

LA LONDE  
Les Maures



Janvier 2016



Étude hydraulique et de  
définition d'une stratégie de  
prévention et de protection  
contre les inondations des  
zones à enjeux de la commune

## Rapport de reconnaissance de terrain

En cours de validation par les Services de l'État



Direction Délégée Méditerranée – Outre Mer  
Agence d'Aix-en-Provence  
30 Avenue Henri Malacrida  
13 100 Aix-en-Provence



SAFEGE, CONCEPTEUR DE SOLUTIONS D'AMENAGEMENT DURABLE



Numéro du projet :

Intitulé du projet :

Intitulé du document :
------------------------

Version	Rédacteur NOM / Prénom	Vérificateur NOM / Prénom	Date d'envoi JJ/MM/AA	COMMENTAIRES Documents de référence / Description des modifications essentielles
	MONTARROS Florent	ROPERT Matthieu		Version initiale



# Sommaire

<b>1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>4</b>
	1.1 Contexte .....	4
	1.2 Méthodologie de la reconnaissance de terrain .....	4
<b>2</b>	<b>Descriptif du terrain par secteurs.....</b>	<b>5</b>
	2.1 Généralités .....	5
	2.2 Organisation du chapitre .....	5
	2.3 Le Pansard en amont de la confluence avec le Maravenne.....	7
	2.3.1 Domaine du Pas du Cerf.....	7
	2.3.2 Du domaine du Pas du Cerf jusqu'à la RN 98.....	10
	2.3.3 Entre le pont de la RN 98 et le pont de la cave coopérative .....	16
	2.3.4 Entre le pont de la cave coopérative et le pont Ducournau .....	17
	2.3.5 Du domaine du Bastidon jusqu'à la mer (en amont de la confluence avec le Maravenne) .....	18
	2.4 Le Maravenne en amont de la confluence avec le Pansard.....	21
	2.4.1 Secteur de Valcros jusqu'à la confluence avec le Tamary .....	21
	2.4.2 Vallon de Tamary.....	23
	2.4.3 De la confluence avec le Tamary jusqu'à la RN 98.....	24
	2.4.4 Pont de la RDN 98 jusqu'à la confluence.....	26
	2.5 Confluence du Maravenne et du Pansard .....	30
	2.6 Maravenne en aval de la confluence avec le Pansard.....	36
	2.7 Autres secteurs inondés .....	39
	2.7.1 Affluent rive gauche du Maravenne en amont de la RN 98 (Pabourette).....	39
	2.7.2 Vallon de Châteauvert .....	41
	2.7.3 Secteur des Bormettes .....	42
	2.7.4 Secteur de l'Argentière .....	45
<b>3</b>	<b>Rencontre avec les riverains .....</b>	<b>46</b>
	3.1 Principes des rencontres .....	46
	3.2 Détails des rencontres .....	48
	3.3 Éléments récurrents .....	85

---

4	Études antérieures à 2014 .....	86
5	Synthèse .....	88



## Tables des illustrations

Figure 1 Plan général : découpage en secteurs .....	6
Figure 2 Domaine du Pas du Cerf .....	7
Figure 3 Domaine du Gaoutabry .....	11
Figure 4 Notre Dame des Maures .....	12
Figure 5 Vallon de la route de l'Appié .....	13
Figure 6 Le Pansard entre le pont de la RN 98 et le pont de la cave coopérative .....	16
Figure 7 Le Pansard entre le pont de la cave coopérative et le pont Ducournau .....	17
Figure 8 Inondations par le Pansard sur la partie aval .....	18
Figure 9 Localisation des barrages de Valcros .....	21
Figure 10 Seuil de l'ancien barrage .....	22
Figure 11 Vallon de Tamary .....	23
Figure 12 Le Maravenne entre la confluence avec le Tamary et la RN 98.....	24
Figure 13 Le Maravenne de la RN 98 jusqu'à la confluence avec le Pansard .....	26
Figure 14 Pont de la RD 559 vu de l'amont .....	28
Figure 15 Confluence du Maravenne et du Pansard .....	31
Figure 16 Pont Blanc vu de l'aval .....	35
Figure 17 Le Maravenne entre la confluence avec le Pansard et la mer .....	36
Figure 18 Affluent rive gauche du Maravenne en amont de la RN 98 .....	40
Figure 19 Vallon de Châteauvert .....	41
Figure 20 Secteur des Bormettes .....	44
Figure 21 Secteur de l'Argentière.....	45
Figure 22 Liste des riverains rencontrés.....	47
Figure 23 Photographie du seuil en aval du domaine des Jassons.....	68
Figure 24 Liste des études hydrauliques antérieures à 2014 .....	87





# 1 INTRODUCTION

## 1.1 CONTEXTE

Au cours de l'année 2014, La Londe les Maures a été gravement touchée par les inondations en janvier et en novembre. Deux crues ont été particulièrement importantes puisqu'elles ont dépassé les niveaux définis dans le PPRi de la commune.

La présente étude fait suite à ces évènements. Elle se décompose suivant les étapes suivantes :

- Visite de terrain, rencontre avec les riverains ;
- Synthèse des données disponibles ;
- Reprise des études hydrologiques et hydrauliques antérieures ;
- Proposition de scénarios d'aménagements ;
- Analyses Coûts-Bénéfices et Multi-Critères des aménagements retenus.

Le présent document porte sur la prise de connaissance du terrain par des visites sur sites et des rencontres avec les riverains. Il regroupe un grand nombre d'informations sur lesquelles se basent les phases suivantes.

## 1.2 MÉTHODOLOGIE DE LA RECONNAISSANCE DE TERRAIN

Une première visite de terrain a été effectuée afin de prendre connaissance du bassin versant à l'échelle globale. Ensuite, les rencontres avec les riverains ont été l'occasion d'analyser plus précisément les différents secteurs problématiques et de récolter des photographies et des films utiles à la compréhension des phénomènes hydrauliques. Enfin, des visites complémentaires ont été effectuées afin de couvrir les zones non observées lors de ces rencontres.

## 2 DESCRIPTIF DU TERRAIN PAR SECTEURS

### 2.1 GÉNÉRALITÉS

Dans ce chapitre sont décrits les comportements hydrauliques observés sur site par lecture de la topographie, des traces d'érosions, des laisses de crues, et sur la base des témoignages entendus. Certains modes de fonctionnement hydrauliques dépendent des crues : c'est alors précisé dans le texte.

D'après les observations et les témoignages, les informations suivantes concernent l'ensemble du secteur d'étude (se référer à la carte en page suivante pour localiser les secteurs mentionnés) :

- Lors de la crue de janvier 2014, les pluies se concentraient surtout dans les massifs, du côté du Pansard. En novembre 2014, les pluies se situaient plus vers le vallon du Tamary. L'apport du Maravenne était plus important qu'en janvier, de même que les vallons en rive gauche du Pansard, à l'aval de Notre Dame des Maures.
- L'érosion liée aux deux crues a été extrêmement forte en amont de la RN 98, sur la quasi-totalité des vallons. Elle a été particulièrement violente sur le Pansard et le Tamary.
- En 1 an, la configuration du lit a fortement changé, premièrement du fait de l'érosion et des ruptures d'ouvrages dues aux deux crues, deuxièmement du fait des travaux d'urgence mis en œuvre pour protéger les biens et les personnes (curage, endiguement, terrassements, etc.).

N.B. : de nombreux problèmes d'évacuation des eaux pluviales ont été relevés. Ces problèmes sont décrits dans le chapitre des rencontres avec les riverains. Le présent chapitre traite uniquement des inondations par les cours d'eau.

### 2.2 ORGANISATION DU CHAPITRE

La description des points particuliers sur site est donnée de l'amont vers l'aval, suivant le découpage par secteur présenté en page suivante. Le choix de la sectorisation a été fait pour diviser le territoire en zones aux fonctionnements hydrauliques distincts les uns des autres. Sur les parties aval (à partir des zones urbaines sur le Pansard, à l'aval de la confluence avec le vallon de Châteauvert pour le Maravenne), la sectorisation a été faite pour mettre en évidence les grands axes d'écoulements. En effet, il y a plusieurs axes de débordements entre les différents secteurs aval ; ils ont été distingués pour limiter la quantité d'informations données par secteur et faciliter la lecture. Enfin, quelques problèmes non causés par le Maravenne et le Pansard ont été relevés. Ils sont traités en fin de chapitre.

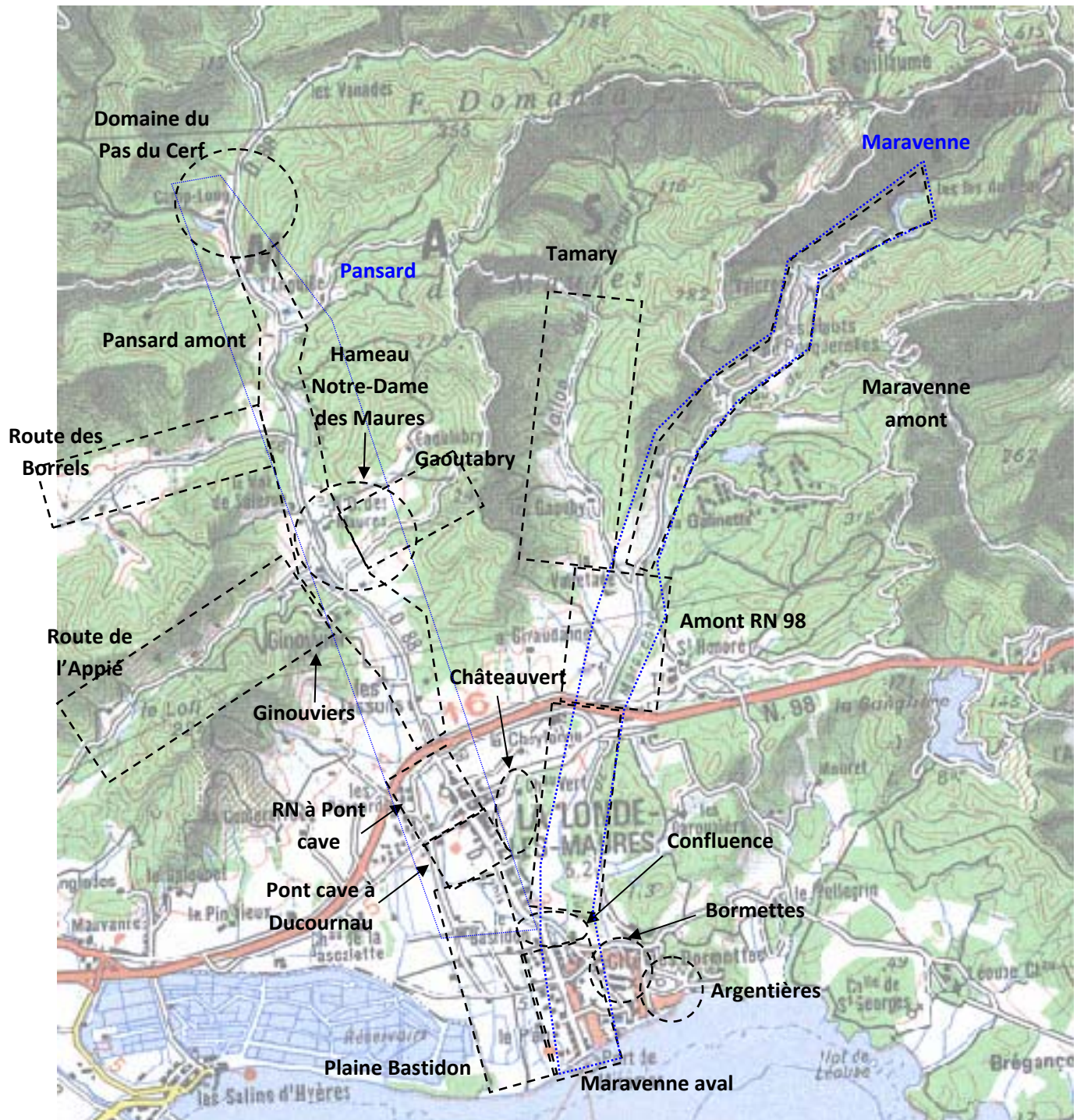


Figure 1 Plan général : découpage en secteurs



### 2.3 LE PANSARD EN AMONT DE LA CONFLUENCE AVEC LE MARAVENNE

#### 2.3.1 DOMAINE DU PAS DU CERF

Sur leur partie amont, les rives du Pansard se situent sur le domaine du Pas du Cerf. Le lit du Pansard s'est fortement érodé dans ce secteur. La présence d'arbres en pied de berge a provoqué la formation d'embâcles et de recirculations d'eau violentes, qui ont amplifié les phénomènes d'érosion. On note également les points particuliers suivants :

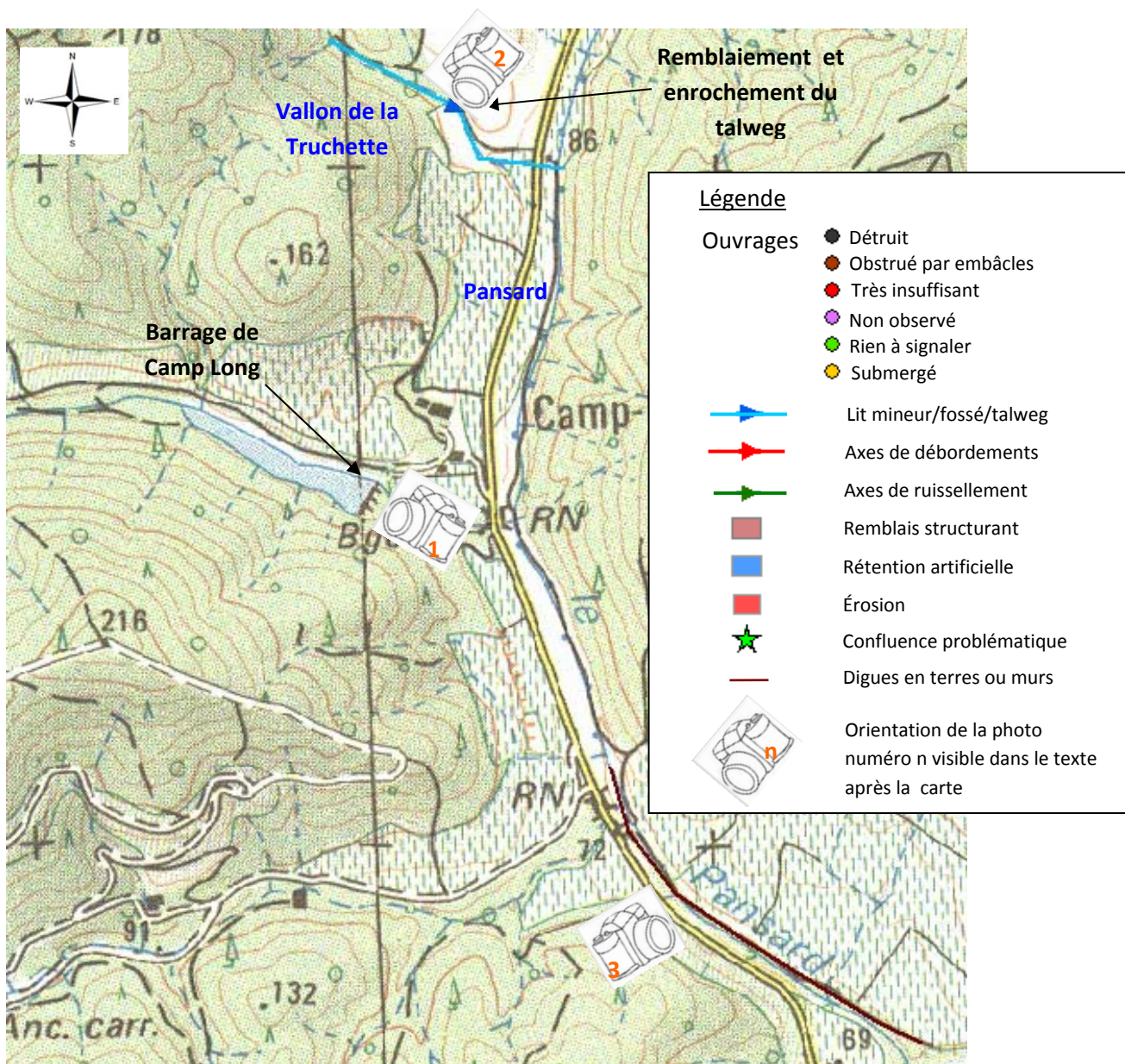


Figure 2 Domaine du Pas du Cerf

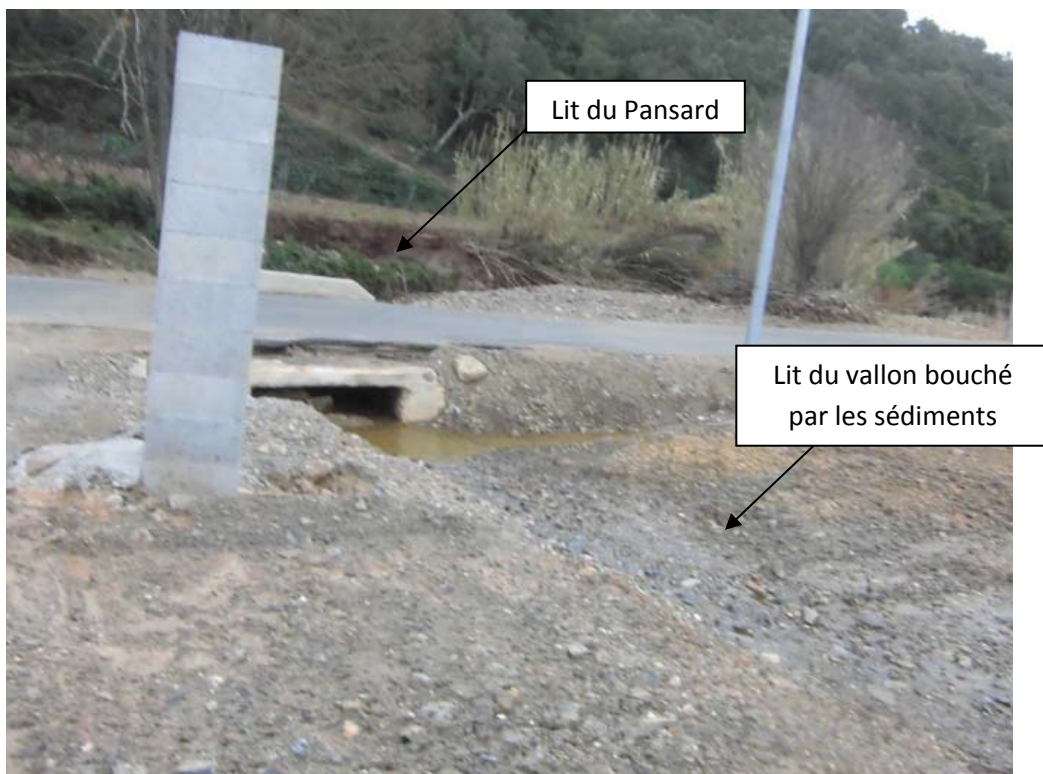
- Le barrage de Camp Long a surversé pendant les deux crues. Une réhausse de faible hauteur sur le barrage a rompu lors de la crue de janvier 2014.



**Photo 1 19-01-2014 Surverse sur le barrage de Camp Long, vue de la crête du barrage depuis la rive droite**

- L'arrivée d'un vallon particulièrement raide en rive droite qui charrie des boues et obstrue l'ouvrage de franchissement sous la route. À noter que ce mode de fonctionnement se répète probablement sur de nombreux vallons (il dépend notamment de la localisation des pluies).





**Photo 2 29-01-2015 Reste de dépôts solides sur le vallon de la Truchette en amont de la confluence avec le Pansard**

- La présence d'endigements de faible hauteur le long du cours d'eau pour protéger des vignes.



**Photo 3 29-01-2015 Digues en rive gauche du Pansard**

### 2.3.2 DU DOMAINE DU PAS DU CERF JUSQU'À LA RN 98

#### Le Pansard sur tout ce secteur

Deux observations peuvent être faites sur le Pansard.

Sur un linéaire très important, en aval de Notre Dame des Maures, la route D88 est protégée par une digue. Cette digue a rompu et a été fortement endommagée (voir localisation sur la carte suivante). La rupture a pu être générée par les débordements du Pansard et/ou ceux d'un vallon traversant la route à cet endroit.



**Photo 4 Brèche sur une digue en rive gauche du Pansard**

Cet endiguement présente l'inconvénient d'empêcher l'expansion du Pansard en lit majeur. En outre, en limitant la largeur du lit, ces digues accélèrent les vitesses et augmentent donc les risques d'érosions latérales et de sapement des routes. Ces digues accélèrent donc les écoulements tout en augmentant le risque de dégradation de la route. La seule utilité de l'endiguement (s'il fonctionne) est d'empêcher l'érosion qui se produit là où le Pansard se jette depuis la route dans le lit mineur. En résumé, pour protéger la route, il serait plus pertinent de supprimer cet endiguement et de protéger localement la route en quelques points avec risques d'érosions.

Le lit est fortement envahi par la végétation. Le risque d'embâcle et d'érosion est élevé. De très nombreuses cannes ont été arrachées par le Pansard et transportées en aval.



### Vallon de Notre-Dame des Maures

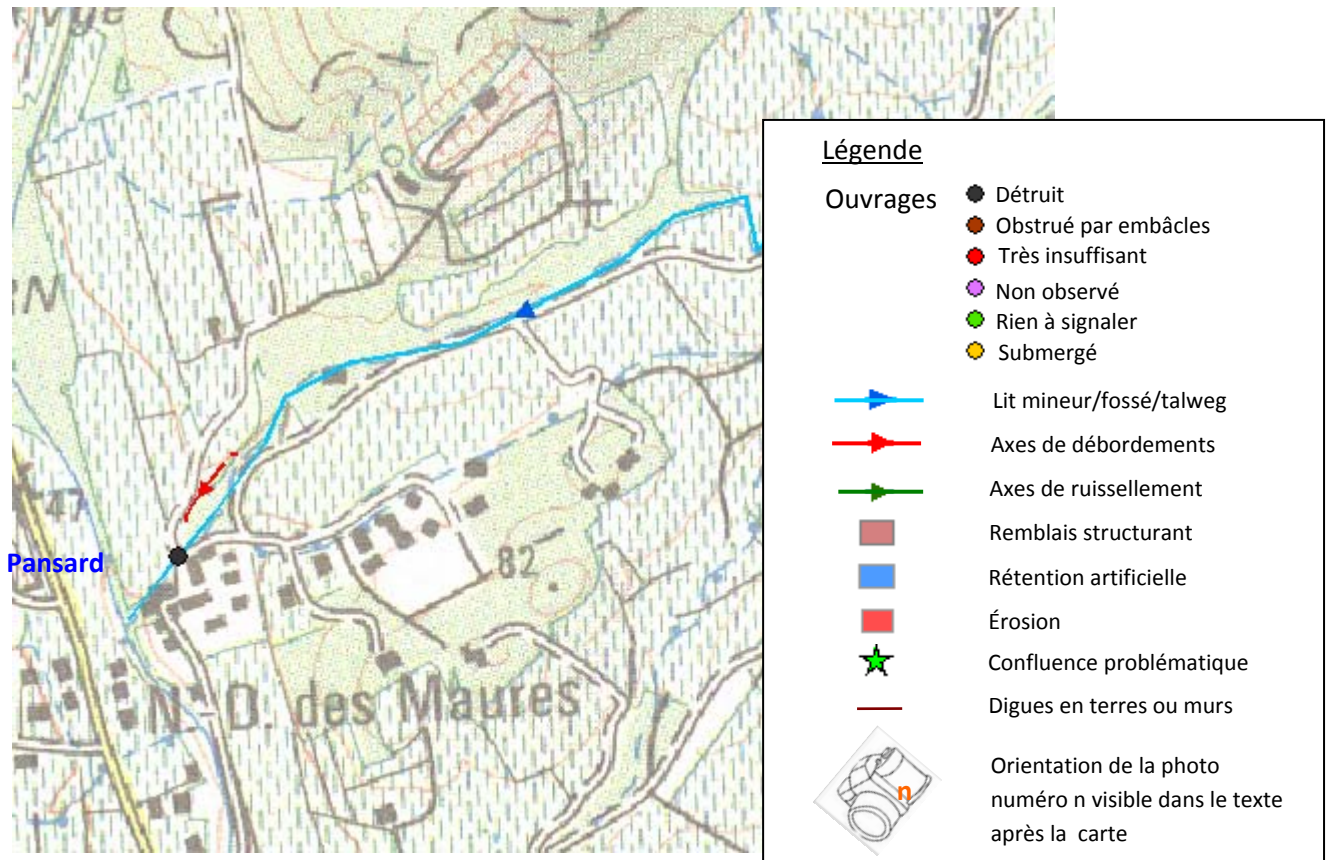


Figure 3 Domaine du Gaoutabry

Ce vallon, affluent du Pansard, s'est nettement érodé sur tout son cours. Il a débordé sur la route en rive droite à proximité des zones à enjeux. L'ouvrage de franchissement le plus en aval a été détruit en novembre 2014. Ce vallon a contribué aux érosions marquées dans le quartier de Notre Dame des Maures.



### Notre Dame des Maures

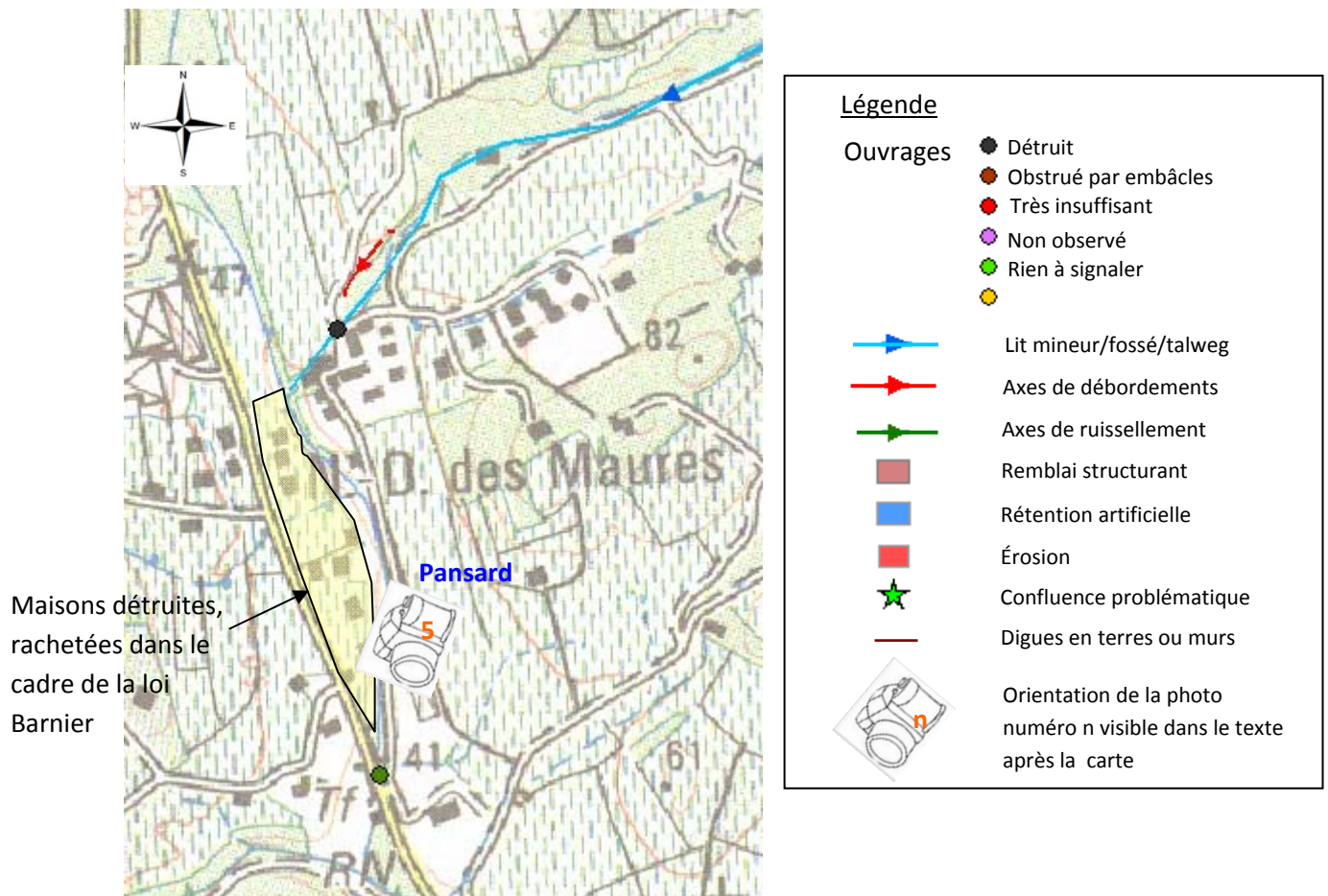


Figure 4 Notre Dame des Maures

De nombreuses habitations ont été gravement sinistrées du fait de l'érosion des berges et de hauteurs d'eau supérieures à 1 m et parfois 2 m dans les habitations. Les vitesses et pressions de l'eau ont gravement endommagé les habitations inondées.

