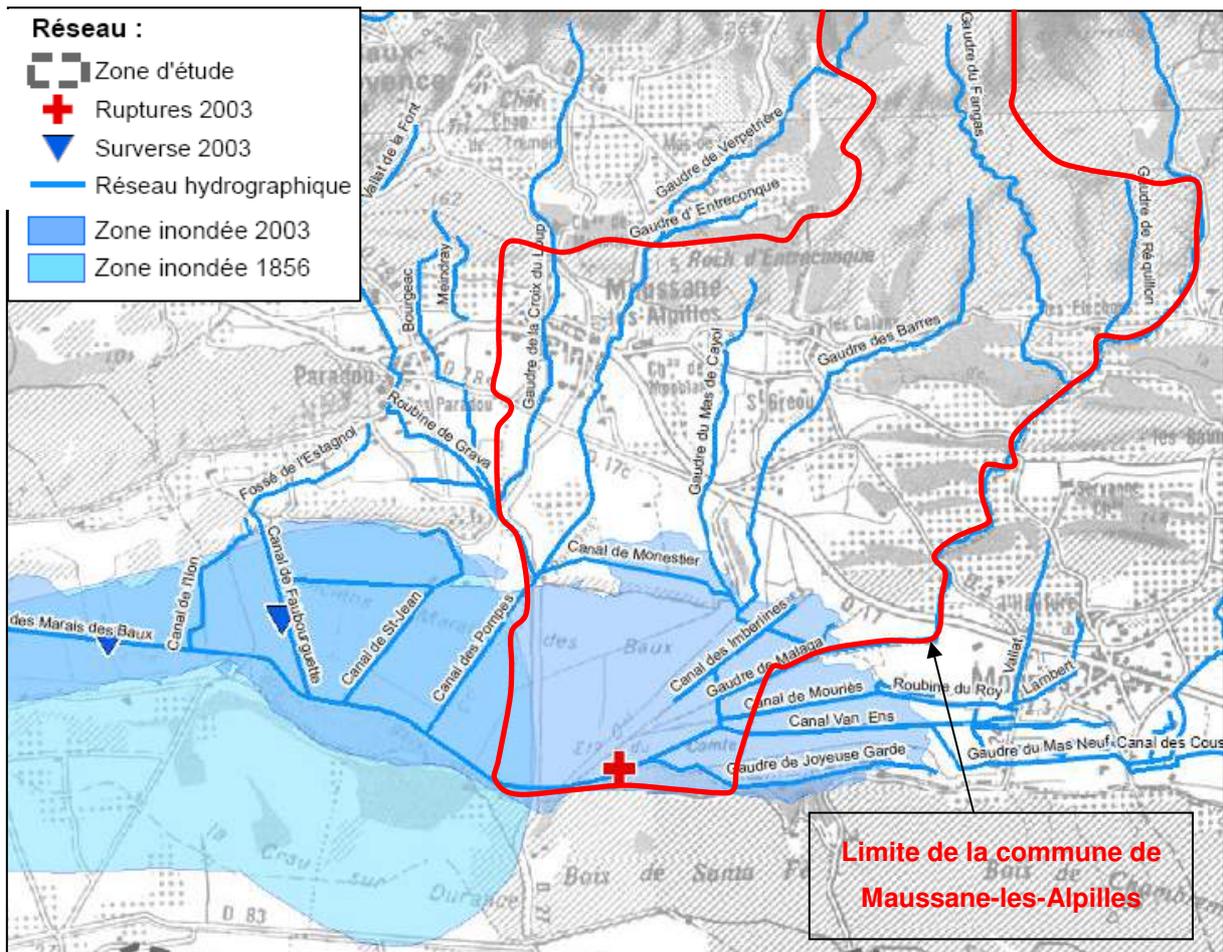


FIGURE 3 : ZONES INONDEES EN 1856 ET DECEMBRE 2003 - CRUE DU RHONE (SOURCE : BRLI, MAI 2008)

La crue du Rhône de mai 1856 est la plus forte crue connue du Rhône. Son débit a été évalué à 11 640 m<sup>3</sup>/s à Beaucaire. Suite à cet événement, de grandes digues ont été construites le long des deux bras du Rhône.

L'évènement historique de décembre 2003 comporte à la fois une crue historique du Rhône et une crue importante du Vigueirat. Pour ce qui concerne Maussane-les-Alpilles, des crues des nombreux gaudres drainant le versant sud des Alpilles sont également à l'origine d'inondations sur la commune.

- La partie amont du territoire communal, située sur le versant Sud du massif des Alpilles, est soumise aux inondations par ruissellement ou par débordement de cours d'eau, appelés gaudres,

La commune de Maussane-les-Alpilles a fait l'objet de plusieurs arrêtés de Catastrophe Naturelle (CATNAT), comme l'illustre le tableau ci-dessous.

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Tempête	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982
Inondations et coulées de boue	13/10/1991	14/10/1991	21/09/1992	15/10/1992
Inondations et coulées de boue	20/10/1999	21/10/1999	03/03/2000	19/03/2000
Inondations et coulées de boue	22/09/2003	22/09/2003	27/01/2004	13/02/2004
Inondations et coulées de boue	01/12/2003	02/12/2003	12/12/2003	13/12/2003

**Tableau 1 : Arrêtés CATNAT – commune de Maussane (Source : [www.prim.net](http://www.prim.net))**

La dernière crue importante des gaudres traversant la commune est la crue de décembre 2003. Les témoignages des acteurs locaux rencontrés dans le cadre de cette étude (cf. paragraphe 2.3 ci-après) a permis de recueillir de nombreuses informations sur les points de débordement, les axes d'écoulements en lit majeur, les secteurs inondés... Un recueil photographique a été récupéré auprès des Services Techniques de la commune, comme l'illustre les photos ci-dessous.



*PHOTO 1 : HAMEAU DES CALANS – CRUE DE DECEMBRE 2003*



*PHOTO 2 : HAMEAU DES CALANS ET VIADUC DU CANAL D'IRRIGATION DURANT LA CRUE DE DECEMBRE 2003*

## **2.3. ACTEURS RENCONTRES**

### **2.3.1. M. MARECHAL – Mairie de Maussane**

M. MARECHAL travaille au sein des Services Techniques de la commune. Il était présent lors de l'évènement de décembre 2003. M. MARECHAL nous a transmis et commenté le recueil photographique précité, ainsi que plusieurs documents contenant des informations au sujet de cet évènement historique (base de données des sinistrés, dossier de demande de subvention suite aux dégâts subis, liste des zones sinistrées...).

Les principales zones reconnues sinistrées sur la commune de Maussane les Alpilles sont les suivantes (extrait d'un courrier adressé à M. le Sous Préfet des Bouches-du-Rhône par le Directeur Général des Services):

Marais des Baux et la RD 27  
Le Touret de l'Isle  
La grande terre de la Pompe  
Le Monestier  
Le Clar d'Aiguille  
Quartier du Gaudre du mas de l'Aire  
Hameau des Calans  
Chemin rural N°10 dit Chemin poissonnier  
Chemin du Mas de Fléchon  
Le Gour Blanc  
Saint Eloi  
Chemin du Touret  
Pas de l'Aiguillon

M. MARECHAL nous a également indiqué les principaux points de débordements au niveau des gaudres et les terrains inondés lors de cet évènement.

### **2.3.2. M. PACH – Police Municipale de Maussane**

M. PACH travaille au sein de la Police Municipale de Maussane. Il était présent lors de l'évènement de décembre 2003. Une visite de terrain en compagnie de M. PACH a permis de recueillir son témoignage sur le cheminement des écoulements, les points de dysfonctionnement constatés et les terrains inondés.

### **2.3.3. M. CORONAT – ASA du Canal d'Irrigation de la Vallée des Baux**

M. CORONAT est le chef du Service Technique de l'ASA du canal d'irrigation de la vallée des Baux. Ce canal, achevé en 1914, amène l'eau en provenance de la Durance sur 7 communes du bassin versant sud des Alpilles d'Eyguières à Fontvieille. Il est géré par une association syndicale autorisée à laquelle adhèrent 1 600 personnes.

Il irrigue une superficie d'environ 2 800 ha, dont 80 % de terres agricoles. Il a une longueur de 52 km de réseau principal et environ 180 km de réseau secondaire avec un débit maximal entrant au partiteur d'Eyguières de 4 m<sup>3</sup>/s. Le canal comporte 7 siphons, 3 aqueducs, 7 tunnels (960 m de long pour le tunnel des Clapiers). Il est en eau du 15 février au 1<sup>er</sup> décembre en général, avec une période de plein arrosage du 1<sup>er</sup> mai au 15 septembre.

D'après les informations recueillies, ce canal comporte 3 vannes de décharge actuellement en fonctionnement :

- la vanne de décharge d'Aureille vers le **gaudre d'Aureille** (capacité : **3.8 m<sup>3</sup>/s**),
- la vanne de décharge au niveau du Castellans au franchissement du **gaudre des Barres** (capacité : **600 l/s**)
- la vanne de décharge à proximité de l'Aqueduc de Flandrin vers le **gaudre de la Foux** (capacité : **1.5 à 2 m<sup>3</sup>/s**).

Des décharges sont actionnées soit manuellement soit automatiquement lorsque cela est possible. Notons que le canal d'irrigation de la vallée des Baux reçoit de très nombreux apports intermédiaires par ruissellement diffus, alors qu'en principe aucun apport extérieur ne doit parvenir au canal.

Afin de limiter la surcharge du canal, des déversoirs de sécurité sont présents au niveau de plusieurs gaudres, notamment au niveau du gaudre de Valoste (Aqueduc de Calans), du gaudre de la Foux (Aqueduc de Flandrin) et de gaudre de la Croix du Loup (Aqueduc de Manville), comme l'illustrent les photos ci-après.



*PHOTO 3 : DEVERSOIR DE SECURITE SUR L'AQUADUC DE MANVILLE (COTE AVAL)*



*PHOTO 4 : DEVERSOIRS DE SECURITE SUR L'AQUEDUC DE FLANDRIN (COTE AMONT A GAUCHE ET COTE AVAL A DROITE)*



*PHOTO 5 : DEVERSOIR DE SECURITE SUR L'AQUEDUC DE CALANS*

#### **2.3.4. Riverains habitants à proximité des gaudres**

Dans le cadre des reconnaissances de terrain, des témoignages de riverains ont également été recueillis, en particulier des informations complémentaires concernant la crue de décembre 2003 et l'entretien des gaudres et des ouvrages.



### 3. ANALYSE HYDROLOGIQUE

#### 3.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

La commune de Maussane-les-Alpilles est située sur le versant Sud du massif des Alpilles, dans le département des Bouches-du-Rhône.

