



**H** Hydrogéologie  
Hydraulique  
Hydrologie

**G** Géotechnique  
Géologie

**M** Méditerranée  
Maîtrise d'œuvre  
Mesures

*Environnement*

*MAITRE D'OUVRAGE*

**VILLE DE SAINT-REMY-DE-PROVENCE**

---

*ETUDE*

**SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT  
PLUVIAL**

---



**PHASE 2 :  
DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE**

**RAPPORT D'ETAPE**

---

**VERSION 1 – DECEMBRE 2009**

---

**REF. : 09-10-042**

2, Bd de la Présentation - BP 60123 - 13 383 MARSEILLE CEDEX 13 Tel : 04 91 61 47 77 -  
Fax : 04 91 70 97 97 - Email : [hgmenvironnement@wanadoo.fr](mailto:hgmenvironnement@wanadoo.fr)  
Site internet : <http://perso.wanadoo.fr/hgmenvironnement>



# SOMMAIRE

<i>I - AVANT-PROPOS</i>	1
<i>II - ETUDE HYDROLOGIQUE</i>	2
II.1. Présentation générale de l'aire d'étude	2
II.1.1. Cadre géographique	2
II.1.2. Hydrographie	2
II.1.3. Contexte géologique	3
II.1.4. Urbanisation actuelle et future du territoire communal	3
II.2. Pluviométrie	4
II.2.1. Pluviométrie régionale	4
II.2.2. Pluies de projet	5
II.3. Bassins versants	7
II.3.1. Délimitation du territoire en sous-bassins versants	7
II.3.2. Caractérisation des sous-bassins versants	7
II.4. Modèle hydrologique	9
II.4.1. Construction du modèle	9
II.4.2. Calage du modèle	9
II.5. Résultats	11
II.5.1. Comparaison des résultats avec les études précédentes	11
II.5.2. Impact de l'urbanisation future	12
<i>III - ETUDE HYDRAULIQUE</i>	13
III.1. Débits capables	13
III.2. Diagnostic du réseau	13
<i>IV - QUALITE – AMELIORATION DE LA QUALITE DES EAUX</i>	15
IV.1. Avant propos	15
IV.2. Localisation des pollutions	15
IV.2.1. Dysfonctionnements de l'assainissement collectif et individuel	16
IV.2.2. Pollution d'origine industrielle, artisanale et agricole	20
IV.3. Estimation des flux de pollution	21
IV.4. Programme de qualification	22
IV.4.1. Choix des points de mesure	22
IV.4.2. Evaluation de la pollution rejetée par temps sec	22

## - FIGURES -

<b>Figure 1</b> : Localisation géographique de la commune de Saint-Rémy-de-Provence.....	2
<b>Figure 2</b> : Carte géologique – Saint-Rémy-de-Provence (Source : BRGM, InfoTerre).....	3
<b>Figure 3</b> : Pluie de projet de type « double triangle symétrique ».....	5
<b>Figure 4</b> : Vue globale du modèle hydrologique sous HEC-HMS.....	9

## - TABLEAUX -

<b>Tableau 1</b> : Coefficients de Montana à Saint-Rémy-de-Provence pour des pluies de durée supérieure à 1 heure .....	4
<b>Tableau 2</b> : Hauteur de pluie à Saint-Rémy-de-Provence (mm).....	5
<b>Tableau 3</b> : Caractéristiques des pluies de projet.....	6
<b>Tableau 4</b> : Incidence de l'urbanisation future sur les coefficients d'imperméabilisation.....	8
<b>Tableau 5</b> : Comparaison entre le débit théorique moyen et le débit hydrologique au niveau des points de calage .....	10
<b>Tableau 6</b> : Incidence de l'urbanisation future sur les débits hydrologiques.....	12
<b>Tableau 7</b> : Flux de pollution par gaudre .....	21

## - PHOTOGRAPHIES -

<b>Photographie 1</b> : Ponceau au PK 2856 .....	14
<b>Photographie 2</b> : Quartier à proximité du gaudre de Bigau .....	16
<b>Photographie 3</b> : Café du Lézard.....	16
<b>Photographie 4</b> : Moulin Saint Bernard.....	17
<b>Photographie 5</b> : Quartier des Jardins.....	17
<b>Photographie 6</b> : Zone de rejet à l'est du quartier des Jardins .....	18
<b>Photographie 7</b> : Gaudre de Rougadou au niveau du passage sous l'avenue Antoine de la Salle.....	18
<b>Photographie 8</b> : Gaudre de Monplaisir au niveau du passage sous la voie communale de Prat Cros .....	19
<b>Photographie 9</b> : Quartier à proximité du Canal des Alpines.....	19
<b>Photographie 10</b> : Gaudre des Bourgeois à proximité du moulin .....	20
<b>Photographie 11</b> : Gaudre La Galine à proximité du mas Saint Pierre.....	20

# I - AVANT-PROPOS

Suite aux nombreuses inondations survenues sur le territoire communal, pour des évènements pluvieux de périodes de retour assez fréquentes, la commune de Saint-Rémy-de-Provence a confié à HGM Environnement l'établissement du Schéma Directeur d'Assainissement Pluvial de la ville.

Le programme d'études a pour objet d'améliorer la connaissance et l'efficacité du réseau pluvial de la commune et d'établir une stratégie pour son aménagement. Il a été scindé en quatre phases distinctes :

- PHASE 1 : Recueil des données, analyse et synthèse – Reconnaissance du terrain
- **PHASE 2 : Diagnostic hydraulique**
- PHASE 3 : Propositions d'aménagement
- PHASE 4 : Etablissement du Schéma Directeur

**Le présent dossier correspond à la phase 2 de ce programme.** Il s'appuie sur une étude hydrologique et une étude hydraulique.

## II - ETUDE HYDROLOGIQUE

L'étude hydrologique a pour objectif d'estimer les débits pluviaux à l'aide d'une modélisation hydrologique globale du territoire communal.

### II.1. Présentation générale de l'aire d'étude

#### II.1.1. Cadre géographique

La ville de Saint-Rémy-de-Provence est située dans le département des Bouches-du-Rhône (13). Le territoire communal s'étend sur 8 909 hectares ; il est localisé à une altitude moyenne de 200 m.

La limite de la zone d'étude est figurée sur la planche suivante :

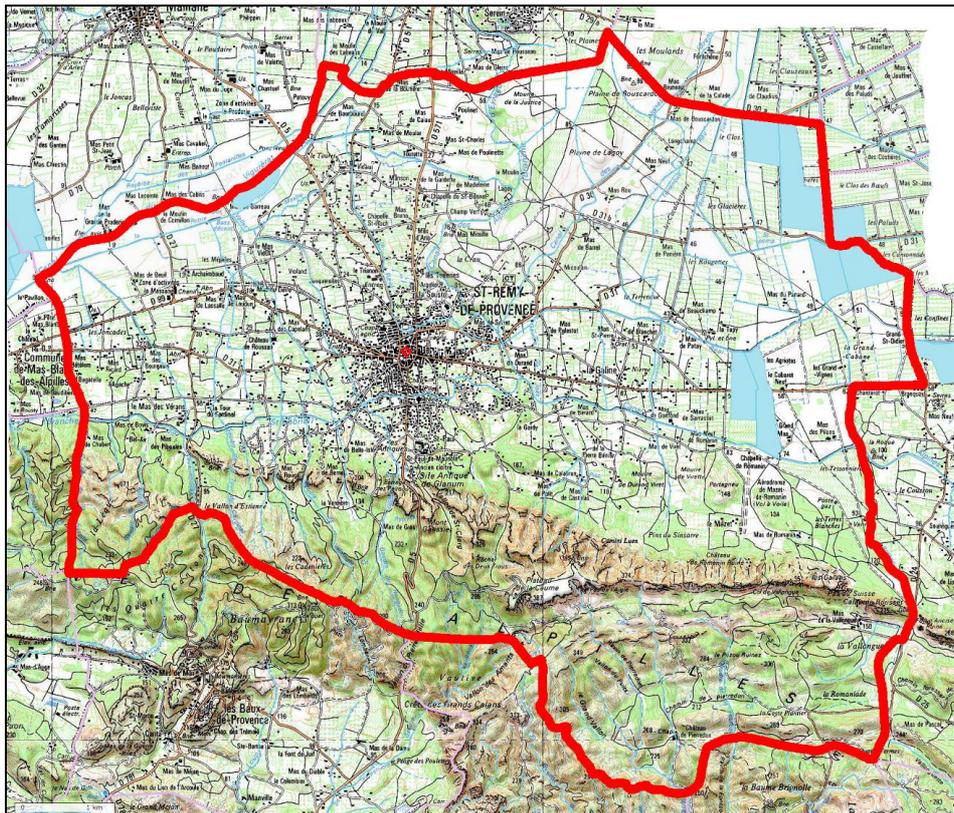


Figure 1 : Localisation géographique de la commune de Saint-Rémy-de-Provence

#### II.1.2. Hydrographie

L'ouest de la commune de Saint-Rémy-de-Provence est situé dans le bassin versant du Viguièrat tandis que l'est du territoire fait partie du bassin versant de l'Anguillon.