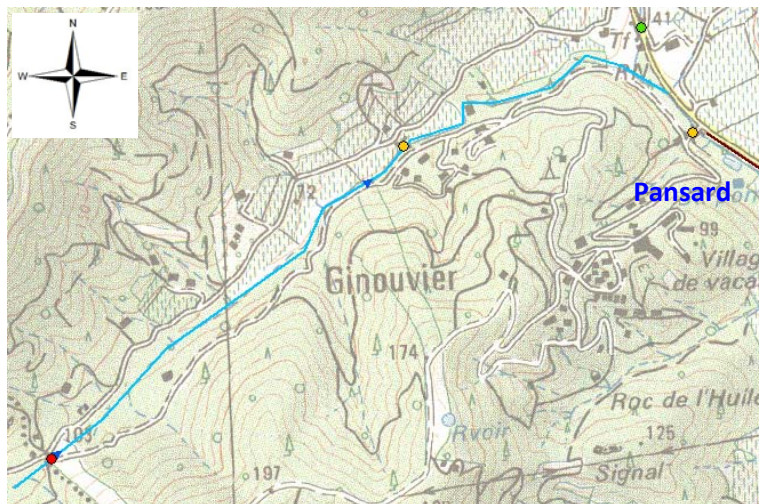
La configuration de l'ouvrage en aval (coude et présence du mur maçonné en amont côté rive droite) a pu également causer une augmentation des eaux en amont.

L'érosion très marquée de la berge rive droite (voir photographie ci-après) peut provenir d'une zone de recirculation d'eau (remous) causée par le pont.



Photo 5 Pont en aval de Notre Dame des Maures

### Route de l'Appié



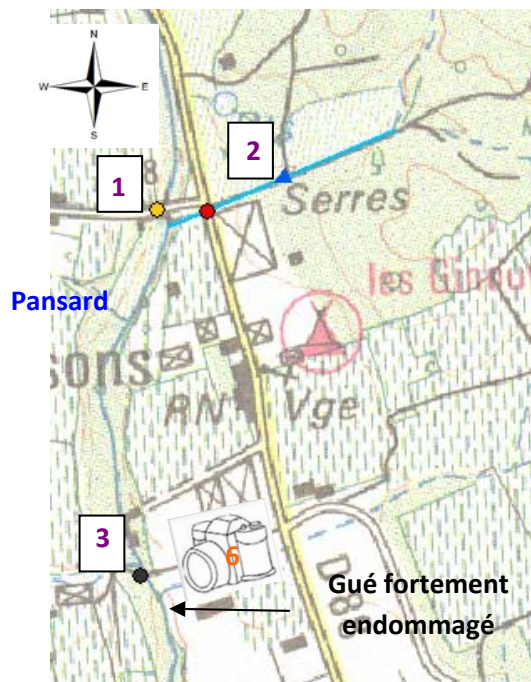
### Légende

- |                            |
|----------------------------|
| ● Détruit                  |
| ● Obstrué par embâcles     |
| ● Très insuffisant         |
| ● Non observé              |
| ● Rien à signaler          |
| ● Submergé                 |
| — Lit mineur/fossé/talweg  |
| — Axes de débordements     |
| — Axes de ruissellement    |
| ■ Remblais structurant     |
| ■ Rétention artificielle   |
| ■ Érosion                  |
| ★ Confluence problématique |

Figure 5 Vallon de la route de l'Appié

Bien que le vallon ait reçu beaucoup d'eau, il n'y a pas eu de dégâts significatifs. Les habitations sont bien éloignées du vallon.

### Domaine des Jassons



### Légende

Ouvrages	
● Détruit	
● Obstrué par embâcles	
● Très insuffisant	
● Non observé	
● Rien à signaler	
● Submergé	
→ Lit mineur/fossé/talweg	
→ Axes de débordements	
→ Axes de ruissellement	
■ Remblais structurant	
■ Rétention artificielle	
■ Érosion	
★ Confluence problématique	
— Dignes en terres ou murs	
Orientation de la photo numéro n visible dans le texte après la carte	

1. Le pont amont a été submergé lors des crues de janvier et novembre 2014.
2. L'ouvrage de franchissement routier de l'affluent rive gauche est également insuffisant (il est en partie obstrué par une conduite). Il était bouché en janvier 2014 et submergé en novembre 2014.
3. Le **gué en aval** est gravement endommagé. À noter la présence d'un poteau électrique dangereusement proche de la berge rive gauche (il risque de s'effondrer en cas d'érosion). **Il s'agit d'un point dangereux à traiter en urgence.**





Photo 6 Photographie du seuil en aval du domaine des Jassons

### Domaine de Moserolles



Légende	
<b>Ouvrages</b>	● Détruit
	● Obstrué par embâcles
	● Très insuffisant
	● Non observé
	● Rien à signaler
	● Submergé
→ (bleu)	Lit mineur/fossé/talweg
→ (rouge)	Axes de débordements
→ (vert)	Axes de ruissellement
■ (gris)	Remblais structurant
■ (bleu)	Rétention artificielle
■ (rouge)	Érosion
★ (vert)	Confluence problématique

L'ouvrage le plus en amont a été obstrué par des embâcles. Il est particulièrement limitant de par sa faible largeur. Les eaux débordent sur les rives, pour rejoindre rapidement le lit mineur. En rive droite, la route canalise une partie des eaux.

À l'approche des zones urbanisées, en amont du second ouvrage, le lit effectue un virage très marqué. L'eau, arrivant avec des vitesses élevées, monte brutalement et déborde sur la route.

### 2.3.3 ENTRE LE PONT DE LA RN 98 ET LE PONT DE LA CAVE COOPÉRATIVE

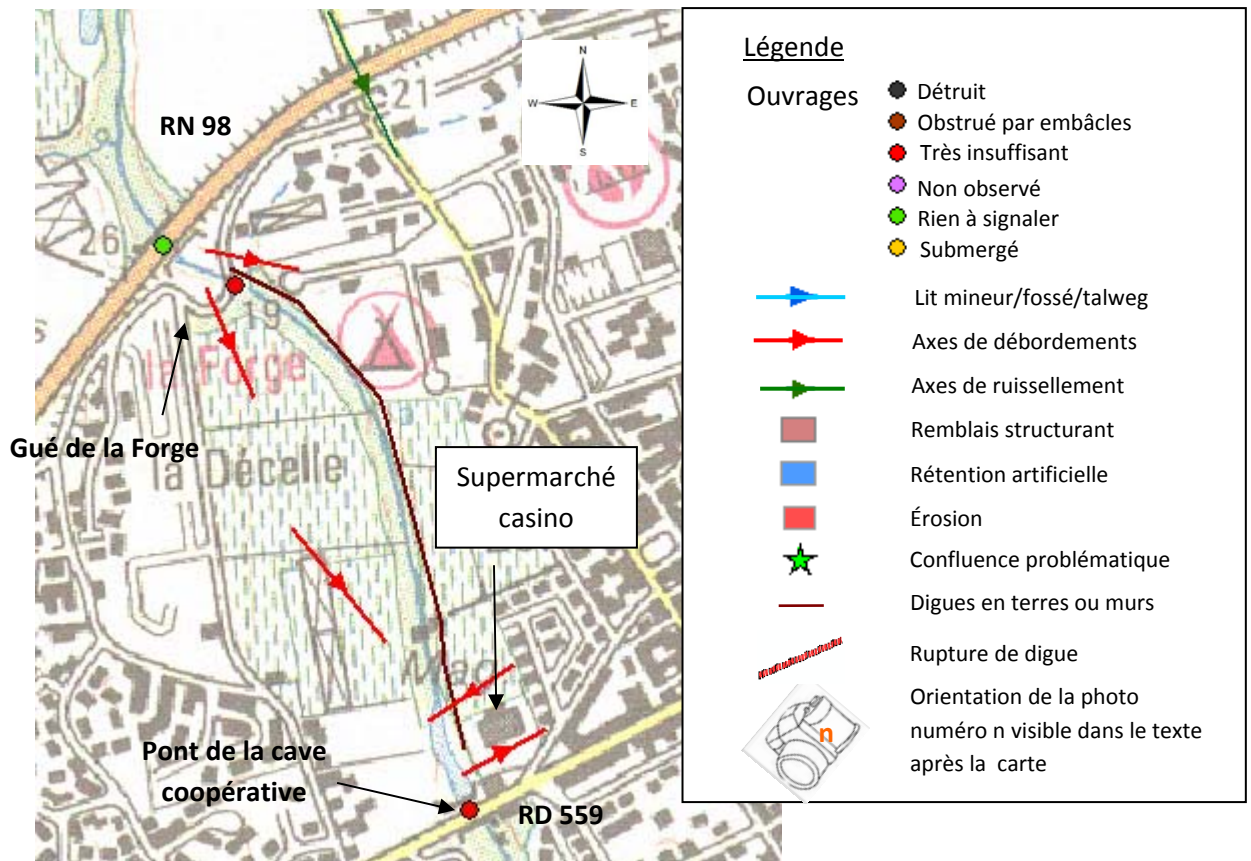


Figure 6 Le Pansard entre le pont de la RN 98 et le pont de la cave coopérative

En rive droite, les débordements se propagent depuis le gué de la forge jusqu'au pont de la cave coopérative. Le remblai de la RD 559 fait obstacle aux écoulements, les eaux s'accumulent en amont et transitent uniquement par le lit mineur.

En rive gauche, dans un premier temps, les eaux se propagent par le point bas de la digue, au niveau du supermarché Casino. Ce point de débordement est également l'exutoire des eaux superficielles. Dans un second temps, les eaux débordent au droit du gué de la forge, puis se propagent en arrière de la digue.

Le gué de la forge est sujet aux embâcles.

Le pont de la cave coopérative avait été obstrué en 1968 par des embâcles (sur une arche latérale). Cet ouvrage est un véritable verrou hydraulique, des hauteurs d'eau de plus de 2 m ont été mesurées en amont (Casino). À noter au droit de ce pont la présence d'une chute très importante, avec une érosion en pied. À terme, cette érosion peut menacer les fondations du pont.



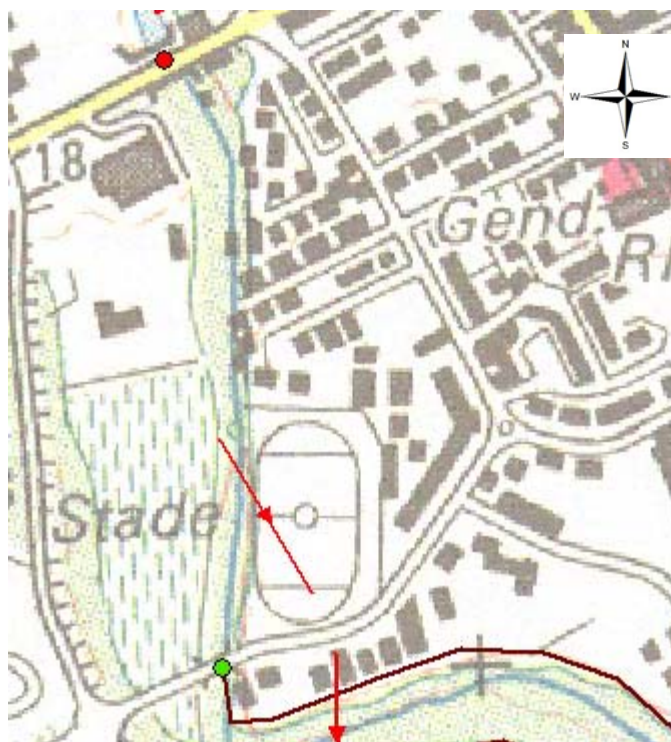
### Ce qu'il faut retenir...

*Le gué de la Forge et le pont de la cave coopérative limitent le passage des eaux.*

*La digue rive gauche a un point bas en aval.*

*Les érosions au pied du pont de la cave coopérative peuvent déstabiliser l'ouvrage si elles s'aggravent.*

### 2.3.4 ENTRE LE PONT DE LA CAVE COOPÉRATIVE ET LE PONT DUCOURNAU



#### Légende

##### Ouvrages

- Détruit
  - Obstrué par embâcles
  - Très insuffisant
  - Non observé
  - Rien à signaler
  - Submergé
- 
- Lit mineur/fossé/talweg
  - Axes de débordements
  - Axes de ruissellement
  - Remblais structurant
  - Rétention artificielle
  - Érosion
  - ★ Confluence problématique
  - Dignes en terres ou murs
  - Rupture de digue
  - Orientation de la photo numéro n visible dans le texte après la carte

Figure 7 Le Pansard entre le pont de la cave coopérative et le pont Ducournau

Lors de la crue de janvier 2014, le stade a été inondé, les hauteurs d'eau ont été de l'ordre de 1 m. Ces débordements se sont ensuite propagés à l'aval. L'étranglement en aval ainsi que le virage du cours d'eau ont certainement contribué à l'exhaussement de la ligne d'eau et à ces débordements.



### 2.3.5 DU DOMAINE DU BASTIDON JUSQU'À LA MER (EN AMONT DE LA CONFLUENCE AVEC LE MARAVENNE)

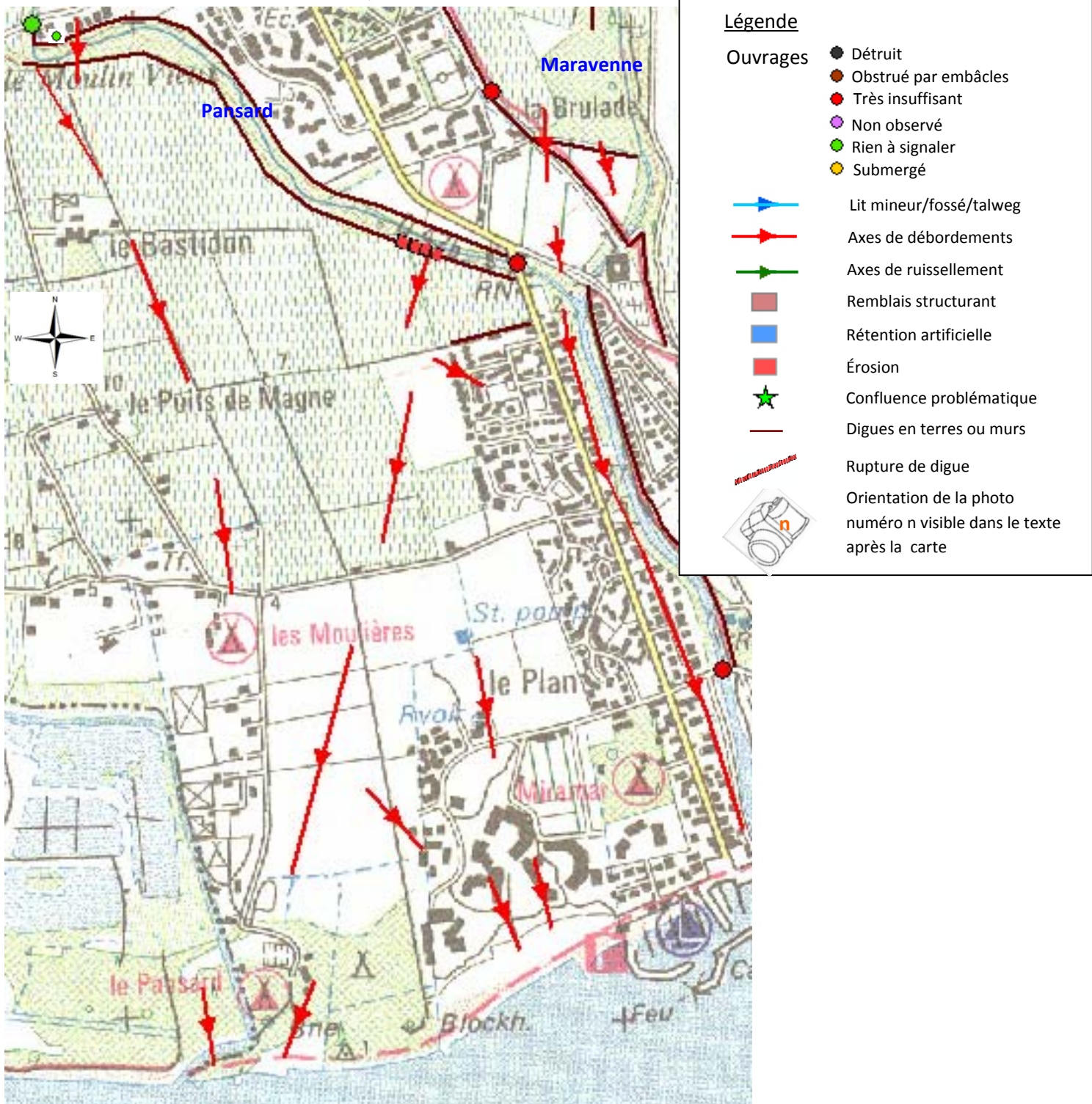


Figure 8 Inondations par le Pansard sur la partie aval

Entre le pont Ducournau et le pont Blanc, le niveau d'eau du Pansard monte fortement pour les raisons suivantes :

- Virage net en aval du pont Ducournau ;
- Sur la partie aval, influences du pont Blanc et de la confluence avec le Maravenne ;
- Entre les crues de janvier et novembre 2014, le lit a été recalibré partiellement du pont Ducournau au pont Blanc. Le recalibrage a été effectué d'amont en aval et a été arrêté en cours de travaux, créant une contraction dans le lit à cet endroit. Ces travaux ont fait que, pour un débit identique, les niveaux d'eau en amont dans la partie recalibrée sont moins hauts qu'auparavant, mais ils restent les mêmes sur la partie non recalibrée en aval<sup>1</sup>. Ce phénomène a tendance à augmenter les risques de rupture de digue sur le tronçon non recalibré.

L'augmentation des niveaux d'eau met en charge les digues en rive droite du Pansard, le long du Bastidon. Ces digues sont de très mauvaise qualité (matériaux sableux, nombreux trous du fait de terriers et d'arbres morts), elles ont donc rompu suite à cette mise en charge le 19 janvier 2014, les 25 et 27 novembre 2014 (la digue ayant été réparée en urgence entre le 25 et le 27 novembre).

En janvier 2014, les débordements ont été plus marqués à l'ouest côté Pansard : ils se sont davantage dirigés vers le camping des Moulières pour se propager ensuite vers l'est.

En novembre 2014, les débordements provenaient plutôt du pont Blanc, et se dirigeaient plutôt vers les zones urbaines et le camping du Pansard.

Les deux crues ont donc connu des dynamiques complètement différentes sur ce secteur. Les ruptures sur les digues ont eu lieu aux points de plus forte sollicitation. À noter que, vu l'hétérogénéité de ces digues, la rupture peut survenir ailleurs selon les zones les plus fragiles. Après chaque crue, cette digue a été renforcée, sans pour autant assurer un niveau satisfaisant de sûreté.

Au sud, les eaux rejoignent les fossés de drainage existants vers la mer. Un cordon sableux peu élevé limite la bonne évacuation des eaux vers la mer. Celui-ci a été partiellement détruit (au sud du camping du Pansard).



<sup>1</sup> Ils peuvent même être plus élevés qu'auparavant si le recalibrage amont a pour effet d'accélérer les eaux et d'amener davantage de débits qui, avant travaux, pouvaient déborder ailleurs.





### Ce qu'il faut retenir...

*La digue du domaine du Bastidon est extrêmement fragile. Lors des deux crues de 2014, elle a rompu en premier au niveau des plus fortes sollicitations (au niveau du pont Ducournau en janvier, en amont du pont Blanc en novembre).*

*Les débordements se propagent ensuite dans le domaine du Bastidon et les habitations à l'est.*

*Les eaux s'évacuent difficilement vers la mer.*

## 2.4 LE MARAVENNE EN AMONT DE LA CONFLUENCE AVEC LE PANSARD

### 2.4.1 SECTEUR DE VALCROS JUSQU'À LA CONFLUENCE AVEC LE TAMARY

Sur ce secteur, on note plus des points singuliers que de grands débordements d'ensembles.

Les barrages de Valcros

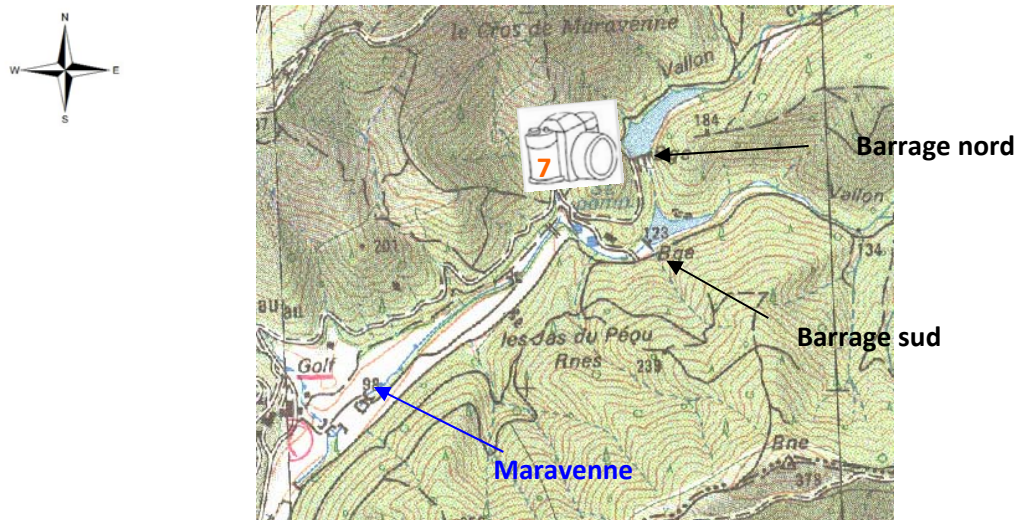


Figure 9 Localisation des barrages de Valcros

Situés en amont du golf, les barrages de Valcros drainent une surface de bassin versant importante. Le barrage sud récupère les eaux traversant le barrage nord plus un impluvium supplémentaire (vallon du Jau Péu).



Photo 7 Barrage nord de Valcros, effondrement du talus aval vu depuis la rive droite

# ÉTUDE HYDRAULIQUE LA LONDE LES MAURES

## Rapport de reconnaissance de terrain

En janvier 2014, le barrage nord était rempli au démarrage de la crue et a surversé. Le remblai en aval de la structure en maçonnerie s'est partiellement effondré (voir photographie suivante). En novembre 2014, il était vide avant la crue et s'est rempli jusqu'à 0.7 m de la crête et a donc participé à l'écrêtement de la crue.

### Le golf

La majorité des ouvrages de franchissement existant sur le golf a été emportée par les crues.

### Seuil de l'ancien barrage

Le seuil d'un ancien barrage, localisé ci-dessous, constitue une marche très importante pour le Maravenne. Son influence sur les lignes d'eau sera à analyser avec soin.

Historiquement, un lac était présent sur ce secteur et pouvait participer à l'expansion des crues. Ce lac a été comblé.

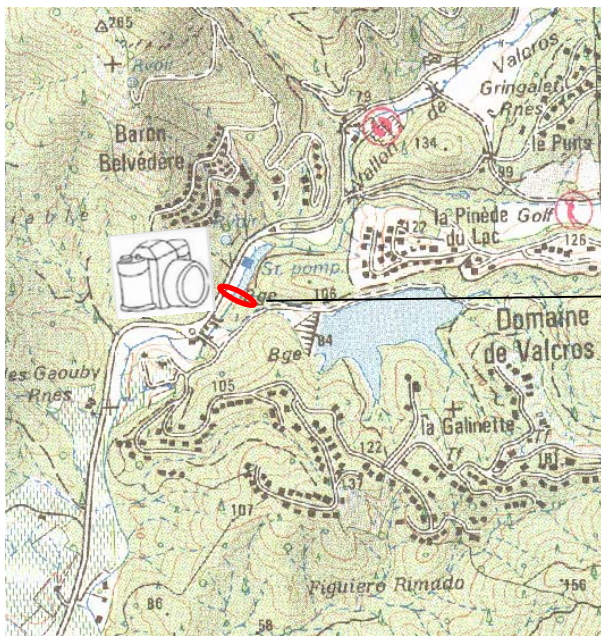


Figure 10 Seuil de l'ancien barrage



### 2.4.2 VALLON DE TAMARY

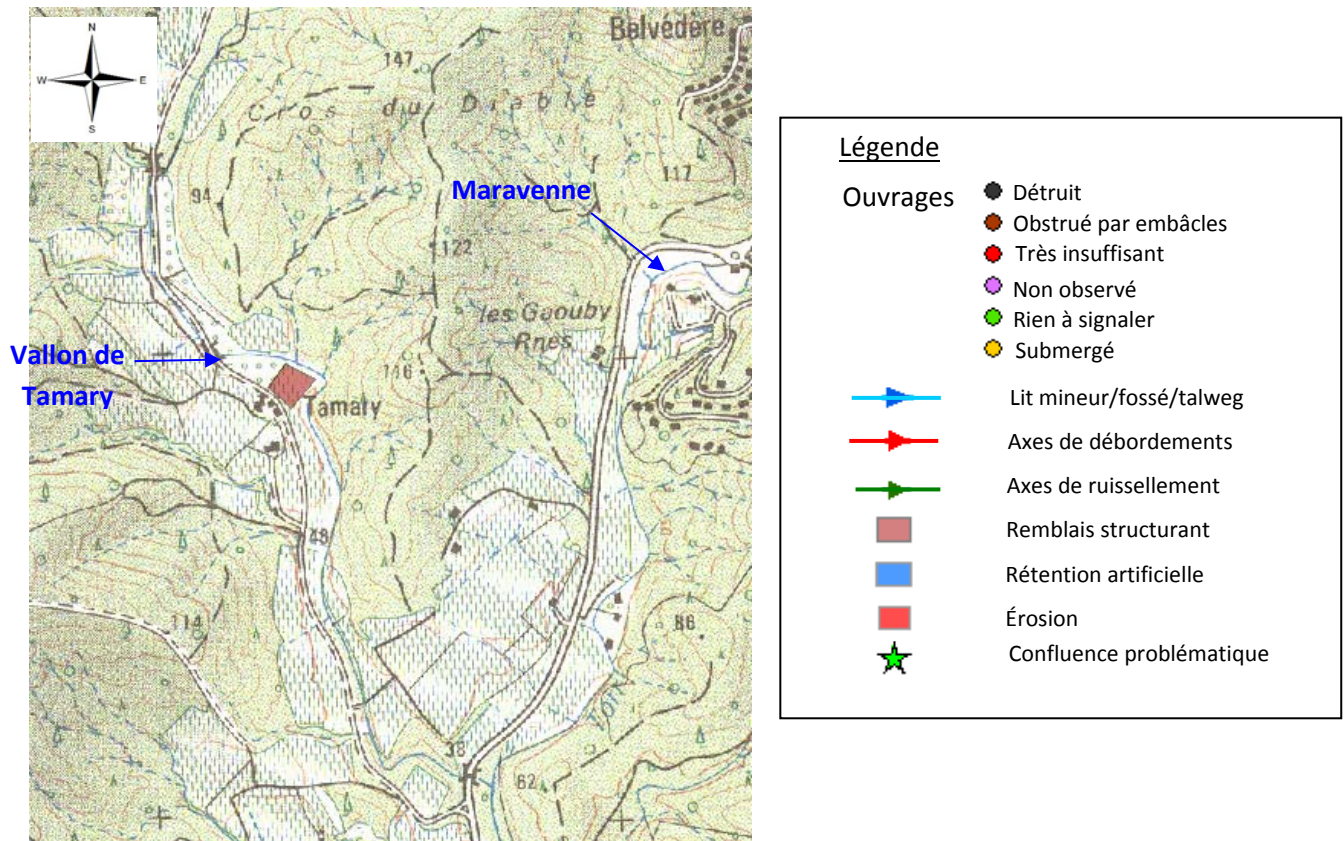


Figure 11 Vallon de Tamary

Le vallon du Tamary a été particulièrement touché par la crue de novembre 2014. Avant les crues, le lit du vallon était extrêmement contraint sur les parties viticoles. La raideur des berges montre que les parcelles agricoles ont été agrandies par remblai en gagnant sur le lit mineur, au détriment de sa capacité d'écoulement. Lors de la crue de novembre 2014, le vallon s'est fortement élargi, érodant de manière très importante les berges. Ce vallon a été sujet à un fort transport solide.

À noter également, au niveau de l'exploitation viticole, la présence d'un remblai occupé par des vignes. Ce remblai crée au niveau d'un bassin de traitement des eaux (en amont du remblai) une zone de rétention et de dépôt solide.