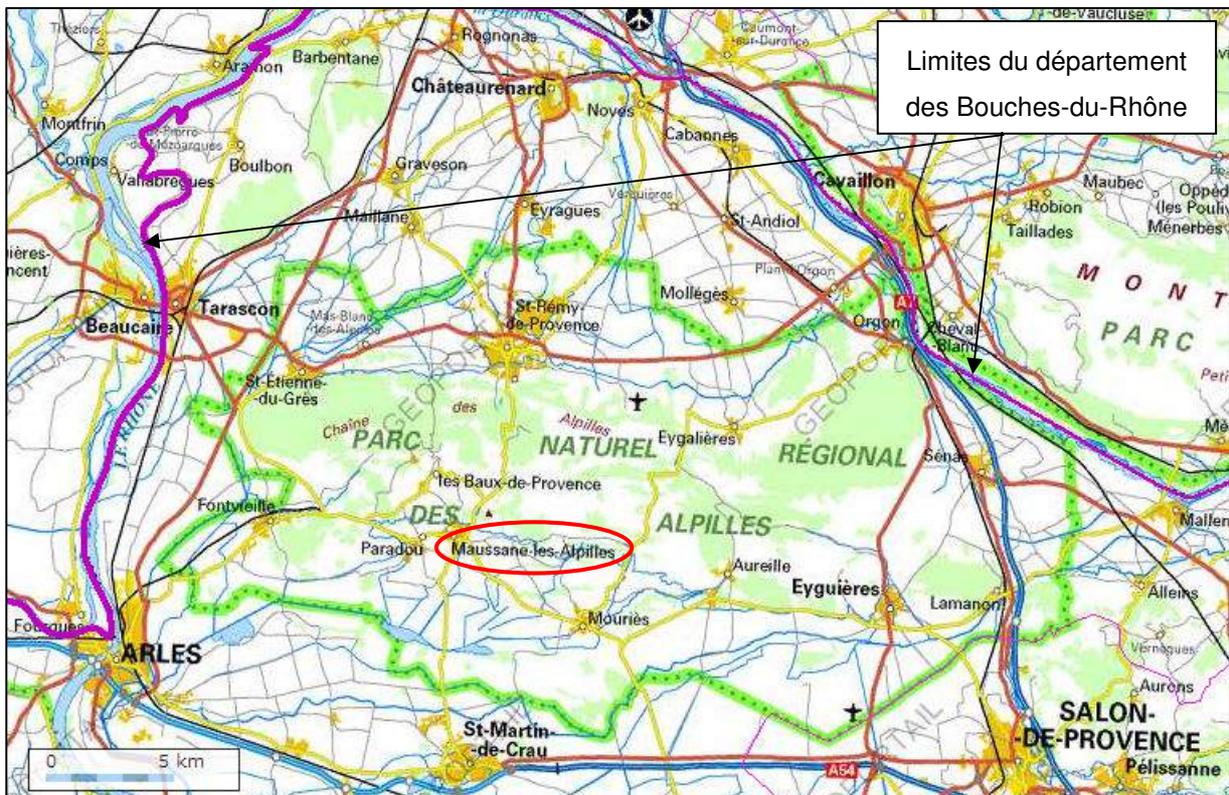


FIGURE 4 : PLAN DE SITUATION (SOURCE : WWW.GEOPORTAIL.FR)

Le territoire communal peut se décomposer en trois entités géographiques :

- Une zone au cœur du massif des Alpilles, au nord, située entre les cotes altimétriques 330 et 50 m NGF, caractérisée par de fortes pentes, une faible urbanisation, de nombreux talweg à écoulement non pérenne appelés gaudres, qui drainent les eaux de ruissellement du massif,
- Une zone de piémont, située entre 50 et 10 m NGF, où le relief moins prononcé a permis le développement des activités humaines. Zones agricoles et zones urbaines s'alternent sur cette zone de piémont entrecoupée localement par quelques collines et chaînons,

- Une zone de plaine et de marais, au sud, située à moins de 10 m NGF, où les gaudres se rejettent dans des roubines et canaux endigués, permettant d'acheminer les eaux vers la mer sans inonder trop fréquemment les marais

### 3.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Le secteur d'étude est situé sur le versant sud du massif des Alpilles. Cette chaîne des Alpilles est constituée d'affleurements calcaires marins d'âge compris entre le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur.

Ces formations géologiques affleurent sur une vaste partie amont des bassins versants des gaudres étudiés. Elles présentent de nombreux plis et failles.

Sur le piémont de ce massif calcaire se sont déposés des complexes colluviaux résultant de l'érosion des falaises calcaires (cônes de déjections).

Sur la partie sud du territoire communal, la plaine de Maussane est accidentée par les bandes rocheuses calcaires résultant d'un important jeu de failles anciennes (Rochers de la Pène).

La carte géologique du secteur d'étude est présentée sur la figure ci-après. Les formations géologiques rencontrées sur les bassins versants étudiés sont les suivantes :

#### **Formations superficielles et quaternaires**

Fx : alluvions fluviatiles rissiennes : gravier plus ou moins consolidé

Fy : alluvions fluviatiles würmiennes (limons, sables, graviers, galets)

Px : cailloutis de glacis rissien                      Jy : cône de déjection torrentiel wurmien

#### **Terrains secondaires**

n3<sub>c1</sub> : calcaire « bicolore »                      n3<sub>c2</sub> : calcaire compact

n3<sub>c3</sub> : calcaire à intercalations marneuses

n3<sub>c4</sub> : calcaire à silex, alternances de calcaire et de calcaire argileux

n4U1<sub>a</sub> : calcaires

C6 : calcaires                      C7a : argilites, grès et calcaires

C7b1 : marnes et grès inférieurs                      C7b2 : calcaires de Rognac

E : Eboulis de gravité non différenciés : cailloutis, blocs



Cartographie de l'aléa inondation  
sur la commune de Maussane

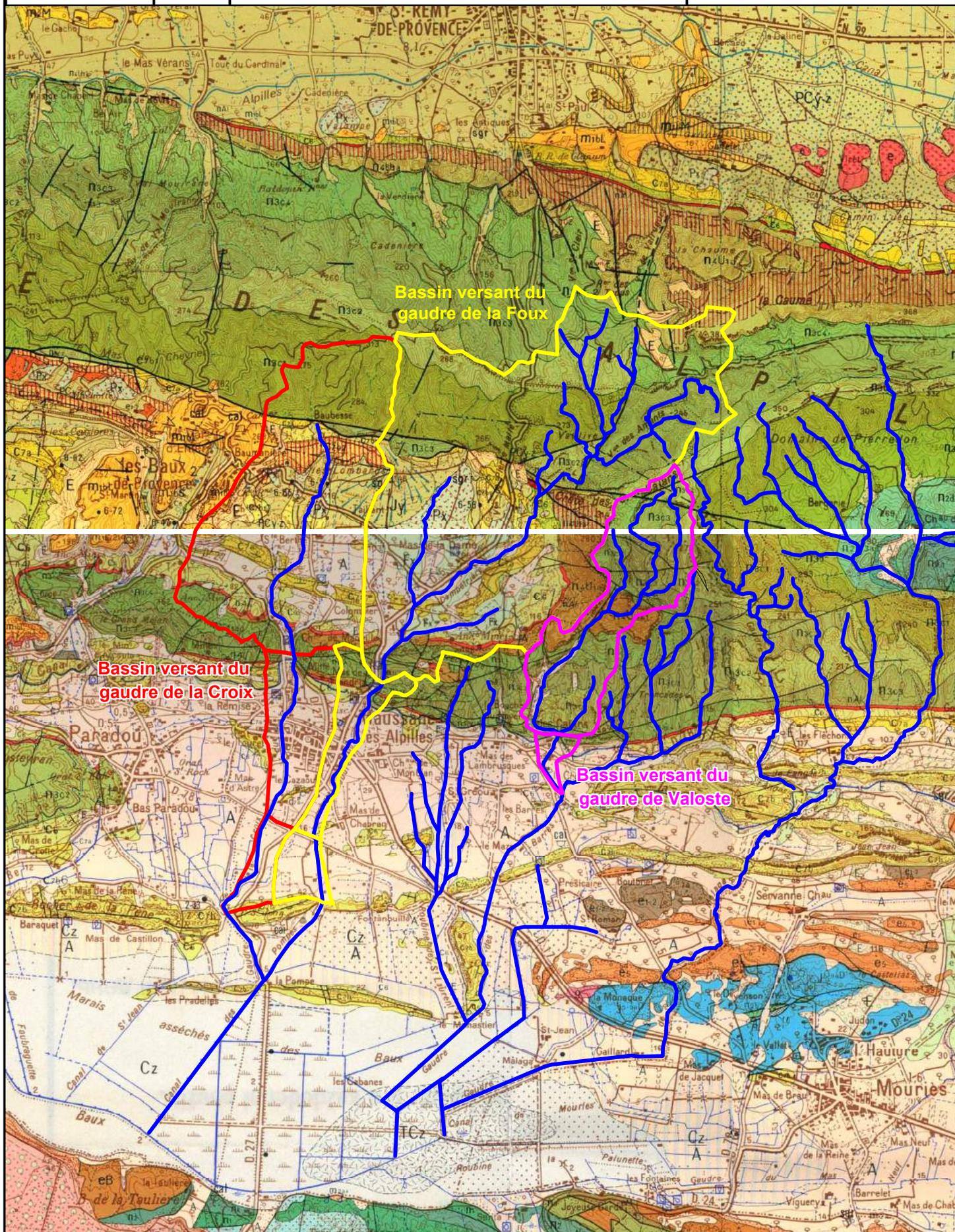
# FIGURE 5 : Carte géologique du secteur d'étude

Etude N° HH2143 - IndA - Décembre 2010

Echelle : 1 / 50 000



Fond de plan : BRGM





D'un point de vue hydrogéologique, le massif calcaire des Alpilles fait l'objet de circulations karstiques comme en témoigne les nombreuses petites résurgences en particulier sur le versant sud de la chaîne. De plus, le secteur d'étude est situé au droit d'aquifères conséquents. La vallée alluviale des Baux comporte une nappe qui s'écoule du Nord au Sud en direction de la zone de marais.

Ce contexte géologique et hydrogéologique est à l'origine d'un comportement particuliers des bassins versants vis-à-vis des précipitations. Si elles ne sont pas trop intenses, les précipitations intervenant après une période sèche vont s'infiltrer et parvenir au réseau de circulation karstique qu'elles vont alimenter. La part de ruissellement comparativement à la lame d'eau précipitée est alors assez faible.

Une fois saturé, le karst a un comportement nettement différent, sa capacité d'infiltration devient très faible et les bassins versants sont alors très sensibles au ruissellement, ce qui est propice aux crues soudaines.

Un même événement pluvieux peut alors avoir des conséquences très différentes en fonction de l'état de saturation karst et des antécédents pluviométriques, et les débits générés peuvent varier du simple au double, voire plus.

### **3.3. CLIMATOLOGIE ET PLUVIOMETRIE**

#### **3.3.1. Caractéristiques climatiques générales**

Le climat des Bouches du Rhône est méditerranéen : les fréquentes sécheresses estivales et les violents orages d'automne en sont les caractéristiques les plus connues.

En région méditerranéenne, la présence de la mer et de massifs montagneux proches, associée à la circulation générale des masses d'air sur l'Europe du Nord sont à l'origine de situations météorologiques spécifiques, génératrices de champs pluvieux à très fort potentiel de précipitation.

La hauteur des précipitations annuelles est de l'ordre de **600 mm** ce qui reste modéré. Les événements pluvieux sont donc caractérisés par des précipitations très intenses, mais généralement de courte durée.

#### **3.3.2. Précipitations intenses**

Les principaux apports proviennent de violentes averses à la fin de l'automne ; certains débuts d'hiver présentent également des précipitations importantes dues à du mauvais temps persistant parfois

plusieurs jours (régimes perturbés de Sud-Est). Les dépressions océaniques jouent quelquefois un rôle essentiel dans le comportement des pluies de printemps.

D'après l'analyse des valeurs observées sur différents postes météorologiques régionaux, la pluie maximale journalière de fréquence décennale est de 100 mm environ (Source : analyse des précipitations journalières sur différents postes régionaux par Météo France en 1999).

**Pj10 = 100 mm**

Cependant, afin d'estimer les débits générés par des petites parcelles, au temps de concentration court, il est nécessaire de connaître les hauteurs de pluies tombées pendant des durées inférieures à la journée.

Ces données peuvent être estimées à partir de rares postes d'observation équipés de pluviographes ou de stations automatiques permettant l'analyse des précipitations à des pas de temps inférieurs à la journée. La station pluviométrique la plus proche du secteur d'étude et disposant d'une chronique d'observation assez longue est située à Salon de Provence à l'aérodrome.

Dans l'étude globale du bassin versant Sud des Alpilles, le bureau d'études BRLi a retenu la pluviométrie correspondant à cette station. Les quantiles de pluie correspondant sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Durée	Période de retour				
	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
1 h	46	52	55	59	65
2 h	62	75	78	85	93
3 h	68	81	89	100	116
6 h	78	93	102	115	132
12 h	90	107	117	131	150
24 h	104	123	134	150	172

**Tableau 2 : Quantiles de pluies – Salon de Provence aérodrome (1968-2002)**

Lorsque la densité spatiale des séries de mesures ou le nombre d'années de mesures fait défaut, en particulier pour les précipitations orageuses dont les caractéristiques majeures sont les très fortes intensités pluviométriques et le caractère très localisé des noyaux orageux, l'interpolation des données pluviométriques est un exercice périlleux. De plus, les extrapolations au-delà de 4 fois la longueur de la série de mesure sont peu fiables. Ces dernières années, le CEMAGREF a développé une méthode nommée SHYREG (Simulation d'HYétogrammes REGionalisée) permettant d'y

remédier. Celle-ci produit une estimation des quantiles de pluie pour des cumuls allant de 1 h à 72 h et des durées de retour de 2 à 100 ans. Ces estimations sont obtenues par simulations de longues chroniques de pluie à l'aide d'un générateur stochastique de pluies horaires. Cette méthode sert à présent de référence dans le domaine.

