



### 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 tron on présente un potentiel de création d'emb cles important.**

**D'après les informations recueillies auprès de M. PACH, le tron on 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 emb cles. 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.**

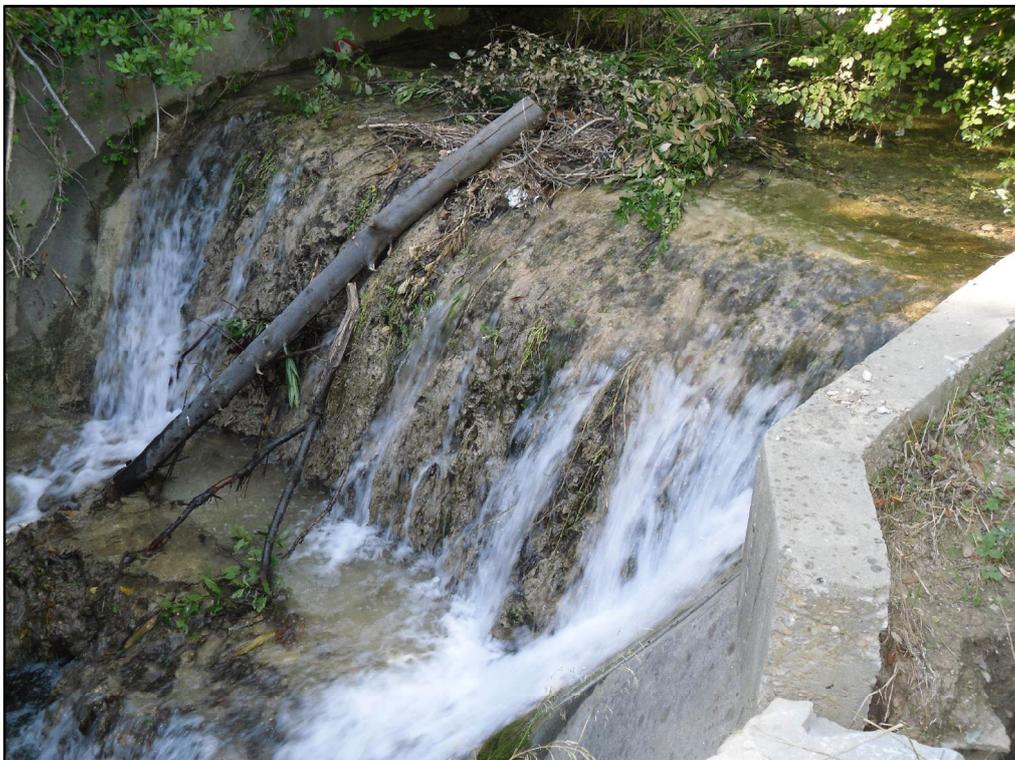
**Au droit du chemin de la Terre du Fabre, un pont cadre permet le franchissement du gaudre OH2 . Côté amont, la visibilité du lit du gaudre est quasi-nulle du fait d'une végétation très dense. Le risque d'emb cles obstruant une partie du pont est donc bien réel.**

**En aval du pont, le lit du cours d'eau s'élargi 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 TRAPEZOIDALE 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 ovo de, 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 vo te permet le franchissement du chemin de la Pinède OH14 . En amont immédiat de ce pont ainsi que sur un tron on 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 1000 permettent le franchissement du gaudre OH102 .