### 2.4.3 DE LA CONFLUENCE AVEC LE TAMARY JUSQU'À LA RN 98

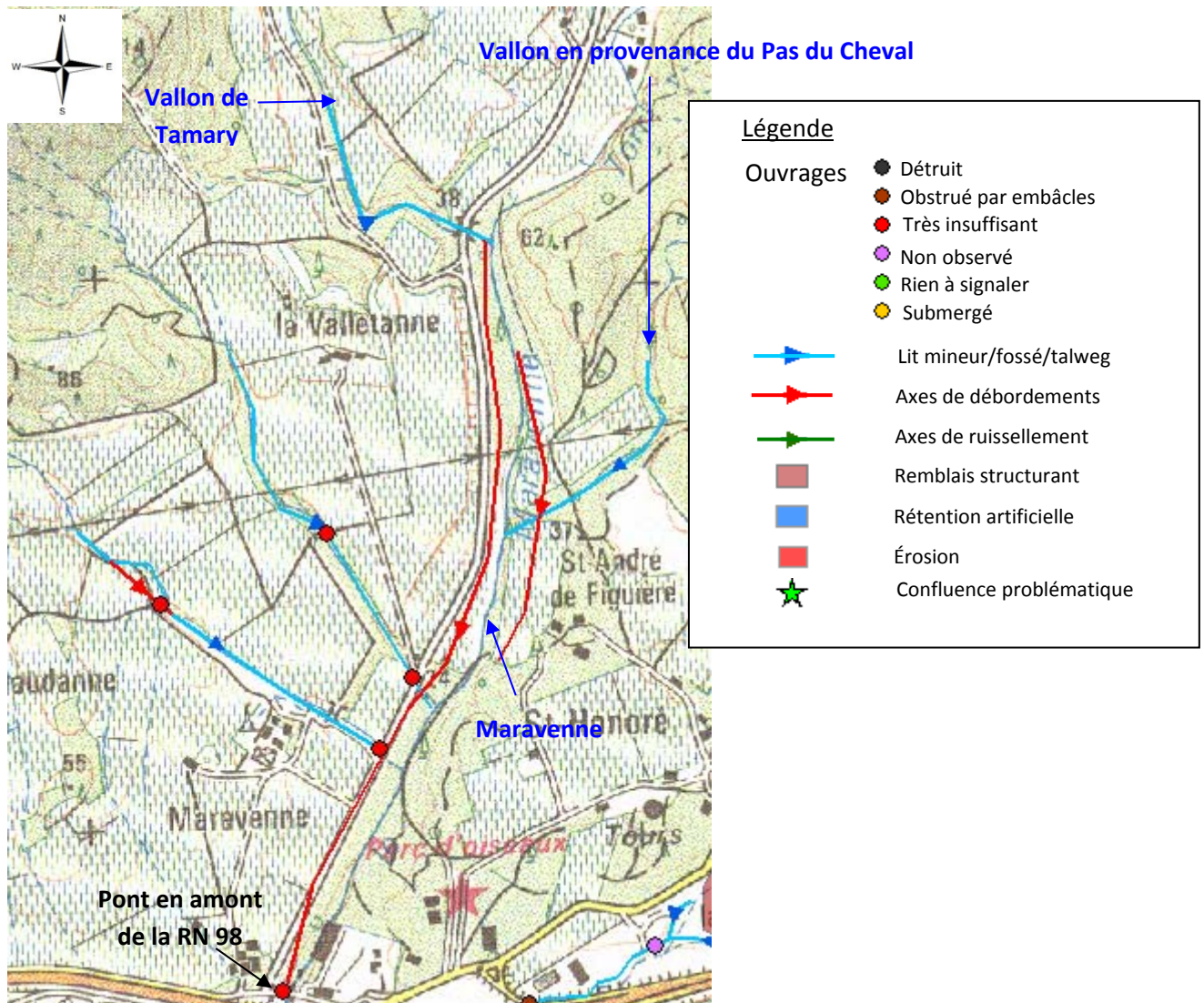


Figure 12 Le Maravenne entre la confluence avec le Tamary et la RN 98

Entre la confluence avec le Tamary et la RN 98, le Maravenne reçoit deux affluents en rive droite et un en rive gauche.

Les deux affluents en rive droite ont une configuration proche :

- Très forte pente. Les vitesses associées ont largement érodé les berges des vallons et charrié un important volume de boue.
- Ces boues ont colmaté les ouvrages de franchissement sous la route en rive droite du Maravenne.

- Les eaux ont circulé sur la route, ont dégradé son revêtement, et ont été suffisamment puissantes pour déporter des voitures<sup>2</sup>.

L'affluent en rive gauche, en provenance du pas de Cheval, apporte un débit conséquent. Il est en eau en permanence, contrairement à un grand nombre de vallons du massif des Maures.

En aval, le pont en amont de la RN 98 fait obstacle aux écoulements, ralentit fortement les eaux et crée un exhaussement de la ligne d'eau en amont. La route en rive droite descend plutôt bas localement, des automobilistes peuvent donc se retrouver piégés dans cette dépression sur la route où les hauteurs d'eau sont plus importantes.

Lors des crues de janvier et novembre 2014, le Maravenne s'est étendu sur chaque rive et sur la route sur la partie aval du secteur.



### Ce qu'il faut retenir...

*Sans compter le vallon du Tamary, les 3 affluents sur ce secteur apportent ensemble un volume conséquent d'eau.*

*Les deux vallons en rive droite arrivent avec de fortes vitesses sur la route.*

*Les dépressions locales sur la route sont inondées avec de grandes hauteurs d'eau non visibles par les automobilistes.*

*L'ouvrage en amont de la RD 98 entraîne un exhaussement de la ligne d'eau.*

<sup>2</sup> Les accidents qui ont causé la mort de plusieurs automobilistes lors des crues peuvent s'expliquer par la présence de ces vallons. Les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement peuvent également expliquer les incidents qui ont eu lieu.



### 2.4.4 PONT DE LA RDN 98 JUSQU'À LA CONFLUENCE

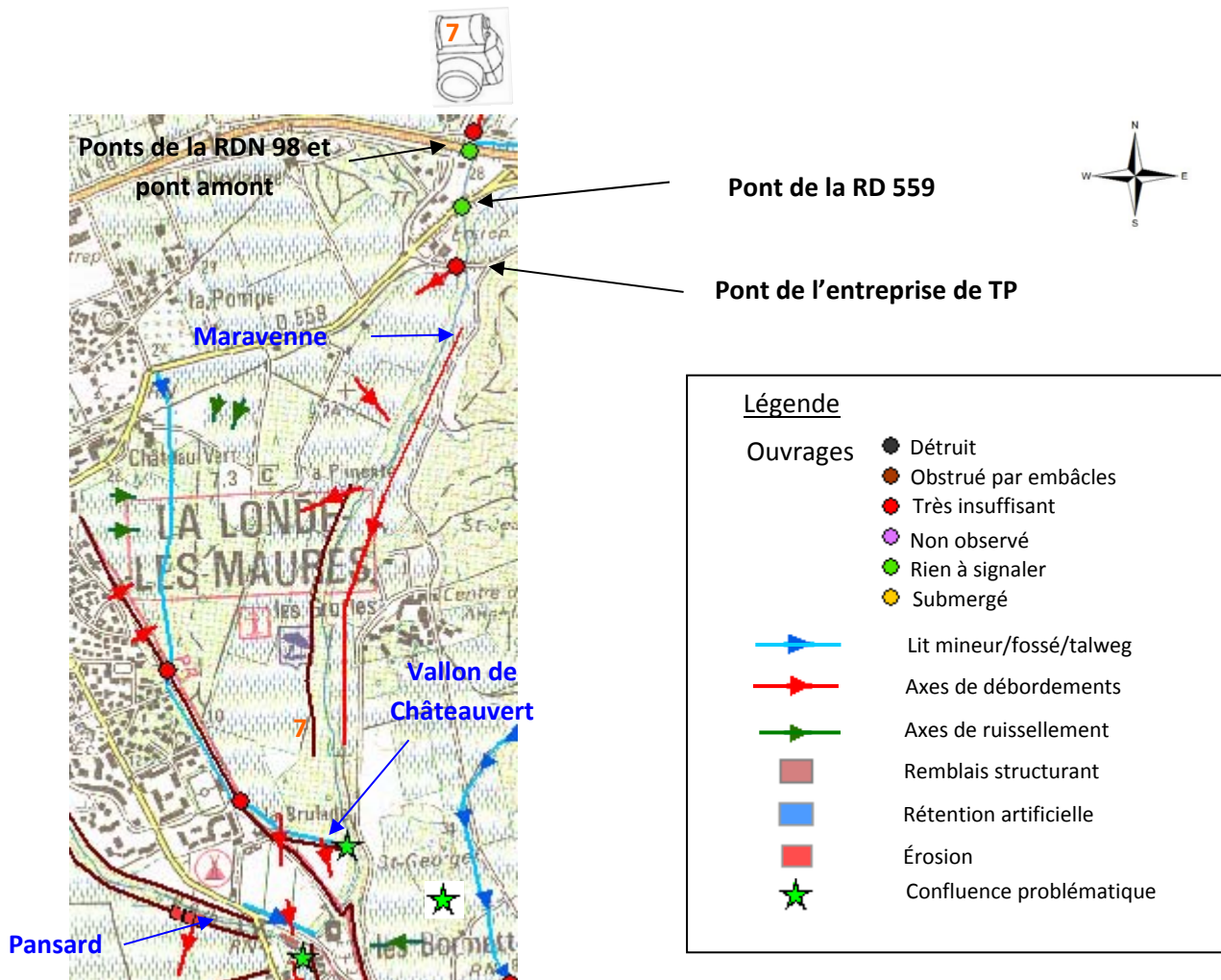


Figure 13 Le Maravenne de la RN 98 jusqu'à la confluence avec le Pansard

#### Pont en amont de la RDN 98

Le pont en amont de la RDN 98 était en limite de mise en charge lors de la crue de novembre 2014.

Les arches plus petites en rive sont propices à la formation d'embâcles.

L'arche rive gauche est difficilement alimentée, du fait de l'accès routier qui passe devant en amont.



**Photo 8 Pont en amont de la RDN 98, vu de l'amont**

### Pont de la RN 98

Le pont de la RN 98 est largement surélevé par rapport au pont en amont. Rien de notable n'y a été relevé.

### Pont de la RD 559

Le pont de la RD 559 ne pose pas de problèmes particuliers. À noter la présence d'un bouquet d'arbres en rive gauche qui limite la surface d'écoulement du pont.



**Photo 9 Pont de la RD 559 vu de l'aval.**

### Pont de l'entreprise de travaux publics *Sotta!*

Le pont de la RD 559 était en limite de mise en charge lors de la crue de novembre 2014.

La présence d'enrochements massifs réalisés entre janvier et novembre 2014 en rive droite crée une contraction en amont du pont. Les conséquences de cette contraction sont une concentration des vitesses en rive gauche (à l'opposé des



enrochements), qui se traduit par une érosion de la berge et une incision du lit côté rive gauche. Par contre, les vitesses sont moindres en rive droite.

L'effet global de cette contraction est l'augmentation des niveaux d'eau. Cette montée des eaux se répercute en amont.

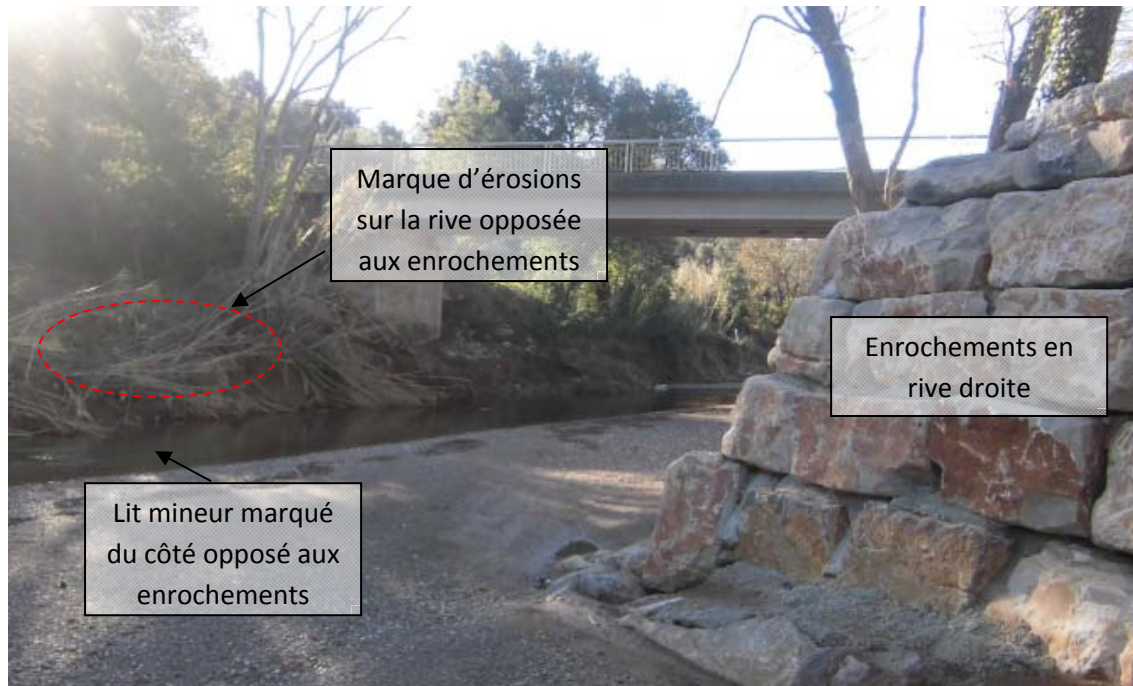
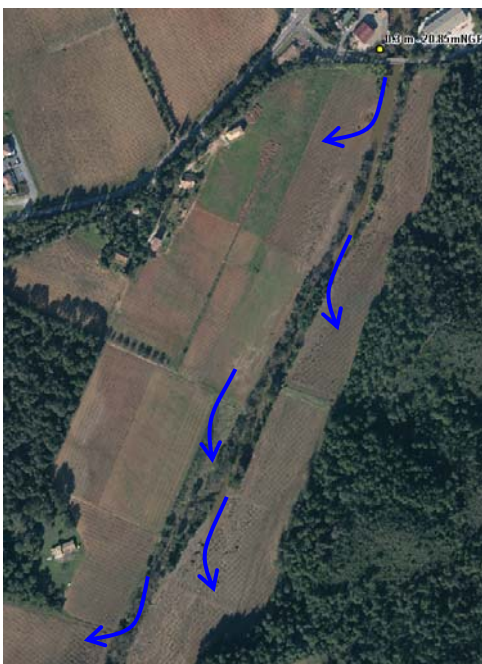


Figure 14 Pont de la RD 559 vu de l'amont

### Domaines de Châteauvert et du Château des Bormettes



Juste en aval du pont de l'entreprise de travaux publics, les eaux ont débordé en rive droite. De manière générale, jusqu'à la confluence avec le vallon de Châteauvert, le Maravenne a largement érodé ses berges, en creusant même un nouveau lit par endroits.

Sur ce secteur, plusieurs véhicules se sont déposés à une distance proche sur les deux rives, ce qui s'explique par un ralentissement des eaux. Ce secteur est une zone d'expansion des crues. Les volumes en jeu sont très importants, c'est en cet endroit que le Maravenne dispose du plus de largeur pour s'étendre.

Une surélévation locale du terrain en rive droite fait que les eaux du lit majeur côté rive droite retournent au lit mineur. Il s'observe à cet endroit une érosion marquée sur la rive opposée. Plus en aval, les débordements sont de nouveau possibles en rive droite, et le Maravenne s'étend à nouveau.

### Endiguements suite aux crues

Suite à la crue de janvier 2014, des endiguements importants ont été réalisés sur chaque rive. Lors de la crue de novembre, en rive droite, les endiguements ont résisté et ont empêché la propagation des eaux. L'eau a inondé les vignes en contournant les digues rives droites par l'aval. La création de ces digues a donc changé le fonctionnement hydraulique de la zone en dirigeant les eaux en rive gauche.

En rive gauche, ces endiguements ont été sapés à la base ou contournés par endroits lors de la crue de novembre 2014. Cette rive a été particulièrement érodée. Un lit en tresse est en formation sur ce secteur.

### Confluence du Maravenne et du vallon de Châteauvert

La confluence du Maravenne avec le vallon de Châteauvert représente un point de ralentissement très marqué des écoulements. On observe les faits suivants :

- Si le lit du Maravenne a pu s'élargir en amont dans les terres meubles en lit majeur, l'étranglement sur les rives au niveau de la confluence avec le vallon de Châteauvert limite fortement la section de passage et entraîne un fort exhaussement des niveaux d'eau.
- Le vallon de Châteauvert conflue quasiment à angle droit avec le Maravenne, ce qui ralentit fortement les écoulements.
- Le remblai en rive droite est un frein supplémentaire aux eaux. Il a pour effet d'augmenter l'accumulation d'eau en amont. Ainsi, cette zone inondable a réagi comme une rétention lors des crues.

L'exhaussement des niveaux fait déborder les eaux en rive droite vers le parc de loisirs.



### Ce qu'il faut retenir...

*Les ponts en amont de la RD 98 et de l'entreprise de travaux publics freinent fortement les écoulements.*

*La confluence du vallon de Châteauvert et du Maravenne constitue un point dur qui exhausse les niveaux d'eau.*

### 2.5 CONFLUENCE DU MARAVENNE ET DU PANSARD

À la confluence du Maravenne et du Pansard, les deux cours d'eau se rejoignent avec des vitesses fortes et un angle très marqué. De ce fait, les niveaux d'eau augmentent fortement, ce qui crée un exhaussement important en amont.

En outre, il y a trois zones d'érosion très marquées :

1. Dans la continuité du Pansard, les vitesses exercent une sollicitation forte de la berge rive gauche du Maravenne et génèrent une érosion très marquée. Ce secteur est particulièrement sensible car juste devant le remblai-digue de protection en rive gauche du Maravenne. Une rupture de ce remblai causerait de graves dommages aux habitations situées derrière.
2. Des eaux de débordement du Maravenne se jettent dans le Pansard en rive gauche, juste en aval du Pont Blanc. Une érosion forte s'y trouve, et s'explique par la présence de ces écoulements. La photographie montre bien ce phénomène.
3. Ce retour des eaux dans le Pansard érode également la berge en rive droite. À terme, cette érosion peut générer un effondrement de la berge et du parking en arrière.

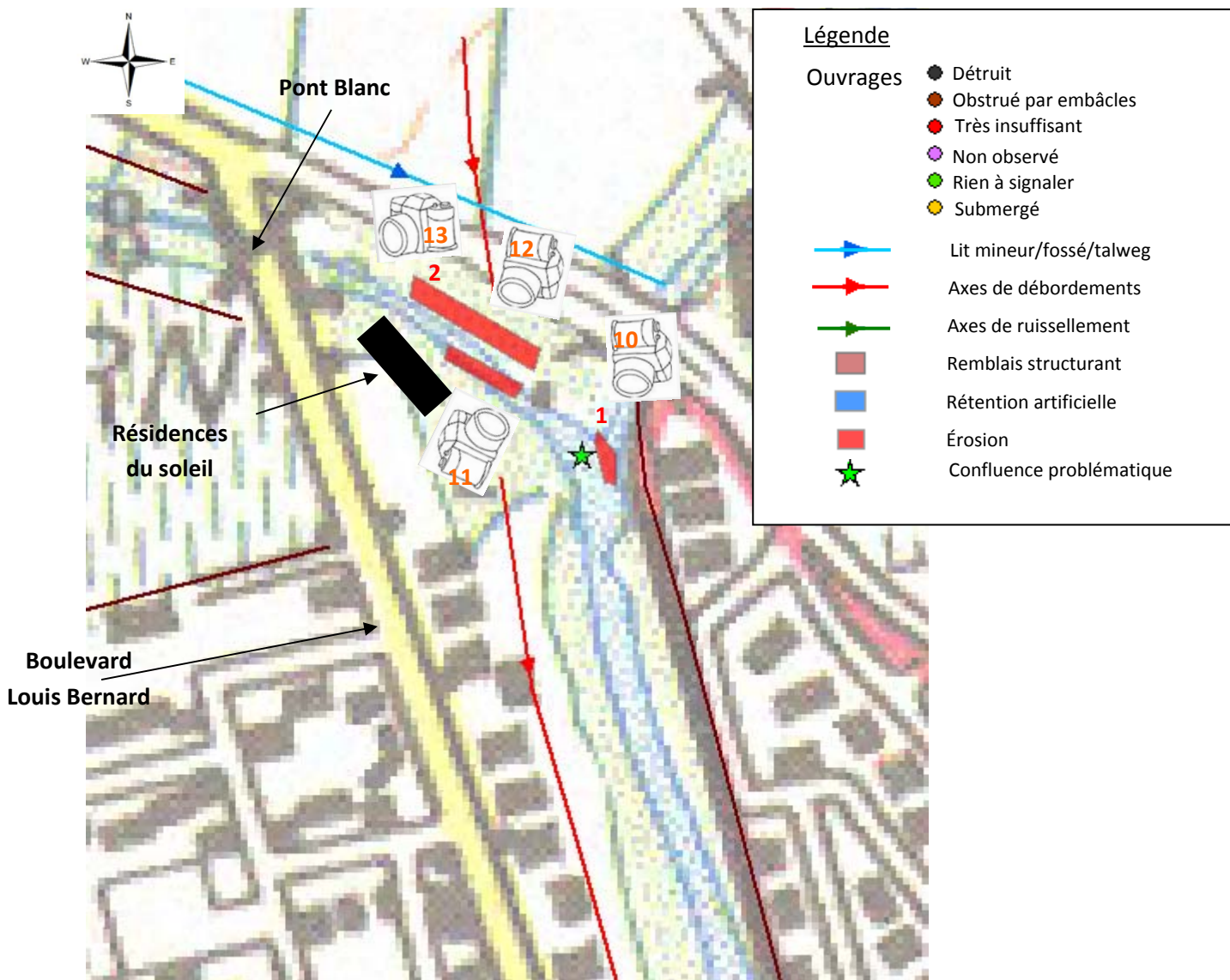


Figure 15 Confluence du Maravenne et du Pansard





**Photo 10 Érosion produite par le Pansard à la confluence**



Photo 11 Érosion en rive gauche du Pansard en novembre 2014 (en haut, après crue, en bas, pendant la crue)



**Photo 12 Érosion en rive droite du Pansard en amont de la confluence**

On note également une chute importante au droit du pont Blanc (ce seuil correspond à une canalisation d'eaux usées). Cette chute favorise les turbulences et contribue également aux érosions. Elle tend également à augmenter les niveaux d'eau en amont.





Figure 16 Pont Blanc vu de l'aval



### Ce qu'il faut retenir...

*La canalisation d'eaux usées sur le pont Blanc limite sa capacité.*

*Les débordements en rive droite du Maravenne se propagent par le parc de loisirs et se jettent dans le Pansard en érodant dangereusement les berges.*

*La confluence du Maravenne et du Pansard est un point dur ralentissant fortement les écoulements et représente un risque d'érosion important.*



### 2.6 MARAVENNE EN AVAL DE LA CONFLUENCE AVEC LE PANSARD

En rive gauche, en amont de la station d'épuration, il y a eu surverse sur les digues. Les débordements se sont propagés dans le secteur de l'usine et ont rejoint la mer par le réseau pluvial de l'usine. À noter que l'usine est elle-même clôturée par un mur bahut limitant fortement l'évacuation des eaux.

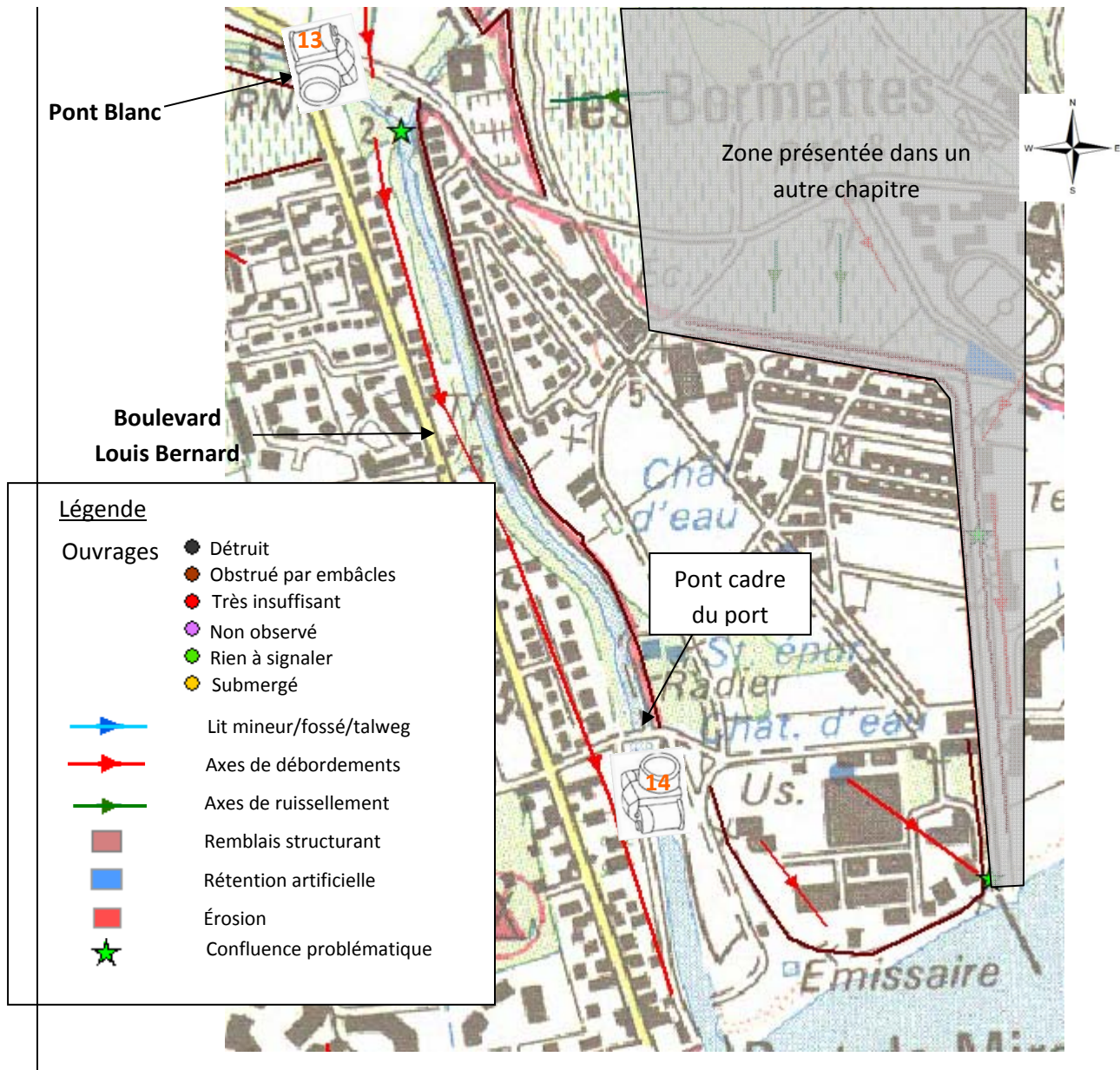


Figure 17 Le Maravenne entre la confluence avec le Pansard et la mer

La confluence avec le Pansard génère une forte montée des eaux et des débordements en rive droite. Ces débordements se propagent jusqu'à l'aval. Le Boulevard Louis Bernard est submergé, à l'exception de sa partie haute (au nord). Les débordements par le Pansard en amont de la confluence et les débordements par le Maravenne en aval se rejoignent ainsi (voir photographie suivante).



**Photo 13 Boulevard Louis Bernard pendant la crue de janvier 2014 (du nord vers le sud, à proximité du pont Blanc)**

Dans le lit du Maravenne, à l'entrée du port, le pont submersible est largement submergé. La pente faible du cours d'eau (propre à un exutoire en mer) limite les vitesses et favorise des hauteurs d'eau importantes en amont. À noter que la surface sous le pont a pu s'obstruer pendant la montée de la crue, réduisant potentiellement les débits dessous. La photographie suivante met en évidence ce phénomène.





Photo 14 Pont cadre submersible d'accès au port après la crue de janvier 2014



### Ce qu'il faut retenir...

*La confluence du Maravenne et du Pansard et l'exutoire en mer favorisent la remontée des niveaux et les débordements.*

*La digue rive gauche en aval de la confluence est fortement sollicitée.*

*L'usine ne dispose pas d'évacuation appropriée des eaux.*

## 2.7 AUTRES SECTEURS INONDÉS

### 2.7.1 AFFLUENT RIVE GAUCHE DU MARAVENNE EN AMONT DE LA RN 98 (PABOURETTE)

En rive gauche du Maravenne, en amont de la RN 98, un réseau hydrographique complexe se réunit dans le quartier de la Pabourette. Sur ce secteur, on note les spécificités suivantes (voir carte page suivante) :

- **Secteur 1** : Insuffisance de la capacité du lit qui entraîne un débordement sur les vignes. Ce débordement suit la topographie du site et forme un axe d'écoulement marqué.
- **Secteur 2** : Le secteur a été remblayé pour installer des bâtiments (locaux techniques, habitations, etc.). L'eau stagne dans les lits, favorisant le développement d'une végétation dense non entretenue. Les obstructions en lit majeur créées par les remblais, la végétation dans le lit mineur et les ouvrages de franchissement de faible capacité (ou susceptibles de s'obstruer) font que les eaux s'accumulent en amont.
- **Secteur 3** : Les habitations n'ont été touchées pour aucune des crues de 2014. Le chemin d'accès était impraticable.
- **Secteur 4** : Les entreprises ont été inondées et sinistrées, de même que le centre technique municipal.