Nous retiendrons dans la présente étude les quantiles de pluie issus de la méthode SHYREG-SHYPRE présentés ci-après.

Durée	Période de retour					
	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
1 h	32.6	43.3	51.5	61.1	73.3	82.7
2 h	38.5	49.8	58.8	68.8	82	91.9
3 h	43.6	56.2	65.9	76.9	91.2	102.4
4 h	47.3	60.8	71.6	83.4	99.1	112.2
6 h	52.9	68	80	94	113.1	133.7
12 h	62.8	80.5	95.3	111.6	140.9	168.7
24 h	72.8	91.5	108.5	126.9	162.5	192
48 h	83.5	104.3	121.6	142	178	211.4
72 h	89.2	112.1	130.2	150.9	185.7	218.2

**Tableau 3 : Quantiles de pluie SHYPRE – Salon de Provence**

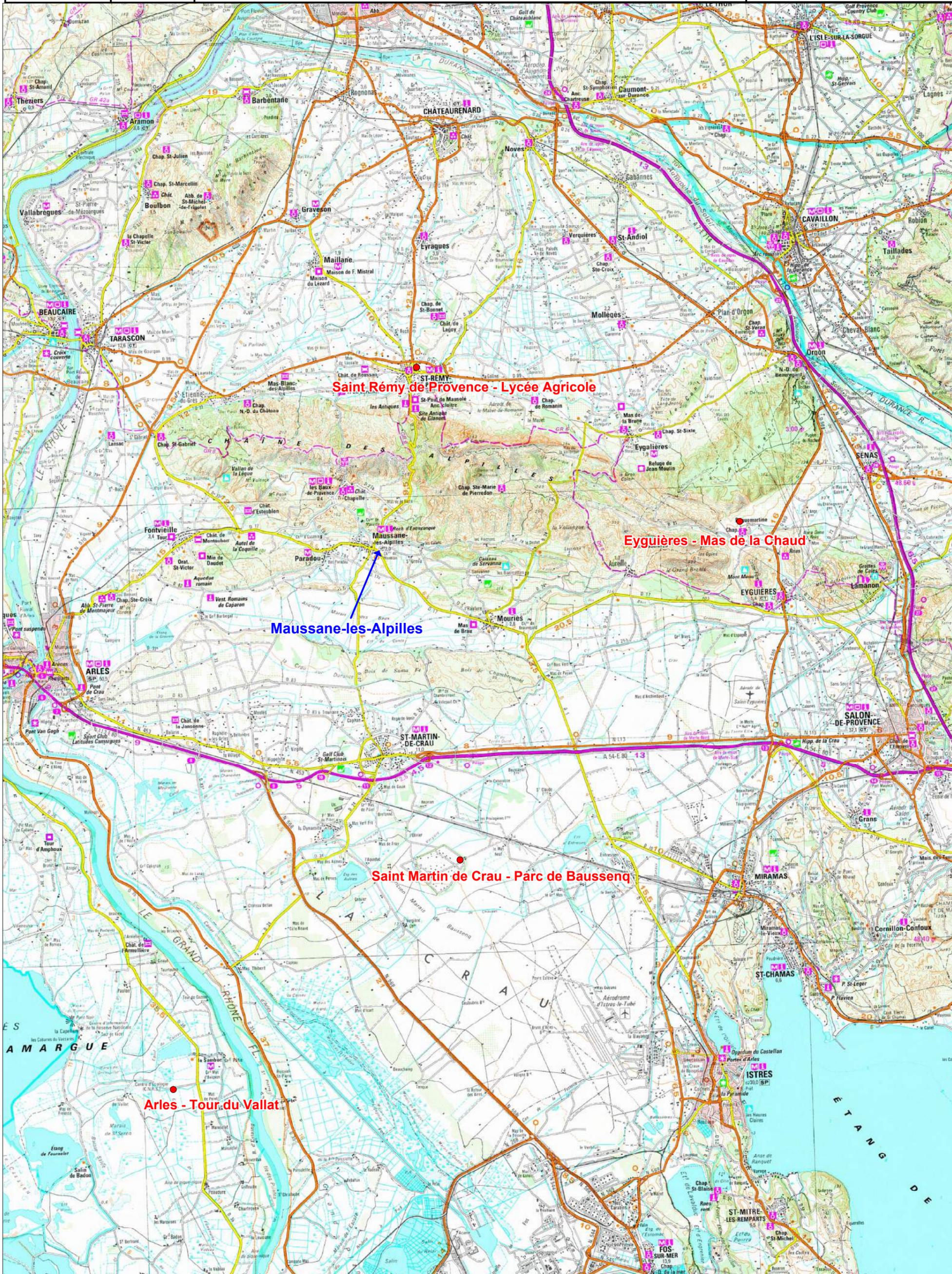
### 3.3.3. Evènement de décembre 2003

Les données pluviométriques correspondant à l'évènement de décembre 2003 (du 1 au 3 décembre) ont été récupérées auprès de Météo France au niveau de plusieurs stations pluviométriques, disposant de données à un pas de temps horaire, situées à proximité du secteur d'étude :

- Station de Saint-Remy de Provence (Lycée Agricole) (code : 13100002)
- Station d'Eyguières (Mas de la Chaud) (code : 13035002)
- Saint-Martin-de-Crau (Parc de Baussenq) (code : 13097002)
- Arles (Tour-du-Valat) (code : 13004003)

La figure ci-après présente une vue en plan de localisation de ces stations pluviométriques.









auprès de Météo France. La figure ci-après présente un extrait de ces cartographies recueillies. Elles ont permis de reconstituer le hyétogramme de précipitations au niveau de ces bassins versants.

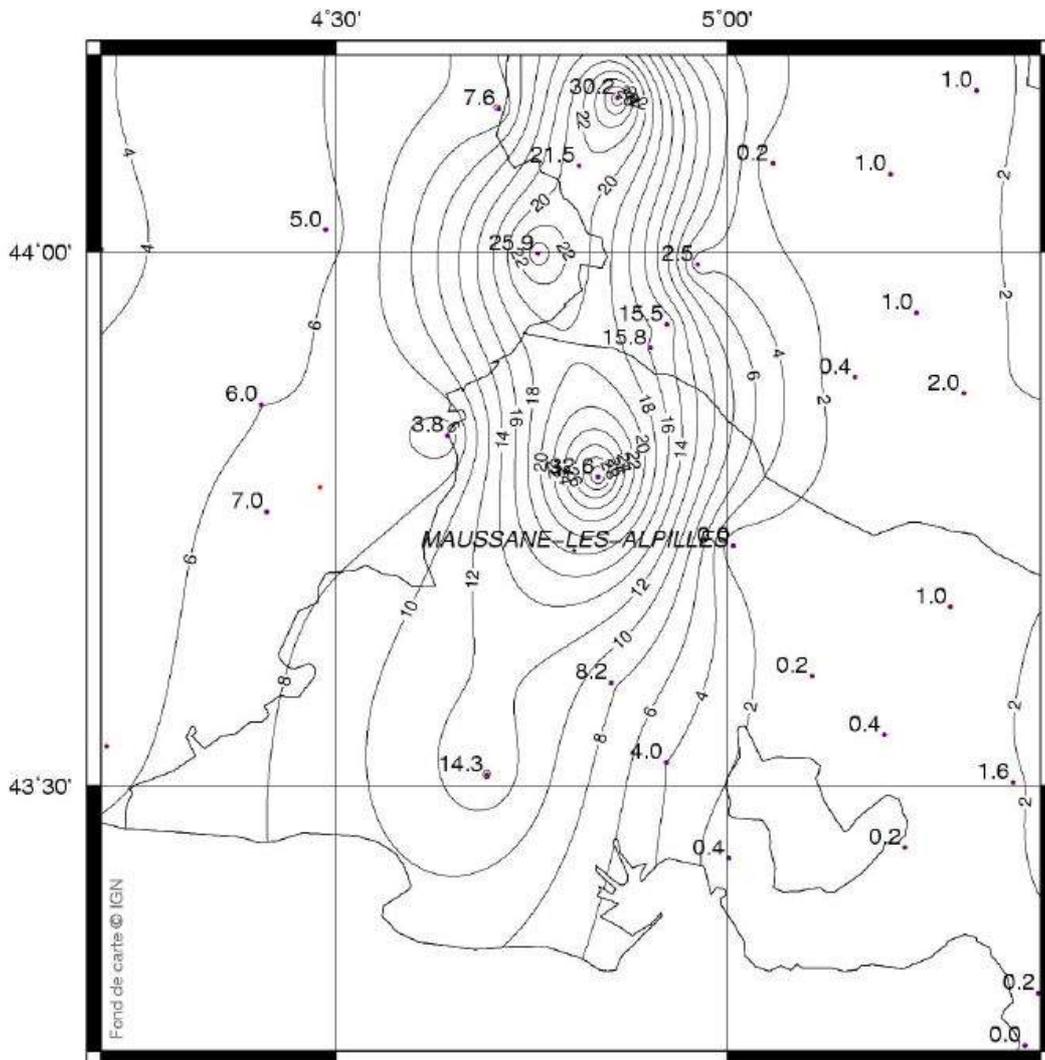


FIGURE 8 : EXTRAIT D'UNE CARTOGRAPHIE DES ISOHYETES DE PRECIPITATION (SOURCE : METEO FRANCE)



Les trois gaudres qui font l'objet d'une modélisation mathématique dans la présente étude sont les suivants :

- Le gaudre de la Croix du Loup ou gaudre de la Croix ou gaudre du Tribble ou gaudre de Maussane. Dans la suite de l'étude nous l'appellerons **gaudre de la Croix**,
- Le gaudre de la Foux ou gaudre de Monblan ou gaudre de Verpetrière. Dans la suite de l'étude nous l'appellerons **gaudre de la Foux**,
- Le **gaudre de Valoste**.

Les deux premiers gaudres sont les deux principaux cours d'eau traversant les secteurs à enjeux du centre urbain de Maussane-les-Alpilles. Le gaudre de Valoste traverse le hameau des Calans, secteur potentiellement soumis à une ouverture à l'urbanisation pour lequel une pression foncière importante est attendue dans les prochaines années.