### II.1.3. Contexte géologique

La carte ci-après présente la géologie au niveau de la commune de Saint-Rémy-de-Provence :

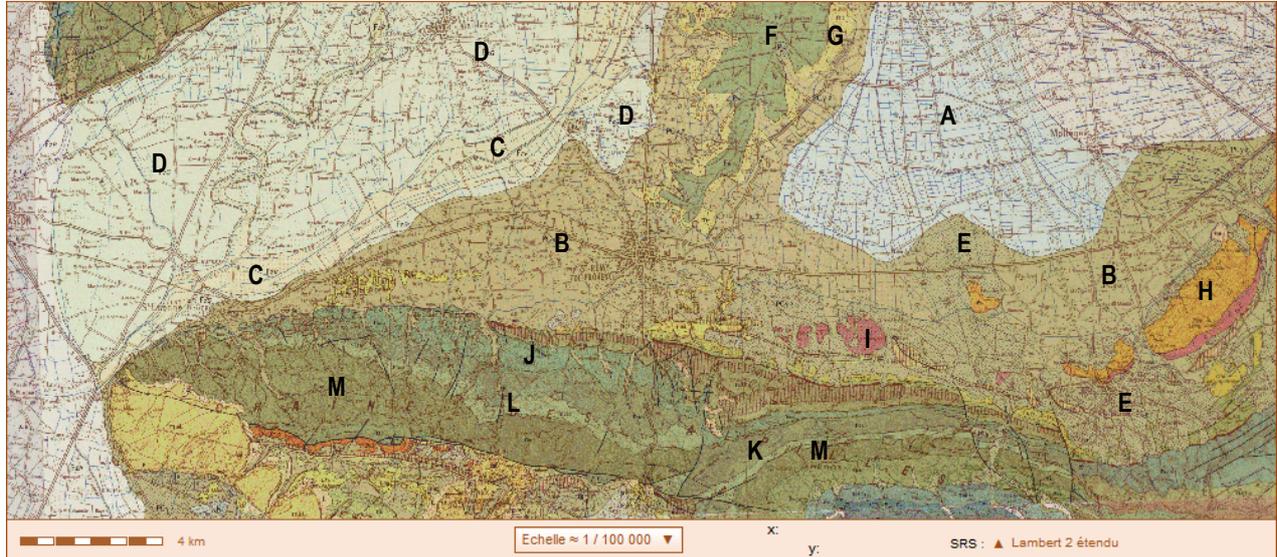


Figure 2 : Carte géologique – Saint-Rémy-de-Provence (Source : BRGM, InfoTerre)

Les principales formations géologiques présentes sur le territoire communal sont les suivantes :

- A – Formations palustres récentes : limons
- B – Epandages de pente et colluvions non-différenciés : argiles, limons, cailloutis (Würm et post-Würm)
- C – Alluvions fluviales modernes du Vertet et du Viguièrat : limons
- D – Alluvions fluviales flamandaises de Graveson et de Mailane : sables, graviers, galets et tourbes
- E – Epandages de pente et colluvions : cailloutis cryoclastiques (Würm, et post-Würm)
- F – Alluvions fluviales villafranchiennes (Petite Crau) : graviers et galets à intercalations sableuses et limoneuses
- G – Vindobonien indifférencié : calcaires et marnes sableuses
- H – Calcaires blancs (Lutétien)
- I – Sables et grès (Eocène indifférencié)
- J – Calcaires à silex, alternance de calcaire et de calcaire argileux (Hauterivien supérieur)
- K – Calcaires à intercalations marneuses (Hauterivien supérieur)
- L – Calcaire compact (Hauterivien supérieur)
- M – Calcaire "bicolore" (Hauterivien supérieur)

### II.1.4. Urbanisation actuelle et future du territoire communal

La caractérisation de l'urbanisation du territoire communal est déterminée à partir des documents suivants :

- POS de la commune de Saint-Rémy-de-Provence (7<sup>ème</sup> modification) ;
- Carte d'occupation du sol (Corine Land Cover) de 2006.

## II.2. Pluviométrie

L'analyse de la pluviométrie s'appuie sur les documents suivants :

- Etude hydraulique et schéma directeur des bassins Nord Alpilles, Société du Canal de Provence Ingénierie-Développement, 2007 à 2008 ;
- Pluviométrie mensuelle de 1972 à 2009, Station de Salon de Provence, Météo France ;
- Pluviométrie mensuelle de 1972 à 2008, Station de Saint-Rémy-de-Provence, Météo France.

### II.2.1. Pluviométrie régionale

La commune de Saint-Rémy-de-Provence est soumise à un climat méditerranéen dont les fréquentes sécheresses estivales et la violence des averses sont les traits les plus connus. La hauteur d'eau moyenne annuelle est de l'ordre de 650 mm.

L'intensité de la pluie à différents pas de temps est estimée à partir de la formule de Montana :

$$I = a \cdot t^{-b}$$

Avec : I l'intensité de la pluie (mm/h)  
t la durée de la pluie (h)

Les valeurs des coefficients de Montana à Saint-Rémy-de-Provence sont synthétisées dans le tableau ci-après :

Période de retour	Coefficients de Montana	
	a	b
5 ans	48,9	0,789
10 ans	59,4	0,807
20 ans	69,8	0,820
100 ans	94,3	0,840

Tableau 1 : Coefficients de Montana à Saint-Rémy-de-Provence pour des pluies de durée supérieure à 1 heure

Ces coefficients ont été déterminés à partir des données pluviométriques sur la commune de Saint-Rémy-de-Provence (cf. Tableau 2).

Les données pluviométriques sur la commune de Salon de Provence sont issues de l'étude hydraulique des bassins Nord Alpilles réalisée par la Société du Canal de Provence. Un ajustement a été réalisé sur ces valeurs afin qu'elles représentent au mieux la pluviométrie à Saint-Rémy-de-Provence ; il s'est appuyé sur l'étude des données pluviométriques mensuelles fournies par Météo France pour les stations de Salon de Provence et de Saint-Rémy-de-Provence. En effet, la comparaison des hauteurs de pluie cumulées sur la période 1972-2008 met en évidence le fait que les précipitations à Saint-Rémy-de-Provence sont supérieures de 7% à celles de Salon de Provence.

Les résultats de cet ajustement sont consignés dans le tableau ci-après :

Période de retour	Durée de la pluie					
	1h	2h	6h	12h	18h	24h
5 ans	48,9	56,6	71,4	82,5	89,9	95,6
10 ans	59,4	67,8	83,9	95,9	103,7	109,7
20 ans	69,9	79,1	96,4	109,2	117,6	123,8
100 ans	94,3	105,3	125,6	140,3	149,7	156,8

Tableau 2 : Hauteur de pluie à Saint-Rémy-de-Provence (mm)

## II.2.2. Pluies de projet

Les pluies de projet utilisées dans cette étude ont été construites selon le modèle de Desbordes, dans lequel les épisodes pluvieux se caractérisent par une période de pluie intense relativement courte à l'intérieur d'une séquence de pluie de plusieurs heures.

Les pluies de projet considérées sont de type « double triangle symétrique » et caractérisées par les paramètres suivants :

- La durée de la période intense, choisie de telle sorte à faire réagir les gaudres. Elle a ici été fixée à 1 heure ;
- La durée totale de la pluie : sa valeur a été prise 10 fois supérieure à celle de la durée de la période intense ;
- La hauteur de pluie tombée au cours de la période intense. Cette hauteur a la période de retour choisie pour la pluie de projet ;
- La hauteur totale de pluie tombée pendant la durée totale de l'épisode pluvieux.