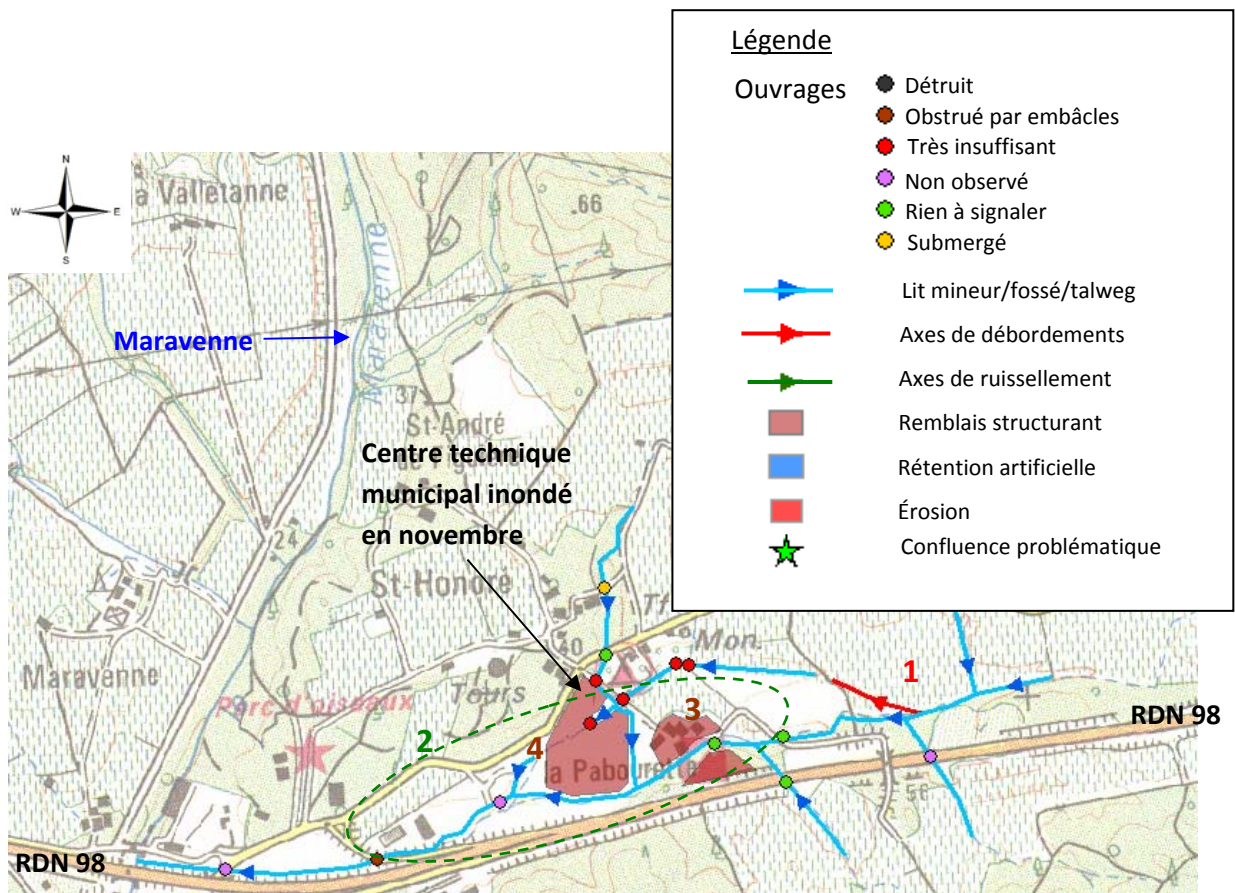


Figure 18 Affluent rive gauche du Maravenne en amont de la RN 98



### Ce qu'il faut retenir...

De multiples facteurs (remblaiements, manque d'entretien, embâcles) gênent le bon écoulement des eaux.



### 2.7.2 VALLON DE CHÂTEAUVERT

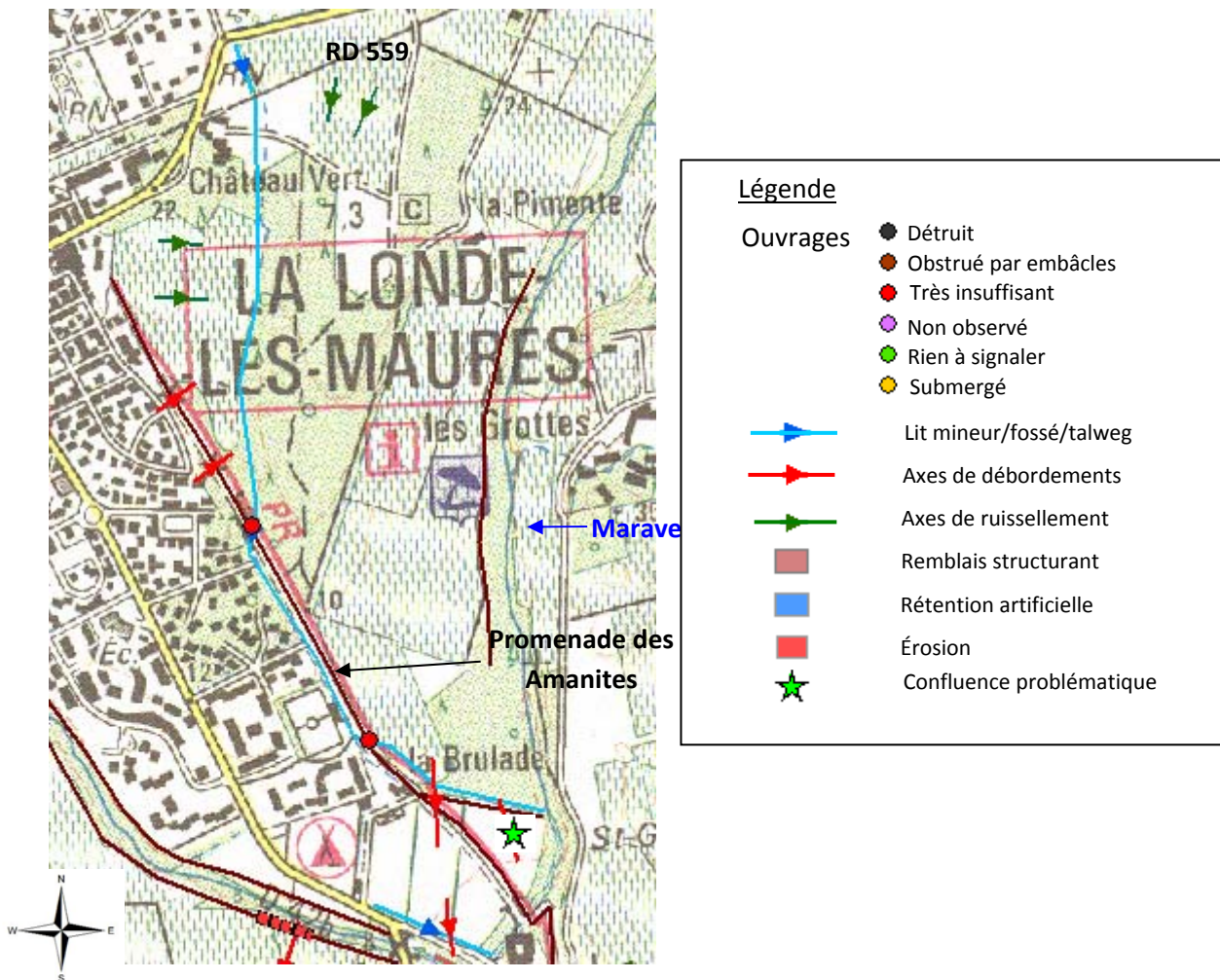


Figure 19 Vallon de Châteauvert

Le vallon de Châteauvert est un affluent en rive droite du Maravenne. Il draine un bassin versant urbain et agricole.

Sa capacité, au niveau de la RD 559, est insuffisante pour évacuer toutes les eaux de pluies en amont, produisant en amont des inondations fréquentes par ruissellement.

Dans sa partie agricole, le vallon déborde fréquemment. Son tracé lui fait franchir à deux reprises le remblai de l'ancienne voie ferrée (qui est maintenant la promenade des Amanites). Ce tracé s'explique par l'histoire du vallon, il serait plus simple qu'il longe le chemin des Amanites sur sa partie est.

La confluence du vallon de Châteauvert avec le Maravenne représente un point important sur le Maravenne. Les particularités suivantes s'y trouvent :

- Contraction du lit du Maravenne. Si le lit a pu s'élargir en amont dans les terres meubles en lit majeur, l'étranglement sur les rives au niveau de la

confluence avec le vallon de Châteauvert limite fortement la section de passage et entraîne un fort exhaussement des niveaux d'eau.

- Le vallon de Châteauvert conflue quasiment à angle droit avec le Maravenne, ce qui ralentit fortement les écoulements.
- Le remblai en rive droite est un frein supplémentaire aux eaux. Il a pour effet d'augmenter l'accumulation d'eau en amont. Ainsi, cette zone inondable a réagi comme une rétention lors des crues.



### Ce qu'il faut retenir...

*Le vallon de Châteauvert est un affluent notable du Maravenne. Son tracé jusqu'au Maravenne effectue plusieurs détours pour des raisons historiques, ce qui augmente la fréquence de ses débordements déjà importante.*

**La confluence du vallon de Châteauvert et du Maravenne constitue un point dur ralentissant fortement les écoulements.**

### 2.7.3 SECTEUR DES BORMETTES

Le secteur des Bormettes est situé entre l'Argentière et le Maravenne. Il est fréquemment inondé par un fossé non nommé au nord (1996, 2005, 2014). Le Maravenne a également débordé en 2014, mais ce type d'inondation est moins fréquent.

#### Concernant le fossé non nommé au nord

Il draine un bassin versant composé de vignes et de bois. Ce fossé déborde facilement en franchissant la RD 92. Les eaux de débordements se propagent ensuite sur la parcelle viticole à l'ouest et le long du chemin de l'Argentière à l'est.

Le fossé se jette ensuite dans un bassin de rétention. Bien qu'il soit facilement saturé, la création de ce bassin a diminué les problèmes selon les riverains. Le fossé rejoint ensuite un canal d'évacuation des eaux pluviales pour se jeter ensuite dans la mer.

Ce fossé est emmuré sur chaque rive. Ces murs ont trois effets :

- Concernant le mur nord du fossé longeant le chemin de l'Argentière : empêcher l'eau ruisselant sur la parcelle agricole au nord de rejoindre le canal. Cet obstacle crée une zone de rétention importante en amont et une zone de dépôt solide.
- Empêcher les eaux dans le fossé de déborder en rives.
- Concernant le fossé le long du quartier des Bormettes : empêcher les eaux superficielles de rejoindre le fossé. Il s'observe notamment en crue un niveau d'eau plus élevé en rive gauche qu'en rive droite, car l'eau débordant

en amont sur le chemin de l'Argentière est arrêtée par le mur et reste bloquée en rive gauche tant que le réseau pluvial est saturé. Ainsi, bien que la rive gauche soit plus élevée que la rive droite, les inondations peuvent y être plus importantes.

Le dimensionnement de ces murs est à optimiser afin qu'ils aient seulement un effet de protection et ne gênent pas le retour des eaux dans le fossé.

À noter également la présence d'un rejet d'eau pluvial dans le fossé. Ce rejet, de diamètre important et orienté quasi-perpendiculairement au fossé, crée un ralentissement des eaux dans le fossé et favorise les débordements.

En aval du fossé, un dépôt sableux se forme à l'étiage. Ce dépôt est emporté au début des crues.

Lorsque les eaux montent trop, elles s'évacuent par le terrain de l'usine. Après décrue, l'eau rejoint le fossé par le réseau d'eaux pluviales.

### Concernant le Maravenne

En cas d'inondations par le Maravenne (débordements en rive gauche en amont de la station d'épuration, par-dessus les digues), les eaux se propagent par le terrain de l'usine. Au sud-est du terrain de l'usine, un rejet pluvial se jette en aval du fossé et diminue sa capacité.

Ce phénomène est davantage décrit dans la partie consacrée au Maravenne.



### Ce qu'il faut retenir...

*En amont des secteurs urbanisés, les ruissellements débordent des fossés/lits de collectes et sont captés en amont du canal. Une partie du ruissellement contourne néanmoins le canal par l'ouest et inonde des habitations. Il existe un premier problème de canalisation des eaux.*

*La capacité du canal est insuffisante pour évacuer les eaux captées.*

*La capacité du canal emmuré doit être mise en cohérence avec les eaux captées.*

*Il s'agit de problèmes récurrents.*

*Compte tenu de l'absence d'enjeux en zone inondable et du rôle de rétention du secteur à conserver, aucun aménagement hydraulique n'est prévu sur ce fossé.*



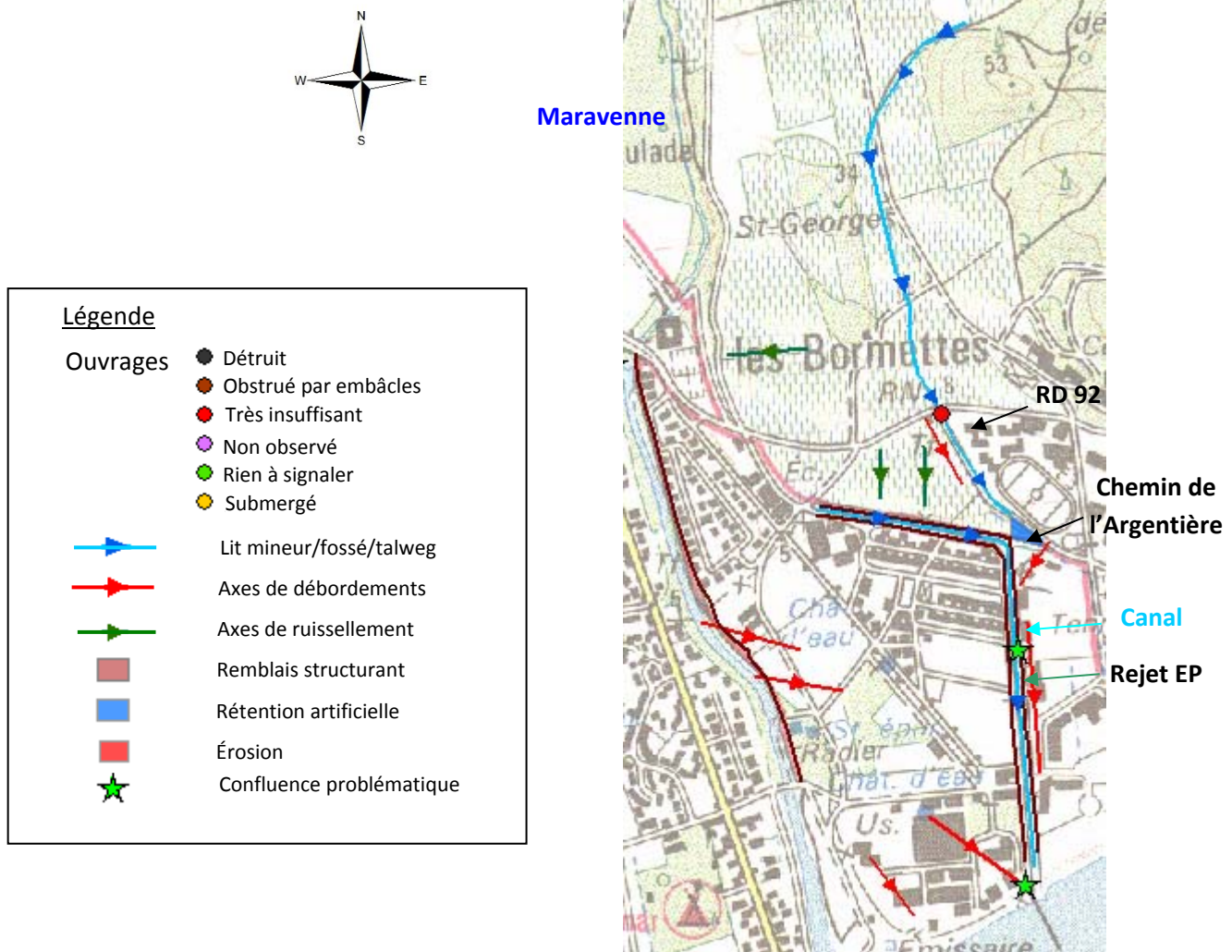


Figure 20 Secteur des Bormettes

### 2.7.4 SECTEUR DE L'ARGENTIÈRE

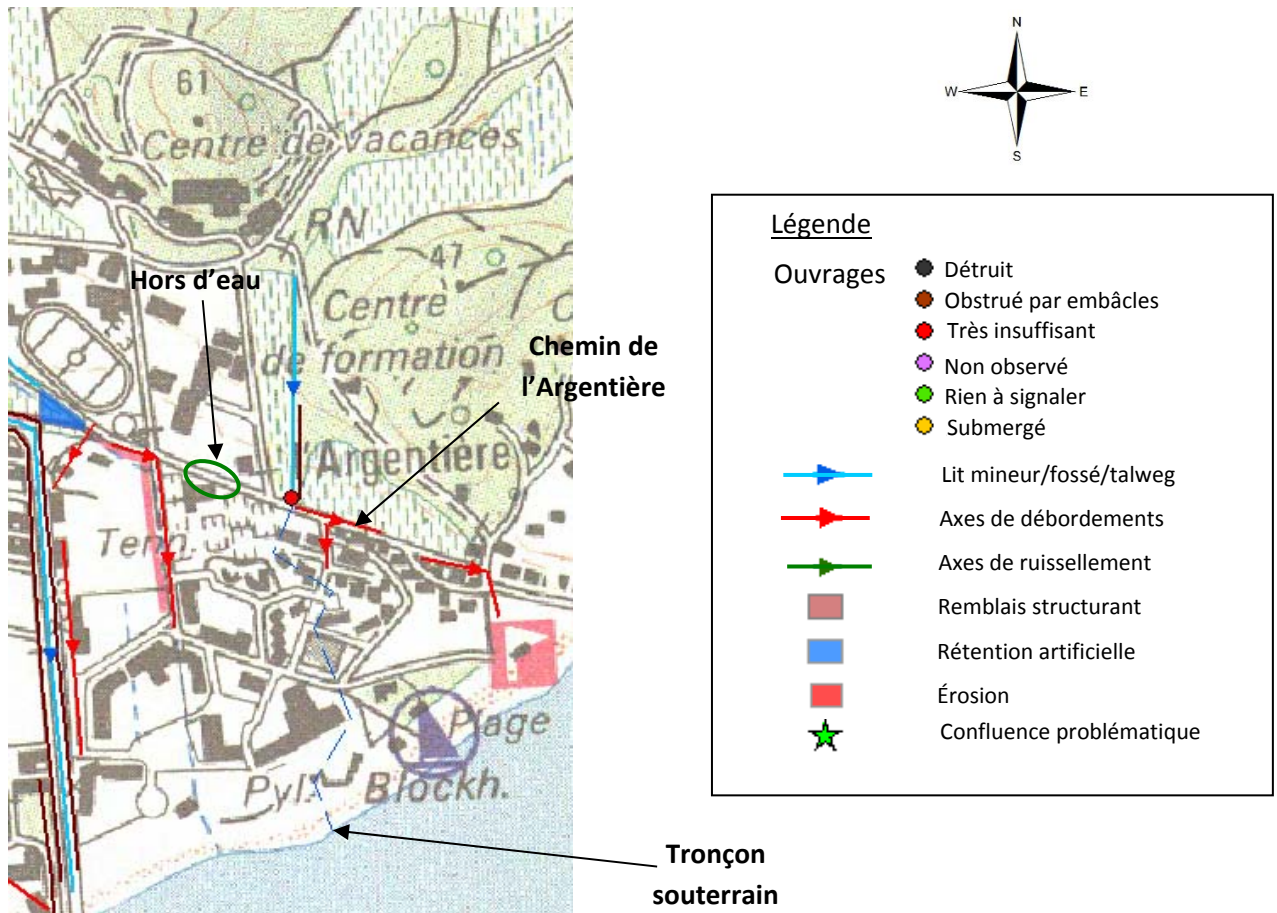


Figure 21 Secteur de l'Argentière

Le quartier de l'Argentière est fréquemment inondé par un ruisseau prenant sa source dans le domaine du Château des Bormettes. Ce vallon est enterré sous les zones habitées. Il récolte également les eaux pluviales du secteur. L'ouvrage en entrée du tronçon souterrain est nettement insuffisant, le ruisseau déborde fréquemment. L'axe principal d'écoulement se dirige directement vers la mer par le Chemin de l'Argentière. Le secteur étant plat, les eaux s'étalent dans tout le quartier. En outre, les eaux pluviales locales ne s'évacuent plus, et aggravent les inondations.

À noter que le ruisseau inondant le quartier des Bormettes peut déborder du bassin de rétention et se propager dans le quartier de l'Argentière. Ces eaux ne rejoignent pas l'autre fossé, la topographie des rues ne le permettant pas.

### 3 RENCONTRE AVEC LES RIVERAINS

#### 3.1 PRINCIPES DES RENCONTRES

Sur la base des noms et coordonnées transmis par la mairie (étoffée au fil des rencontres), plusieurs habitants ont été rencontrés afin de :

- **Relever les informations** relatives aux inondations (qu'elles proviennent de débordements des cours d'eau ou de ruissellement pluvial) ;
- **Lister les problèmes** sur site (ouvrage insuffisant, sujet à obstruction ; cause récurrente d'inondations...)
- **Donner leurs avis sur les causes des inondations** (l'objet de ce point est de mieux comprendre comment les riverains ressentent les inondations, comment ils réagissent pendant et après les crues. Ces informations sont utiles pour pouvoir les informer et les sensibiliser sur les comportements à adopter ou à éviter) -attention, il s'agit des ressentis des interlocuteurs qui ont une vision locale des phénomènes-
- **Donner leurs avis sur les solutions** à apporter. En cas de programme de travaux, il sera utile d'expliquer pourquoi telles solutions ont été écartées et telles autres retenues. Connaître les avis de chacun facilitera la communication avec les riverains. Ces solutions seront analysées dans la phase *Aménagements* de cette étude.

**Attention**, le texte fait référence majoritairement aux avis des personnes rencontrées retranscrites par le bureau d'étude technique. Les interprétations données et solutions envisagées ne sont pas l'avis définitif du bureau d'étude mais des informations utiles à traiter par la suite. C'est le croisement de ces informations et d'autres sources de données qui permettra au bureau d'étude technique de déduire les causes véritables des inondations. De même, les principes de solutions proposées seront étudiés pour être précisés puis écartés ou retenus selon leur pertinence.

Afin d'éviter toute confusion, les informations provenant d'une interprétation de SAFEGE sont inscrites en couleur mauve. Toutes les autres informations proviennent des dires des habitants retranscrits par SAFEGE.



Le tableau suivant contient la liste des personnes rencontrées, la date et le lieu de rencontre.

Nom(s)	Date / rdv	Lieu
Mme Pimbert	22-01-2015	Rive droite Pansard aval pont Blanc
Mrs Revest et Perez	22-01-2015	Les Bormettes
Gestionnaire Camping Pansard	22-01-2015	Camping Pansard
Mr Marquis	29-01-2015	Londe Village
Mr Brun	29-01-2015	Front de mer
Mr Rose	29-01-2015	Le Bastidon
Mr Luciani	29-01-2015	Domaine du Galoupet
Mr Gualtieri	29-01-2015	Domaine du Pas du Cerf
Mr Teret	30-01-2015	Extrémité ouest habitations devant plage
Mr Augé	30-01-2015	Rive droite Maravenne aval pont entreprise TP
Mr Ghigo	30-01-2015	Domaine Châteaouvert
Mr Pons Massenot	30-01-2015	Domaine Jassons
Mr Combart / Audintet / Fayard / Constantin	30-01-2015	Pansard amont pont RN 98 (Domaines de Saint-André de Figuière / du Château de Maravenne / des Myrtes / de la Valetanne)
Mr Odderat	30-01-2015	Cave coopérative
Mr Bertheau	30-01-2015	Rue 8 mai 1945
Mr Barbaroux	04-02-2015	Tamary
Mme Buisson	04-02-2015	Entre le Bastidon et la Pinède du Bastidon
Mr Dusfour	04-02-2015	Cave coopérative
Mr Bessette / Cabanis / André	04-02-2015	Argentière
Mr Cabanis	10-02-2015	
Mr Burle	10-02-2015	Domaine du Château des Bormettes
Mr de Guitaut	13-02-2015	Domaine de Valcros

Figure 22 Liste des riverains rencontrés

Pour chaque rencontre, la *localisation des problèmes* correspond à l'endroit pour lequel ces entretiens ont été utiles pour mieux comprendre les phénomènes hydrauliques.

### 3.2 DÉTAILS DES RENCONTRES

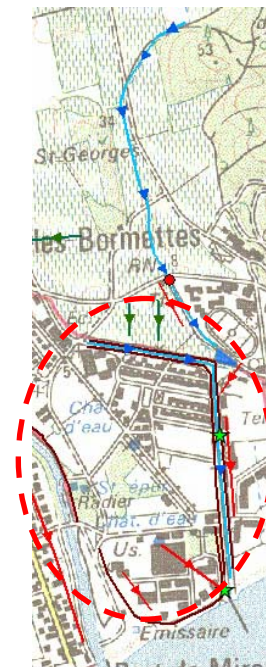
**Personne(s) rencontrée(s)** : Messieurs Revest et Perez

**Date** : 22-01-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Mairie, Quartier des Bormettes, domaine du Château des Bormettes.

**Documents transmis** : Étude hydrologique et hydraulique du cours d'eau local, effectuée par des riverains. Liens internet avec des vidéos et photographies des inondations sur le secteur.

**Localisation des problèmes évoqués** :



**Information sur les inondations par débordements** :

Le quartier des Bormettes, situé en rive gauche du Maravenne, a été inondé notamment par le Maravenne pour les crues de janvier et novembre 2014. Néanmoins, la cause la plus fréquente des inondations est le débordement d'un canal non nommé dont une part importante du bassin versant se situe sur le domaine du château des Bormettes et du château du Carubier. Ce canal avait déjà débordé auparavant (2006 notamment).

**Information sur les inondations par ruissellements** :

Le réseau d'eau pluvial se jette dans ce canal non nommé, canalisé dans sa partie aval. La capacité insuffisante de ce canal fait que les eaux de pluie s'évacuent difficilement.

### Solutions imaginées par les riverains :

Il est évoqué :

- d'augmenter le volume des bassins de rétention existants (dont la création a conduit à une amélioration de la situation) ;
- d'augmenter la capacité du canal constituant l'exutoire du cours d'eau ;
- d'augmenter la capacité d'un ouvrage de franchissement d'une route insuffisant.

### Autre :

La création d'un nouveau lotissement sur le bassin versant fait craindre une augmentation des inondations.

Suite aux inondations de 2005 sur le quartier, une étude hydrologique et hydraulique avait été produite pour mieux comprendre les causes de ces inondations. Suite à cette réflexion, plusieurs communications ont été faites pour alerter sur les problèmes constatés sur les Bormettes et proposer des pistes de réflexions. Quelques rétentions ont été retravaillées, ce qui a apporté une légère diminution des inondations sans véritablement résoudre le problème.



**Personne(s) rencontrée(s)** : Mme Pimbert.

**Date** : 22-01-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Résidence en rive droite du Pansard en aval immédiat du pont Blanc.

**Documents transmis** : Photographies pendant et après les crues de janvier et novembre 2014 sur site. Photographies après les crues dans le port.

**Localisation des problèmes évoqués** :



Rive droite du Pansard en aval du Pont Blanc après la crue de novembre 2014

**Information sur les inondations par débordements** :

Les débordements venaient à la fois du Pansard, et d'un débordement du Maravenne en rive gauche en amont de la confluence, qui se propage droit sur le bâtiment en question par le parc avec des jeux.

**Information sur les inondations par ruissellements** : Rien à signaler

**Solutions imaginées par les riverains** : aucune

**Autre** :

L'érosion forte du parking au pied du lotissement (en rive droite du Pansard) fait craindre un effondrement.

La riveraine rencontrée est allée à son lieu de travail en voiture en traversant des zones inondées.

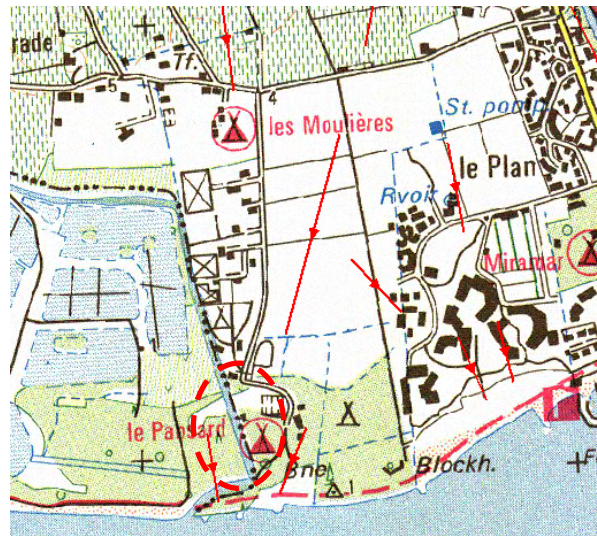
**Personne(s) rencontrée(s)** : Gardien du camping *Le Pansard* (rencontré sans rendez-vous)

**Date** : 22-01-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Camping Le Pansard.

**Documents transmis** : Aucun.

**Localisation des problèmes évoqués** :



**Information sur les inondations par débordements** :

En janvier 2014, les débordements du Pansard se dirigeaient en majorité vers le camping des Moulières.

En novembre 2014, les débordements du Pansard se dirigeaient en majorité vers le camping du Pansard.

**Information sur les inondations par ruissellements** : Rien à signaler.

**Solutions imaginées par les riverains** :

- Créer un bras de décharge sur le Pansard passant par le domaine du Bastidon allant jusqu'à la mer.

**Autre** : Rien à signaler.

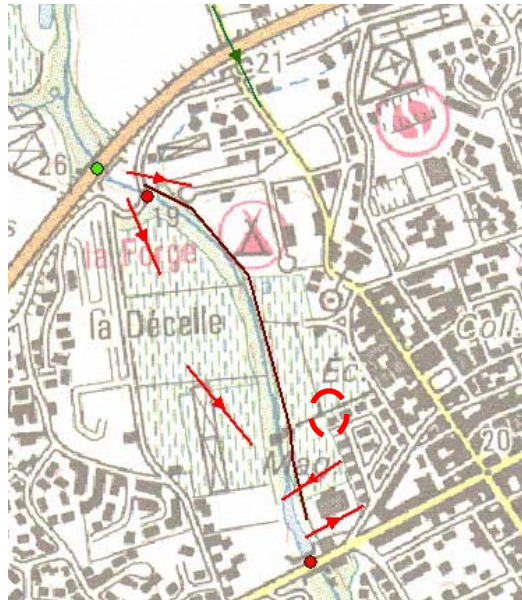
**Personne(s) rencontrée(s)** : M. Marquis

**Date** : 29-01-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Chez l'habitant (vieux village, rive gauche du Pansard en amont du pont de la cave coopérative), puis visite terrain (ponts de la cave coopérative, Ducournau et Blanc ; maison d'une connaissance dans le quartier de Miramar).

**Documents transmis** : Document papier synthétisant les informations données pendant l'entretien.

**Localisation des problèmes évoqués** :



**Information sur les inondations par débordements** :

Le Pansard déborde dans un premier temps en remontant de l'aval vers l'amont depuis la rive gauche au niveau du pont de la cave coopérative, et, dans un second temps, au niveau du gué du quartier de La Forge en rive gauche.