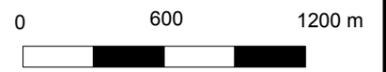


# Cartographie de l'aléa inondation sur la commune de Maussane

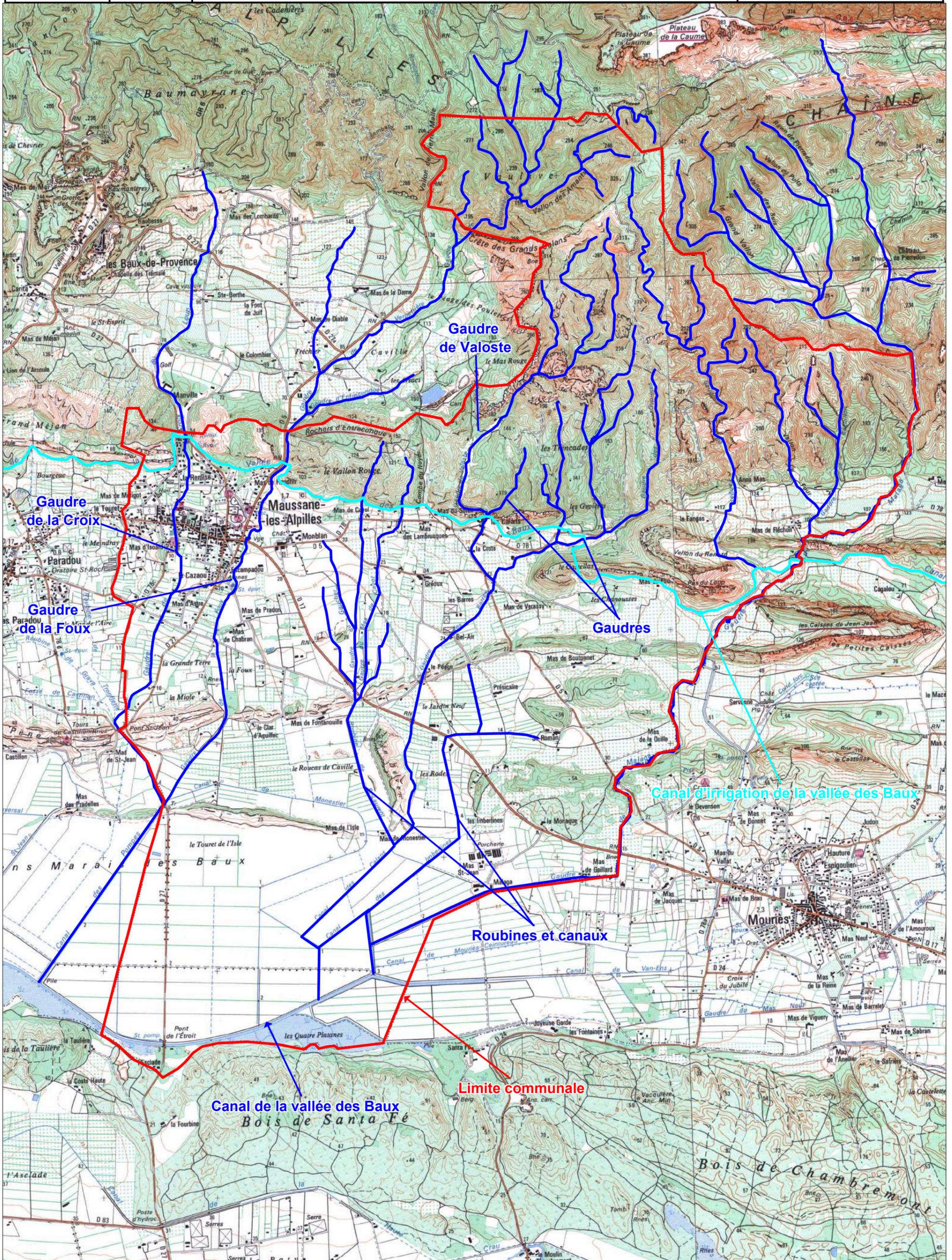
## FIGURE 10 : Réseau hydrographique

Etude N° HH2143 - IndA - Décembre 2010

Echelle : 1 / 30 000



Fond de plan : IGN





### 3.4.2. Bassins versants

Les bassins versants de ces trois gaudres ont été déterminés à partir de la carte IGN. Ils sont présentés sur la figure ci-après.

Les caractéristiques de ces bassins versants sont présentées dans le tableau suivant.

Bassin versant / Nœud de calcul		Croix C1	Croix C2	Croix C3	Foux F1	Foux F2	Foux F3	Valoste V1	Valoste V2
Superficie	km <sup>2</sup>	4.40	5.43	5.71	8.85	9.45	9.76	1.99	2.12
Longueur	km	3.9	5.6	6.8	6.7	8.5	9.2	3.8	4.5
Pente moyenne	%	6.7	5.2	4.5	5.1	4.4	4.1	6.7	6.0
Pente pondérée	%	4.8	3.3	2.5	3.6	3.3	2.8	4.4	3.9
Cote exutoire (mini)	m	54	18	7	50	17	9	59	42
Cote maxi	m	313	313	313	390	390	390	315	315
Temps de concentration	h	1.3	1.7	1.9	2.2	2.4	2.5	0.8	1.0

**Tableau 4 : Caractéristiques des bassins versants**

Les paramètres de ruissellement ont été déterminés en fonction de l'occupation du sol, du contexte géologique, et la morphologie des bassins versants (pente).

Dans le cadre de l'étude hydraulique globale (BRLi) du bassin versant sud des Alpilles, les paramètres de ruissellement ont été calés à partir d'abaques, d'analyses hydrométriques disponibles sur les gaudres amont (massif boisé karstique) et de tests de sensibilité.

Les coefficients (CN : Curve Number) retenus dans cette étude sont les suivants :

- Classe 1 : zone urbaine et industrielle : 70
- Classe 2 : zone de culture : oliviers, vergers, vignes : 65
- Classe 3 : Colline karstique et forêt : 48
- Classe 4 : zone de piémont hors cultures (pâturage, prairie, friches...) : 60
- Classe 5 : zone des marais et rizières : 85 avec une hypothèse de sols saturés par la nappe

Nous retiendrons dans la présente étude les mêmes coefficients.



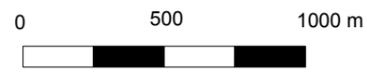


# Cartographie de l'aléa inondation sur la commune de Maussane

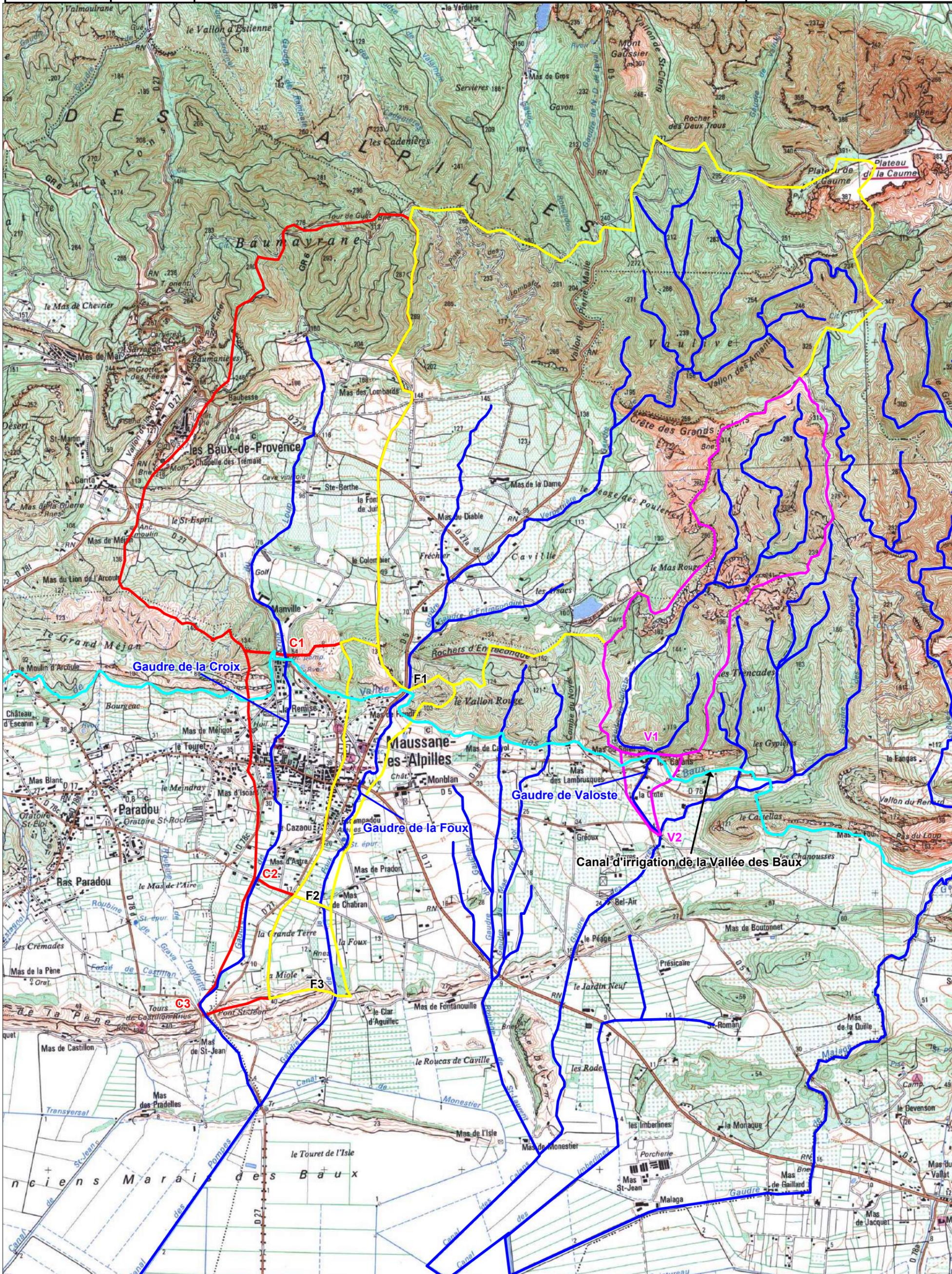
## FIGURE 11 : Bassins versants et noeuds de calcul

Etude N° HH2143 - IndA - Décembre 2010

Echelle : 1 / 25 000



Fond de plan : IGN





### 3.5. ETAT DES LIEUX DU LIT MINEUR ET MAJEUR DES PRINCIPAUX GAUDRES

Ce paragraphe présente un état des lieux des gaudres dans les tronçons qui feront l'objet d'une modélisation mathématique durant la deuxième phase de l'étude.

Il a pour objet d'identifier les ouvrages hydrauliques, les singularités influant sur les écoulements, les zones à risque en termes d'embâcles, les zones d'érosion ou de dépôt de sédiments, l'existence d'axes préférentiels d'écoulement...

Les figures 12 et 13 présentent une synthèse de cet état des lieux.

#### 3.5.1. Gaudre de la Croix

Le tronçon présenté ci-dessous s'étend de l'aqueduc de Manville [OH1] jusqu'en amont du Pont St-Jean.



*PHOTO 6 : RD27 AU NIVEAU DE L'AQUEDUC DE MANVILLE (CANAL D'IRRIGATION)*

En aval immédiat du canal d'irrigation, le gaudre de la Croix est relativement encaissé avec une végétation développée jusqu'en lit mineur.



*PHOTO 7 : GAUDRE DE LA CROIX EN AVAL DU CANAL D'IRRIGATION*

Ce tronçon présente un potentiel de création d'embâcles important.

D'après les informations recueillies auprès de M. PACH, le tronçon situé à quelques dizaines de mètres en aval du canal a connu d'importants problèmes d'érosion de berges lors de la crue de décembre 2003.

Sur un linéaire de 300 mètres environ vers l'aval, le cours d'eau reste encaissé, avec une présence importante de végétation susceptible de générer des embâcles. D'après l'étude du bassin versant Sud des Alpilles (BRLi), le gaudre de la Croix est le seul gaudre concerné par des problèmes de stabilité du profil en long du lit mineur. En aval du canal d'irrigation et dans la traversée de Maussane, des incisions du lit mineur sont indiquées.

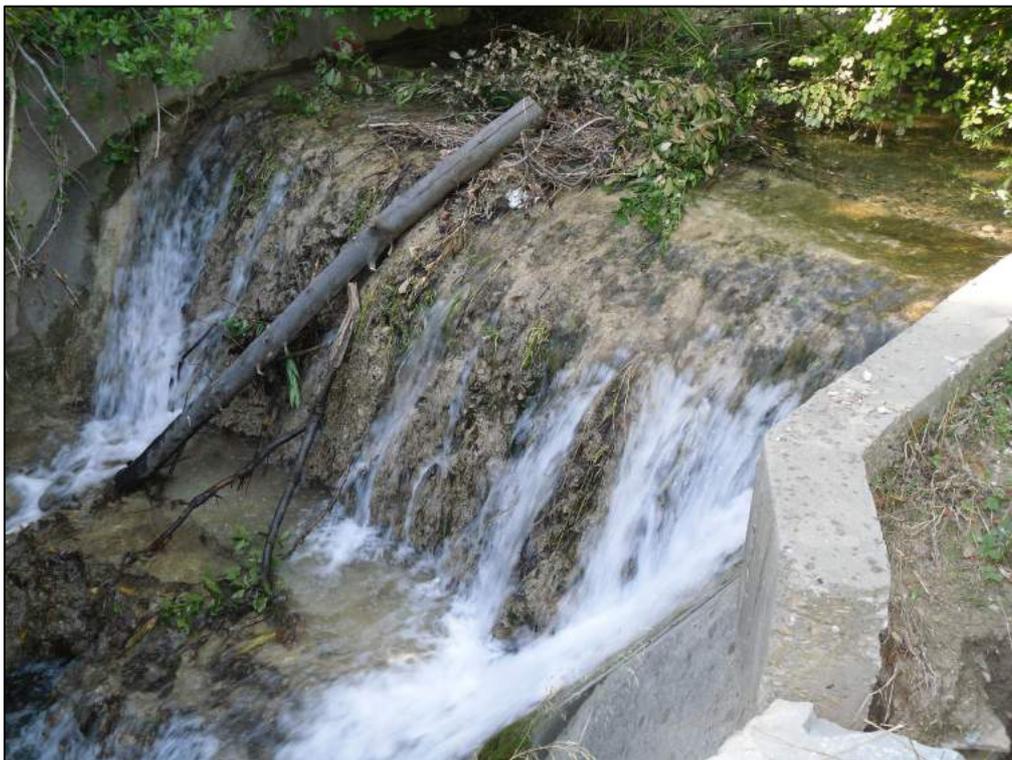
Au droit du chemin de la Terre du Fabre, un pont cadre permet le franchissement du gaudre [OH2]. Côté amont, la visibilité du lit du gaudre est quasi-nulle du fait d'une végétation très dense. Le risque d'embâcles obstruant une partie du pont est donc bien réel.