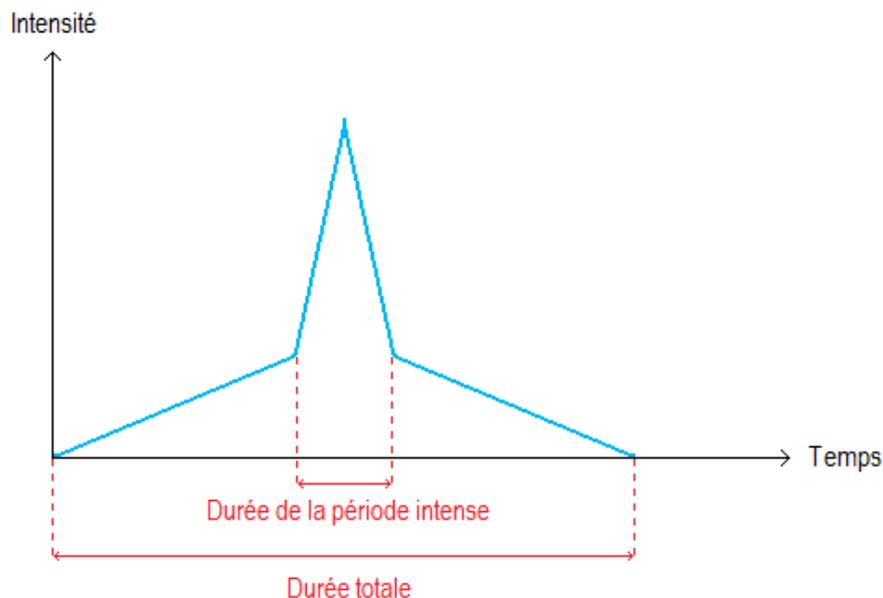


Figure 3 : Pluie de projet de type « double triangle symétrique »

Les caractéristiques des 4 pluies de projet considérées sont décrites dans le tableau ci-après :

<b>Période de retour de l'évènement pluvieux</b>	<b>Durée de la période intense (h)</b>	<b>Hauteur précipitée durant la période intense (mm)</b>	<b>Durée totale (h)</b>	<b>Hauteur totale précipitée (mm)</b>
<b>2 ans</b>	1	37,4	10	59,0
<b>5 ans</b>	1	48,9	10	79,5
<b>10 ans</b>	1	59,4	10	92,6
<b>100 ans</b>	1	94,3	10	136,3

**Tableau 3** : Caractéristiques des pluies de projet

Ces pluies de projet ont été construites et optimisées de manière à faire réagir les gaudres sur l'ensemble du territoire communal ; elles ne sont par conséquent pas adaptées à l'étude d'un cours d'eau tel que le Viguièrat.

## II.3. Bassins versants

### II.3.1. Délimitation du territoire en sous-bassins versants

Le territoire communal a été divisé en 94 sous-bassins versants. Les contours des différents sous-bassins versants ont été définis en fonction de la structure du réseau, de la topographie, de reconnaissances visuelles et des problèmes hydrauliques recensés. Le découpage a notamment été réalisé de manière à ce que les nœuds hydrologiques soient placés à des endroits stratégiques du réseau pluvial (bassins de rétention, traversée de grands axes routiers, zones de débordement, etc.). Le découpage a également été plus fin dans les zones urbanisées, car elles présentent des enjeux importants.

↳ *Carte de présentation des sous-bassins versants*

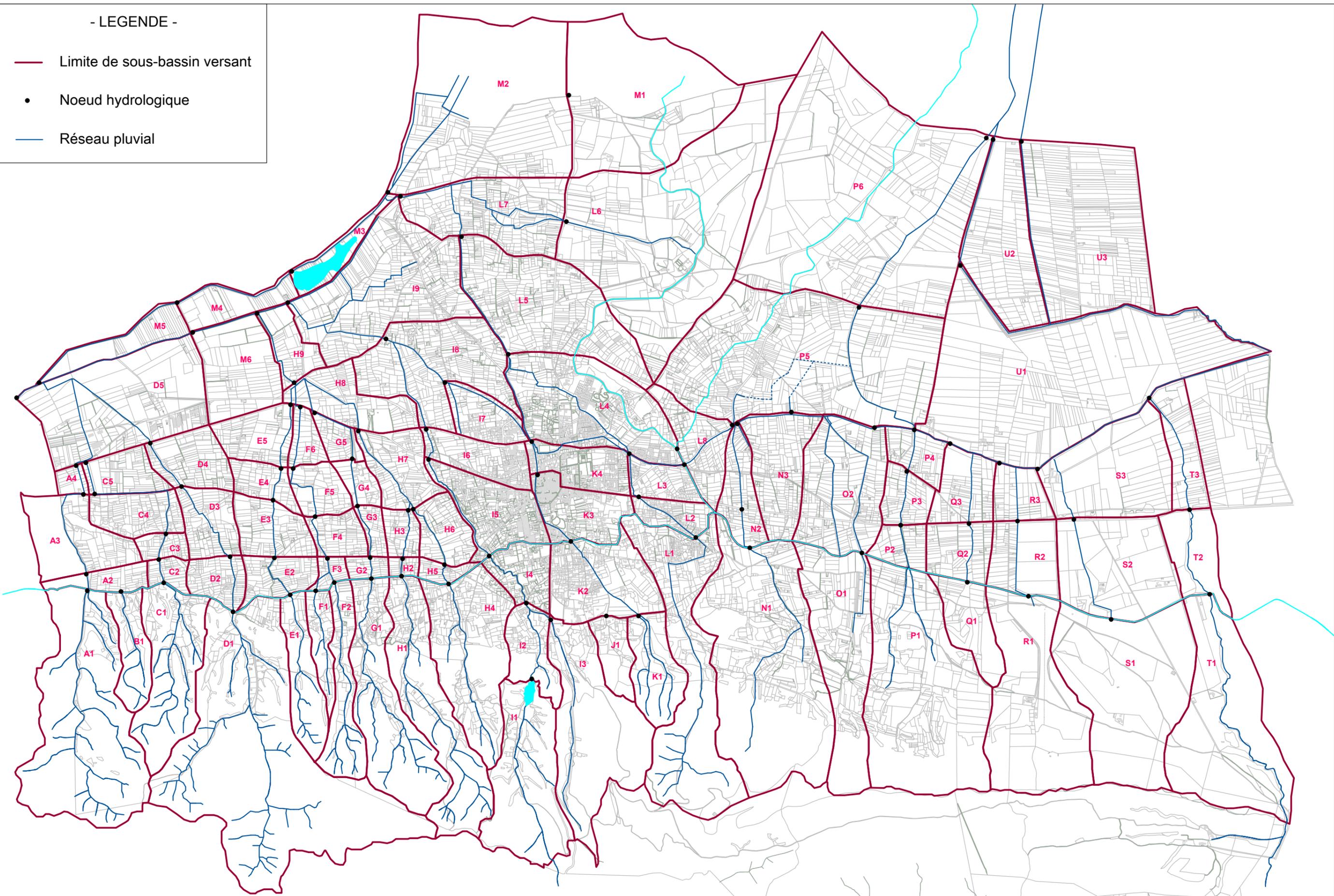
### II.3.2. Caractérisation des sous-bassins versants

Chaque sous-bassin versant est décrit par les paramètres suivants :

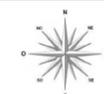
- La superficie ;
- Le plus long chemin hydraulique ;
- La pente pondérée ;
- Le temps de concentration : il représente le temps mis par une goutte d'eau tombée sur le point le plus éloigné hydrologiquement de l'exutoire pour y parvenir ;
- Le temps de réponse : il représente le décalage des centres de gravité de la pluie et de l'hydrogramme de ruissellement à l'exutoire du sous-bassin versant ;
- Le coefficient de ruissellement ;
- L'imperméabilisation : elle est estimée à partir des données « Corine Land Cover » qui permettent de cartographier l'occupation du sol. Un coefficient d'imperméabilisation est attribué à chaque type d'occupation du sol et une analyse spatiale permet ensuite de déterminer l'imperméabilisation globale des sous-bassins versants.