Entre le gué de la Forge et le pont de la cave coopérative, la rive gauche du Pansard est endiguée. Cet endiguement a deux points bas par lesquels l'eau transite : au droit du gué de la Forge et en amont du pont de la cave coopérative.

En janvier 2014, il y a eu lors de la crue une *vague subite* sur le Pansard.

Dans le quartier de Miramar, différence de niveaux d'eau de l'ordre de 0.7 m entre l'amont et l'aval. À noter que les habitations en question sont clôturées.



### Information sur les inondations par ruissellements :

Les eaux de pluies s'évacuent mal, notamment parce qu'elles débouchent dans le Pansard au droit du pont de la cave coopérative où elles sont noyées par l'aval. Les inondations par ruissellement sont fréquentes. Lors de la crue de novembre 2014 (où l'inondation provenait principalement du ruissellement), l'ouverture d'un tampon du réseau d'eaux usées a facilité l'évacuation des eaux en soulageant le réseau d'eaux pluviales. Cette anecdote met en évidence les limites du réseau d'eaux pluviales.

### Solutions imaginées par les riverains :

- Dériver le Pansard en aval du Pont Ducournau jusqu'à la mer en passant par le domaine du Bastidon.
- Améliorer la capacité du pont de la cave coopérative, soit en reprenant l'ensemble de l'ouvrage, soit en reprenant le seuil (pour diminuer la chute importante qui s'y trouve).
- Améliorer la capacité du pont Blanc en reprenant la conduite d'eaux usées qui crée un seuil dessous.
- Renforcer la digue rive gauche entre le gué de la Forge et le pont de la cave coopérative, notamment au niveau des points bas mentionnés. Il s'agirait d'homogénéiser le niveau de la crête de digue.
- Protéger la cave coopérative en rive droite par une digue.
- Créations de bassins de rétentions (sites suggérées, Notre-Dame des Maures au droit des maisons détruites ; sur la route du Pas-du-Cerf ; dans le lit du Maravenne entre les domaines de Châteauvert et du Château des Bormettes).
- Élargissement des lits.
- Entretien des berges pour diminuer le risque d'embâcles et faciliter les écoulements.

### Autre :

L'érosion au pied du seuil du pont de la cave coopérative pourrait menacer les fondations de l'ouvrage d'art.

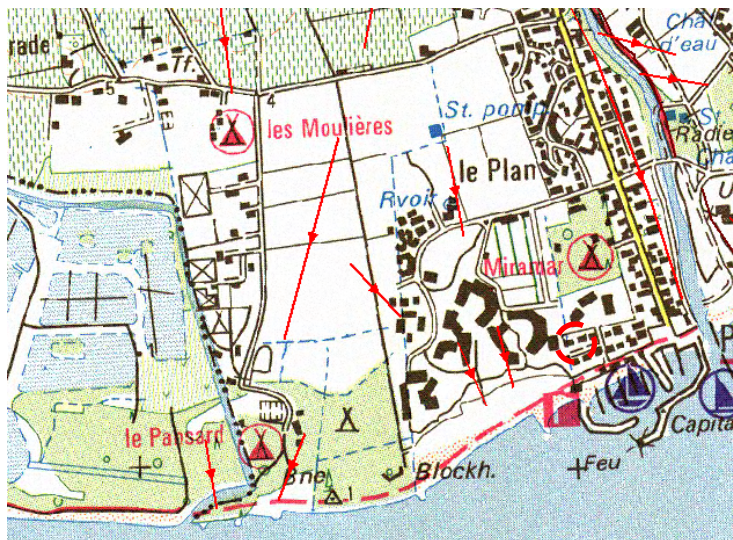
**Personne(s) rencontrée(s)** : M. Brun.

**Date** : 29-01-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Chez l'habitant (hameau du Front de Mer).

**Documents transmis** : Plans du secteur avec localisation des réseaux d'eaux pluviales - Hauteurs d'eau levées suite aux crues – Photographies aériennes du quartier à différentes époques.

**Localisation des problèmes évoqués** :



**Information sur les inondations par débordements** :

En janvier 2014, l'eau est montée très brusquement, comme s'il y avait eu une vague. En novembre 2014, la montée des eaux a été plus progressive.

Pour les crues de janvier et novembre 2014, l'eau venait du nord. À noter qu'en novembre 2014, le secteur était déjà fortement inondé avant l'arrivée de la pointe de crue (uniquement par ruissellement).

**Information sur les inondations par ruissellements** :

Le quartier est très fréquemment inondé par ruissellement. Les eaux pénètrent dans le réseau d'eaux usées qui remonte en surface.

Le logement, situé en un point plus bas que tout autour, est fortement touché.

Les réseaux d'eaux pluviales sont nettement insuffisants, principalement au niveau des ouvrages. Ils se réunissent tous dans un cadre trop petit.

Les accès à l'avenue du Front de Mer, qui longe la mer au sud, évacuent très mal l'eau.

L'avenue du Front de Mer est plus élevée que ce quartier, et constitue un obstacle au bon écoulement des eaux.

### **Solutions imaginées par les riverains :**

Les solutions évoquées traitent uniquement du problème d'inondations par ruissellement, et non par débordement du Maravenne et du Pansard.

Elles consistent en :

- Augmentation de la capacité du réseau d'eau pluviale, notamment des ouvrages.
- Faciliter les écoulements vers la mer au niveau de l'avenue du Front de Mer.
- Création de nouveaux réseaux pour mieux drainer les nombreux points bas.
- Création d'un bassin de rétention au niveau d'eau de la zone de rétention naturelle, dans le quartier des Îles du Soleil.

**Autre** : Rien à signaler

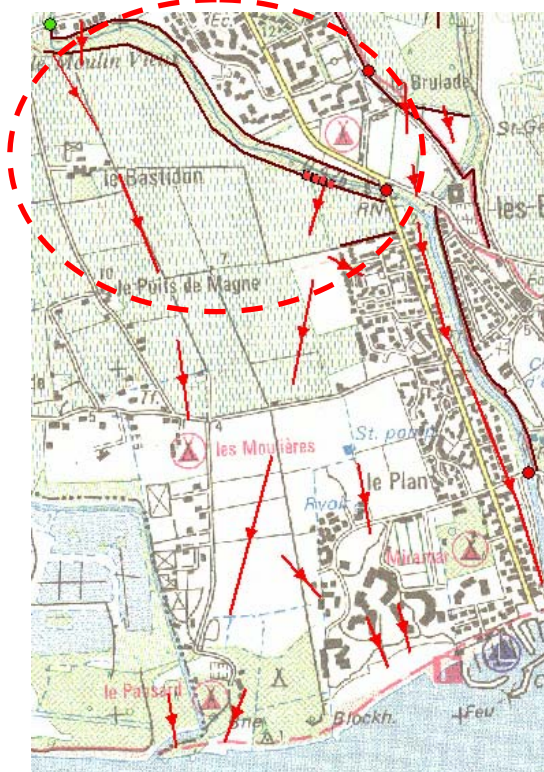
**Personne(s) rencontrée(s)** : M. Rose.

**Date** : 29-01-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Domaine du Bastidon, puis visite de terrain (usine désaffectée, parcours de l'ensemble du domaine).

**Documents transmis** : Photographies.

**Localisation des problèmes évoqués** :



**Information sur les inondations par débordements** :

Une rupture en amont du pont Blanc a eu lieu pour les crues de janvier et novembre 2014. Ces eaux se sont ensuite propagées vers le sud.

Le passage à gué submersible dans le port a été fortement obstrué par des embâcles (constaté après la crue ; des photographies d'autres sources confirment cette information).

Entre les crues de novembre et janvier 2014, le Pansard a été élargi depuis le gué de la Forge jusqu'entre le pont Ducournau et le pont Blanc. Il y avait ainsi une contraction de la section dans le Pansard (là où l'élargissement a cessé d'être réalisé), qui aurait favorisé la montée des eaux au droit de cette contraction, à proximité du point de rupture de la digue.



**Information sur les inondations par ruissellements** : Rien à signaler.

**Solutions imaginées par les riverains** :

- Créer un bras de décharge sur le Maravenne, en amont de la station d'épuration jusqu'à la mer en passant sur le terrain de l'usine désaffectée, ceci afin de redonner au Maravenne une partie de son ancien tracé et de soulager le Maravenne dont l'exutoire par le port est limité (du fait du gué et de la sortie du port).
- Supprimer le gué d'accès au port pour faciliter les écoulements, le port étant accessible par un autre chemin.
- Refaire dans les règles de l'art et avec des niveaux cohérents les digues en rive droite et rive gauche du Pansard entre le pont Ducournau et le pont Blanc.
- Homogénéiser le recalibrage du lit sur tous les sites à enjeux (et ceci jusqu'en aval).
- Créer un bras de décharge sur la limite est du domaine du Bastidon (avec surverse contrôlée en amont du pont Blanc). Le propriétaire ne consentirait pas à négocier des terrains ailleurs.

**Autre** (évoqué et constaté sur site et/ou sur la base de photographies) :

- Les digues en rive droite du Pansard, entre le pont Ducournau et le pont Blanc (le long du domaine du Bastidon), sont extrêmement fragiles. Elles sont constituées de tout-venant comportant des matériaux sableux. De nombreux terriers et arbres morts les recouvrent, créant des chemins préférentiels pour l'eau favorisant la rupture par érosion interne. **Elles risquent très fortement de rompre en cas de mise en charge. Quels que soient les aménagements retenus pour réduire les inondations, ils devront intégrer le risque très fort de rupture de ces digues en cas de mise en charge.** Ces digues peuvent créer un faux sentiment de sécurité du fait de leur grande fragilité<sup>3</sup>.
- Les digues en rive gauche du Pansard entre le pont Ducournau et le pont Blanc sont plus élevées que les digues en rive droite.
- Des quantités de terre importantes ont été stockées récemment dans l'emprise de l'usine désaffectée.

<sup>3</sup> Inquiétude du riverain confirmée par le bureau d'étude. Une inspection visuelle de la digue suffit à constater sa grande fragilité.

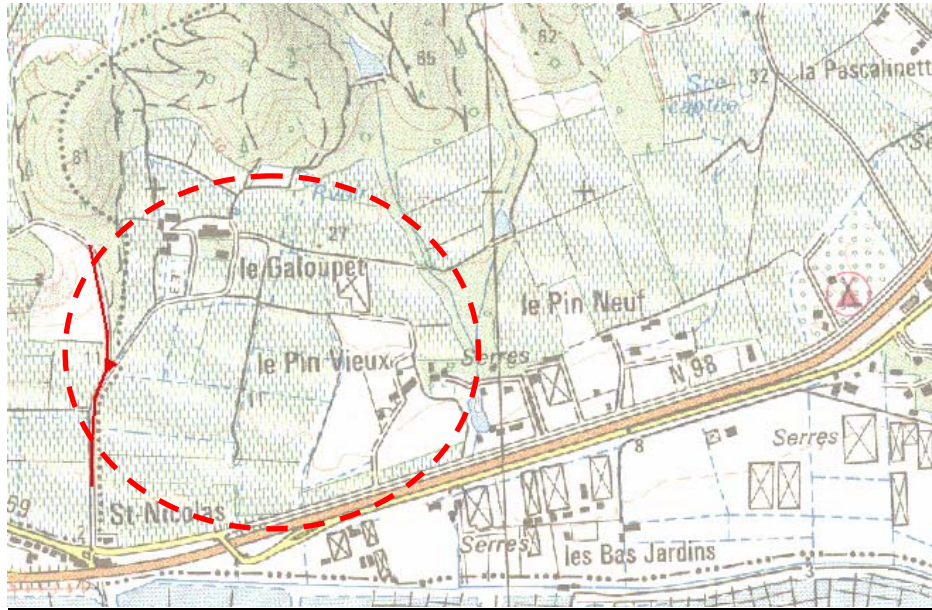
**Personne(s) rencontrée(s)** : M. Luciani.

**Date** : 29-01-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Domaine du Galoupet.

**Documents transmis** : Aucun.

**Localisation des problèmes évoqués** :



**Information sur les inondations par débordements** : Rien à signaler.

**Information sur les inondations par ruissellements** :

Quelques dommages sur le domaine suite aux pluies. Les bassins de rétention en pied de culture (en amont de la route) étaient complètement remplis.

Le principal problème relevé (qui ne concerne pas le domaine mais les habitations au sud), concerne un vallon à la limite ouest du domaine. Ce vallon déborde sur la piste d'accès aux terrains militaires sur sa rive gauche, et y emporte une très importante quantité de matériaux. Ces matériaux bouchent les ouvrages pluviaux sous la route, l'eau déborde et crée des dommages importants. Le curage des boues a également un coût significatif.

Ce problème a été signalé il y a 20 ans, et a fait l'objet de travaux sur cette piste. Le revêtement mis en place n'a pas tenu et les problèmes persistent.

**Solutions imaginées par les riverains** :

- Créer un revêtement résistant aux eaux sur la route pour limiter les matériaux charriés en crue.

**Autre** : Rien à signaler.

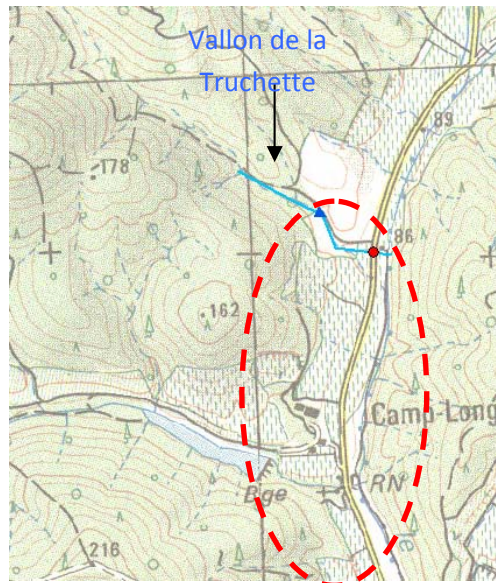
**Personne(s) rencontrée(s)** : M. Gualtieri.

**Date** : 29-01-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Domaine du Pas du Cerf.

**Documents transmis** : Photographies.

**Localisation des problèmes évoqués** :



**Information sur les inondations par débordements** :

Le Pansard a très fortement érodé ses berges, notamment sur des parcelles viticoles. De manière générale, il a débordé sur ses rives sur tout le secteur du domaine (sur les routes et les vignes).

De très nombreux embâcles se sont formés. La présence de points durs dans le lit mineur (souche) crée des recirculations d'eau qui augmentent l'érosion des berges.

Le barrage de Camp Long a été submergé pendant les crues.

**Information sur les inondations par ruissellements** :

Le vallon de la Truchette est un vallon très raide qui a entraîné une quantité très importante de boues. Ces boues ont obstrué l'ouvrage de franchissement sous la route.

**Solutions imaginées par les riverains** : Rien à signaler.

### Autre :

Suite aux dégâts des crues, les travaux suivants ont été réalisés :

- Sur le vallon de la Truchette, enrochement des talus du lit mineur pour les consolider et éviter l'entraînement de boues.
- Sur le Pansard en rive gauche, reprise de digues protégeant les parcelles viticoles qui avaient été détruites lors des crues.



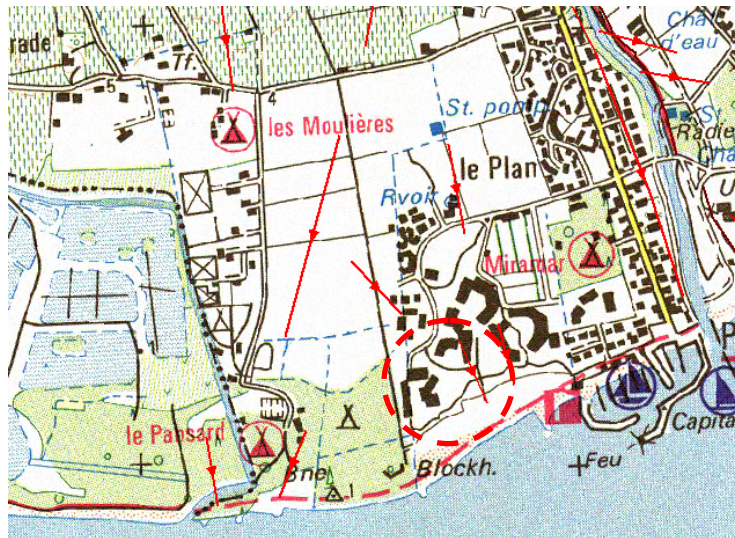
**Personne(s) rencontrée(s)** : M. Théret.

**Date** : 30-01-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Résidences au coin sud-ouest du quartier Miramar.

**Documents transmis** : Aucun.

**Localisation des problèmes évoqués** :



### **Information sur les inondations par débordements** :

En janvier 2014, l'eau est montée brusquement, contrairement à la crue de novembre 2014.

En janvier 2014, le bâtiment a d'abord été inondé par l'ouest (depuis la Pinède), puis par le nord (depuis les zones résidentielles).

En novembre 2014, le bâtiment a d'abord été inondé par le nord (depuis les zones résidentielles), puis par l'ouest (depuis la Pinède).

### **Information sur les inondations par ruissellements** :

Des inondations fréquentes surviennent du seul fait des ruissellements. Elles peuvent s'accompagner d'une remontée des eaux usées.

Le réseau d'eau pluviale se jette dans un fossé à l'ouest. Ce fossé draine également la Pinède et une importante surface de terres agricoles. Il est nettement insuffisant par rapport à la surface qu'il draine.

À noter également que les eaux s'évacuent difficilement en surface, les habitations étant bordées au sud par un remblai.

### Solutions imaginées par les riverains :

- Afin de résoudre les problèmes liés aux eaux pluviales, il est suggéré de permettre à l'eau de s'évacuer en surface jusqu'à la mer (et plus seulement par un réseau facilement saturé). À noter qu'une telle solution faciliterait l'évacuation des eaux après inondations : elle réduirait la gravité des inondations sans les empêcher.

### Autre :

En janvier les habitants ont été surpris par la brusque montée des eaux, alors qu'ils aidaient d'autres personnes à se mettre à l'abri.

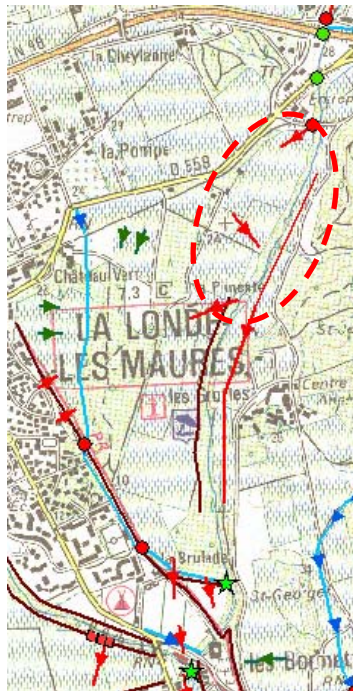
**Personne(s) rencontrée(s)** : M. Augé.

**Date** : 30-01-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Rive droite du Maravenne, en aval immédiat de l'entreprise de travaux publics *Sottal*.

**Documents transmis** : Aucun.

**Localisation des problèmes évoqués** :



**Information sur les inondations par débordements** :

Le Maravenne a fortement débordé sur les deux rives, s'est creusé un nouveau lit et a grandement érodé ses berges.

Le pont en aval de la société de travaux publics *Sottal* était rempli presque jusqu'à son tablier. En conséquence, les eaux débordaient immédiatement en aval du pont, en rive droite.

La configuration du pont est peu propice aux écoulements : arrivée d'un affluent en provenance de la Pabourette, récupération d'eaux également depuis la rive droite ; présence d'enrochements en rive droite qui empiètent sur la section du pont et créent une contraction marquée. En rive gauche, une érosion se développe en face de cette déviation.

Plus en aval la rive droite est légèrement plus élevée. À cet endroit, le lit Maravenne se contracte (on observe notamment une érosion très marquée au droit de cette contraction), puis inonde de nouveau la rive gauche.

**Information sur les inondations par ruissellements** : Rien à signaler.

**Solutions imaginées par les riverains** : Aucune.

**Autre** :

Tous les véhicules transportés par le Maravenne se sont déposés en rive gauche à proximité les uns des autres.

L'agriculteur exploitant la rive gauche a entrepris de gros travaux de terrassement et d'endiguement entre les crues de janvier et novembre 2014. Le Maravenne a érodé une grande partie des zones terrassées.



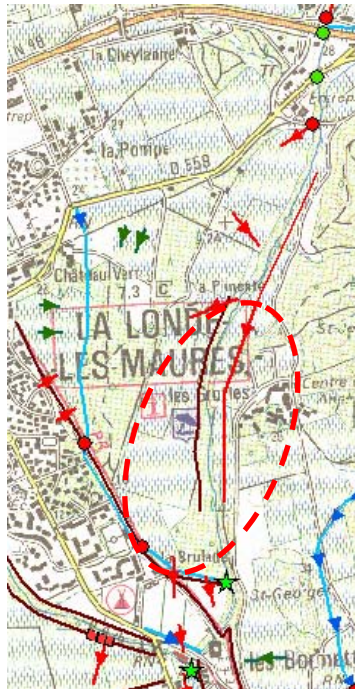
**Personne(s) rencontrée(s)** : M. Ghigo.

**Date** : 30-01-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Domaine de Châteauvert.

**Documents transmis** : Aucun.

**Localisation des problèmes évoqués** :



**Information sur les inondations par débordements** :

Le lit mineur du Maravenne est fortement obstrué par des cannes et autres végétaux, ce qui diminue nettement sa capacité. La largeur du lit du Maravenne est particulièrement faible au droit de la confluence avec le vallon de Châteauvert (les lits des deux cours d'eau y ont la même largeur, alors que le lit du Maravenne est plus large en amont).

En janvier 2014, les dégâts ont été très importants. En novembre 2014, le propriétaire avait endigué entre-temps son terrain, en plaçant ses digues en retrait du lit mineur. Les digues rive droite ont tenu, mais ont été contournées par l'aval : les surfaces inondées ont été moindres, et les vitesses étaient bien moins importantes.

Le vallon de Châteauvert déborde sur tout son cours dans les parcelles agricoles. Il reçoit une importante quantité d'eaux pluviales par les réseaux, mais également par les routes lorsque ces réseaux débordent. La faible largeur du lit et son manque d'entretien font que le vallon déborde très fréquemment.

Le vallon de Châteauvert traverse plusieurs fois le Chemin des Annamites (remblai de l'ancienne voie ferrée) par de petits ouvrages. Ce tracé du vallon et ces ouvrages sont problématiques.

### **Information sur les inondations par ruissellements :**

Le vallon de Châteauvert relève à la fois d'une problématique de ruissellement (pour son alimentation, notamment par les rues) et de débordements.

### **Solutions imaginées par les riverains :**

Concernant le vallon de Châteauvert :

- Augmenter sa capacité par élargissement et entretien.
- Reprendre son tracé pour qu'il longe le chemin des Annamites et ne le traverse plus par des ouvrages trop petits.
- Faciliter les écoulements à la confluence avec le Maravenne.

Concernant le Maravenne :

- Augmenter sa capacité en curant le lit, notamment les îles qui se sont formées (atterrissements végétalisés qui limitent fortement la capacité ; le Maravenne a creusé un lit de part et d'autre de ces îles).
- Augmenter sa capacité en aval, afin de diminuer le niveau d'eau à la confluence.

### **Autre :**

Les projets de lotissement en rive droite du Pansard, au-dessus de la partie nord du domaine, et dans le bassin versant du vallon de Châteauvert, font craindre une aggravation des inondations constatées.

L'agriculteur exploitant la rive gauche a entrepris de gros travaux de terrassement et d'endiguement entre les crues de janvier et novembre 2014. Il a construit ces digues très près du lit mineur.

Voyant cela, l'exploitant du domaine de Châteauvert a également construit des digues, mais les a placées quelques mètres en retrait du lit mineur pour laisser un espace de liberté au Maravenne. Ces digues en rive droite ont tenu en novembre 2014. Les digues en rive gauche ont rompu ou été emportées en de nombreux points.

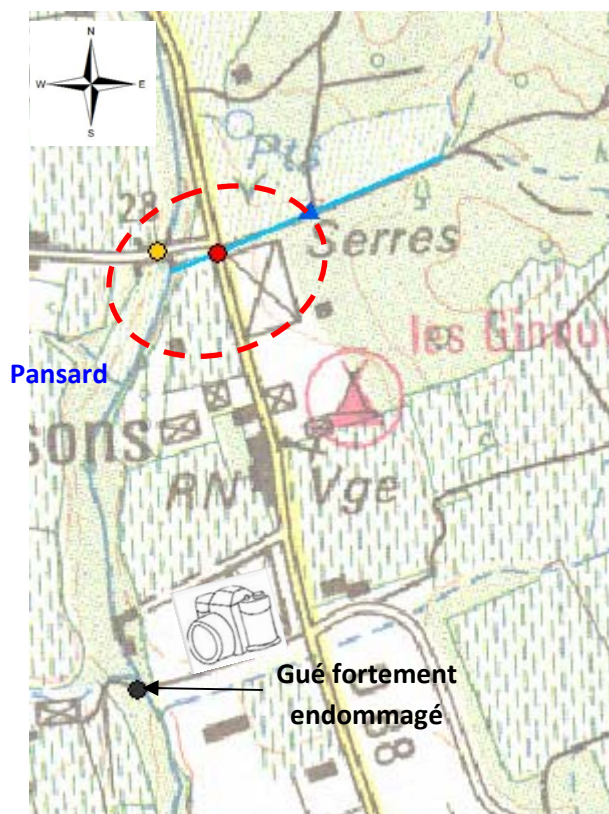
**Personne(s) rencontrée(s)** : M. Pons-Massenot.

**Date** : 30-01-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Domaine des Jassons.

**Documents transmis** : Photographies.

**Localisation des problèmes évoqués** :



Légende	
<b>Ouvrages</b>	● Détruit
	● Obstrué par embâcles
	● Très insuffisant
	● Non observé
	● Rien à signaler
	● Submergé
→	Lit mineur/fossé/talweg
→	Axes de débordements
→	Axes de ruissellement
■	Remblais structurant
■	Rétention artificielle
■	Érosion
★	Confluence problématique

### **Information sur les inondations par débordements** :

En janvier 2014, les bâtiments ont été inondés avec une hauteur d'environ 10 cm.  
En novembre 2014, les bâtiments n'ont pas été touchés.

En janvier 2014, le pont sur le Pansard s'est érodé côté rive gauche. Le Pansard a creusé une véritable ouverture sur le côté gauche du pont. Entre les deux crues, le pont a été construit à l'identique de manière à résister aux érosions.

En novembre 2014, le pont a tenu, bien qu'une érosion ait été constatée au même endroit qu'auparavant (bien que légère).

Au droit des bâtiments, le Pansard reçoit un affluent en rive gauche. Cet affluent a donné beaucoup d'eau. En janvier 2014, l'ouvrage de franchissement de la route

était obstrué, le vallon a submergé la route. Entre les deux crues, l'exploitant des Jassons avait nettoyé cet ouvrage. Malgré ce nettoyage, la route était également submergée en novembre 2014. Le débit sur cet affluent était visuellement important. Les vitesses sur la route étaient fortes.

À noter la présence d'une conduite sous l'ouvrage de franchissement.

En aval, un gué a été fortement endommagé lors des crues. Il a été contourné par érosion, ses appuis se font progressivement saper. En cas de rupture, il générerait une vague significative en aval. En outre, un poteau électrique est très proche de la berge en rive gauche et risque de s'effondrer si l'érosion latérale continue de se développer.



Figure 23 Photographie du seuil en aval du domaine des Jassons

**Information sur les inondations par ruissellements** : Rien à signaler.

**Solutions imaginées par les riverains** : Aucune.

**Autre** : Rien à signaler.



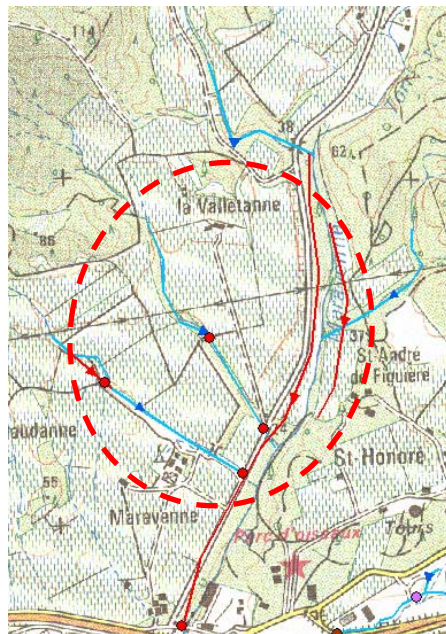
**Personne(s) rencontrée(s)** : Messieurs Combard, Fayard, Audinet et Constantin.

**Date** : 30-01-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Domaines de Saint-André de Figuière, des Myrtes, du Château de Maravenne et de la Valletane.

**Documents transmis** : Plan de localisation des parcelles envisagées pour effectuer des rétentions.

**Localisation des problèmes évoqués** :



**Information sur les inondations par débordements** :

En rive droite du Maravenne, en amont de la RDN 98, les domaines viticoles de la Valletane, du château de Maravenne et des Myrtes sont parcourus par deux vallons qui ont posé lors des crues de janvier et novembre 2014 les problèmes suivants :

- Élargissement fort de leurs lits.
- Débordements nombreux, notamment au niveau de buses et des virages.
- Obstruction par envasement des ouvrages de franchissement de la route en rive droite du Maravenne où ces vallons se jettent.
- Dégradation de la route au-dessus de ces ouvrages.
- Très fortes vitesses sur la route, qui peuvent avoir causé la mort d'automobilistes sur ce secteur.