En aval du pont, le lit du cours d'eau s'élargit un peu, laissant apercevoir le cours d'eau malgré une végétation rivulaire développée.



*PHOTO 8 : GAUDRE DE LA CROIX EN AVAL DU CHEMIN DE LA TERRE DU FABRE*

En poursuivant vers l'aval, on note la présence d'un seuil en lit mineur [OH3], d'une largeur de 5 m, situé au droit des terrains de sport en rive gauche.



*PHOTO 9 : SEUIL EN LIT MINEUR DU GAUDRE DE LA CROIX*



*PHOTO 10 : GAUDRE DE LA CROIX EN AVAL DU SEUIL*

En aval du seuil, la végétation est toujours présente en quantité importante sur les berges du gaudre ainsi qu'en lit mineur (ronces, broussailles...).



*PHOTO 11 : PONT DE LA ROUTE DES BAUX*

Le pont de la route des Baux [OH4] présente une section irrégulière du fait de la présence de dépôts (largeur 6 m, hauteur variant de 1.1 à 1.9 m). Notons la présence de canalisations situées sous la cote du tablier du pont, à l'amont de l'ouvrage ainsi qu'au sein de l'ouvrage. Le risque d'obstruction partielle de cet ouvrage par des embâcles est important.

Quelques dizaines de mètres à l'aval de ce pont, un pont de type voûte permet le franchissement de l'avenue des Alpilles (hauteur 2.7 m, largeur 6 m). Cet ouvrage est précédé d'un seuil naturel de 4 mètres de largeur environ [OH 5 et 6].



*PHOTO 12 : PONT DE L'AVENUE DES ALPILLES SUR LE GAUDRE DE LA CROIX*

Plus vers l'aval, la végétation est nettement moins présente en lit mineur (hormis sur quelques mètres en aval du pont : figuiers, cannes de Provence...), la section du gaudre est trapézoïdale.



*PHOTO 13 : SECTION TRAPEZOÏDALE DU GAUDRE EN AVAL DU FRANCHISSEMENT DE L'AVENUE DES ALPILLES*

Un second pont de type voûte permet le franchissement de la rue du Vieux Maussane (hauteur 2.5 m, largeur 5 m) [OH7].



*PHOTO 14 : PONT DE LA RUE DU VIEUX MAUSSANE SUR LE GAUDRE DE LA CROIX*

Quelques dizaines de mètres plus à l'aval, le pont de l'avenue de la vallée des Baux (RD17) est un ouvrage de type ovoïde, réalisé en décembre 2005 d'après les informations recueillies auprès des Services Techniques de la commune [OH8].



*PHOTO 15 : PONT DE LA RD17 SUR LE GAUDRE DE LA CROIX*

En aval de ce pont, le lit du gaudre de la Croix est nettement plus aménagé. Sa section est proche d'un « U » en béton dans un premier temps, puis le fond du lit retrouve un état semi-naturel avec un peu de végétation en pied de berge.

Plusieurs ponts et passerelles permettent ensuite le franchissement du cours d'eau qui longe le chemin de la Pinède [OH9, 10, 11, 12 et 13].

Puis un pont de type voûte permet le franchissement du chemin de la Pinède [OH14]. En amont immédiat de ce pont ainsi que sur un tronçon de plusieurs dizaines de mètres à l'aval, le lit du gaudre est fortement encombré par la végétation (broussailles, ronces, buissons, arbres, cannes de Provence...)



PHOTO 16 : GAUDRE DE LA CROIX EN AVAL DU PONT DE LA RD17



PHOTO 17 : PONT DU CHEMIN DE LA PINEDE SUR LE GAUDRE DE LA CROIX

En poursuivant vers l'aval, le gaudre traverse des propriétés privées inondées lors de l'événement de décembre 2003. La végétation y est présente, de manière moyennement dense.

Le gaudre de la Croix devient ensuite en toit, avec une section d'écoulement très faible, notamment en amont du franchissement de la RD17c (ancien chemin de Tarascon à Salon de Provence). En amont immédiat de ce pont, on note la présence d'un seuil, d'une largeur au niveau de la crête déversante de 3.3 m, comme l'illustre la photographie ci-dessous [OH15].



*PHOTO 18 : SEUIL EN AMONT DU FRANCHISSEMENT DE LA RD17C*

Le pont de la RD17c est un ouvrage de type cadre de largeur 5.5 m et de hauteur irrégulière compte tenu de l'obstruction partielle de la section d'écoulement par des dépôts de sédiments [OH16]. Compte tenu de la faible hauteur disponible (environ 0.7 m côté amont), le risque d'obstruction de la section par des embâcles est important. Les témoignages des riverains recueillis durant les reconnaissances de terrain ont confirmé ce point, car des phénomènes ont déjà été observés par le passé et le pont est régulièrement bouché par des sédiments et/ou des embâcles.

A l'aval du pont de la RD17c, le gaudre de la Croix est endigué, la végétation sur les digues est importante, notamment les cannes de Provence. Le lit majeur du gaudre est alors majoritairement constitué de champs.



*PHOTO 19 : PONT DE LA RD17C SUR LE GAUDRE DE LA CROIX*

Une zone de surverse en rive droite a été identifiée lors des reconnaissances de terrain. Il s'agit probablement des suites d'une crue récente, ayant entraîné des débordements en rive droite. Une érosion régressive de berge est en cours à cet endroit sur une dizaine de mètres. D'après les témoignages des Services Techniques de la commune, une rupture de digue en rive gauche s'est produite lors de la crue de décembre 2003, inondant la route de Saint Martin de Crau (RD27).



*PHOTO 20 : EROSION DE BERGE EN RIVE DROITE DU GAUDRE DE LA CROIX EN AVAL DE LA RD17C*

Au droit de cette zone de déversement en rive droite, un seuil est présent en lit mineur [OH17].



*PHOTO 21 : SEUIL EN LIT MINEUR DU GAUDRE DE LA CROIX*

Enfin, le dernier ouvrage avant la confluence avec la Roubine de Tronflette est un pont de type cadre permettant l'accès à une habitation (largeur 3 m, hauteur 1.4 m) [OH18].



*PHOTO 22 : PONT CADRE PERMETTANT L'ACCES A UNE HABITATION*

### 3.5.2. Gaudre de la Foux

Le tronçon présenté ci-dessous s'étend de l'aqueduc de Flandrin jusqu'au lieu-dit « La Miole ».



*PHOTO 23 : VUE DU GAUDRE DE LA FOUX EN AMONT DU CANAL D'IRRIGATION*

En amont du canal d'irrigation le gaudre de la Foux présente des berges végétalisées (alternance d'herbe et de cannes de Provence). Le lit du cours d'eau longe la RD5 (Route de St-Rémy).

Au droit de l'aqueduc de Flandrin [OH100], on note la présence d'un seuil de 2.5 m de chute environ, sur une largeur de 3.5 m environ [OH101]. En aval de ce seuil, la végétation en lit mineur est assez dense, ce qui est propice à la formation d'embâcles. Des affleurements du socle rocheux sont constatés en lit mineur.



*PHOTO 24 : SEUIL NATUREL AU DROIT DU CANAL D'IRRIGATION*



*PHOTO 25 : LIT MINEUR DU GAUDRE DE LA FOUX EN AVAL DU SEUIL*

Quelques dizaines de mètres plus à l'aval, le lit mineur s'élargit, il est également davantage encaissé. Du point de vue de la végétation, seuls quelques arbres et broussailles sont présents de manière discontinue.



*PHOTO 26 : LIT MINEUR DU GAUDRE DE LA FOUX EN CONTREBAS DU MAS DED FLANDRIN*

Sur ce tronçon, plusieurs seuils naturels sont présents en lit mineur. Au droit du chemin rural des Baux à Mouriès, trois buses Ø1000 permettent le franchissement du gaudre [OH102].

Le risque d'obstruction de cet ouvrage par des embâcles est important comme l'illustre la photo où de nombreuses branches retirées du cours d'eau ont été stockées en bord de route.

En aval de cet ouvrage, la végétation est très développée en lit mineur.

Plus à l'aval, le tronçon est toujours entrecoupé par des seuils naturels jusqu'au pont de l'avenue des Alpilles. Il s'agit d'un pont à deux voûtes, de largeur 4 m chacune, et de hauteur moyenne de 2.9 et 3.2 m respectivement pour la voûte côté gauche et celle côté droit [OH103].



*PHOTO 27 : BUSES Ø1000 AU NIVEAU DU CHEMIN DES BAUX A MOURIES*



*PHOTO 28 : PONT DE L'AVENUE DES ALPILLES SUR LE GAUDRE DE LA FOUX*

A une trentaine de mètres plus à l'aval, la RD17 dite route de Mouriès franchit le gaudre de la Foux par un pont type voûte d'une largeur de 8 m et d'une hauteur de 4.2 m [OH104].

Plus à l'aval, un pont de type cadre, d'une largeur de 5.7 m et d'une hauteur irrégulière, comprise entre 1.5 et 2.5 m, permet le franchissement du chemin du Mas de Chabran [OH105]. En amont du pont, le développement de la végétation est dense. Le risque d'obstruction partielle de la section d'écoulement par des embâcles est par conséquent important à cet endroit.



PHOTO 29 : PONT DU CHEMIN DU MAS DE CHABRAN SUR LE GAUDRE DE LA FOUX

En aval de ce pont, le développement de la végétation est relativement faible sur la berge rive droite, il est en revanche assez dense en rive gauche.

Le franchissement de la RD17c s'effectue par un pont type cadre, d'une hauteur de 1.2 m et d'une largeur de 4 m [OH106]. Le risque d'obstruction partielle du pont par des dépôts de sédiments ou des embâcles est important.



*PHOTO 30 : PONT DE LA RD17C SUR LE GAUDRE DE LA FOUX*

Enfin, un pont cadre de 1.8 m de hauteur et 5 mètres de largeur est présent plus à l'aval au niveau du centre équestre.

### **3.5.3. Gaudre de Valoste dans la traversée du hameau des Calans**

Le gaudre de Valoste dans la traversée du hameau des Calans possède une assez faible section d'écoulement. En aval du canal d'irrigation [OH200], le lit mineur longe le chemin traversant le hameau. Un pont de type cadre permet l'accès à une habitation (largeur = 1.8 m, hauteur = 0.7 m) [OH201].

Quelques dizaines de mètres plus à l'aval, une buse Ø1200 permet le franchissement de la RD78 [OH202].

Le gaudre s'apparente ici à un fossé routier. Il longe la RD78B en direction du sud, puis la RD5 et le chemin de Tarascon à Eyguières où il rejoint le gaudre des Barres.

Sur son parcours, deux ouvrages de franchissement sont présents [OH203 et 204]. Il s'agit d'une buse Ø600 mm et d'un pont type voûte, d'une hauteur de 1.1 m et d'une largeur de 1.6 m.