- LEGENDE -

- Limite de sous-bassin versant
- Noeud hydrologique
- Réseau pluvial



CARTE DES SOUS-BASSINS VERSANTS



Echelle : 1/35 000

Le tableau ci-après présente l'impact des projets futurs de la commune sur l'imperméabilisation des sous-bassins versants. Seuls les sous-bassins versants dont le coefficient d'imperméabilisation est modifié par l'urbanisation future y sont listés :

<b>Bassin versant</b>	<b>C<sub>imp</sub> Etat actuel (%)</b>	<b>C<sub>imp</sub> Etat futur (%)</b>	<b>Impact</b>
BV-C5	4,56	6,08	+1,52%
BV-D4	3,55	4,08	+0,53%
BV-D5	8,32	39,54	+31,22%
BV-I4	34,63	35,51	+0,88%
BV-I6	45,03	45,59	+0,56%
BV-I7	24,45	29,12	+4,67%
BV-I8	7,97	10,06	+2,09%
BV-I9	9,54	9,68	+0,14%
BV-K3	39,26	41,48	+2,22%
BV-K4	49	52,78	+3,78%
BV-L1	5,01	5,79	+0,78%
BV-L2	32,07	43,26	+11,19%
BV-L3	23,72	25,35	+1,63%
BV-L4	28,52	31,16	+2,64%
BV-M3	0	16,73	+16,73%
BV-M6	0,95	1,22	+0,27%
BV-R1	0,4	6,17	+5,77%
BV-S1	0	0,96	+0,96%

**Tableau 4** : Incidence de l'urbanisation future sur les coefficients d'imperméabilisation

## II.4. Modèle hydrologique

### II.4.1. Construction du modèle

La construction du modèle hydrologique est réalisée à l'aide du logiciel HEC-HMS 3.4. A partir de données pluviométriques et des caractéristiques des différents sous-bassins versants composant le territoire d'étude, le modèle hydrologique permet de calculer les débits générés à l'exutoire de chaque bassin d'apport pour tout épisode pluvieux. Les hydrogrammes obtenus pour chaque sous-bassin versant élémentaire sont ensuite propagés dans le réseau. Il est alors possible de connaître les débits générés au niveau de chacun des nœuds hydrographiques modélisés.

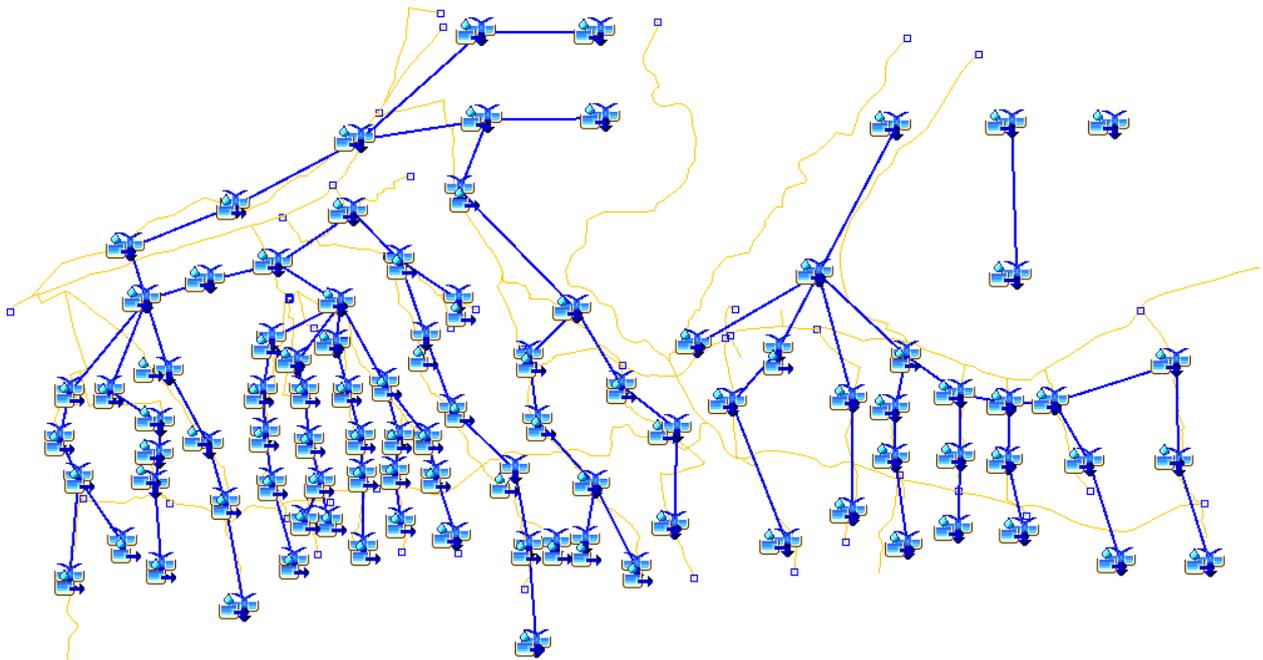


Figure 4 : Vue globale du modèle hydrologique sous HEC-HMS

La méthode SCS est choisie pour la transformation pluie-débit. Elle fait intervenir un paramètre d'aptitude au ruissellement CN (Curve Number) qui dépend de la nature géologique du sol (capacité d'infiltration), du couvert végétal et des conditions antérieures d'humidité. Plus le CN est élevé et plus le ruissellement est important.

Un CN moyen est défini pour chaque sous-bassin versant : il varie de 50 (très perméable) à 65 (peu perméable). La plaine est assez perméable (CN de l'ordre de 55) tandis que les zones de piémont le sont moins (CN compris entre 60 et 65). Les zones agricoles situées au nord-est du territoire communal sont globalement assez peu perméables (CN compris entre 60 et 65).

### II.4.2. Calage du modèle

Le modèle hydrologique a été calé pour une pluie de projet décennale. Le paramètre d'ajustement est le coefficient CN. Le calage consiste à comparer puis à ajuster les valeurs des débits hydrologiques à celles obtenues par d'autres méthodes ; il a été effectué en plusieurs points du réseau.

Les débits théoriques au niveau des nœuds hydrographiques du réseau ont été estimés à l'aide de trois méthodes : méthode rationnelle, méthode Crupedix et méthode Cemagref. Il est à noter que les deux dernières méthodes sont valables uniquement pour des bassins versants naturels et de superficie supérieure à 1 km<sup>2</sup>.

Les débits issus des méthodes Crupedix et Cemagref sont comparés aux débits estimés avec la méthode rationnelle. Lorsque les écarts sont trop importants (supérieurs à 10%), la méthode rationnelle est privilégiée car elle est plus précise : elle prend notamment en compte des paramètres tels que la pente, le temps de concentration et le coefficient de ruissellement.

Le tableau ci-après présente les résultats du calage :

	Nœud	Q Crupedix	Q Cemagref1	Q Cemagref2	Q Méth. rationnelle	Q moyen	Q hydrologique	Ecart
		(m <sup>3</sup> /s)						
Gaudre de Bovis	J-C1		2,16		2,29	<b>2,22</b>	<b>2,3</b>	3%
	J-C2		2,40		2,53	<b>2,46</b>	<b>2,5</b>	2%
	J-C3		2,65		2,62	<b>2,64</b>	<b>2,7</b>	2%
	J-C4				4,25	<b>4,25</b>	<b>4,3</b>	1%
	<b>J-C5</b>				<b>5,30</b>	<b>5,30</b>	<b>5,3</b>	<b>0%</b>
Gaudre des Bourgeois	J-D1	5,41			5,34	<b>5,38</b>	<b>5,6</b>	4%
	J-D2	5,72			5,83	<b>5,77</b>	<b>5,8</b>	0%
	J-D3	6,15			6,34	<b>6,24</b>	<b>6,2</b>	-1%
	<b>J-D4</b>	<b>6,62</b>			<b>7,11</b>	<b>6,86</b>	<b>6,8</b>	<b>-1%</b>
Gaudre de la Tour du Cardinal	J-E1				1,78	<b>1,78</b>	<b>1,9</b>	7%
	J-E2				3,54	<b>3,54</b>	<b>3,5</b>	-1%
	J-E3			5,44	5,54	<b>5,49</b>	<b>5,5</b>	0%
	J-E4			6,17	6,81	<b>6,49</b>	<b>6,8</b>	5%
	<b>J-E5</b>				<b>8,36</b>	<b>8,36</b>	<b>8,6</b>	<b>3%</b>
Gaudre de Roussan	J-G1		2,56		2,62	<b>2,59</b>	<b>2,7</b>	4%
	J-G2		2,75		2,94	<b>2,84</b>	<b>2,8</b>	-2%
	J-G3		2,97		3,12	<b>3,04</b>	<b>3,1</b>	2%
	J-G4		3,27		3,55	<b>3,41</b>	<b>3,3</b>	-3%
	<b>J-G5</b>		<b>3,57</b>		<b>3,87</b>	<b>3,72</b>	<b>3,7</b>	<b>0%</b>
Gaudre des Mataux - Gaudre de Servières	J-H1				2,97	<b>2,97</b>	<b>3</b>	1%
	J-H2				3,17	<b>3,17</b>	<b>3,1</b>	-2%
	<b>J-H3</b>				<b>3,69</b>	<b>3,69</b>	<b>3,8</b>	<b>3%</b>
	J-H4				3,06	<b>3,06</b>	<b>3,1</b>	1%
	J-H5				3,46	<b>3,46</b>	<b>3,4</b>	-2%
	<b>J-H6</b>				<b>4,32</b>	<b>4,32</b>	<b>4,6</b>	<b>6%</b>