Suite à ces dégâts, la route a été refaite et des ouvrages de franchissement ont été ajoutés. L'un d'eux s'est obstrué depuis (en moins de deux mois).

En rive gauche du Maravenne, l'érosion et les débordements ont dégradé des parcelles viticoles.

Le premier pont sur le Maravenne à l'aval de ces domaines était en limite de mise en charge pour la crue de novembre 2014.

En rive gauche du Maravenne se jette un vallon prenant sa source vers le *Pas de Cheval*. Contrairement aux autres affluents mentionnés en rive droite du Maravenne, il s'agit d'un vallon en eau toute l'année avec un écosystème propre. Ce vallon s'est également creusé de façon importante, et apporte des débits significatifs dans le Maravenne.

### **Information sur les inondations par ruissellements :**

Quelques dégâts dus aux ruissellements sur les parcelles. Rien de particulier.

### **Solutions imaginées par les riverains :**

Ces solutions sont proposées en concertation entre les 4 riverains mentionnés. Le document associé localise les surfaces que ces propriétaires sont prêts à négocier pour la mise en place de ces solutions.

- Créer des bassins de rétention en amont des 3 vallons affluents du Maravenne.
- Créer un espace de rétention sur le Maravenne en rive gauche (parcelles viticoles) et droite (parcelles communales sans usage spécifique).
- Faciliter le passage des eaux sous la route des 2 affluents en rive droite du Maravenne.

**Autre** Rien à signaler.

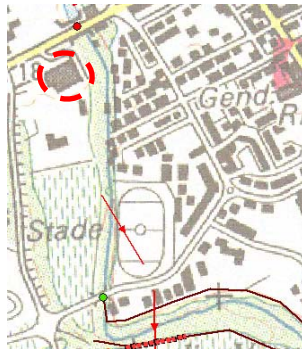
**Personne(s) rencontrée(s)** : M. Odderat (président de la cave coopérative).

**Date** : 30-01-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Cave Coopérative.

**Documents transmis** : Aucun.

**Localisation des problèmes évoqués** :



**Information sur les inondations par débordements** :

D'après les différents retours, en janvier 2014, il y a bien eu une vague sur le Pansard pendant la crue, d'une hauteur comprise entre 0.5 m et 1 m. L'endroit le plus en amont où aurait été observée cette vague serait Notre Dame des Maures.

**Information sur les inondations par ruissellements** :

Lors des pluies de novembre 2014, les niveaux maximums à la cave coopérative n'ont pas été atteints lors du pic de crue sur le Pansard, mais pendant les pluies qui précédaient. Les inondations par ruissellement dans la partie urbaine de La Londe sont un problème aussi important que les débordements par le Pansard.

**Autre** :

Concernant l'évolution historique du couvert du bassin versant du Pansard et du Maravenne, beaucoup de choses ont changé dans les dernières décennies.

Suite aux incendies qui ont ravagé les massifs des Maures, une végétation plus aride s'est développée, sans humus. Sa densité n'est pas encore comparable au couvert végétal précédent. Ce changement diminue fortement la capacité de rétention du couvert végétal du bassin versant, et augmente donc le ruissellement.

Par ailleurs, il y a 3-4 ans, de nouvelles pistes ont été créées pour lutter contre les incendies. Ces pistes ont entraîné un déboisement, et constituent des zones d'accélération de l'eau. Les temps de réaction des bassins versants s'en trouvent réduits.

Ces deux changements tendent à augmenter la rapidité de montée des crues.

### Solutions imaginées par les riverains :

- Favoriser le développement forestier sur les pistes qui ne sont plus nécessaires à la protection contre les incendies (cas des anciennes pistes qui ne sont plus employées).
- Favoriser le retour des eaux en dehors des pistes, par des gouttières et/ou des remontées des pistes (qui existent déjà par endroits, en nombre insuffisant).



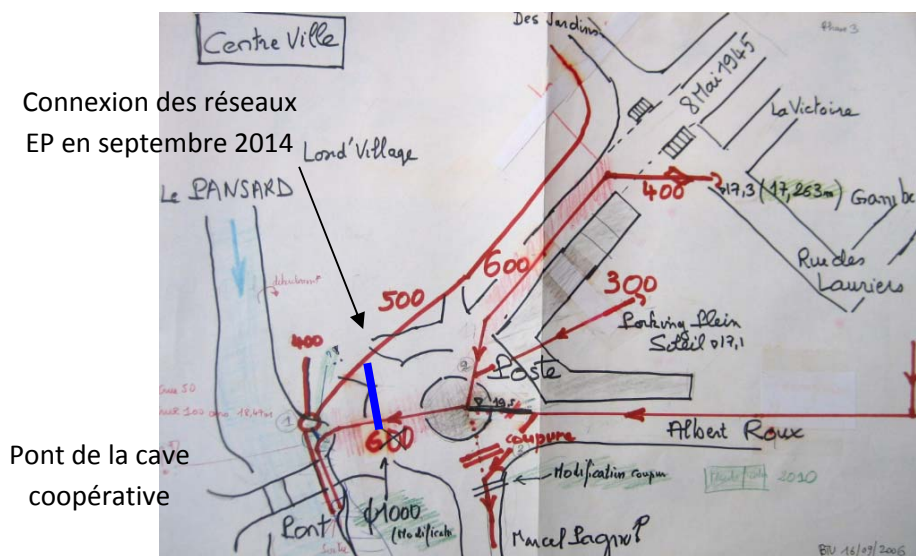
**Personne(s) rencontrée(s)** : M. Bertheau.

**Date** : 30-01-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Chez l'habitant, voir localisation.

**Documents transmis** : Photographies, plans des réseaux d'eaux pluviales, plans de retours d'expérience sur les inondations.

**Localisation des problèmes évoqués** :



**Information sur les inondations par débordements** :

Le Pansard déborde au niveau du pont de la cave coopérative en rive gauche, et sur le stade entre ce pont et le pont Ducournau.

Il a été observé après la crue de janvier 2014 la rupture d'une réhausse en béton sur le barrage de Camp Long.

Les observations sur le ruisseau de l'Argentière (bassin versant du barrage de Camp Long) après la crue de janvier 2014 ont mis en évidence un fort débit sur ce ruisseau.

**Information sur les inondations par ruissellements** :

Entre le pont-cadre de la Forge et le pont de la cave coopérative, toute la rive gauche du Pansard est concernée par des inondations par ruissellement. Le quartier de la *Londe Village* est particulièrement touché.

Pour les habitations proches du Pansard, certains réseaux refluent de l'aval (à l'exutoire dans le Pansard) vers l'amont.

En septembre 2014, des travaux sur les réseaux d'eaux pluviales ont connecté deux réseaux distincts, avec reprise des conduites en aval. Cette connexion a pour effet de mettre sous la même pression deux réseaux distincts, ce qui risque d'augmenter les inondations dans un quartier non touché avant cette connexion.

Au nord de la RDN 98, entre le Pansard et le Maravenne, les eaux de ruissellement s'évacuent difficilement sous la route.

### **Solutions suggérées :**

- Rétablir l'ancienne configuration des réseaux d'eau pluviale, en augmentant si possible leurs capacités.
- Reprendre le radier du pont de la cave coopérative afin de diminuer les niveaux d'eau et de limiter le problème de refoulement de l'aval vers l'amont.
- Installer des clapets anti-retour sur les réseaux d'eaux pluviales pour empêcher les inondations par remontée dans ces réseaux.

### **Autre :**

Confirme l'historique des faits sur l'endiguement du Maravenne (d'abord en rive droite sur le domaine du Château des Bormettes, puis en rive gauche sur le domaine de Chateauvert).

A constaté que des volumes de matériaux curés dans les lits étaient déposés dans l'enceinte de l'usine désaffectée.

A constaté des comportements à risque lors des crues (mère essayant d'aller chercher son enfant à l'école malgré le danger).

**Personne(s) rencontrée(s)** : M. Barbaroux + l'exploitant du domaine du Tamary.

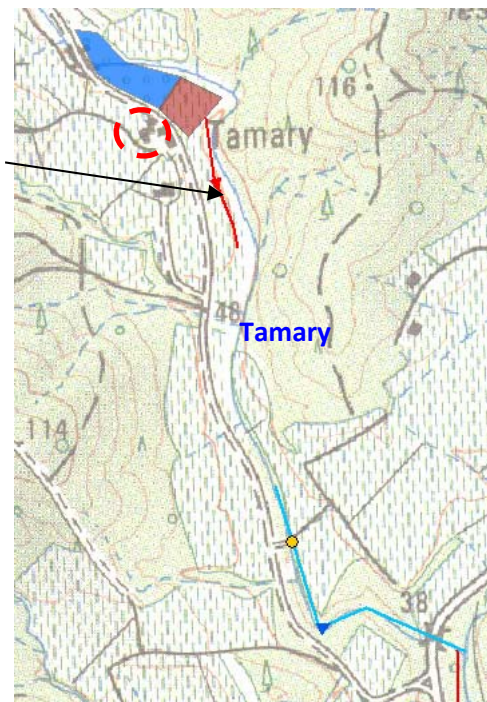
**Date** : 04-02-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Domaine du Tamary.

**Documents transmis** : Photographies, vidéos.

**Localisation des problèmes évoqués** :

Station de traitement  
des eaux inondée



**Information sur les inondations par débordements** :

La crue de novembre 2014 était bien plus importante que la crue de janvier 2014.

En janvier, l'eau avait érodé les berges et débordé par endroits sans pour autant arracher fortement la végétation. En novembre 2014, l'eau a incisé nettement plus les berges et emporté un très grand volume de cannes. Ces cannes ont obstrué le pont en aval qui a été submergé.

Au droit des bâtiments, une parcelle en remblai fait obstacle aux écoulements et crée une zone d'expansion naturelle en amont. Ce volume d'eau s'est rempli en 10 minutes lors de la crue de novembre 2014.

**Information sur les inondations par ruissellements** : Rien à signaler.

**Solutions imaginées par les riverains** :

- Entretien du lit, notamment les îles qui se sont formées suite aux érosions.
- Créer une rétention en amont, mais les volumes en jeu sont très importants.

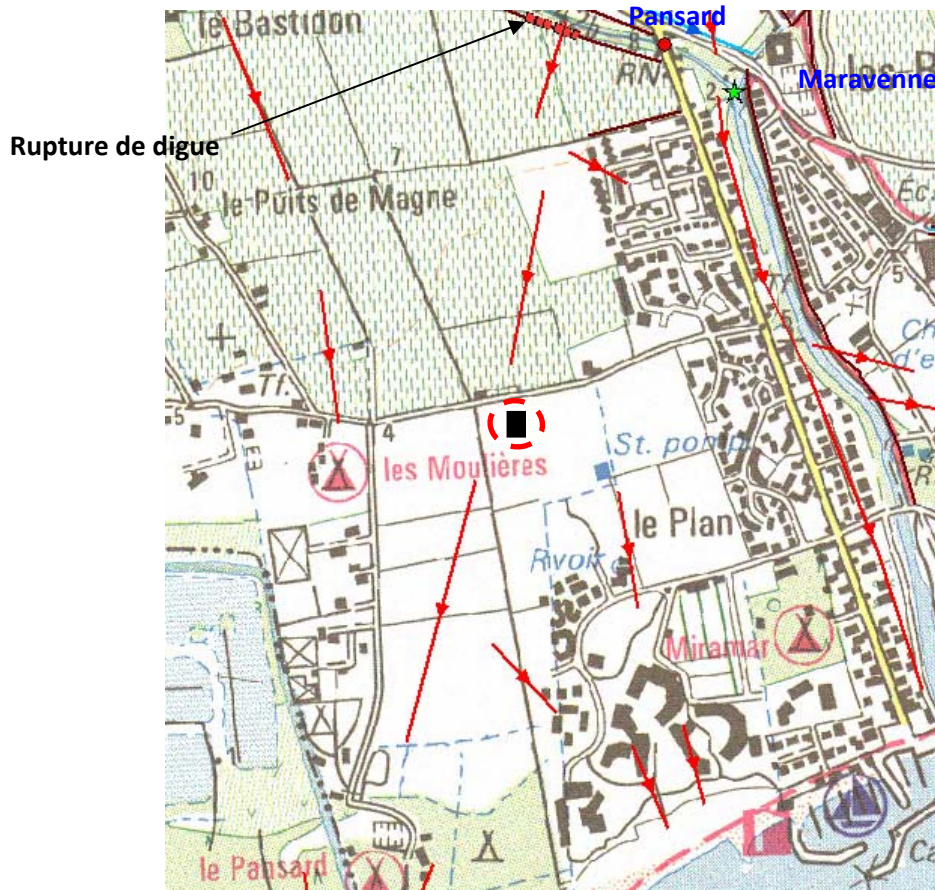
**Personne(s) rencontrée(s)** : Mme Buisson.

**Date** : 04-02-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Entreprise.

**Documents transmis** : Photographies, vidéos.

**Localisation des problèmes évoqués** :



### **Information sur les inondations par débordements** :

Lors des 3 crues (janvier 2014, 25 et 27 novembre 2014), la digue du Bastidon a rompu en amont du Pont Blanc (elle a été refaite en urgence le 26 novembre 2014). Les eaux du Pansard déversent ensuite largement par la brèche, et s'étalent jusqu'à la mer, inondant toute la plaine du Camping des Moulières jusqu'au Maravenne.

Pour les deux crues, les vitesses sont importantes (de l'ordre de 2-3 m/s), ce qui est fort compte tenu de la pente du terrain.

En janvier 2014, l'inondation a duré 5 h avec un débit très soutenu. En novembre 2014, le phénomène a été beaucoup plus bref.



Il n'y a pas eu d'effet de vague sensible en janvier 2014 dans la plaine. Il a par contre été observé depuis le pont Blanc l'avancée d'un front de déchets et embâcles.

**Information sur les inondations par ruissellements** : Rien à signaler.

**Solutions imaginées par les riverains** :

- Pérenniser la digue du Bastidon pour éviter les ruptures.

**Autre** :

- Craint que la mise à nu des berges du Pansard causée par les crues et les curages n'affaiblissent les berges et les rendent plus vulnérables à la rupture qu'auparavant.
- Alarme sur la fragilité des digues du Bastidon (rive droite du Pansard du Pont Ducournau au Pont Blanc), constatée par ailleurs lors de la visite du Bastidon.

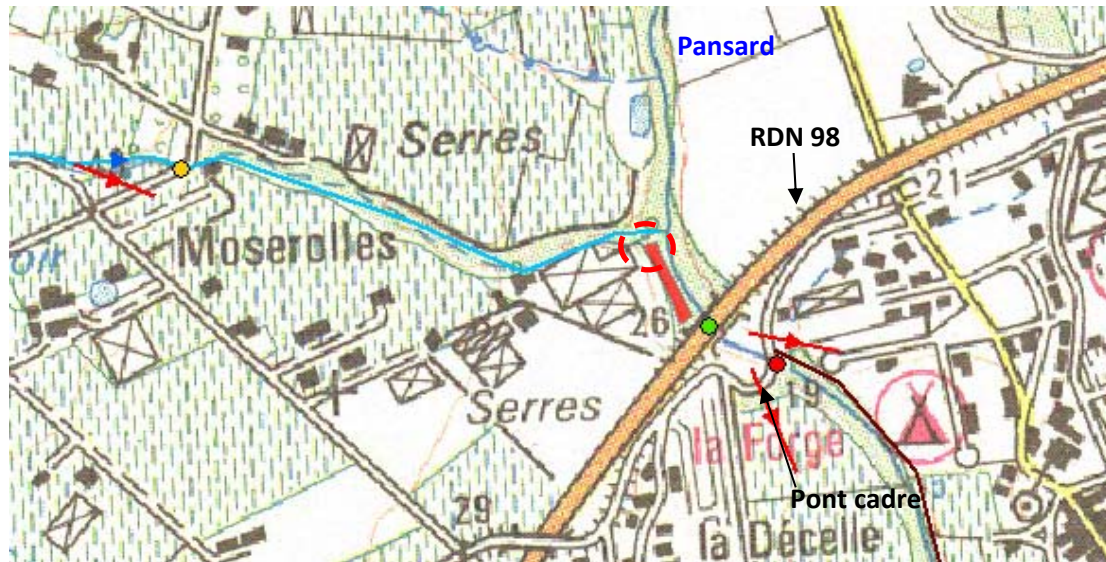
**Personne(s) rencontrée(s)** : M. Beneventi.

**Date** : 04-02-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Chez l'habitant.

**Documents transmis** : Aucun.

**Localisation des problèmes évoqués** :



**Information sur les inondations par débordements** :

À cet endroit, le Pansard effectue un virage pour franchir le pont de la RDN 98. Il érode énormément l'extérieur du virage (berge rive gauche), et des dépôts importants se développent à l'intérieur du virage. L'érosion a été d'environ 6 m sur les deux crues de 2014 (3 m par crue environ). Cette érosion a mis à nu une canalisation de la Société du Canal de Provence.

Les enrochements de la pile côté rive droite du pont de la RN 98 ont été fortement endommagés.

En crue, le gué de la Forge est rapidement obstrué par des embâcles et déborde fortement.

Aucun dommage significatif relevé sur le quartier par le vallon qui se jette ici dans le Pansard.

**Information sur les inondations par ruissellements** : Rien à signaler.

**Solutions imaginées par les riverains** : Aucune.

**Autre** : Rien à signaler.

**Personne(s) rencontrée(s)** : M. Dusfour.

**Date** : 04-02-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Cave coopérative.

**Documents transmis** : Aucun.

**Localisation des problèmes évoqués** : Globaux.

L'entretien a consisté en une analyse point par point des différents secteurs inondés et des agriculteurs rencontrés. Il a permis d'étoffer la connaissance des différents vallons du Pansard et de confirmer la plupart des informations déjà entendues.

Concernant la vague survenue en janvier 2014, un point qui met en évidence la violence de cette vague est la présence de sangliers dans le Pansard. Les animaux ont dû être surpris par une montée des eaux subites. **L'explication la plus crédible à cette vague est une rupture massive d'embâcles.** Des embâcles ont été observés en de très nombreux points, parfois de grande taille ; **la rupture de plusieurs embâcles en même temps (se propageant par effet domino) expliquerait qu'une telle vague se soit formée.**

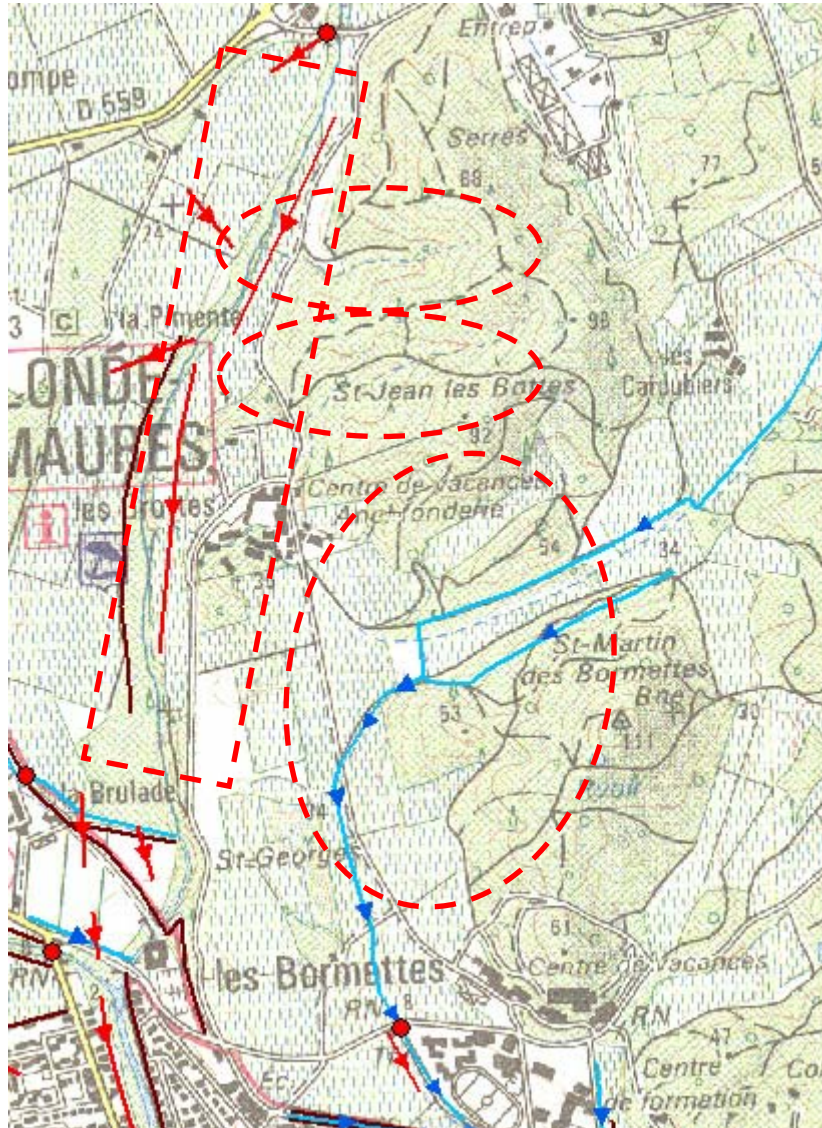
**Personne(s) rencontrée(s)** : M. Burle (exploitant domaine des Bormettes).

**Date** : 10-02-20153.

**Lieu(x) de rencontre** : Domaine des Bormettes.

**Documents transmis** : Aucun.

**Localisation des problèmes évoqués** :



Le domaine du Château des Bormettes est concerné par deux bassins versants différents. L'un relève de problèmes de débordements de cours d'eau, l'autre de ruissellement des eaux pluviales majoritairement.



### Information sur les inondations par débordements :

Concernant les parcelles de vigne en rive gauche du Maravenne entre le pont de l'entreprise Sottal et la confluence avec le vallon de Châteauvert

En janvier 2014, les écoulements ont arraché ou détruit de très nombreux plants de vignes. Des travaux importants de nettoyage et d'apports de terre ont été entrepris suite à ces dommages. Lors de la crue de novembre 2014, la façon dont la terre avait été travaillée la rendait particulièrement meuble, elle a donc été emportée très facilement.

Entre les crues de janvier et novembre 2014, une digue avait été construite près du lit. Cette digue a complètement été détruite lors de la crue de novembre 2014.

Sur ces parcelles arrivent deux petits vallons qui se jettent dans le Maravenne. Ces deux vallons ont creusé leur lit et endommagé les pistes d'accès aux parcelles qu'ils traversent.

Pour les deux crues, les dégâts ont été constatés après l'événement par le riverain.

À noter l'encombrement du lit par des végétaux et la présence d'îles dans le lit mineur, **déjà observés depuis la rive droite lors de l'entretien avec Mr Ghigo.**

### Information sur les inondations par ruissellements :

Concernant les parcelles drainant les eaux s'écoulant en aval par un fossé dans le quartier des Bormettes

Les eaux de ruissellement sur les parcelles ont causé des dégâts aux niveaux des ruptures de pente des parcelles ou des retours des eaux dans les fossés. En effet, les terres cultivées ont été nivelées pour faciliter la culture mécanisée, créant des pentes fortes en amont des parcelles de vigne. Sur ces pentes élevées, l'eau accélère, puis parvient sur les parcelles avec de fortes vitesses très érosives. Sur les parcelles de vigne, l'eau s'accumule suivant la topographie et érode le terrain. Ce phénomène concerne de nombreuses parcelles.

Les différents fossés de drainage se sont nettement érodés.

### Solutions imaginées par les riverains :

Sur le Maravenne, améliorer l'entretien du lit.

Sur les bassins versants du fossé arrivant dans le domaine des Bormettes, mieux chenaliser les eaux et créer des bassins en amont. L'exploitant propose de réaliser des bassins sur les parcelles boisées, mais alerte sur le fait que le fossé en question draine également des terres du domaine du Carubier.

**Autre** : Rien à signaler.



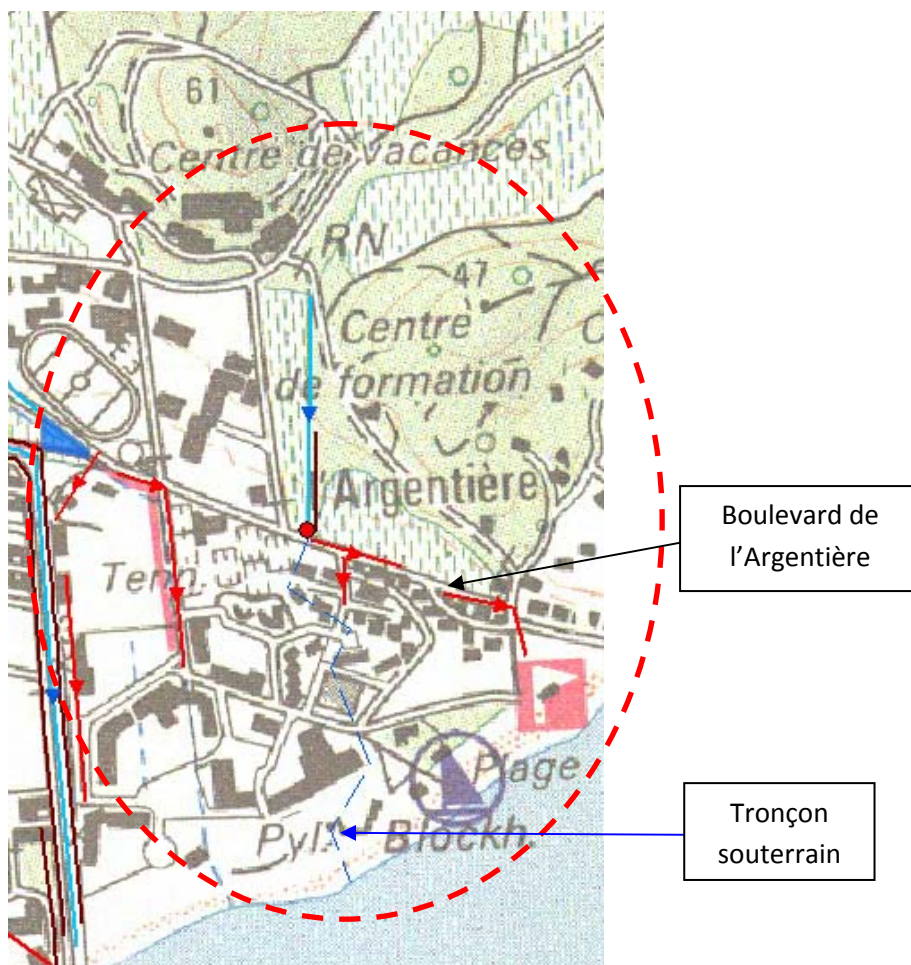
**Personne(s) rencontrée(s)** : M. Cabanis.

**Date** : 10-02-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Quartier de l'Argentière.

**Documents transmis** : Plan des réseaux d'eaux pluviales.

**Localisation des problèmes évoqués** :



Le quartier de l'Argentière est inondé principalement par un fossé qui draine les eaux de ruissellement d'une partie des terres du domaine des Bormettes. On parlera davantage d'inondations par ruissellement et non par débordements du fait de la petite taille du bassin versant drainé par ce fossé.

### **Information sur les inondations par ruissellements :**

Le fossé en question est amené par un ouvrage souterrain jusqu'à la mer. Cet ouvrage est de capacité insuffisante et déborde donc en amont. Par ailleurs, du fait de la saturation du tronçon souterrain dès l'entrée du réseau d'eau pluviale, les eaux de pluie du quartier ne peuvent plus s'évacuer par le réseau d'eau pluviale et

s'accumulent donc en surface pour rejoindre la mer par les points bas de la topographie. Les eaux s'évacuent en majorité en surface, avec des écoulements marqués le long du boulevard de l'Argentière, où les débordements du fossé se propagent pour rejoindre la mer. À noter que ce cheminement est bloqué par un portail normalement fermé, qui est ouvert lors des pluies par les riverains. Si ce portail n'est pas ouvert, les eaux emprunteraient un autre chemin avec des hauteurs d'eau plus importantes. Ces inondations surviennent fréquemment.

La partie ouest du quartier a déjà été inondée par le cours d'eau inondant également le quartier des Bormettes. Lorsque le bassin de rétention de ce cours d'eau est saturé, les eaux débordent et se propagent dans le quartier de l'Argentière. Ces eaux ne rejoignent pas le boulevard de l'Argentière et les inondations précédemment décrites, du fait de la topographie des rues.

### Solutions imaginées par les riverains :

Gérer les eaux du fossé en amont du réseau d'eau pluviale du quartier, soit en créant un autre exutoire au fossé (longeant à surface libre le boulevard de l'Argentière, pour être rejeté ensuite à la mer par un tronçon souterrain le plus court possible), soit en créant un ou plusieurs bassins de rétention, par exemple dans les parcelles viticoles. L'objectif de cette gestion des eaux en amont est de soulager le réseau d'eau pluviale pour qu'il puisse gérer les ruissellements locaux.

Le réseau d'eau pluviale pourrait également être repris, son tracé avec des virages très anguleux n'étant pas favorable au bon écoulement des eaux.

Ces deux solutions ne sont pas incompatibles, un compromis entre les deux est envisageable pour réduire le risque inondation sur le quartier.

À noter que ces propositions ne modifieraient en rien le risque inondation lié au cours d'eau à l'ouest trouvant son exutoire hors débordements dans le quartier des Bormettes.

### Autre :

Les bassins de rétention de deux lotissements<sup>4</sup>, un dans le quartier, en rive droite du fossé, l'autre au sud du stade, fonctionnent mal. Ils sont quasiment vides lorsqu'il pleut, le réseau pluvial censé conduire les eaux de pluie à ces bassins ne fonctionnant pas comme prévu. Ce mauvais fonctionnement des bassins fait que l'imperméabilisation des sols est mal compensée au titre de la loi sur l'eau. Reprendre les réseaux pluviaux de ces lotissements pour exploiter la capacité de rétention de ces bassins réduirait les inondations.