*PHOTO 31 : GAUDRE DE VALOSTE EN AVAL DU CANAL D'IRRIGATION*



*PHOTO 32 : PONT PERMETTANT L'ACCES A UNE HABITATION*



*PHOTO 33 : BUSE Ø1200 MM AU DROIT DE LA RD78*



*PHOTO 34 : GAUDRE DE VALOSTE LONGEANT LA RD78B*









N



Cartographie de l'aléa inondation  
sur la commune de Maussane

**FIGURE 13 : Carte de synthèse de l'état  
des lieux - gaudre de Valoste**

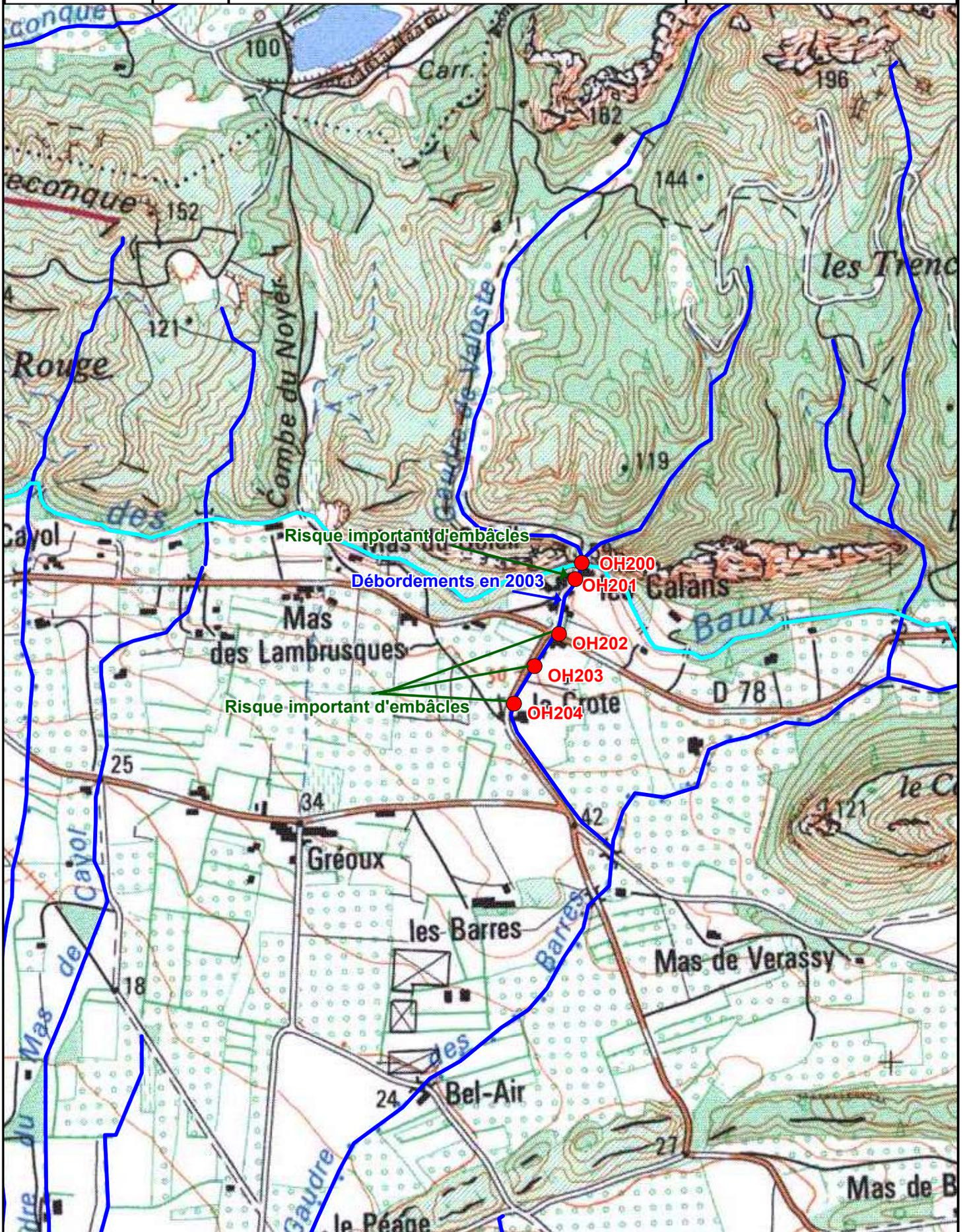
Etude N° HH2143 - IndA - Décembre 2010

Echelle : 1 / 10 000

0 200 400 m



Fond de plan : IGN





### 3.6. ESTIMATION DES HYDROGRAMMES DE CRUE

#### 3.6.1. Synthèse des études existantes

##### A - Cartographie de l'aléa inondation des gaudres de la Croix et de la Foux (IPSEAU, 1997)

Dans l'étude de cartographie de l'aléa inondation des gaudres de la Croix et de la Foux en 1997, une estimation des débits de crue a été réalisée. Les débits de pointe des crues de référence sont les suivants :

Crue décennale :

- Gaudre de la Croix : 5.3 m<sup>3</sup>/s
- Gaudre de la Foux : 7.6 m<sup>3</sup>/s

Ces débits de pointe correspondent à un débit pseudo-spécifique de 1.2 m<sup>3</sup>/s/(km<sup>2</sup>)<sup>0.8</sup>.

Crue centennale :

- Gaudre de la Croix : 26 m<sup>3</sup>/s
- Gaudre de la Foux : 38 m<sup>3</sup>/s

Ces débits de pointe correspondent à un débit pseudo-spécifique de 6 m<sup>3</sup>/s/(km<sup>2</sup>)<sup>0.8</sup>.

##### B - Etude hydraulique du bassin versant Sud des Alpilles (BRLi, 2008)

Lors de la phase 3 de l'étude hydraulique du bassin versant Sud des Alpilles, une modélisation hydrologique et hydraulique a été réalisée.

Les hydrogrammes de crue des bassins versants des gaudres ont été calculés par application d'un modèle « pluie-débit ». La méthode hydrologique utilisée est la méthode SCS.

Les débits de pointe aux différents points caractéristiques des bassins versants sont présentés dans le tableau ci-après.

La deuxième colonne du tableau rappelle les nœuds de calculs de la présente étude, présentés sur la Figure 11.

Nœud de calcul	Nœud IPSEAU	Q 5 ans (m <sup>3</sup> /s)	Q 10 ans (m <sup>3</sup> /s)	Q 20 ans (m <sup>3</sup> /s)	Q 100 ans (m <sup>3</sup> /s)
NCRO1	C1	1.3	5	9.2	20.3
NCRO2	C2	2.9	8	14.5	29.5
NCRO3	C3	3	7.6	13.6	31
NVER1	F1	1	5.2	11.9	33.7
NVER2	F2	1.5	5.5	11.2	31.9

**Tableau 5 : Débits de référence de l'étude hydraulique du bassin versant Sud des Alpilles (BRLi)**

Les débits pseudo-spécifiques correspondant sont les suivants :

- Crue décennale : Qs de l'ordre de 0.9 à 2.1 m<sup>3</sup>/s/(km<sup>2</sup>)<sup>0.8</sup>
- Crue centennale : Qs de l'ordre de 5.3 à 7.7 m<sup>3</sup>/s/(km<sup>2</sup>)<sup>0.8</sup>

Notons qu'aucune estimation du débit du gaudre de Valoste n'a été réalisée dans les précédentes études.

### 3.6.2. Modélisation hydrologique « pluie-débit »

#### A - Méthodologie

Une modélisation hydrologique des bassins versants des gaudres de la Croix, de la Foux et de Valoste a été réalisée avec le logiciel MIKE URBAN développé par la société DHI (Danish Hydraulic Institute).

Le découpage en sous-bassins versants ainsi que leurs caractéristiques, présentés dans la partie 3.4.2. , ont été renseignés dans le modèle hydrologique.

La modélisation hydrologique nécessite la transformation d'une pluie de projet représentative des pluies réelles observées dans le secteur d'étude. La méthode hydrologique retenue dans la présente étude est la méthode SCS.

## B - Pluie de projet

L'ouvrage « La ville et son assainissement », publiée par le CERTU en 2003, souligne l'importance de données météorologiques locales permettant de décrire au mieux le fonctionnement hydrologique de chaque projet.

Les méthodes actuelles s'appuient soit sur des pluies réelles (événement pluvieux mesuré), soit sur des pluies de projet (données statistiques). Il est possible d'associer une période de retour aux conséquences de ces pluies (en général le débit de pointe).

Les modèles actuels d'hydrologie urbaine utilisent une pluie de projet double-triangle dont les paramètres sont les suivants :

- la durée totale :  $t_3$
- la durée de la période de pluie intense :  $t_1$
- la position de la pointe d'intensité par rapport au début de la pluie rapport :  $t_2/t_3$
- l'intensité moyenne pendant la période de pluie intense :  $i_1$  ou l'intensité maximale  $i_{\max}$
- l'intensité moyenne en dehors de la période de pluie intense :  $i_2$

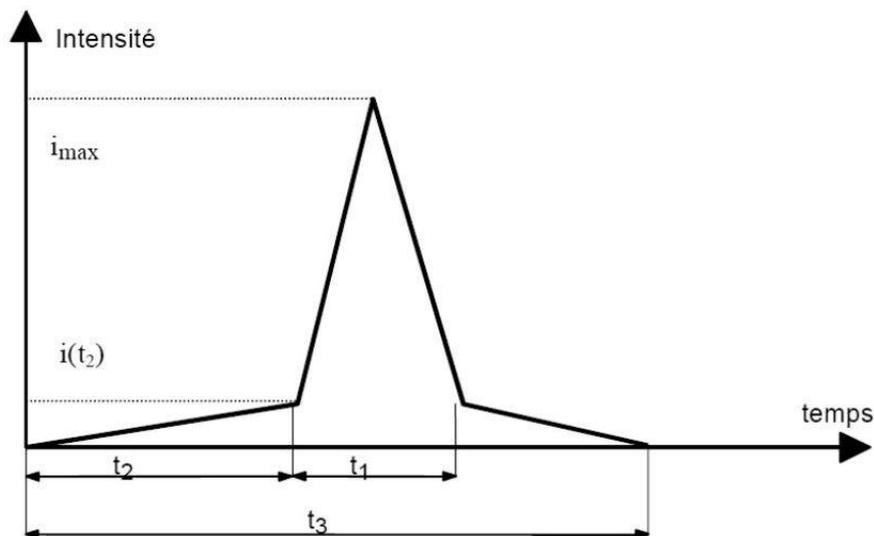


FIGURE 14 : EXEMPLE DE PLUIE DE PROJET DOUBLE-TRIANGLE

Le calcul des intensités s'effectue à partir des coefficients de Montana (a et b) correspondants aux quantiles de pluie présentés au paragraphe 3.3.2. . La durée totale de l'évènement et la durée de la période intense sont adaptées en fonction de l'échelle du projet (caractéristiques du bassin versant).

Durée	D < 6h		D > 6h	
	a	b	a	b
T = 2 ans	32.33	0.73	36.84	0.79
T = 5 ans	42.67	0.75	48.35	0.8
T = 10 ans	50.64	0.75	57.9	0.81
T = 20 ans	59.77	0.76	68.62	0.81
T = 50 ans	71.38	0.76	83.56	0.8
T = 100 ans	79.45	0.74	99.88	0.81

**Tableau 6 : Coefficients de Montana (I en mm/h et t en h)**

Différentes pluies de projet ont été reconstituées, pour des durées totales d'évènement pluvieux variant de 1.5 h à 10.5 h, et pour des durées de période intense allant de 0.5 h à 3.5 h. Elles ont ensuite été intégrées au modèle hydrologique de MIKE URBAN. La réponse des bassins versants du secteur d'étude à ces différentes pluies de projet a été comparée.

La pluie de projet retenue correspond à la pluie pour laquelle la réponse du bassin versant global est la plus forte, c'est-à-dire la pluie pour laquelle le débit de pointe généré à l'exutoire du bassin versant est le plus élevé.

**La pluie de projet retenue correspond à une pluie de durée 6 h, avec une période intense de 2 h.**

### **C - Résultats de la modélisation hydrologique**

Les débits de pointe générés par les bassins versants des gaudres étudiés, pour les pluies de projet de période de retour décennale et centennale, sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

La pluie reconstituée de décembre 2003 présentée au paragraphe 3.3.3. a également été modélisée. Cette crue historique servira de crue de calage du modèle. N'ayant aucune donnée mesurée concernant les débits des gaudres au cours de cet évènement, la confrontation des résultats du modèle hydrologique avec les résultats du modèle hydraulique permettra le calage du modèle global sur les laisses de crues et les témoignages recueillis.

**A ce stade d'avancement, dans l'attente des résultats du modèle hydraulique des gaudres, les résultats du modèle hydrologique présentés ci-après sont provisoires.**

Nœud de calcul	Superficie (km <sup>2</sup> )	Q10ans (m <sup>3</sup> /s)	Q100ans (m <sup>3</sup> /s)	Qdéc2003 (m <sup>3</sup> /s)
Croix_C1	4.4	5.2	20.9	12.7
Croix_C2	5.4	7.5	27.9	15.8
Croix_C3	5.7	7.6	30.8	16.2
Foux_F1	8.9	6.9	32.4	22.0
Foux_F2	9.5	8.6	35.5	23.1
Foux_F3	9.8	9.0	36.9	24.0
Valoste_V1	2.0	2.6	11.0	6.4
Valoste_V2	2.1	3.3	12.3	6.9

**Tableau 7 : Résultats de la modélisation hydrologique**

Les débits pseudo-spécifiques obtenus sont les suivants :

- Crue décennale : Qs de l'ordre de 1.2 à 1.9 m<sup>3</sup>/s/(km<sup>2</sup>)<sup>0.8</sup>
- Crue centennale : Qs de l'ordre de 5.7 à 7.7 m<sup>3</sup>/s/(km<sup>2</sup>)<sup>0.8</sup>

Ces débits sont cohérents avec les débits obtenus lors de l'étude globale du bassin versant Sud des Alpilles.