Le risque d'obstruction de cet ouvrage par des embûches 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 1000 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 1200 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 600 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**

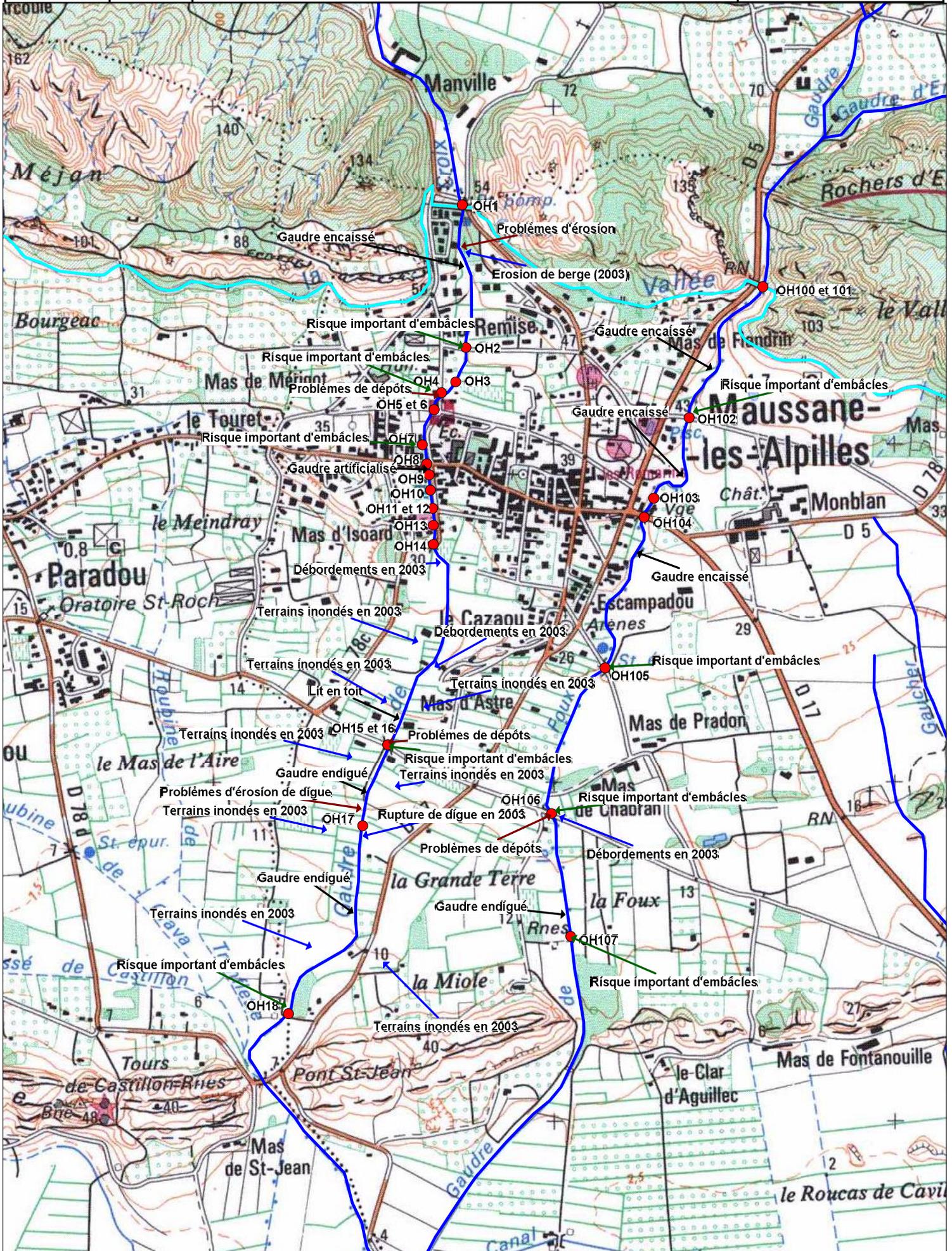