La construction de nouveaux lotissements dans le bassin versant de ce fossé fait craindre une augmentation des inondations du fait de l'imperméabilisation des sols.

<sup>4</sup> Mis en place pour compenser l'imperméabilisation des sols



**Personne(s) rencontrée(s)** : M. de Guitaut.

**Date** : 13-02-2015.

**Lieu(x) de rencontre** : Bureaux domaine de Valcros.

**Documents transmis** : Aucun.

**Localisation des problèmes évoqués** : Globaux.

L'entretien a consisté en une présentation et une discussion des inondations sur le domaine comme sur le reste de la commune.

Concernant les inondations sur le domaine, le barrage de Valcros le plus au nord a été submergé lors de la crue de janvier 2014. En novembre 2014, il avait été vidé exprès avant les pluies par le propriétaire et s'est rempli sans déverser par son évacuateur de crue durant les pluies. À noter que l'ouvrage de vidange du barrage était ouvert pour réguler la montée des eaux dans la retenue **et éviter de mettre en danger l'ouvrage (en cas de surverse trop grande sur la crête de barrage, il y a risque de rupture et de création d'une vague)**. L'ouvrage a donc joué un rôle sur les volumes d'eau et les débits en aval.

Le propriétaire des ouvrages est prêt à discuter pour céder la gestion de ce barrage à la commune pour qu'elle s'en serve comme ouvrage de protection contre les inondations (comme il a été utilisé en novembre). Il en va de même d'un ancien barrage complètement bouché qui se trouve sur le domaine, et qui pourrait être creusé pour créer un volume de rétention d'eau.

Selon M. de Guitaut :

- Le Maravenne est bien maîtrisé en amont du domaine de Valcros du fait de ces ouvrages.
- En aval du domaine de Valcros, les points les plus problématiques en ce qui concerne les inondations sont : le vallon de Tamary et les vallons arrivant par les domaines du Château du Maravenne et du Château de la Valletane (ces points ont déjà été abordés lors d'entretiens précédents et ne sont pas repris dans ce chapitre).

**Solutions imaginées par les riverains** :

Sur le Maravenne, traiter les eaux en amont par des rétentions.

Sur le Pansard, le problème est jugé « plus compliqué » de par la configuration générale du cours d'eau et de son bassin versant.



### 3.3 ÉLÉMENTS RÉCURRENTS

Il ressort de l'ensemble de ces rencontres les points récurrents suivants :

- Concernant le comportement des personnes, de nombreux comportements de prises de risques ont été observés : conduite en zones inondées, déplacement pour aller chercher des proches en sécurité, etc. Cette prise de risque est souvent la conséquence d'une méconnaissance des risques liés aux inondations, et également des mesures prises pour protéger les personnes sensibles (comme les enfants qui sont gardés en sécurité à l'école) en cas de crues. Une meilleure sensibilisation des riverains permettraient de diminuer grandement ces risques.
- Les agriculteurs sont peu informés des lois en vigueur sur les cours d'eau. Suite aux crues, il était, pour un grand nombre d'entre eux, urgent d'effectuer des travaux pour exercer leurs activités en sécurité. Certains se sont informés auprès des élus, d'autres ont agi sans concertation, d'autres encore ont imité ce qu'ils ont observé chez leurs confrères. Ces réactions témoignent de l'urgence dans laquelle ces personnes se trouvaient d'agir. Ces mesures prises isolément ne sont pas toujours cohérentes les unes avec les autres. De la même façon que pour les riverains, un travail de sensibilisation et d'accompagnement post-crue serait bénéfique pour éviter certaines maladroites.
- En janvier 2014, les témoignages concordent sur l'existence d'une vague d'au moins 0.5 m de haut sur le Pansard. L'hypothèse principale permettant d'expliquer l'existence de cette vague est la rupture d'un grand nombre d'embâcles. La hauteur de vague semble très haute pour correspondre à la rupture d'un seul embâcle. Il est envisageable qu'une première vague d'ampleur modérée ait causé la rupture d'autres embâcles, et que le cumul de vagues ait conduit à la propagation sur un long linéaire d'une vague de grande ampleur. La rupture d'une portion de réhausse du barrage de Camp long a également dû générer une vague de petite taille. En aval du pont Ducournau, la rupture de la digue du Bastidon a également dû générer une vague.

### 4 ÉTUDES ANTÉRIEURES À 2014

De nombreuses études hydrologiques et hydrauliques ont été effectuées avant les crues de 2014. Elles sont listées dans le tableau en page suivante. Le retour d'expérience sur la crue de 2014 (en particulier sur la détermination des débits et des occurrences de crue) est analysé dans l'étude hydrologique.

On retiendra de la lecture de ces documents les informations suivantes :

- De nombreuses zones problématiques (en particuliers les ouvrages favorisant les débordements, comme le pont de la cave coopérative ou le gué de la Forge) avaient déjà été signalées comme telles. Les informations indiquées sont cohérentes avec celles entendues lors des rencontres avec les riverains.
- L'étude IPSEAU de 1998 présente un historique très intéressant du bassin versant du cours d'eau. Y sont notamment mentionnés la déviation du Maravenne lors de la construction de l'usine, le déboisement pour la défense incendie (qui s'est encore accentué depuis), les modifications du couvert du bassin versant (agriculture et urbanisation).
- Le Maravenne et le Pansard ont tendance à s'exhausser en aval de la RN 98, ce qui est fréquent pour ce type de cours d'eau à l'approche de la mer. Cette sédimentation nécessite un entretien régulier de la végétation pour éviter qu'elle n'envahisse trop le lit mineur. Des curages réguliers de volumes modestes sont à prévoir.

En outre, de nombreuses informations figurent suite aux retours d'expériences des crues antérieures à 2014. Ces informations se sont vérifiées par la suite. Elles figurent dans le descriptif du terrain et ne sont pas répétées dans cette partie.

## ÉTUDE HYDRAULIQUE LA LONDE LES MAURES

### Rapport de reconnaissance de terrain

Titre étude	Référence	Auteur(s)	Date	Points abordés
Expertise hydraulique Programme de Travaux urgents	---	P. Lefort	1997	Mises en évidences de points limitant les écoulements (gué de la Forge, Coude aval Pont Ducournau) Définition de zones inondables / Définition de travaux de recalibrage urgents
Réduction du risque inondation en amont du pont de la RD 559 (Pansard)	97-83-072	P.Lefort IPSEAU	1997	Optimisation des points durs (gué de la Forge et le pont de la Cave)
Cartographie des zones à risque inondation par le Maravanne et le Pansard	97-83-020	IPSEAU	1997	Carte d'inondabilité par approches hydrogéomorphologiques
Etude de définition du schéma de gestion du Maravanne	98-83-090	IPSEAU	1998	Historique intéressant du bassin versant (Pansard, Maravanne, Tamary) Etude hydraulique du bassin versant suite aux crues de 96 et 98
Analyse du zonage PPRi au droit de la propriété Brutinel (rive droite du Pansard)	01-83-96	IPSEAU- P.Lefort	2001	Reprise cartographies PPRi suite erreurs suppression prise en compte du risque embâcle dans PPRi
Etude des atterrissements sur le Pansard et le Maravanne	03-42B-83	IPSEAU	2003	Le Maravanne et le Pansard s'exhaussent en aval de la RN 98. Des travaux d'entretien de la végétation et de curage sont préconisés.
Etude dans le secteur de Valcros	04-096-83	IPSEAU	2005	Reprise hydrologie et zones inondables sur le Maravanne (modèle 1D) Dimensionnement mesures compensatoires pour projet d'urbanisme

Figure 24 Liste des études hydrauliques antérieures à 2014

## 5 SYNTHÈSE

Cette première phase de *prise de connaissance* du sujet a permis de mettre en évidence les comportements hydrauliques. La liste des axes de débordements, de retour des eaux, associée aux laisses de crue, permettra de construire dans la suite de l'étude un outil de simulation des écoulements validé sur un grand nombre de données.

Les rencontres avec les riverains ont aidé à comprendre les différences entre les crues de janvier et de novembre 2014. Ces discussions ont également mis en évidence les changements qui sont survenus sur le secteur en l'espace d'un an (érosion des lits, ruptures d'ouvrages, travaux de curage, d'endiguements, etc.). Ces évolutions seront à intégrer lors de la construction et surtout de l'analyse des résultats de l'outil de calcul.

Les différents retours indiquent de nombreux problèmes d'évacuation des eaux pluviales, pour la plupart indépendants du Maravenne et du Pansard.

En outre, les réactions des personnes pendant et après la crue (comportements à risque, travaux d'urgence pour se protéger) mettent en évidence une méconnaissance des problèmes liés aux inondations et des attitudes à adopter. Une sensibilisation des personnes diminuerait certaines maladresses parfois dangereuses.





LA LONDE  
Les Maures



Janvier 2016



Étude hydraulique et de  
définition d'une stratégie de  
prévention et de protection  
contre les inondations des  
zones à enjeux de la commune

## Rapport de l'étude de modélisation hydrologique

En cours de validation par les Services de l'État



Direction Déléguée Méditerranée – Outre Mer  
Agence d'Aix-en-Provence  
30 Avenue Henri Malacrida  
13 100 Aix-en-Provence



SAFEGE, CONCEPTEUR DE SOLUTIONS D'AMENAGEMENT DURABLE



Numéro du projet :

Intitulé du projet :

Intitulé du document :
------------------------

Version	Rédacteur NOM / Prénom	Vérificateur NOM / Prénom	Date d'envoi JJ/MM/AA	COMMENTAIRES Documents de référence / Description des modifications essentielles
	BALIEU Olivier	ROPERT Matthieu		Version initiale





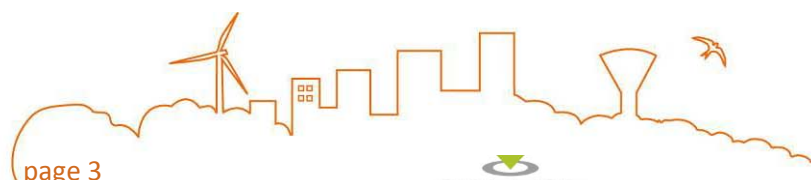
## Sommaire

<b>1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>6</b>
	1.1 Contexte et objectif de l'étude.....	6
	1.2 Données d'entrée .....	6
<b>2</b>	<b>Descriptif des outils de modélisation hydrologique.....</b>	<b>7</b>
	2.1 Principes généraux .....	7
	2.1.1 Objet de la modélisation hydrologique.....	7
	2.1.2 Méthode de modélisation retenue .....	8
	2.2 Logiciels utilisés .....	9
<b>3</b>	<b>Caractéristiques des bassins versants.....</b>	<b>9</b>
	3.1 Description des bassins versants.....	9
	3.1.1 Caractéristiques générales .....	10
	3.1.2 Hypsométrie .....	12
	3.1.3 Géologie.....	13
	3.1.4 Occupation du sol .....	14
<b>4</b>	<b>Construction du modèle hydrologique.....</b>	<b>15</b>
	4.1 Découpage en sous-bassins versants .....	15
	4.2 Méthode d'estimation des paramètres de la modélisation pluie-débit	16
	4.2.1 Estimation du Curve Number (aptitude au ruissellement des bassins versants) .....	16
	4.2.2 Estimation du temps de réponse des bassins versants .....	19
	4.2.3 Estimation des paramètres de propagation .....	20
	4.2.3.1 Temps de propagation .....	20
	4.2.3.2 Paramètre d'amortissement .....	20
	4.3 Paramètres de modélisation par sous-bassin versant et par tronçon..	21
	4.3.1 Curve number et temps de réponse par sous-bassin versant .....	21
	4.3.2 Temps de propagation et amortissement .....	24

<b>5</b>	<b>Calage du modèle sur la crue de janvier 2014</b>	<b>27</b>
	.....	
5.1	Données pluviométriques disponibles.....	27
5.2	Conditions initiales .....	30
5.3	Résultats de la modélisation.....	30
<b>6</b>	<b>Vérification du modèle sur la crue de novembre 2014.....</b>	<b>34</b>
6.1	Données pluviométriques disponibles.....	34
6.2	Conditions initiales .....	37
6.3	Résultats de la modélisation.....	37
<b>7</b>	<b>Comparaison des crues de janvier et novembre 2014.....</b>	<b>39</b>
7.1	Comparaison des pluies de bassin .....	39
7.2	Comparaison des débits de crue .....	41
<b>8</b>	<b>Modélisation hydrologique de crues statistiques.....</b>	<b>42</b>
8.1	Pluies statistiques .....	42
8.2	Construction des pluies de projet .....	45
8.3	Estimation des débits de pointe de crues statistiques .....	46
8.3.1	Résultats des modélisations pluie-débit .....	46
8.3.2	Comparaison avec les résultats d'autres études hydrologiques.....	47
8.3.2.1	Étude PPRI .....	47
8.3.2.2	Étude PAPI du Préconil.....	48
8.3.2.2.1	Paramètres du modèle Préconil.....	48
8.3.2.2.2	Comparaison des résultats pour le débit centennal .....	49
8.3.2.2.3	Test de sensibilité du modèle du Maravenne-Pansard au Curve Number 50	

---

9	Analyse probabiliste des crues de janvier et novembre 2014.....	51
9.1	Évaluation statistique des pluies de janvier et novembre 2014 .....	51
9.2	Évaluation statistique des débits hydrologiques de janvier et novembre 2014 .....	56
9.3	Évaluation statistique des débits hydrauliques de janvier et novembre 2014 .....	58
9.4	Conclusion .....	59







## Tables des illustrations

Figure 1 : Schéma de principe des différents outils et données .....	7
Figure 2 : Bassins versants du Pansard et du Maravenne .....	11
Figure 3 : Hypsométrie des bassins versants du Pansard et du Maravenne.....	12
Figure 4 : Géologie des bassins versants du Pansard et du Maravenne (analyse de la carte au 1/50 000 du BRGM) .....	13
Figure 5 : Occupation du sol des bassins versants du Pansard et du Maravenne .....	14
Figure 6 : Découpage en sous-bassins versants.....	16
Figure 7 : Grille d'estimation de la classe de perméabilité des sols selon le substrat géologique.....	17
Figure 8 : Grille d'estimation du Curve Number en fonction de l'occupation du sol et de la classe de perméabilité des sols .....	18
Figure 9 : Vitesse de propagation de l'onde de crue en fonction de la pente des tronçons .....	20
Figure 10 : Hyétoigrammes des pluies de bassin de janvier 2014 pour le Maravenne et le Pansard .....	28
Figure 11 : Cumuls maximaux de pluie sur le Pansard et le Maravenne lors de l'événement de janvier 2014 .....	29
Figure 12 : Simulation pluie-débit de la crue de janvier 2014 .....	31
Figure 13 : Réaction du Maravenne à la pluie du 19 janvier 2014 .....	32
Figure 14 : Réaction du Pansard à la pluie du 19 janvier 2014.....	32
Figure 15 : Hyétoigrammes des pluies de bassin de novembre 2014 pour le Maravenne et le Pansard..	35
Figure 16 : Cumuls maximaux de pluie sur le Pansard et le Maravenne lors de l'événement de novembre 2014 .....	36
Figure 17 : Simulation pluie-débit de la crue de novembre 2014.....	38
Figure 18 : Comparaison des pluies de janvier et novembre 2014, bassin versant du Maravenne.....	39
Figure 19 : Comparaison des pluies de janvier et novembre 2014, bassin versant du Pansard .....	40
Figure 20 : Comparaison des maximaux pluviométriques de janvier 2014 et novembre 2014 .....	41
Figure 21 : Quantiles pluviométriques SHYREG estimés sur le bassin versant du Maravenne .....	43
Figure 22 : Quantiles pluviométriques SHYREG estimés sur le bassin versant du Pansard .....	44
Figure 23 : Pluies de projets synthétiques monofréquence des bassins versants du Pansard et du Maravenne.....	45
Figure 24 : Carte de localisation des bassins versants du Maravenne et du Préconil .....	48
Figure 25 : Analyse statistique des cumuls pluviométriques sur le Pansard et le Maravenne de la pluie de janvier 2014 (sur la base des quantiles SHYREG).....	52
Figure 26 : Analyse statistique des cumuls pluviométriques sur le Pansard et le Maravenne de la pluie de novembre 2014 (sur la base des quantiles SHYREG) .....	53

# ÉTUDE HYDRAULIQUE LA LONDE LES MAURES

## Rapport de l'étude de modélisation hydrologique

---

Figure 27 : Comparaison de la pluie de projet 100 ans et de la pluie de janvier 2014, bassin versant du Maravenne.....	54
Figure 28 : Comparaison de la pluie de projet 100 ans et de la pluie de janvier 2014, bassin versant du Pansard.....	55
Figure 29 : Comparaison des hydrogrammes des crues statistique centennale, de janvier 2014 et novembre 2014 pour les bassins versants du Maravenne et du Pansard.....	57



## 1 INTRODUCTION

### 1.1 CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE

Au cours de l'année 2014, La Londe les Maures a été gravement touchée par les inondations en janvier et en novembre. Deux crues ont été particulièrement importantes puisqu'elles ont dépassé les niveaux définis dans le PPRi de la commune.

La présente étude fait suite à ces évènements. Elle se décompose suivant les étapes suivantes :

- Visite de terrain, rencontre avec les riverains ;
- Synthèse des données disponibles ;
- **Reprise des études hydrologiques et hydrauliques antérieures ;**
- Proposition de scénarios d'aménagements ;
- Analyses Coûts-Bénéfices et Multi-Critères des aménagements retenus.

Le présent document porte sur la reprise des études hydrologiques antérieures, via **la construction, le paramétrage et l'exploitation d'un modèle hydrologique, calé sur les crues récentes de janvier et novembre 2014**. Ce modèle pluie-débit est ensuite exploité pour estimer les débits de pointe et les volumes des crues à injecter dans le modèle hydraulique de simulation des écoulements et des débordements sur le territoire communal

### 1.2 DONNÉES D'ENTRÉE

Les données d'entrée utilisées pour l'étude et la modélisation hydrologique sont :

- Les données pluviométriques caractérisant les évènements de janvier et novembre 2014, acquises auprès de Météo-France ;
- Les données pluviométriques statistiques (quantiles SHYREG) élaborées par l'IRSTEA ;
- L'étude de caractérisation hydraulique de l'événement du 19 janvier 2014, Retour d'Expérience des intempéries sur le département du Var.



## 2 DESCRIPTIF DES OUTILS DE MODÉLISATION HYDROLOGIQUE

### 2.1 PRINCIPES GÉNÉRAUX

#### 2.1.1 OBJET DE LA MODÉLISATION HYDROLOGIQUE

Pour différents évènements (crues historiques ou statistiques), la modélisation hydrologique a pour objectif d'estimer les débits et les volumes de crue en différents points des cours d'eau traversant le territoire communal, à partir :

- des pluies mesurées ou statistiques ;
- des caractéristiques physiques des bassins versants conditionnant la transformation de la pluie en débit ;
- des caractéristiques du réseau hydrographique conditionnant la vitesse de propagation des ondes de crue.

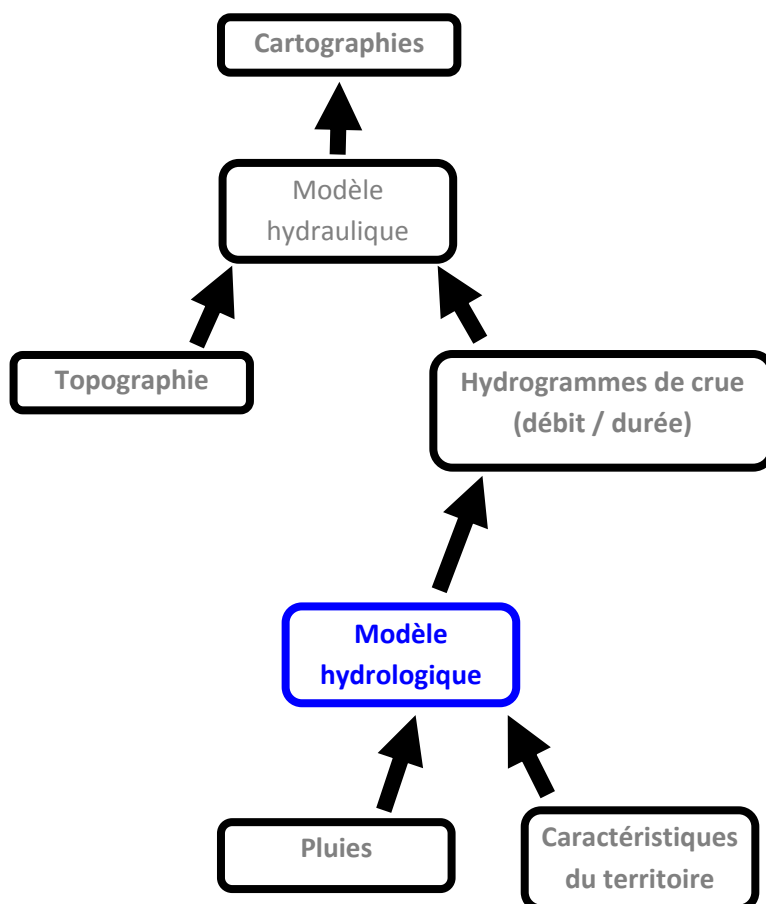


Figure 1 : Schéma de principe des différents outils et données

### 2.1.2 MÉTHODE DE MODÉLISATION RETENUE

Le modèle utilisé est un modèle spatialisé, permettant de simuler la réponse à la pluie de chaque sous-bassin versant, et de propager ensuite les hydrogrammes résultants dans le réseau hydrographique.

La transformation de la pluie en débit est modélisée en plusieurs étapes :

1. **étape de production** du ruissellement à partir de la pluie brute, par l'application d'une fonction de production.

Nous avons retenu pour cette fonction la méthode du **Curve Number** mise au point par le Soil Conservation Service (SCS) des États Unis. La méthode est décrite en annexe du présent document. Le paramètre d'entrée spatialisé par sous bassin versant est le Curve Number, qui permet l'estimation de la part ruisselée de la pluie. Il dépend du potentiel de stockage de l'eau des sols, lui-même déterminé par les caractéristiques des sols (perméabilité) et de leur état de surface (occupation du sol), calculées par sous bassin versant ;

2. **étape de transfert** : cette étape est constituée de deux phases :

- a. **une phase de constitution de l'hydrogramme** à l'exutoire de chaque sous-bassin versant. Nous avons retenu pour cette étape la méthode de l'**hydrogramme unitaire du SCS** (méthode décrite en annexe). La forme de chaque hydrogramme est construite à partir du volume de pluie ruisselée et du temps de réponse à la pluie de chaque sous bassin versant (lagtime), dépendant de la morphologie (superficie du bassin versant, pente moyenne...) ;
- b. **une étape de propagation** et d'agrégation des hydrogrammes de chaque sous bassin dans le réseau hydrographique. Nous avons retenu pour cette phase la méthode de **Muskingum**, intégrée au modèle pluie-débit, qui permet de simuler la propagation d'un hydrogramme (et sa déformation éventuelle : accentuation ou amortissement) à partir de deux paramètres K et X décrivant la vitesse et l'amortissement de l'onde de crue.

Dans un deuxième temps, cette approche a pu être affinée par l'utilisation du modèle hydraulique : les hydrogrammes ont été propagés dans le lit majeur du Pansard et du Maravenne par injection et **routage hydraulique** au sein d'un modèle de simulation mathématique des écoulements. Ce modèle couplé 1d/2d a été construit sur la base de levés Lidar et de levés topographiques terrestres. Il est décrit dans le rapport consacré à la modélisation hydraulique des écoulements en crue.

Après sa construction, le modèle a nécessité une **phase de calage**. Ce calage a été réalisé à partir de la crue de **janvier 2014**, qui a constitué la crue récente la plus importante. Les cours d'eau de la zone d'étude ne disposant d'aucune station de mesure des débits, les débits de pointe atteints en divers endroits lors des crues récentes ne sont pas directement connus. Les seules informations disponibles pour

le calage sont donc les hauteurs d'eau atteintes et l'emprise inondée dans les secteurs ayant fait l'objet d'observations, de relevés de laisses de crues et/ou de nivellement de PHE. Pour procéder au calage du modèle pluie-débit, nous avons procédé de la manière suivante :

- **injection des hydrogrammes simulés dans le modèle hydraulique**, modélisation des écoulements (transformation des débits en vitesses et hauteurs d'eau) ;
- **analyse des écarts** entre les valeurs simulées et observées des cotes des plus hautes eaux, et des emprises inondées ;
- **ajustement des paramètres du modèle** hydrologique (Curve Number, lagtime, vitesse de propagation), simulations hydrologiques et hydrauliques itératives visant à réduire l'écart entre valeurs simulées et valeurs observées de hauteurs d'eau pour la crue de janvier 2014.

Dans un deuxième temps, une fois le modèle hydrologique calé sur l'évènement de janvier 2014, nous avons procédé à une vérification de sa robustesse par la simulation pluie-débit de l'évènement de novembre 2014 et l'analyse des écarts entre valeurs simulées et observées.

À l'issue de ces phases de calage et de vérification sur les crues récentes de janvier et novembre 2014, le modèle pluie-débit a été exploité pour simuler une gamme de crues statistiques de périodes de retour de 10 à 100 ans.

## 2.2 LOGICIELS UTILISÉS

Le logiciel utilisé pour la modélisation pluie débit est le logiciel HMS (Hydrologic modeling system), mis au point par l'US Army Corps of Engineers.

Les logiciels utilisés pour la modélisation hydraulique sont les logiciels 1D HEC Ras (US Army Corps of Engineers) et MIKE Flood (1D/2D), mis au point par la société DHI.

# 3 CARACTÉRISTIQUES DES BASSINS VERSANTS

## 3.1 DESCRIPTION DES BASSINS VERSANTS

Les cours d'eau faisant l'objet de la présente étude sont le Pansard et le Maravenne. Ils traversent le territoire communal du nord vers le sud, et confluent à l'entrée de la zone urbaine de la Londe Les Maures, pour former l'extrémité aval du Maravenne. Celui-ci rejoint la Méditerranée au droit du port.

Ces bassins versants sont décrits dans les paragraphes suivants.