Comme relaté au paragraphe 3.3.3. , la pluie de décembre 2003 a été une pluie longue, étalée sur plusieurs journées. Les cumuls horaires ne sont pas trop élevés mais les dégâts ont été conséquents, notamment sur la commune de Maussane-les-Alpilles.

Les résultats de la modélisation mettent en évidence dans un premier temps une saturation du sol durant les premières heures de précipitations, puis dans un second temps un ruissellement important des bassins versants modélisés, comme l'illustre la figure ci-après.

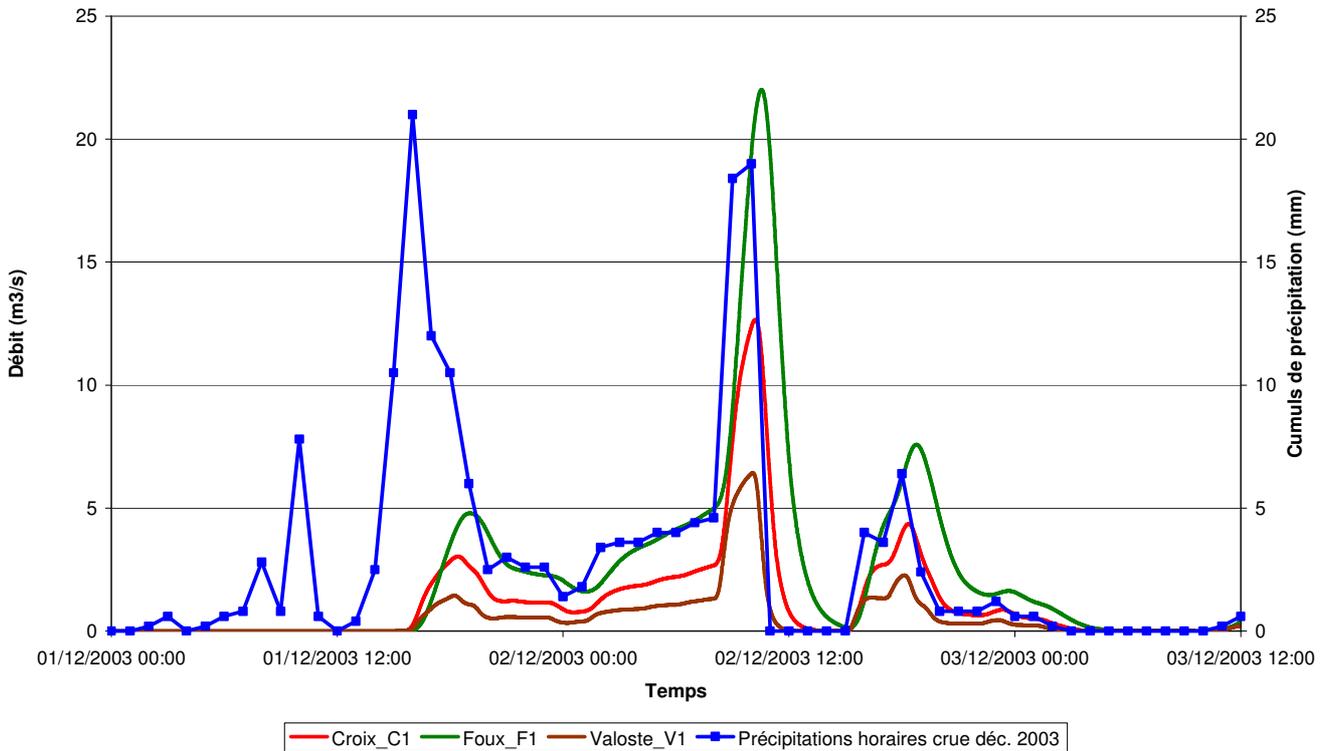


FIGURE 15 : HYDROGRAMMES DE LA CRUE DE DECEMBRE 2003

**Nous rappelons ici que ces hydrogrammes sont provisoires en attendant le calage du modèle hydraulique des gaudres vis-à-vis de cet évènement historique.**

On constate sur ce graphique que le pic le plus intense en termes de précipitations n'est pas celui ayant généré les plus forts débits des gaudres, le karst n'étant pas encore saturé. En revanche, une fois saturés, les bassins versants sont très sensibles aux précipitations. La part de ruissellement est alors nettement plus importante.

En termes de chronologie des évènements, et notamment la présence du pic de crue au matin du 2 décembre 2003, la confrontation de ces résultats par rapport aux témoignages recueillis est rendue délicate par le fait que l'évènement ait duré environ 3 jours, causant des dégâts dans de nombreux secteurs de la commune, inondés pour des raisons diverses et qui ne se sont pas produites au même moment (ruissellement et ravinement de voirie, rupture de digue, débordements liés à l'insuffisance de certains ouvrages...), mais également du fait de la perte de mémoire et la confusion dans le récit des évènements près de 7 ans plus tard.

## 4. ANALYSE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE

---

### 4.1. PRESENTATION

La méthodologie de cartographie suivie dans cette étude est celle détaillée dans les guides techniques Cartographie des zones inondables - Approche hydrogéomorphologique - (Masson, Garry & Ballais, 1996, Ed. Villes et terroirs), publié par les Ministères de l'Environnement (Direction de l'Eau) et de l'Équipement (Direction de l'Architecture et de l'urbanisme) et L'approche hydrogéomorphologique en milieux méditerranéens – Une méthode de détermination des zones inondables (Durin et al., avril 2007) publié par la DIREN PACA et la DGUHC.

Un résumé de cette méthodologie est présenté au chapitre 4.3. Quelques adaptations cartographiques sont également expliquées en fin de ce chapitre.

### 4.2. PARAMETRES PHYSIQUES ET ANTHROPIQUES DE CONTROLE DE L'HYDROLOGIE

#### 4.2.1. Climatologie de la zone

Nous rappelons ici que la commune de Maussane-les-Alpilles est soumise à un climat méditerranéen marqué par des étés secs et des précipitations de saison fraîche. La xéricité du climat cache des précipitations qui peuvent être extrêmes : il peut pleuvoir en quelques heures l'équivalent de plusieurs mois, notamment lors des orages. De ce fait, les crues du domaine méditerranéen sont généralement d'une redoutable violence car rapides et de débit important.

#### 4.2.2. Influence de la géologie sur la genèse des crues : l'effet du karst

La géologie de la zone étudiée présente de nombreux affleurements de roches calcaires, ces affleurements calcaires sont souvent à l'origine du développement d'un type de relief particulier : le modelé karstique ou « karst ». Le domaine géologique particulier que constitue le karst a une influence mal appréhendée d'un point de vue hydrologique sur la genèse des crues.

La particularité des roches calcaires qui constituent ce domaine est d'être perméables en grand et donc généralement peu favorables aux écoulements subaériens. Les réseaux de fractures qui accidentent ces massifs sont à l'origine de points d'absorption (pertes, avens, dolines, lapiez, ...) favorables au développement d'un réseau hydrographique souterrain qui s'agrandit par dissolution

des roches. La densité de la fracturation et ses directions, le pendage des différentes couches stratigraphiques et les variations lithologiques déterminent la circulation hydrologique interne du karst.

Ces paramètres déterminent également le comportement hydrologique du réseau karstique en relation avec la pluviométrie enregistrée.

La difficulté du point de vue hydrologique résulte de la connaissance de ce comportement du karst. La première difficulté rencontrée concerne l'étendue des bassins versants, les bassins versants topographiques ne coïncident que rarement avec les bassins versants karstiques qui peuvent être plus étendus.

La deuxième difficulté résulte de l'appréhension du rôle tampon du karst qui peut ralentir la formation des crues du fait de l'absorption d'une partie des volumes précipités et ne les restituer que plusieurs heures voire plusieurs jours après la pluie soit après le ressuyage de l'onde de crue provoquée par les volumes précipités et ruisselés. Dans le cas des crues fréquentes à rares, il joue souvent un rôle bénéfique en faveur de la réduction des débits de crue.

Cependant, il peut constituer un facteur aggravant dans le cas d'épisodes pluvieux longs ou lors d'épisodes pluvieux successifs lorsque le réseau karstique est mis en charge en même temps qu'un épisode pluvieux sévit. De nombreuses sources intermittentes fonctionnent alors à plein régime et les pertes peuvent se mettre à fonctionner en résurgences.

L'estimation hydrologique des débits de crue qui est soumise aux enregistrements pluviométriques et parfois à des laisses de crues peut conduire à une sous-estimation des débits de crue due à une période d'enregistrement de données encore peu importante (quelques décennies). Les résultats des modélisations hydrauliques tributaires de ces débits peuvent donc aboutir à une sous-estimation des zones inondables. D'autant que la limite de la crue centennale n'est pas forcément la limite du champ maximal d'inondation.

La cartographie hydrogéomorphologique qui n'est pas tributaire de ces données hydrologiques mais qui se base sur la **reconnaissance géomorphologique** des traces (talus, sédiments, ...) laissées par les crues passées permet de compenser ce problème et de déterminer le champ théorique maximal d'expansion des crues.

#### **4.2.3. L'occupation du sol**

L'occupation du sol est un paramètre essentiel dans l'importance du ruissellement et de l'infiltration.

## **A - La végétation**

La végétation joue un rôle important car le système racinaire des plantes favorise l'infiltration de l'eau dans le sol et diminue ainsi le ruissellement. Le couvert des feuilles favorise également une chute moins violente des gouttes au sol permettant aussi une meilleure infiltration.

La forêt est un des milieux qui permet une bonne infiltration, toutefois dans la région la forêt est menacée par les incendies ; un milieu qui est favorable à l'infiltration peut ainsi se trouver après un incendie favorable au ruissellement. Les milieux cultivés sont moins intéressants en termes d'infiltration et peuvent même parfois être défavorables comme c'est le cas du vignoble qui favorise le ruissellement.

## **B - L'urbanisation**

L'urbanisation entraîne l'imperméabilisation des sols et donc un ruissellement plus important et des temps de concentration moins élevés. Ce type d'occupation du sol favorise donc des débits de crue plus importants et une augmentation des fréquences de crue.

### **4.3. METHODOLOGIE RETENUE**

#### **4.3.1. Résumé de la méthode de cartographie par approche hydrogéomorphologique**

L'approche hydrogéomorphologique est basée sur l'observation précise des champs d'inondation résultant du fonctionnement du cours d'eau. Après avoir replacé le tronçon de vallée étudié dans le contexte de son bassin versant, afin de bien comprendre les facteurs déterminants de son fonctionnement (climat, lithologie, ...), il s'agit d'établir la délimitation précise des unités géomorphologiques significatives du fonctionnement hydrologique du système alluvial, soit :

- le lit mineur, localisé entre les berges, comprenant le lit d'étiage et correspondant à l'écoulement des eaux hors crue,
- le lit moyen résultant du débordement des crues relativement fréquentes, schématiquement annuelles à décennales en principe (mais pouvant être portées en réalité, pour l'état actuel, à vicennales, trentennales..., voire moins fréquentes encore lorsque des aménagements hydrauliques conséquents, tels que des recalibrages, ou encore que des incisions récentes et entretiens ont modifié les écoulements naturels). En termes hydrodynamique, cet espace correspond généralement à la zone de mobilité historique du cours d'eau ; c'est-à-dire à l'espace de divagation du lit mineur. Le risque érosif dû aux écoulements en crue y est élevé.

- le lit majeur submersible par des crues rares à exceptionnelles (décennale à centennale et au-delà) comme par exemple celles enregistrées à Nîmes ou Vaison-la-Romaine. Toutefois en l'absence de lit moyen marqué dans la topographie, le lit majeur peut accueillir des écoulements de crues fréquentes.