**PHOTO 33 : BUSE 1200 MM AU DROIT DE LA RD78**



**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

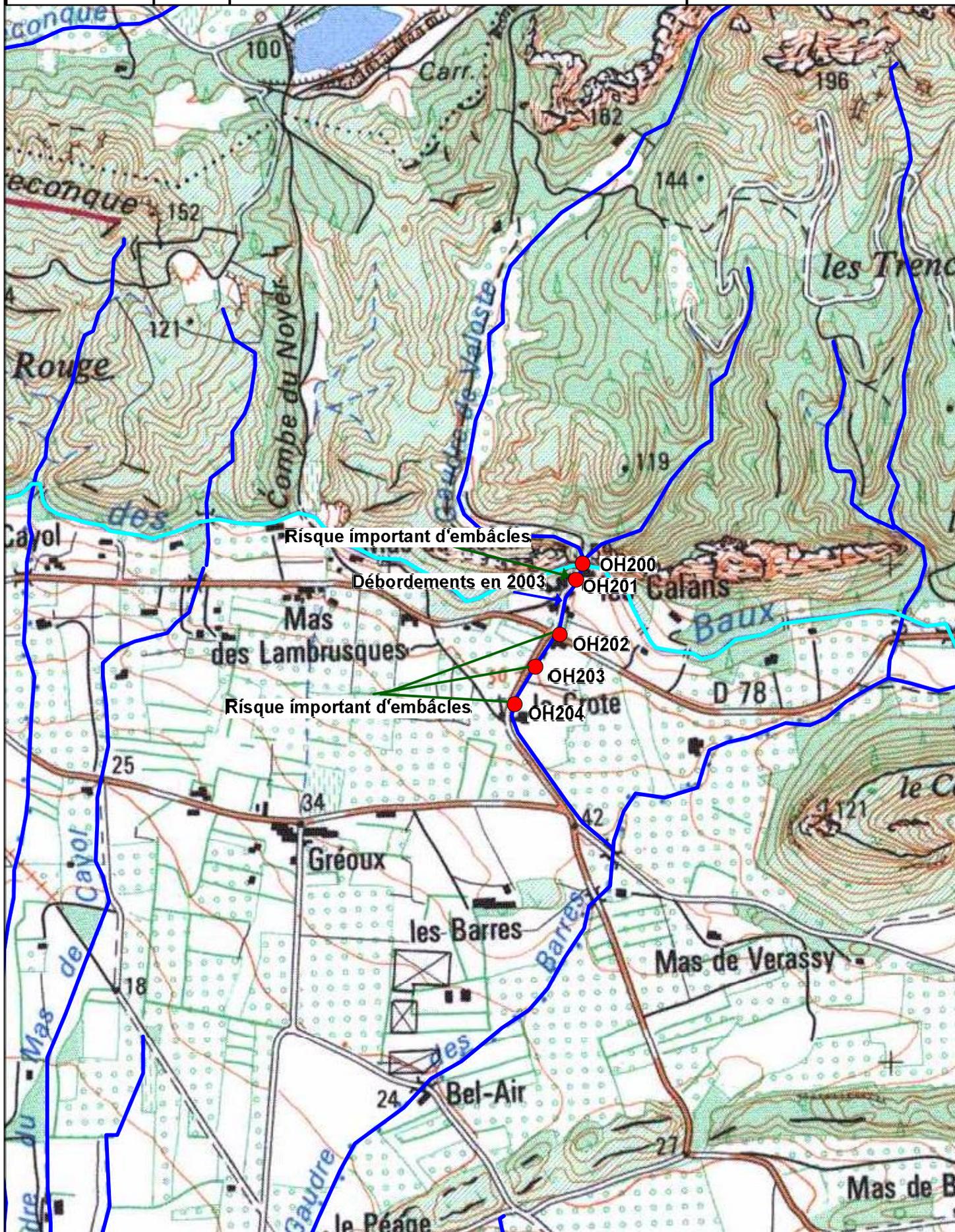
Etude N° HH2143 - IndA - Décembre 2010

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 :  $5.3 \text{ m}^3/\text{s}$

Gaudre de la Foux :  $7.6 \text{ m}^3/\text{s}$

Ces débits de pointe correspondent à un débit pseudo-spécifique de  $1.2 \text{ m}^3/\text{s}/(\text{km})^{0.8}$ .