# ÉTUDE HYDRAULIQUE LA LONDE LES MAURES

## Rapport de l'étude de modélisation hydrologique

### 3.1.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Les caractéristiques des deux bassins versants sont principaux sont présentées ci-dessous :

Cours d'eau	Superficie (km <sup>2</sup> )	Longueur du chemin hydraulique (km)	Point haut (mNGF)	Point bas (mNGF)	Pente moyenne (prm) ‰	Occupation du sol	Contexte géologique
<b>Pansard</b>	41	15	460	9	30	Couvert forestier dans la partie haute du bassin versant, vignoble dans la partie médiane, zone urbanisée dans la partie aval	Roches métamorphiques sur les versants, formations sédimentaires en fond de vallée
<b>Maravenne</b>	34	13	600	9	47		

Tableau 1 : Caractéristiques des bassins versants du Pansard et du Maravenne



# ÉTUDE HYDRAULIQUE LA LONDE LES MAURES

Rapport de l'étude de modélisation hydrologique

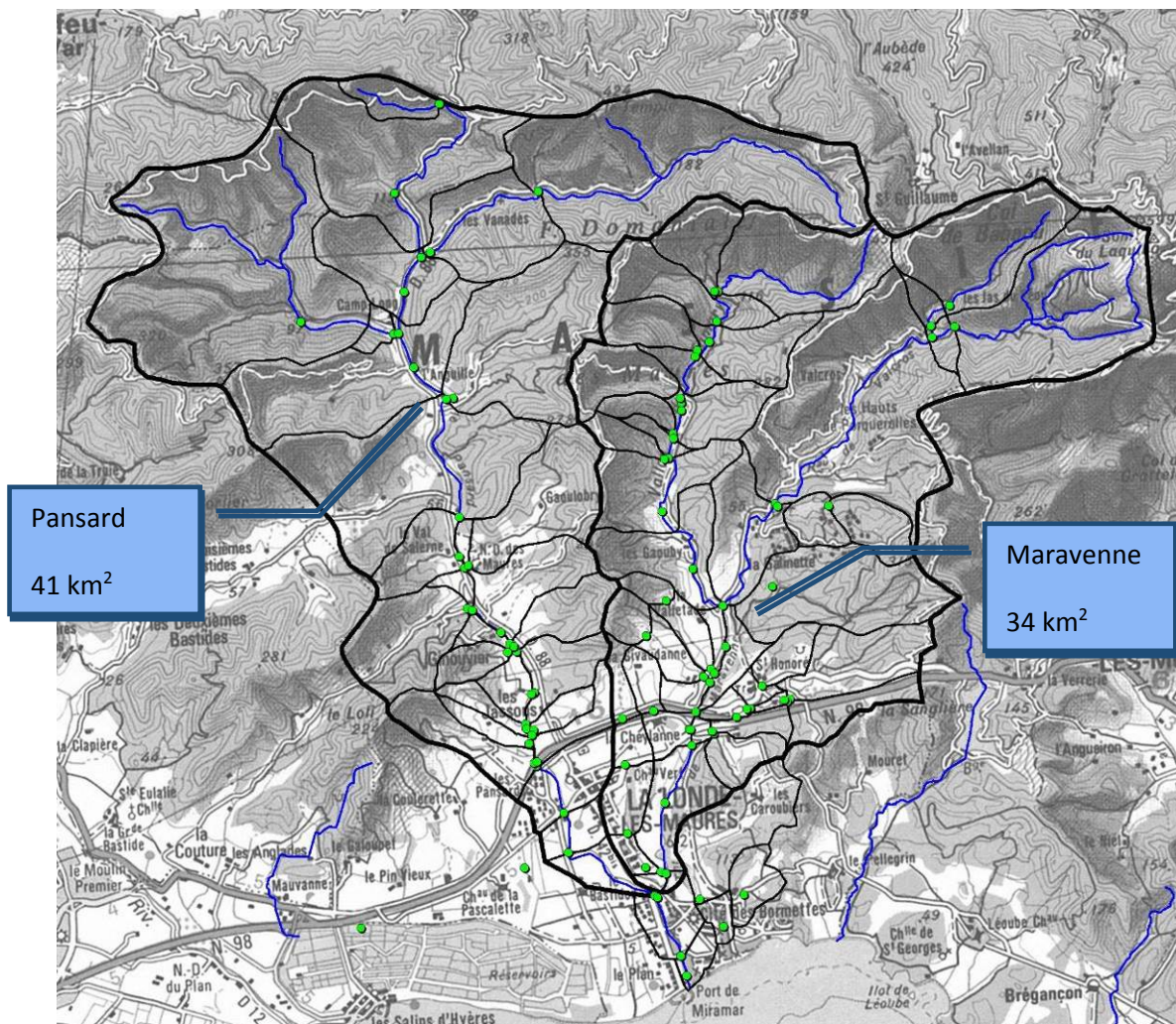
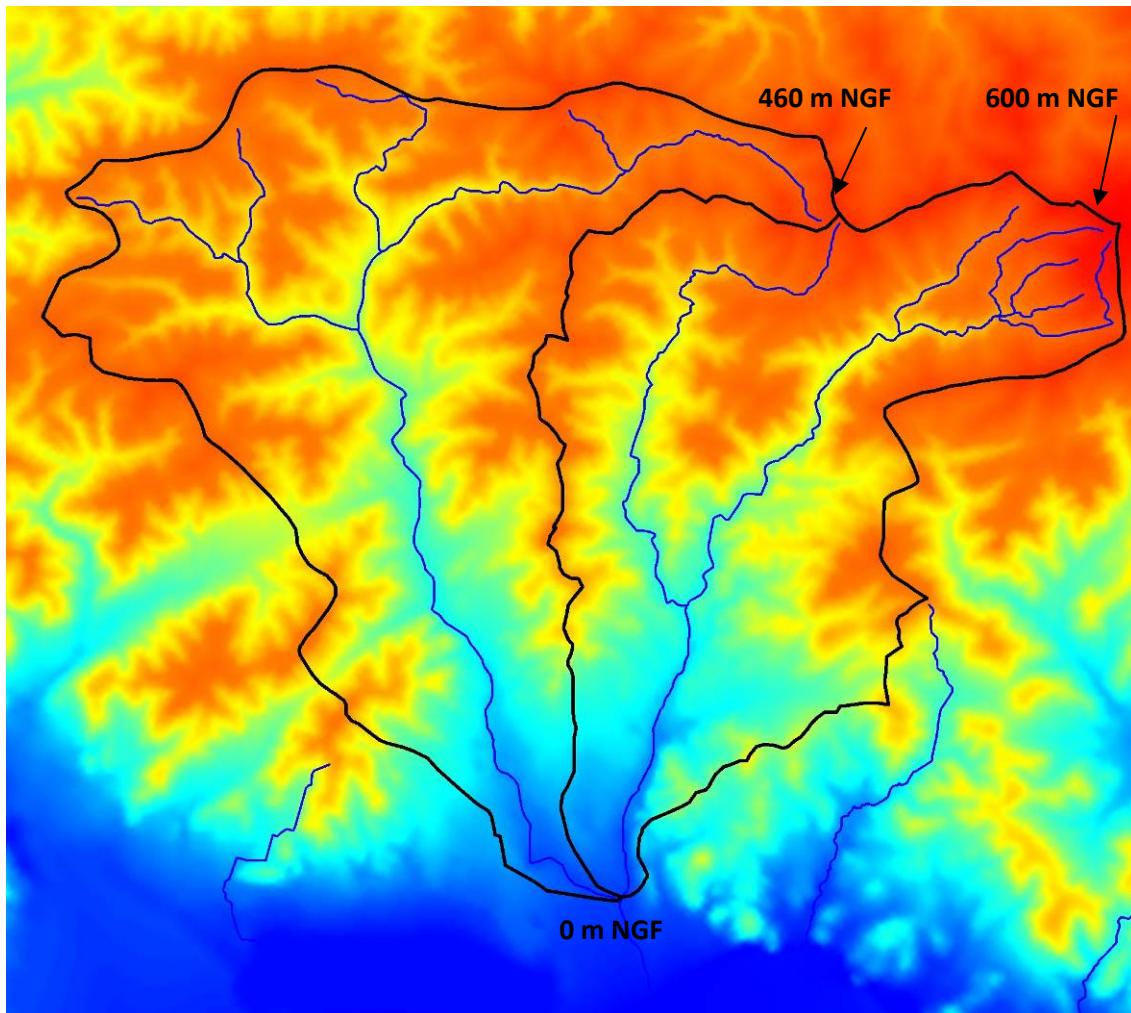


Figure 2 : Bassins versants du Pansard et du Maravenne

### 3.1.2 HYPSONÉTRIE

Les bassins versants du Pansard et du Maravenne sont marqués par des pentes assez fortes, liées au relief du massif des Maures.



**Figure 3 : Hypsonétrie des bassins versants du Pansard et du Maravenne**

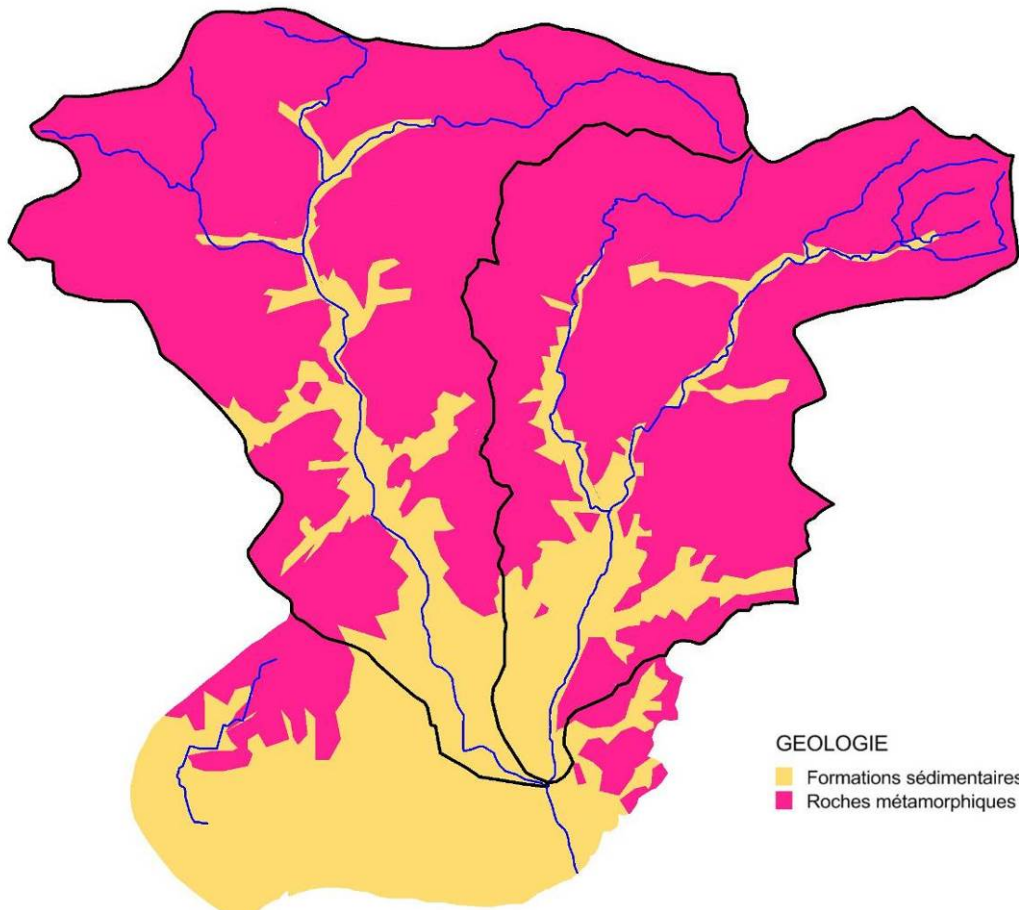
Le bassin versant du Maravenne présente une pente moyenne des écoulements plus importante que celle du Pansard (47 ‰ contre 30 ‰). Son point haut est plus élevé (600 mNGF contre 460 mNGF). Par ailleurs, sa forme est plus compacte.

On peut donc s'attendre à ce que le bassin du Maravenne réagisse plus rapidement à la pluie que celui du Pansard.



### 3.1.3 GÉOLOGIE

La carte suivante présente de façon synthétique les grandes formations géologiques présentes sur le secteur d'étude.

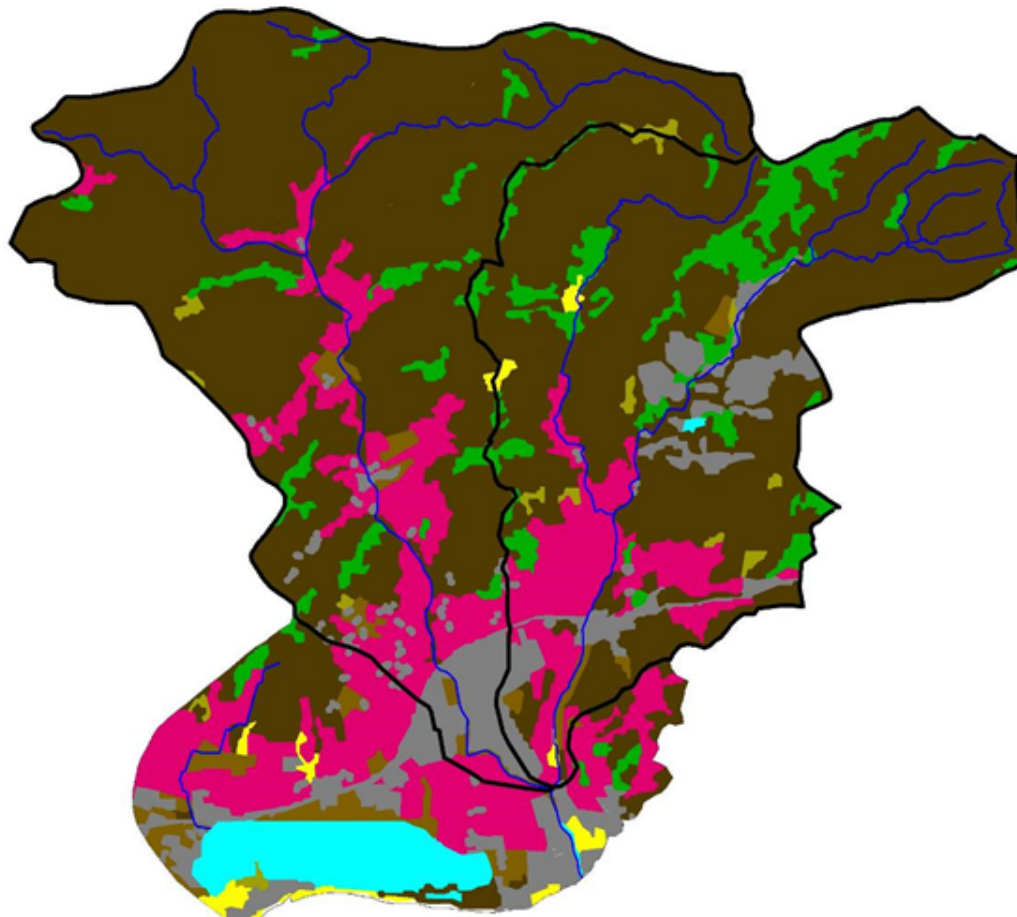


**Figure 4 : Géologie des bassins versants du Pansard et du Maravenne (analyse de la carte au 1/50 000 du BRGM)**

Les deux bassins versants sont caractérisés par des formations géologiques assez comparables : ils reposent essentiellement sur le massif schisteux des Maures, et leur partie basse (fond de vallée et plaine aval) est comblée par des formations sédimentaires récentes.

### 3.1.4 OCCUPATION DU SOL

La carte suivante présente les différents types d'occupation du sol sur les deux bassins versants. Elle est issue d'une analyse de l'imagerie satellitaire (Corine Landcover), et complétée par l'interprétation de photographies aériennes et la reconnaissance de terrain.



#### Occupation du sol

- Plages, dunes, sable
- Plans d'eau
- Reseaux routier et ferroviaire et espaces associes
- Terres arables hors perimetres d'irrigation
- Territoires principalement occupes par l'agriculture avec presence de vegetation
- Tissu urbain continu
- Tissu urbain discontinu
- Vegetation clairsemee
- Vignobles
- Zones a forte densite de serres
- Zones industrielles ou commerciales
- Zones portuaires

#### Occupation du sol

- Bati diffus
- Cours et voies d'eau
- Equipements sportifs et de loisirs
- Foret et vegetation arbustive en mutation
- Forets de coniferes
- Forets de feuillus
- Forets melangees
- Maquis et garrigues
- Marais maritimes
- Marais salants
- Pelouses et paturages naturels

Figure 5 : Occupation du sol des bassins versants du Pansard et du Maravenne



De façon schématique, on retrouve 3 types principaux d'occupation du sol :

- Couvert forestier dans la partie amont des bassins versants (pentes du massif des Maures) ;
- Vignobles sur les terrasses et en lit majeur des vallées ;
- Urbanisation plus ou moins dense et vignes dans la plaine aval, jusqu'au littoral.

## 4 CONSTRUCTION DU MODÈLE HYDROLOGIQUE

### 4.1 DÉCOUPAGE EN SOUS-BASSINS VERSANTS

Pour les besoins de la modélisation hydrologique, l'ensemble du bassin versant Pansard-Maravenne a été découpé en 81 sous-bassins versants. Le découpage a été réalisé de façon à disposer de nœuds de calculs aux points suivants :

- Point de confluence des principaux affluents ;
- Points caractérisés par la présence d'enjeux inondables ;
- Points où des laisses de crues ont été relevées et sont exploitables pour le calage du modèle ;
- Points où des aménagements sont envisageables pour réduire l'impact des crues.

La carte suivante présente le découpage du modèle hydrologique :

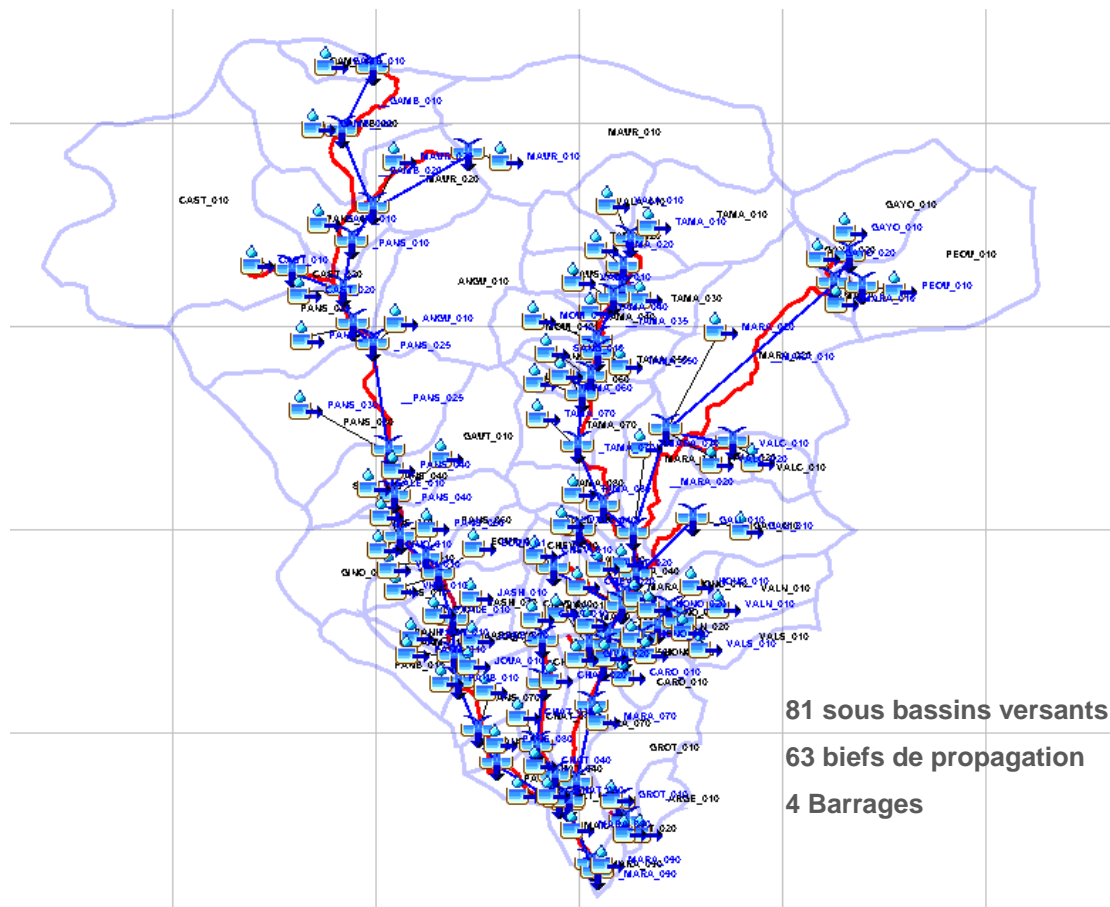


Figure 6 : Découpage en sous-bassins versants

## 4.2 MÉTHODE D'ESTIMATION DES PARAMÈTRES DE LA MODÉLISATION PLUIE-DÉBIT

On rappelle que la méthode retenue pour la transformation pluie-débit est la méthode SCS, qui nécessite de renseigner le modèle par les paramètres suivants :

- **Paramètres de production et de transfert** du ruissellement : superficies, curve number et temps de réponse de chaque sous-bassin versant ;
- **Paramètres de propagation** des écoulements : vitesse de propagation des écoulements dans les biefs.

Les méthodes d'estimation de ces paramètres à partir de l'analyse des caractéristiques des bassins versants sont présentées ci-dessous.

### 4.2.1 ESTIMATION DU CURVE NUMBER (APTITUDE AU RUISSELLEMENT DES BASSINS VERSANTS)

L'aptitude au ruissellement des bassins versants a été estimée par la méthode du Curve Number (CN). Cet indice a été élaboré par le Soil Conservation Service des

# ÉTUDE HYDRAULIQUE LA LONDE LES MAURES

## Rapport de l'étude de modélisation hydrologique

États-Unis. Le curve number est conditionné par les caractéristiques des sols interceptant la pluie : occupation du sol et classe de perméabilité. Le curve number est compris entre 30 et 100. Il est inversement proportionnel à la capacité de rétention maximale des sols, calculée en mm selon la formule suivante :

$$S = \frac{25400 - 254CN}{CN}$$

Dans le cadre de cette étude, le CN a été calculé pour chaque sous-bassin versant élémentaire, par croisement des données d'occupation du sol (sur la base des photographies aériennes et des images satellites) et de classes de perméabilité du sol (sur la base du substrat géologique), selon la grille de référence suivante :

Formation géologique	Classe de perméabilité des sols	
quaternaire	Perméable	B
crétacé supérieur continental	Perméable	B
roches éruptives	Imperméable	D
roches métamorphiques	Imperméable	D
roches éruptives	Imperméable	D
crétacé inférieur	Perméable	B
roches métamorphiques	Imperméable	D
quaternaire	Perméable en grand	A
crétacé supérieur marin	Perméable	B
éocène continental	Peu perméable	C
houiller	Imperméable	D
jurassique moyen	Perméable en grand	A
jurassique inférieur	Perméable en grand	A
roches métamorphiques	Imperméable	D
permien	Imperméable	D
roches éruptives	Imperméable	D
trias	Imperméable	D
jurassique inférieur	Perméable	B
Gneiss migmatitiques	Imperméable	D
Micaschistes stratigraphiquement indifférenciés	Imperméable	D
Micaschistes détritiques à faciès de gneiss	Imperméable	D
Micaschistes à staurotide et grenat	Imperméable	D
Alluvions anciennes	Perméable	B
Alluvions récentes et éluvions	Perméable	B
Amphibolites et leptynites associées (altérées)	Imperméable	D
Phyllades bleues de Notre-Dame des Anges	Imperméable	D
Phyllades détritiques de Car maures	Imperméable	D
Phyllades bleues du Real Martin	Imperméable	D
Phyllades détritiques des Sauvettes (grés-schisteux)	Imperméable	D
Quartzites du Temple	Imperméable	D

Figure 7 : Grille d'estimation de la classe de perméabilité des sols selon le substrat géologique

# ÉTUDE HYDRAULIQUE LA LONDE LES MAURES

## Rapport de l'étude de modélisation hydrologique

Occupation du sol	CN selon la classe de perméabilité du sol			
	A	B	C	D
Bâti diffus	46	65	77	82
Céréales, légumineuses de plein champ, cultures fourragères, plantes sarclées et jachères. Y compris les cultures florales, forestières (pépinières) et légumières (maraîchage) de plein champ, sous serre et sous plastique, ainsi que les plantes médicinales	67	78	85	89
Terres arables hors perimetres d'irrigation	67	78	85	89
Parcelles plantées d'arbres fruitiers ou d'arbustes fruitiers : cultures pures ou mélange d'espèces fruitières, arbres fruitiers en association avec des surfaces toujours en herbe. Y compris les châtaigneraies et les noiseraies	43	65	76	82
Surfaces plantées d'oliviers, y compris oliviers et vignes sur la même parcelle	65	73	79	81
Surfaces enherbées denses de composition floristique composées principalement de graminacées, non incluses dans un assolement. Principalement pâturées, mais dont le fourrage peut être récolté mécaniquement. Y compris des zones avec haies (bocages).	39	61	74	80
Juxtaposition de petites parcelles de cultures annuelles diversifiées, de prairies et / ou de cultures permanentes complexes.	55	69	78	83
Formations végétales principalement constituées par des arbres, mais aussi par des buissons et arbustes, où dominant les espèces forestières feuillues.	30	55	70	77
Formations végétales principalement constituées par des arbres, mais aussi par des buissons et arbustes, où dominant les espèces forestières de conifères	45	66	77	83
Formations végétales principalement constituées par des arbres, mais aussi par des buissons et arbustes, où ni les feuillus ni les conifères ne dominant	36	60	73	79
Herbages de faible productivité. Souvent situés dans des zones accidentées. Peuvent comporter des surfaces rocheuses, des ronces et des broussailles	68	77	81	89
Formations végétales basses et fermées, composées principalement de buissons, d'arbustes et de plantes herbacées (bruyères, ronces, genêts, ajoncs, cytises, etc.).	35	56	70	77
Végétation arbustive persistante, aux feuilles relativement petites, coriaces et épaisses. Y compris maquis et garrigues. Maquis: associations végétales denses composées de nombreux arbrisseaux qui couvrent les terrains siliceux acides en milieu méditerranéen	63	77	85	88
Végétation arbustive ou herbacée avec arbres épars. Formations pouvant résulter de la dégradation de la forêt ou d'une re-colonisation / régénération par la forêt.	49	68	79	84
Les plages, les dunes et les étendues de sable ou de galets du milieu littoral et continental, y compris les lits mineurs des rivières à régime torrentiel.	63	77	85	88
Éboulis, falaises, rochers, affleurements	77	86	91	94
Comprend les steppes, toundras et "bad lands" (zones sèches avec peu de végétation et présence de roches nues). Végétation éparse de haute altitude	63	77	85	88

Figure 8 : Grille d'estimation du Curve Number en fonction de l'occupation du sol et de la classe de perméabilité des sols



Les Curve Number ont été estimés pour chacun des 81 sous-bassins versants élémentaires modélisés.

À l'échelle des bassins versants du Pansard et du Maravenne, les valeurs calculées des CN sont les suivantes :

Bassin versant	Curve number	Capacité d'infiltration des sols (en mm)
Pansard	81.5	59
Maravenne	80.6	61

**Tableau 2 : Curve number et capacité d'infiltration des sols des bassins versants du Pansard et du Maravenne**

Les valeurs des Curve Number sont très élevées. Elles sont cohérentes avec la nature imperméable des sols les plus représentés sur les bassins versants (schistes imperméables du massif des Maures).

### 4.2.2 ESTIMATION DU TEMPS DE RÉPONSE DES BASSINS VERSANTS

Les temps de réponse à la pluie ont été calculés par le modèle de l'onde cinématique, selon la formule suivante :

$$T = \frac{L^{0,6} K^{0,6} P^{-0,3} i^{-0,4}}{3600}$$

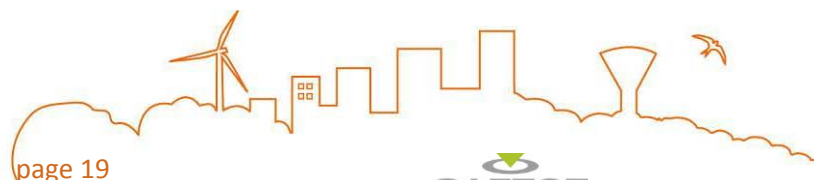
Avec :

- T : temps de réponse en heures
- L longueur du plus long cheminement hydraulique en m
- K rugosité superficielle (Strickler)
- P pente pondérée du plus long cheminement hydraulique en m/m
- i intensité pluviométrique horaire maximale décennale en m/s

Les temps de chaque bassin versant sont les suivants :

Bassin versant	Temps de réponse à la pluie	Vitesse correspondante
Pansard	4 h	1,0 m/s
Maravenne	3 h	1,2 m/s

**Tableau 3 : Temps de réponse à la pluie des bassins versants du Pansard et du Maravenne**



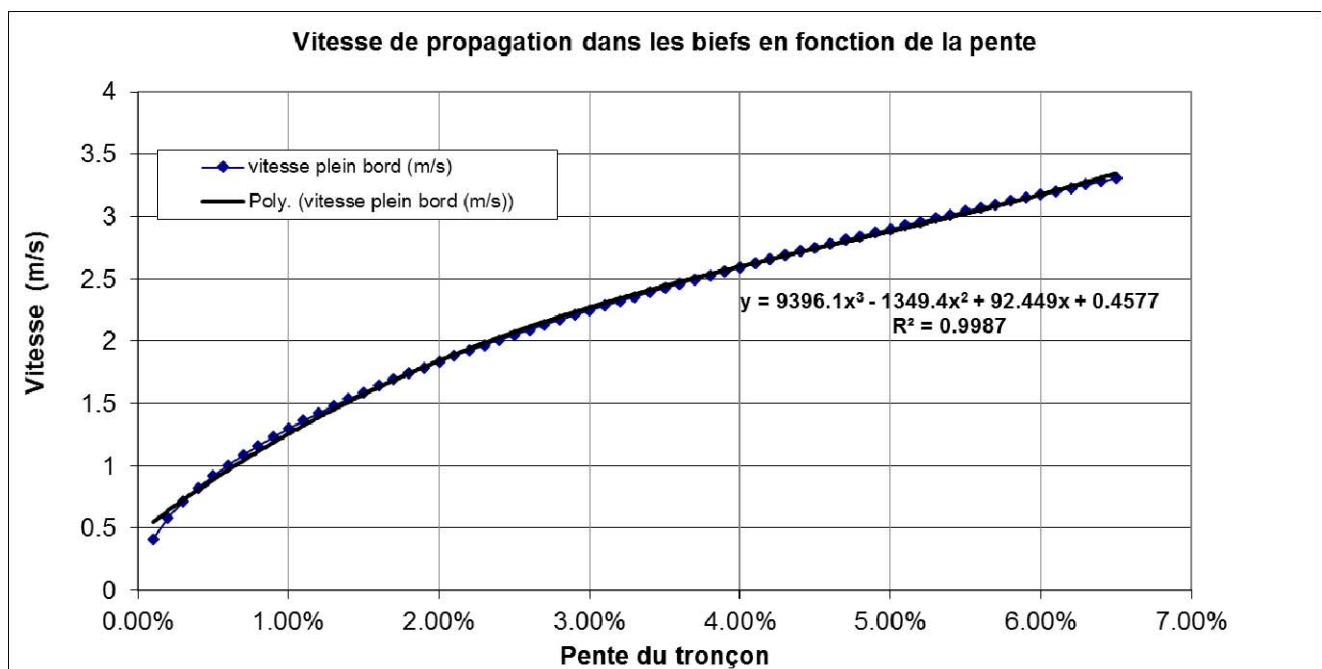
### 4.2.3 ESTIMATION DES PARAMÈTRES DE PROPAGATION

#### 4.2.3.1 Temps de propagation

Les temps de propagation de chaque tronçon modélisé correspondent au paramètre K de la méthode de Muskingum.

Les temps de propagation des ondes de crues dans le réseau hydrographique ont été estimés par des calculs d'écoulement sommaires dans les tronçons, selon la formule de Manning Strickler.

Le coefficient de rugosité (Strickler) moyen a été pris à 20.



Vitesse minimale (m/s)	0.55
Vitesse moyenne (m/s)	1.61
Vitesse maximale (m/s)	3.33

**Figure 9 : Vitesse de propagation de l'onde de crue en fonction de la pente des tronçons**

Les vitesses ont ensuite été converties en temps de propagation (paramètre K de la méthode de Muskingum) pour chaque tronçon du modèle, à partir de leur longueur.

#### 4.2.3.2 Paramètre d'amortissement

Au vu de la configuration pentue des biefs modélisée, le paramètre de forme X de Muskingum a été pris égal à 0,5, valeur qui traduit une absence d'amortissement des hydrogrammes de crue dans le réseau modélisé.