Tableau 5 : Comparaison entre le débit théorique moyen et le débit hydrologique au niveau des points de calage

## II.5. Résultats

### II.5.1. Comparaison des résultats avec les études précédentes

Le modèle hydrologique défini précédemment est utilisé pour déterminer les hydrogrammes de crue pour plusieurs périodes de retour en différents points du réseau hydrographique. Ces résultats sont comparés à ceux des autres études afin de valider le modèle.

↳ Des hydrogrammes de crue en différents points du réseau sont consultables en Annexe.

#### **Etude hydraulique et schéma directeur des bassins Nord Alpilles, SCP**

Pour une pluie de projet décennale, les débits hydrologiques de notre modèle à l'exutoire des différents sous-bassins versants ainsi qu'au niveau des nœuds hydrographiques sont supérieurs aux valeurs de l'étude SCP. Ces différences ont plusieurs origines :

- Nous avons procédé à un découpage plus fin du territoire de Saint-Rémy-de-Provence en sous-bassins versants. L'utilisation des formules théoriques pour le calcul des débits a donc été adaptée en conséquence. En effet, dans l'étude SCP, les débits théoriques moyens ont été estimés par les méthodes rationnelle, Crupedix, Socose et Sogreah. Au vu des caractéristiques de nos sous-bassins versants, nous avons opté pour les méthodes rationnelle, Cemagref et Crupedix. En cas d'écarts sur les valeurs de débit trop importants, nous avons privilégié la méthode rationnelle ;
- Les caractéristiques de la pluie de projet décennales sont différentes : nous avons défini une pluie de projet de type « double triangle symétrique » permettant de faire réagir les gaudres, tandis que la SCP a construit une pluie selon la méthode Keifer ;
- Les coefficients de Montana utilisés par la SCP ont été estimés à partir des données pluviométriques de la station de Salon de Provence. Nous avons réajusté ces coefficients d'après la pluviométrie sur Saint-Rémy-de-Provence ;
- Des différences apparaissent au niveau du calage. En effet, nous avons calé notre modèle hydrologique sur les débits moyens théoriques. En analysant les débits hydrologiques donnés par le modèle calé de la SCP, on constate qu'ils sont très inférieurs à leurs débits théoriques. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'étude SCP traite le bassin versant du Viguièrat dans son ensemble et donne par conséquent la priorité au Viguièrat lors du calage.

#### **Diagnostic hydraulique du gaudre de Bigau et du gaudre de l'Ariétade, Complément au schéma directeur d'assainissement eaux pluviales, Daragon Conseil**

En ce qui concerne le gaudre de Bigau, les valeurs de débit décennal obtenues à partir de notre modèle à l'exutoire des sous-bassins versants sont proches de celles calculées par Daragon Conseil. Les différences proviennent du fait que nous n'avons pas considéré les mêmes coefficients de Montana.

## II.5.2. Impact de l'urbanisation future

Le tableau ci-après présente l'incidence de l'urbanisation future sur les débits hydrologiques. Dans ce tableau, seuls ont été listés les nœuds hydrologiques pour lesquels on observe une augmentation du débit de pointe : il s'agit des nœuds situés à l'aval des futures zones d'urbanisation.

Gaudre	Nœud hydrologique	Q10 Etat actuel (m <sup>3</sup> /s)	Q10 Etat futur (m <sup>3</sup> /s)	Impact (%)
Bovis	J-C5	5,3	5,4	1,9%
Bourgeois	J-D4	6,8	6,9	1,5%
Lézard	J-D5	34,5	37,6	9,0%
Mas neuf	J-H9	24,2	25,0	3,3%
Jonquerolles	J-I5	11,4	11,5	0,9%
	J-I6	14,8	14,9	0,7%
Confluence Chalamon et Monplaisir	J-I7	2,3	2,6	13,0%
Confluence Monplaisir et Jonquerolles	J-I8	18,7	19,4	3,7%
Confluence Monplaisir, Vallat Mestre et Petite Roubine	J-I9	18,8	19,6	4,3%
Centre ville	J-K3	9,9	10,1	2,0%
	J-K4	10,4	10,6	1,9%
Bigau	J-L1	2,9	3,1	6,9%
	J-L2	4,1	4,8	17,1%
	J-L3	5	5,8	16,0%
Ariétade	J-L4	17,4	18,6	6,9%
Réal	J-L5	19,4	20,7	6,7%
	J-L7	23,1	24,5	6,1%
Petite Roubine	J-M6	24,3	25,0	2,9%
Nierne	J-P4	9	9,5	5,6%
La Terrenque	J-P5	13,9	14,3	2,9%
	J-P6	13,9	14,3	2,9%
La Garrigue Redonne	J-Q3	7,9	8,2	3,8%
Romanin	J-R1	3,4	4,9	44,1%
	J-R2	3,7	5,2	40,5%
	J-R3	7,5	7,7	2,7%
Grand Mas	J-S1	4,3	4,6	7,0%
	J-S2	5,4	5,7	5,6%
	J-S3	6,5	6,7	3,1%

**Tableau 6** : Incidence de l'urbanisation future sur les débits hydrologiques

## III - ETUDE HYDRAULIQUE

### III.1. Débits capables

Le débit capable est le débit maximal pouvant transiter dans un bief donné. Les débits capables du réseau pluvial sont calculés par la méthode de Manning-Strickler, valable pour l'écoulement en régime uniforme :

$$Q = K \cdot S \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{I}$$

Avec : Q le débit (m<sup>3</sup>/s)  
K le coefficient de Strickler (uSI)  
S la section mouillée (m<sup>2</sup>)  
Rh le rayon hydraulique (m)  
I la pente moyenne (m/m)

Les résultats obtenus pour les débits capables sont en accord avec les valeurs citées dans l'étude hydraulique des bassins Nord Alpilles (SCP).

### III.2. Diagnostic du réseau

Les débits capables sont comparés en chaque point caractéristique du réseau aux débits issus de la modélisation hydrologique. Le diagnostic hydraulique a été établi pour l'état futur tel que décrit dans le POS de la commune de Saint-Rémy-de-Provence.

↳ Carte de diagnostic hydraulique – état futur

#### III.2.1. Comparaison des résultats du diagnostic par rapport aux problèmes d'inondation signalés par les habitants de la commune

La plupart des points noirs mis en évidence par le diagnostic hydraulique correspondent aux zones inondées recensées sur la commune de Saint-Rémy-de-Provence. C'est le cas notamment pour le gaudre des Bourgeois, la Petite Roubine, le gaudre des Capélans, le gaudre de Monplaisir, le gaudre de Jonquerolles, le centre ville et le Réal.

Des sinistres avaient également été signalés au niveau de la confluence du gaudre des Mataux avec le gaudre de Servières, et du gaudre de l'Ariétade. D'après le diagnostic hydraulique, le débit capable de ces gaudres est compris entre le débit décennal et le débit centennal. Or la période de retour de la pluie de référence (décembre 2003) a été estimée entre 20 et 50 ans d'après la Société du Canal de Provence. Le diagnostic hydraulique n'a donc pas la précision nécessaire pour conclure quant à ces deux points de débordement.