##### **Crue centennale :**

Gaudre de la Croix :  $26 \text{ m}^3/\text{s}$

Gaudre de la Foux :  $38 \text{ m}^3/\text{s}$

Ces débits de pointe correspondent à un débit pseudo-spécifique de  $6 \text{ m}^3/\text{s}/(\text{km})^{0.8}$ .

##### **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 MI E 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 :

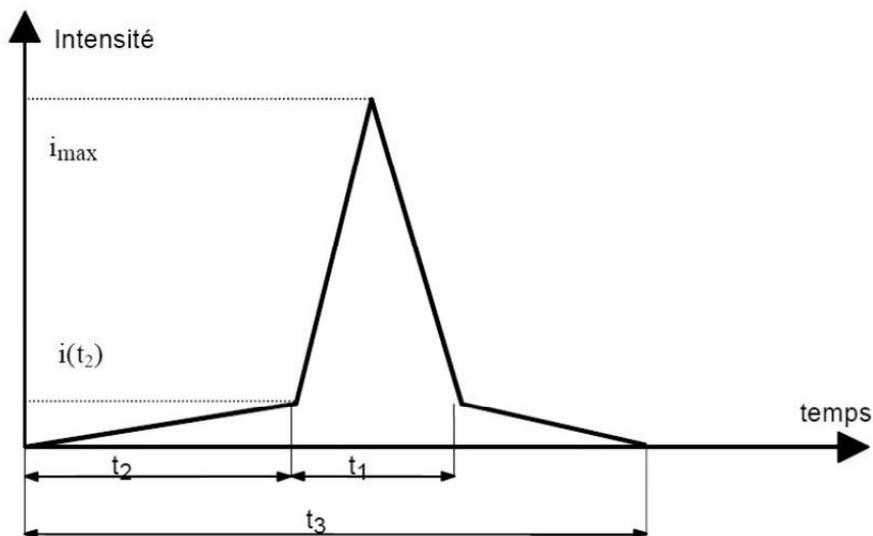
la durée totale :  $t_3$

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 MI E 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 )	Q10ans (m3/s)	Q100ans (m3/s)	Qdéc2003 (m3/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 dég ts 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.