Des axes secondaires d'écoulement en crue dans les plaines alluviales sont également distingués. Ces informations apportent une dimension hydrodynamique importante à une bonne appréciation du risque inondation car à proximité de ces axes, les vitesses sont généralement plus rapides et les hauteurs d'eau plus importantes que dans le reste de la plaine alluviale.

Les unités physiques du cours d'eau définies ci-dessus (ou unités hydrogéomorphologiques) sont généralement séparées par des talus qui délimitent naturellement au sein de la plaine alluviale moderne, l'enveloppe des champs d'inondation.

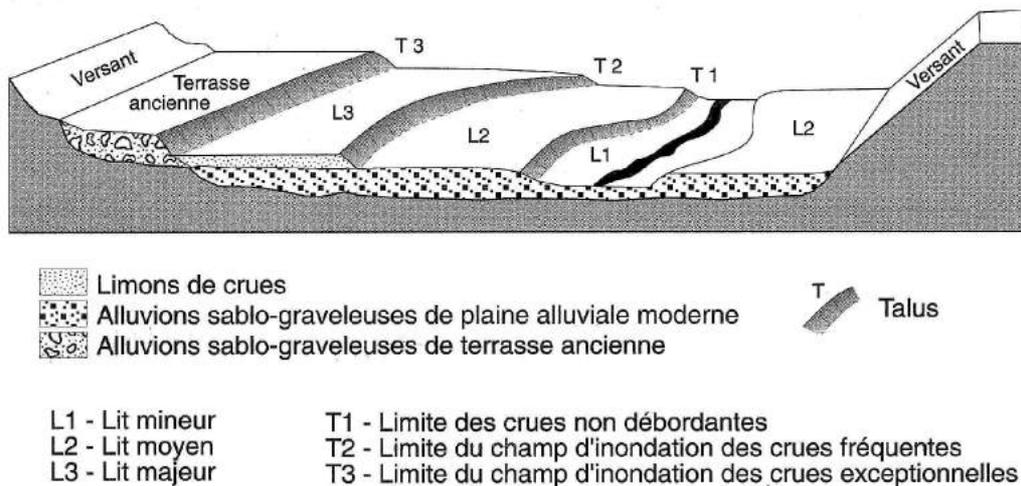
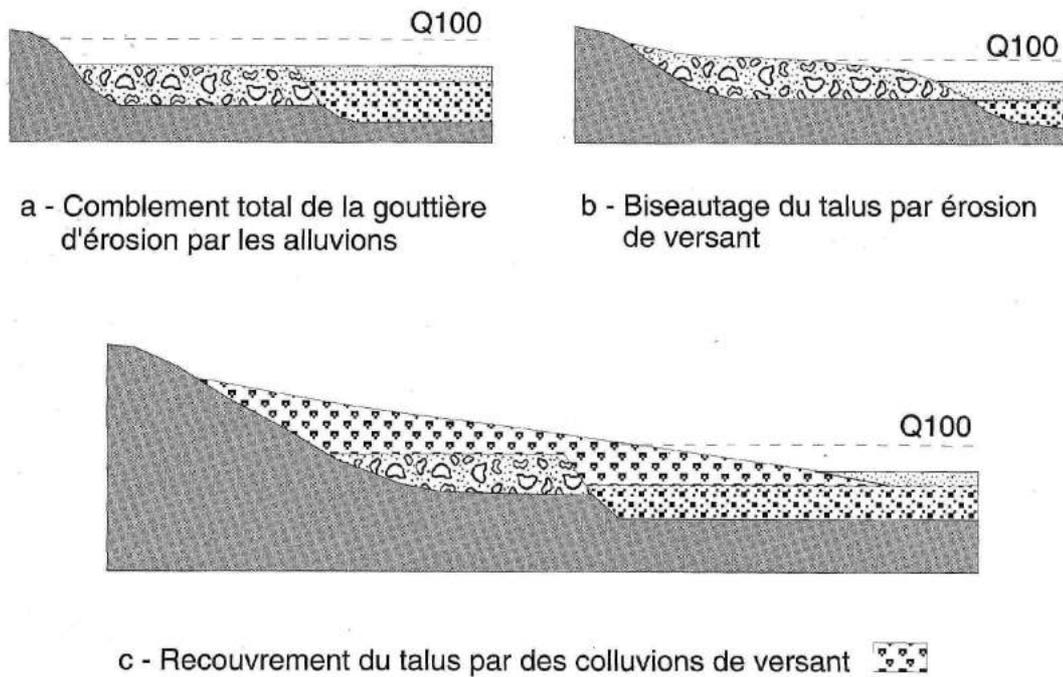


FIGURE 16 : RELATIONS TOPOGRAPHIQUES ENTRE LES DIFFERENTS LITS

(in MASSON, GARRY et BALLAIS, 1996, Cartographie des zones inondables - Approche hydrogéomorphologique, éd. Villes et Territoires)

Ce travail d'observation relativement long et difficile sur le terrain est nettement facilité par le recours à la photo-interprétation stéréoscopique.

Une certaine imprécision peut apparaître lorsque la plaine alluviale présente un relief très doux ce qui rend plus difficile la délimitation du lit majeur au contact des reliefs encaissants, ou la délimitation entre les différents lits (figure suivante).



*FIGURE 17 : CAS D'EFFACEMENT DE LA LIMITE EXTREME DE LA PLAINE ALLUVIALE MODERNE*

(in MASSON, GARRY et BALLAIS, 1996)

Dans ce cas, l'identification des unités hydrogéomorphologiques peut s'appuyer sur des critères autres que la topographie tels que l'occupation du sol, l'organisation du parcellaire ou la disposition des réseaux de drainage.

L'écoulement naturel des crues peut être fortement perturbé par les aménagements anthropiques tels que les remblais d'infrastructure routière, les terrassements liés à l'urbanisation, etc...

#### **4.3.2. « Adaptations » de l'approche hydrogéomorphologique aux zones de ruissellement des glacis, piémonts et vallons secs**

La méthode hydrogéomorphologique a été principalement mise au point pour la cartographie des zones inondables des organismes fluviaux qui sont ordinairement « opposées » aux zones inondables dites « pluviales ». Or la frontière entre ce qui est fluvial et ce qui est pluvial est souvent mince et

l'écoulement fluvial est généralement la somme d'écoulements pluviaux. De fait la méthode peut parfois être adaptée à l'étude du risque dit « pluvial » du moment qu'il laisse une trace géomorphologique. Par exemple, les petits vallons secs qui participent pourtant au réseau hydrographique sont souvent qualifiés de risque pluvial alors qu'ils sont morphologiquement des modelés fluviaux élémentaires.

Il en est de même pour certaines zones de piémont ou des glacis topographiques (= plaines en pentes douces) où les zones inondables sont moins bien circonscrites que dans les vallées ordinaires. L'écoulement des crues prend alors un aspect plus aréolaire que concentré<sup>1</sup> d'où un aspect très dilaté des zones inondables. La négligence de ces apports latéraux qui peuvent parfois augmenter de manière importante la zone inondable d'une vallée reviendrait à occulter une partie du risque. Il a donc été créé un figuré distinct des lits majeurs pour distinguer ces zones où le risque est assimilable à un ruissellement pluvial, ce qui n'implique pas nécessairement un risque moindre mais spatialement plus flou. Ces zones relèvent donc plus des marges de l'approche hydrogéomorphologique. Les limites données sont indicatives. **La présente cartographie de ces zones a surtout vocation d'attirer l'attention sur la potentialité d'un risque.**

Il convient aussi de préciser que la cartographie des zones de ruissellement n'est jamais exhaustive puisque ce phénomène est omniprésent. Le but de la cartographie hydrogéomorphologique appliquée au ruissellement est de distinguer les zones où il peut s'accumuler et se concentrer<sup>2</sup>. Dans le cas d'un fond de vallon soumis au ruissellement par exemple, le fond de vallon reçoit le ruissellement des versants et les concentre. Si ce même vallon débouche sur un glacis ou un piémont, le ruissellement pourra s'étaler à nouveau.

#### **4.3.3. « Adaptations » de la cartographie hydrogéomorphologique au cas de la commune**

La commune est particulièrement concernée par les phénomènes de ruissellement, phénomènes qui se distinguent du débordement des cours d'eau. Les cours d'eau sont ici constitués de fossés, ravins qui drainent les zones de ruissellement. Le phénomène de débordement sur la commune est moindre que celui de ruissellement.

Les fossés n'ont pas été distingués ainsi que les lits mineurs qui ne sont pas différenciés du lit moyen lorsqu'il existe.

---

<sup>1</sup> Les notions d'écoulements aréolaires, ou étalés, et concentrés ne préjugent pas ici des hauteurs d'eau, ni des vitesses d'écoulement. Elles décrivent simplement un mécanisme d'écoulement.

<sup>2</sup> Idem

#### **4.4. ANALYSE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE DU SECTEUR ETUDIÉ**

La cartographie a dans l'ensemble été effectuée par photo-interprétation de photographies aériennes mises à disposition par la DDAF des Bouches-du-Rhône (mission IGN de 1998 - échelle 1/25 000).

La cartographie réalisée a été reportée à l'échelle du 1/5 000 sur fond cadastral, complété par le Scan25 et la BDOrtho de l'IGN.

La partie nord du territoire communale est occupée par un système collinaire drainé par un nombre important de vallons débouchant sur un vaste piémont sur lequel le village est implanté.

Ce piémont est barré au Sud par les Rochers de la Pène accidentés de pertuis à travers lesquels les écoulements du piémont rejoignent l'ancien marais des Baux qui est asséché par un important réseau de fossés et canaux.

Le mode d'inondation dominant est le ruissellement des vallons sur le piémont et vers les anciens marais.

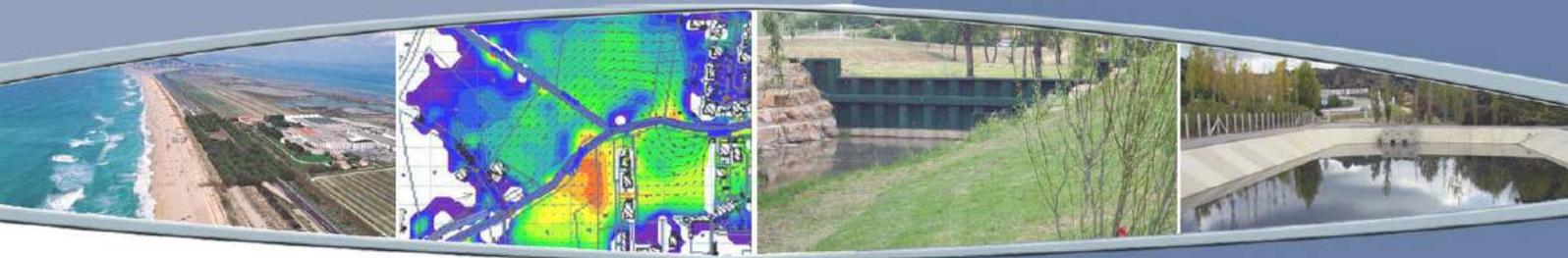
Quelques cours d'eau plus importants que les autres ont réussi à façonner de façon plus ou moins localisée dans le piémont des lits moyens et lits majeurs qui restent cependant très limités.

Le vallon du Gaudre de la Foux par exemple est un cours d'eau qui connaît un encaissement important de plusieurs mètres sur près d'un kilomètre de linéaire. L'allure semi-torrentielle du lit au débouché du vallon et les traces morphodynamiques laissent à penser que cet encaissement est relativement récent et pourrait avoir été favorisé par des influences anthropiques. Le cours d'eau a façonné un lit moyen et, par endroits, un lit majeur qui disparaissent à l'aval. Le piémont pourrait probablement être encore inondé depuis la partie la plus amont (au débouché immédiat du vallon) et en cas d'embâcles qui sont possibles étant donné l'état de colonisation végétale du cours d'eau en certains endroits et si l'entretien du lit était abandonné (l'équilibre du profil du lit est probablement lié à cet entretien).

Le village ainsi que plusieurs hameaux et mas isolés sont situés en zone inondable.







**Région Méditerranée**  
**Agence d'Aix en Provence**  
Domaine du Petit Arbois  
Pavillon Laennec - BP 20056  
13 545 AIX EN PROVENCE Cedex 04  
Téléphone : +33 4 42 50 83 00  
Télécopie : +33 4 42 50 83 01



® une marque  
Ingérop Conseil & Ingénierie