Les ouvrages de franchissement de la route départementale 99 sont globalement insuffisants. Les problèmes au niveau de cet axe majeur de circulation sont clairement mis en évidence par le diagnostic hydraulique. Ils avaient également été signalés par la mairie de Saint-Rémy-de-Provence lors de la phase 1 de l'étude.



# SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL

## Diagnostic du réseau pluvial

ETAT FUTUR - Planche 1/2

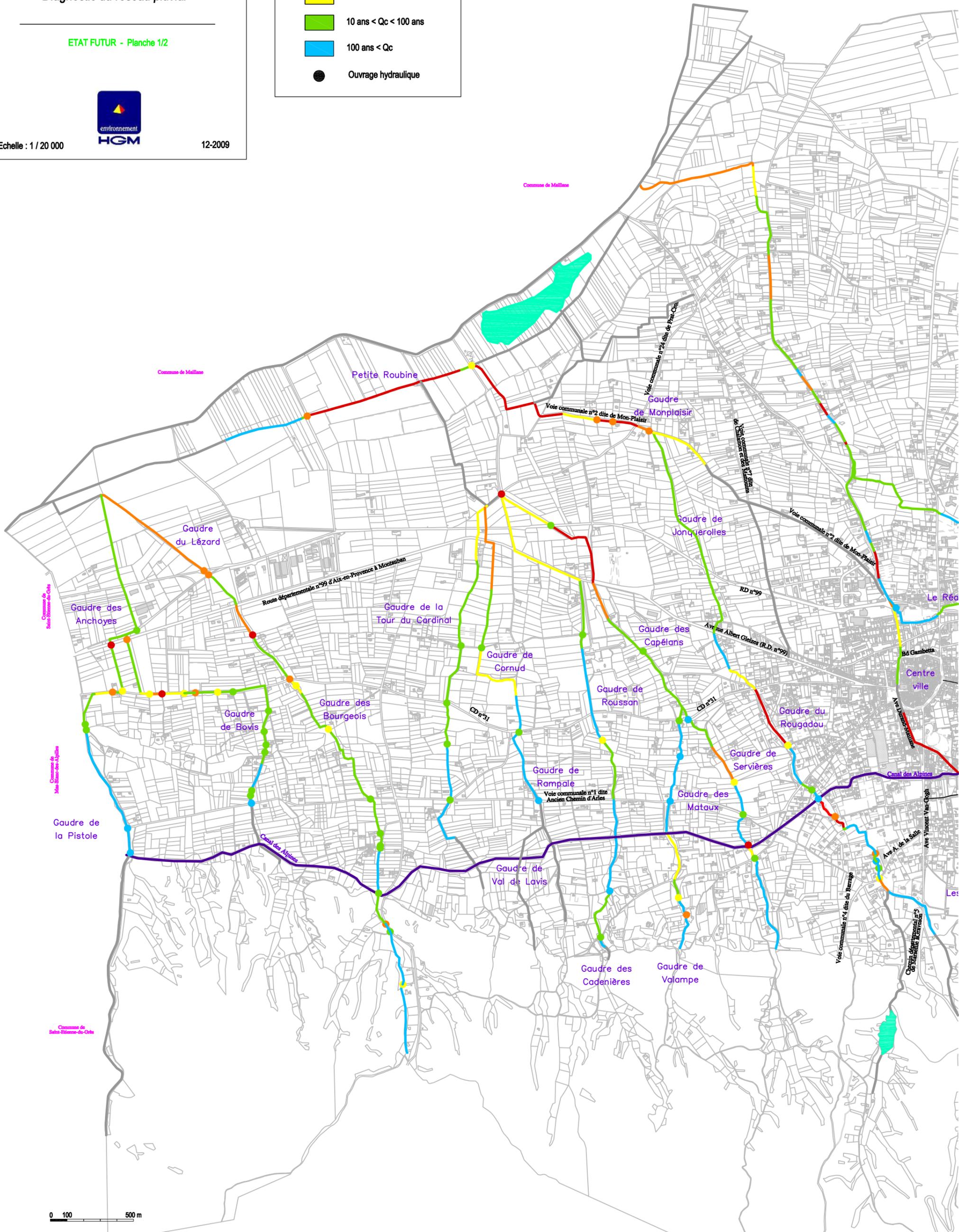
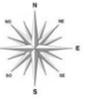


Echelle : 1 / 20 000

12-2009

### - LEGENDE -

- Qc < 2 ans
- 2 ans < Qc < 5 ans
- 5 ans < Qc < 10 ans
- 10 ans < Qc < 100 ans
- 100 ans < Qc
- Ouvrage hydraulique





### III.2.2. Comparaison des résultats du diagnostic par rapport à la carte des points noirs fournie par la commune

Des insuffisances supplémentaires ont été mises en évidence par le diagnostic hydraulique au niveau des gaudres de la Pistolet et de La Galine. Aucun débordement n'a été signalé dans ces zones, bien qu'elles aient été définies comme des points noirs sur le plan du réseau hydrographique fourni par la commune. Ces informations tendent à valider le modèle.

Enfin, quelques points noirs avaient été localisés sur le gaudre de Bigau. Le diagnostic hydraulique met en évidence des points noirs supplémentaires. Ceux-ci peuvent être reliés au développement de l'urbanisation le long de ce cours d'eau et à la mise en place des ouvrages de franchissement (accès aux propriétés) qui s'ensuivent. Ces aménagements tendent à réduire la capacité de transport du gaudre.

### III.2.3. Comparaison des résultats du diagnostic par rapport aux points noirs signalés dans l'étude hydraulique des bassins Nord Alpilles (SCP)

#### **Gaudre de Servières**

L'étude menée par la SCP avait signalé des désordres et des incohérences sur le tronçon situé entre le Canal des Alpilles et le CD 31. Ce constat est confirmé par le diagnostic hydraulique qui met en évidence l'insuffisance d'une partie de ce tronçon (débit capable inférieur au débit quinquennal).

#### **Réal**

Le ponceau situé au PK 2 856 a été défini comme un point noir dans l'étude hydraulique des bassins Nord Alpilles. D'après le diagnostic hydraulique, le tronçon du Réal concerné présente effectivement une capacité inférieure au débit décennal.



Photographie 1 : Ponceau au PK 2856

#### **Gaudre de Joas**

Les problèmes mis en évidence par le diagnostic hydraulique sur le gaudre de Joas sont en accord avec les points noirs recensés par la SCP. Le passage sous le Canal des Alpines présente effectivement une capacité inférieure au débit décennal et la section du gaudre est insuffisante sur une grande partie de son linéaire.

## IV - QUALITE – AMELIORATION DE LA QUALITE DES EAUX

### IV.1. Avant propos

L'objet du présent chapitre est d'effectuer un état des lieux global concernant les sources de pollution du réseau pluvial. Il s'agit notamment d'identifier les principaux secteurs où des flux importants de pollution domestiques sont susceptibles de transiter dans les ouvrages affectés à l'écoulement pluvial.

Cette étude s'appuie sur les documents suivants :

- Schéma directeur d'assainissement, Daragon Conseil, Février 1999 ;
- Etude de l'aptitude des sols à l'assainissement individuel, ANTEA, Juin 1998 ;
- Bilan d'activité, Régie de l'eau et de l'assainissement, 2007.

Bien qu'il n'ait pas été validé par la DDASS en raison d'incohérences, le document de référence en matière de zonage d'assainissement est l'étude d'ANTEA. Ce zonage d'assainissement sera remis à jour dans le prochain Schéma Directeur d'Assainissement, dont l'appel d'offre va être lancé sous peu.

### IV.2. Localisation des pollutions

Les informations concernant la localisation des pollutions ont été fournies par la Régie de l'Eau et de l'Assainissement de Saint-Rémy-de-Provence.

A l'heure actuelle, aucun diagnostic systématique du réseau d'assainissement collectif et des dispositifs d'assainissement individuels n'a été réalisé. Certains quartiers ont toutefois déjà été vérifiés, permettant ainsi de localiser les principaux dysfonctionnements. Ce diagnostic sera complété lors de la réalisation du nouveau Schéma Directeur d'assainissement.