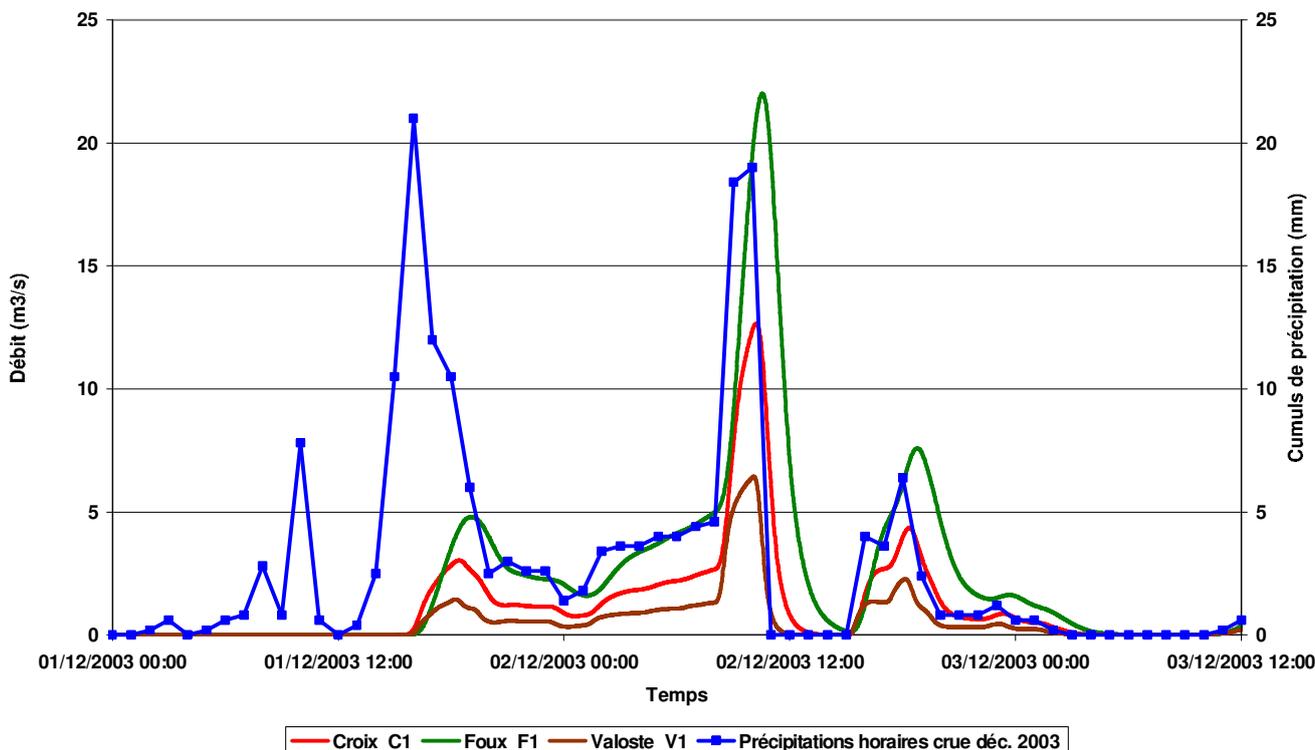


FIGURE 15 : HYDROGRAMMES DE LA CRUE DE DECEMBRE 2003

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 produits 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

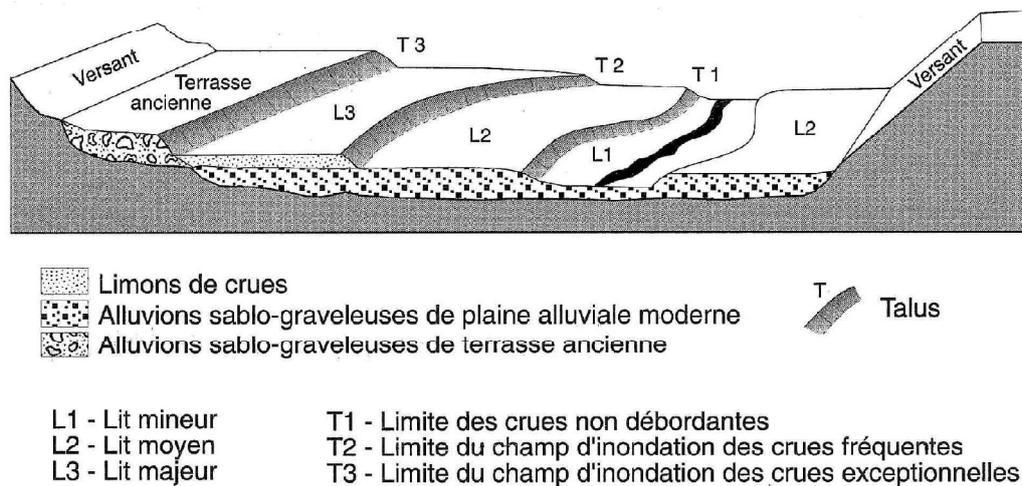
L'approche hydrogéomorphologique est basée sur l'observation précise des champs d'inondation résultant du fonctionnement du cours d'eau. Après avoir replacé le tronçon de vallée étudié dans le contexte de son bassin versant, afin de bien comprendre les facteurs déterminants de son fonctionnement (climat, 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 d'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 N mes 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.