La pollution du réseau d'eau pluviale peut avoir plusieurs origines :

- Mauvais branchements au niveau du réseau collectif d'eaux usées ;
- Systèmes d'assainissement individuel inexistants (rejet d'eaux usées dans le milieu naturel) ou non conformes ;
- Pollution d'origine industrielle, artisanale ou agricole.

De façon globale, les dysfonctionnements identifiés à ce jour sont souvent localisés aux extrémités du réseau séparatif d'eaux usées. En particulier, on note la présence de mauvais raccordements au niveau de quelques habitations situées à proximité du gaudre de Bigau, à l'endroit où le réseau d'assainissement collectif se termine.

➔ *Carte de qualité des eaux, zone 1*



Photographie 2 : Quartier à proximité du gaudre de Bigau

## IV.2.1. Dysfonctionnements de l'assainissement collectif et individuel

### IV.2.1.1. Réal

Au vu des investigations menées à ce jour, il apparaît que le Réal est le cours d'eau présentant la pollution la plus importante. Cette pollution est particulièrement sensible dans la partie aval du gaudre, au nord du centre ville.

Au centre ville, le long du boulevard Gambetta, plusieurs habitations, dont le Café du Léopard, ne sont pas ou mal raccordées : leurs eaux usées sont rejetées dans le Réal.

↪ *Carte de qualité des eaux, zone 2*



Photographie 3 : Café du Léopard

La Régie des Eaux a en outre enregistré des plaintes émanant de plusieurs habitants de la commune, dont le Moulin Saint Bernard, en raison des odeurs provenant du Réal.

→ Carte de qualité des eaux, zone 3



Photographie 4 : Moulin Saint Bernard

Au niveau du coude, en amont de la confluence avec le Viguièrat, la présence de puits perdus et de rejets directs d'eaux usées dans le Réal est avérée. Les flux de pollution associés n'ont pas encore fait l'objet de mesures quantitatives.

→ Carte de qualité des eaux, zone 4

Enfin, la Régie de l'Eau et de l'Assainissement signale la présence de mauvais branchements au niveau de la Chauche Vieille (centre ville). L'origine précise des rejets n'est pas connue.

#### IV.2.1.2. Vallat Mestre

D'après le zonage d'assainissement, le quartier des Jardins est situé dans une zone d'assainissement non collectif. Or, le sol étant argileux, les conditions pour la mise en place d'un dispositif d'assainissement autonome ne sont pas favorables.

Suite aux vérifications réalisées par la Régie, il s'avère que de nombreuses habitations disposent d'un système d'assainissement individuel non conforme. Des rejets sont observés dans le Vallat Mestre ; ils sont composés à 2/3 d'eaux ménagères et à 1/3 d'eaux de sortie de fosse.

→ Carte de qualité des eaux, zone 5



Photographie 5 : Quartier des Jardins

A l'est du quartier des Jardins, des dysfonctionnements similaires sont constatés au niveau de plusieurs habitations (dispositifs d'assainissement autonome non conformes).

→ Carte de qualité des eaux, zone 6



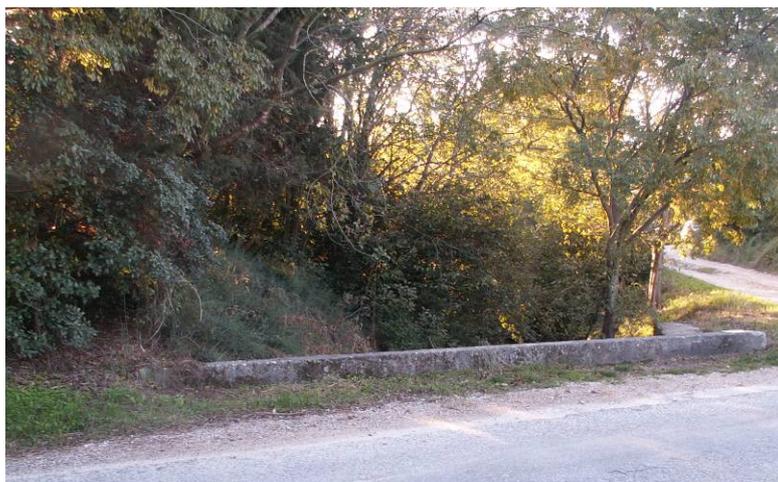
Photographie 6 : Zone de rejet à l'est du quartier des Jardins

#### IV.2.1.3. Gaudre de Rougadou

L'origine des pollutions dans le gaudre de Rougadou n'est pas précisément identifiée. Toutefois, la présence de rejets directs dans le milieu naturel est soupçonnée à proximité du croisement entre le gaudre de Rougadou et l'avenue Antoine de la Salle.

Plusieurs habitants vivant à proximité du gaudre de Rougadou se sont plaints d'odeurs. Ceci est à relier à la création du barrage du Peiroou ; en effet, depuis sa mise en place, le niveau d'eau dans le gaudre est plus faible, les pollutions sont donc moins diluées. Toutefois, il est à noter que le gaudre de Rougadou est visiblement moins pollué que le Réal.

→ Carte de qualité des eaux, zone 7



Photographie 7 : Gaudre de Rougadou au niveau du passage sous l'avenue Antoine de la Salle

#### IV.2.1.4. Gaudre de Monplaisir

A proximité du gaudre de Monplaisir, quelques maisons anciennes ne sont actuellement pas raccordées au réseau d'assainissement collectif. Cependant, ces maisons étant en cours de rénovation, leur raccordement devrait être effectué prochainement.

↪ *Carte de qualité des eaux, zone 8*

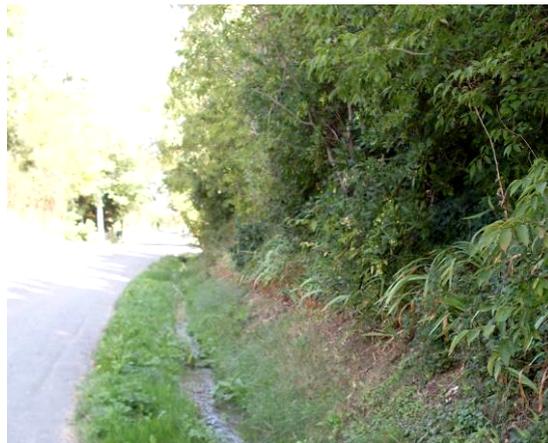


**Photographie 8** : Gaudre de Monplaisir au niveau du passage sous la voie communale de Prat Cros

#### IV.2.1.5. Canal des Alpines

Des rejets de pollution ont été recensés à proximité du croisement entre le canal des Alpines et le gaudre de Rougadou. Ils proviennent de quelques habitations dont le dispositif d'assainissement individuel n'est pas aux normes.

↪ *Carte de qualité des eaux, zone 9*



**Photographie 9** : Quartier à proximité du Canal des Alpines

Par ailleurs, la Régie soupçonne la présence de branchements mal effectués et/ou inexistant dans le quartier situé entre l'avenue Vincent Van Gogh et l'avenue Marius Girard. Il est prévu que des contrôles soient effectués dans cette zone.

↪ *Carte de qualité des eaux, zone 10*

#### IV.2.1.6. Déversoirs d'orage

Deux déversoirs d'orage sont recensés sur le réseau d'assainissement collectif. Le premier est situé à hauteur de la confluence entre le gaudre de Monplaisir et le Vallat Mestre ; les eaux de surverse sont acheminées vers le Vallat Mestre. Le second déversoir d'orage est situé à hauteur de la confluence entre le Vallat Mestre et la Petite Roubine ; les eaux excédentaires sont évacuées vers la Petite Roubine.

#### IV.2.2. Pollution d'origine industrielle, artisanale et agricole

##### ***Gaudre des Bourgeois***

La Régie de l'Eau et de l'Assainissement signale un rejet ponctuel d'huile d'olive par le moulin dans le gaudre des Bourgeois.

↪ *Carte de qualité des eaux, zone 11*



**Photographie 10** : Gaudre des Bourgeois à proximité du moulin

##### ***Gaudre La Galine***

Le mas Saint Pierre, producteur de légumes et de graines, rejette les eaux de lavage de ses produits dans le gaudre La Galine. La pollution n'est pas avérée : elle dépend du mode opératoire (lessivage de pesticides, mise en suspension de sédiments, etc.).