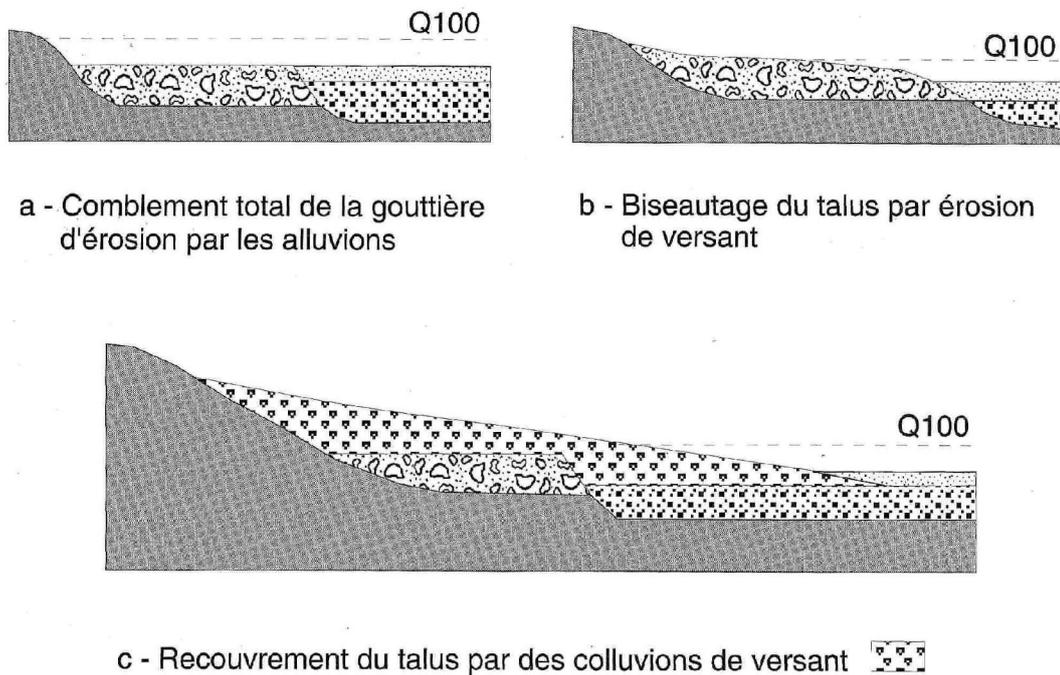


**FIGURE 16 : RELATIONS TOPOGRAPHIQUES ENTRE LES DIFFERENTS LITS**

(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.

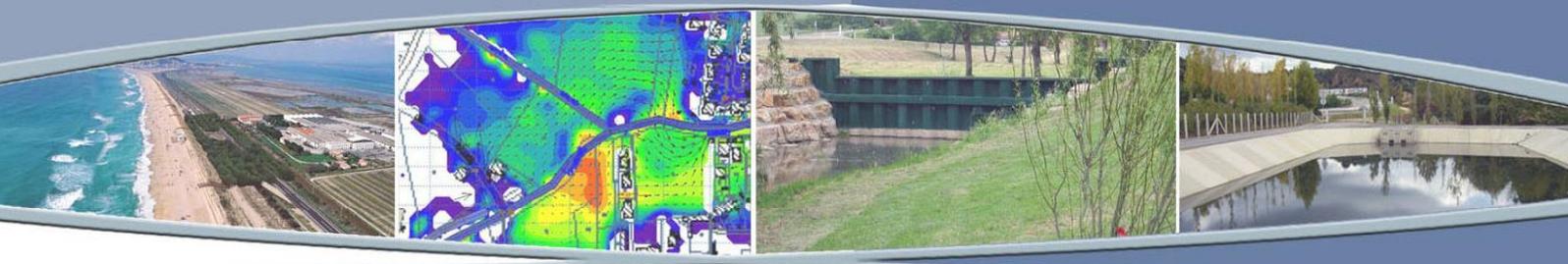
Quelques cours d'eau plus importants que les autres ont réussi à façonner de façon plus ou moins localisée dans le piémont des lits moyens et lits majeurs qui restent cependant très limités.

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