↪ *Carte de qualité des eaux, zone 12*



**Photographie 11** : Gaudre La Galine à proximité du mas Saint Pierre

### **Le Tiran, Roubine de la Vérane**

Le Tiran et la roubine de la Vérane recueillent des rejets agricoles ainsi que des rejets d'eaux usées provenant des mas situés à proximité. L'origine de ces flux de pollution n'est pas connue précisément.

### **Autres établissements susceptibles de polluer**

Selon la Régie de l'Eau, les deux seuls établissements susceptibles de polluer le réseau pluvial sont situés dans la zone d'activités de la Massane. Il s'agit de Tec Industries (chimie) et de Aqualux (piscines). Ces établissements sont a priori en conformité avec les normes en vigueur en matière d'assainissement.

En outre, l'ensemble des stations de lavage pour automobiles implantées sur le territoire communal a été contrôlé et aucun dysfonctionnement n'est à signaler.

## **IV.3. Estimation des flux de pollution**

Pour chaque zone de pollution identifiée précédemment, le nombre approximatif d'habitations concernées a été estimé. En considérant 4 habitants par logement, il est possible de quantifier les effluents rejetés.

Le tableau ci-après présente une estimation des flux de pollution domestique transitant dans le réseau pluvial de la commune :

	<b>EH</b>	<b>MES (kg/j)</b>	<b>DBO5 (kg/j)</b>	<b>Matières azotées (kg/j)</b>	<b>Matières phosphorées (kg/j)</b>	<b>DCO (kg/j)</b>
Gaudre de Bigau	48	3,84	2,88	0,72	0,19	6,24
Réal	64	5,12	3,84	0,96	0,26	8,32
Vallat Mestre	112	8,96	6,72	1,68	0,45	14,56
Gaudre de Rougadou	12	0,96	0,72	0,18	0,05	1,56
Gaudre de Monplaisir	8	0,64	0,48	0,12	0,03	1,04
Canal des Alpines	32	2,56	1,92	0,48	0,13	4,16

**Tableau 7** : Flux de pollution par gaudre

Il est à noter que ce tableau n'est pas exhaustif ; il sera précisé lors du prochain Schéma Directeur d'Assainissement.

## IV.4. Programme de qualification

### IV.4.1. Choix des points de mesure

L'état des lieux des réseaux a permis de recenser les sources de pollution et les points de rejets d'eaux usées dans le réseau pluvial. Cette enquête sera précisée lors du prochain Schéma Directeur d'Assainissement.

A l'heure actuelle, les points les plus critiques sont localisés au niveau du Réal et du Vallat Mestre. Etant donné que ses eaux sont en partie utilisées pour l'irrigation, des mesures in situ spécifiques pourront également être effectuées sur le Canal des Alpines. Quatre points de mesures sont par conséquent recommandés.

↳ *Carte de qualité des eaux*

### IV.4.2. Evaluation de la pollution rejetée par temps sec

La campagne de mesure de débits et de prélèvements a pour objectifs de quantifier les débits transitant dans le réseau pluvial de la commune, et d'estimer la pollution rejetée dans ce réseau en période de temps sec.

Il s'agit :

- De réaliser des mesures diurnes et instantanées de débit en période de temps sec ;
- De prélever et d'analyser les eaux transitant dans le réseau pluvial aux points de mesures.

Pour les mesures débitométriques, un micromoulinet sera utilisé sur les canaux ouverts, et un dispositif de type « flow poke » sera préféré dans les conduites.

Pour l'estimation de la pollution rejetée par temps sec, un prélèvement d'eau pour analyse des paramètres demandés est réalisé. Une mesure de la conductivité et de la température des eaux prélevées est effectuée sur le site.

Les paramètres suivants seront analysés :

- Mesures physico-chimiques : température, pH, conductivité, Oxydabilité au  $\text{KMNO}_4$ , MES,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ , Azote Kjeldal,  $\text{P}_{\text{total}}$ ,  $\text{PO}_4$ ,  $\text{DBO}_5$ ,  $\text{O}_2$  dissous, saturation en  $\text{O}_2$  ;
- Mesures bactériologiques : Entérocoques intestinaux et Escherichia coli.



# SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL

Qualité des eaux

Planche 1/2

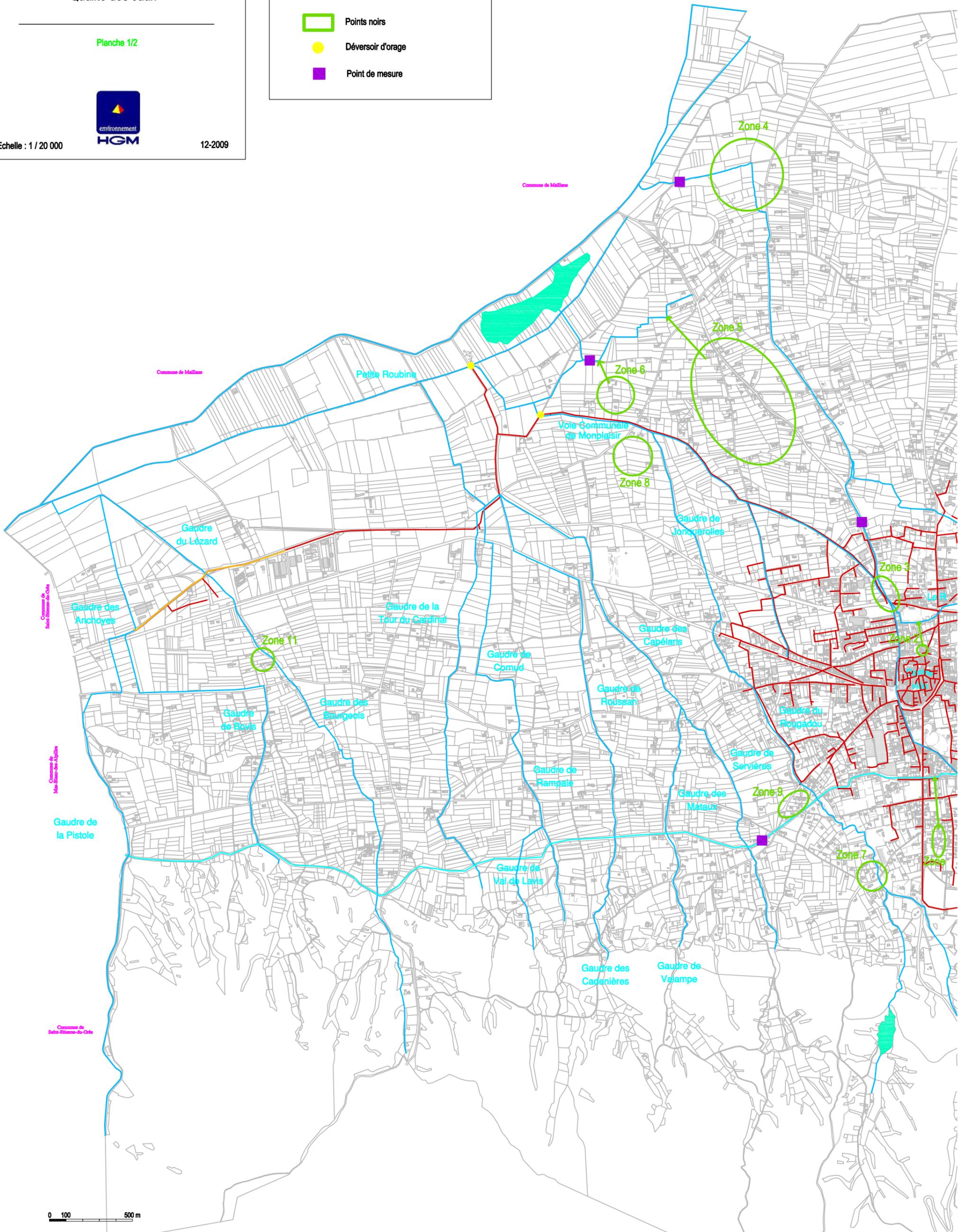
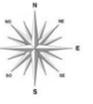


Echelle : 1 / 20 000

12-2009

### - LEGENDE -

-  Réseau eaux pluviales
-  Réseau eaux usées
-  Conduite de refoulement eaux usées
-  Points noirs
-  Déversoir d'orage
-  Point de mesure





**SCHEMA DIRECTEUR  
D'ASSAINISSEMENT PUVIAL**

Qualité des eaux

Planche 2/2

**- LEGENDE -**

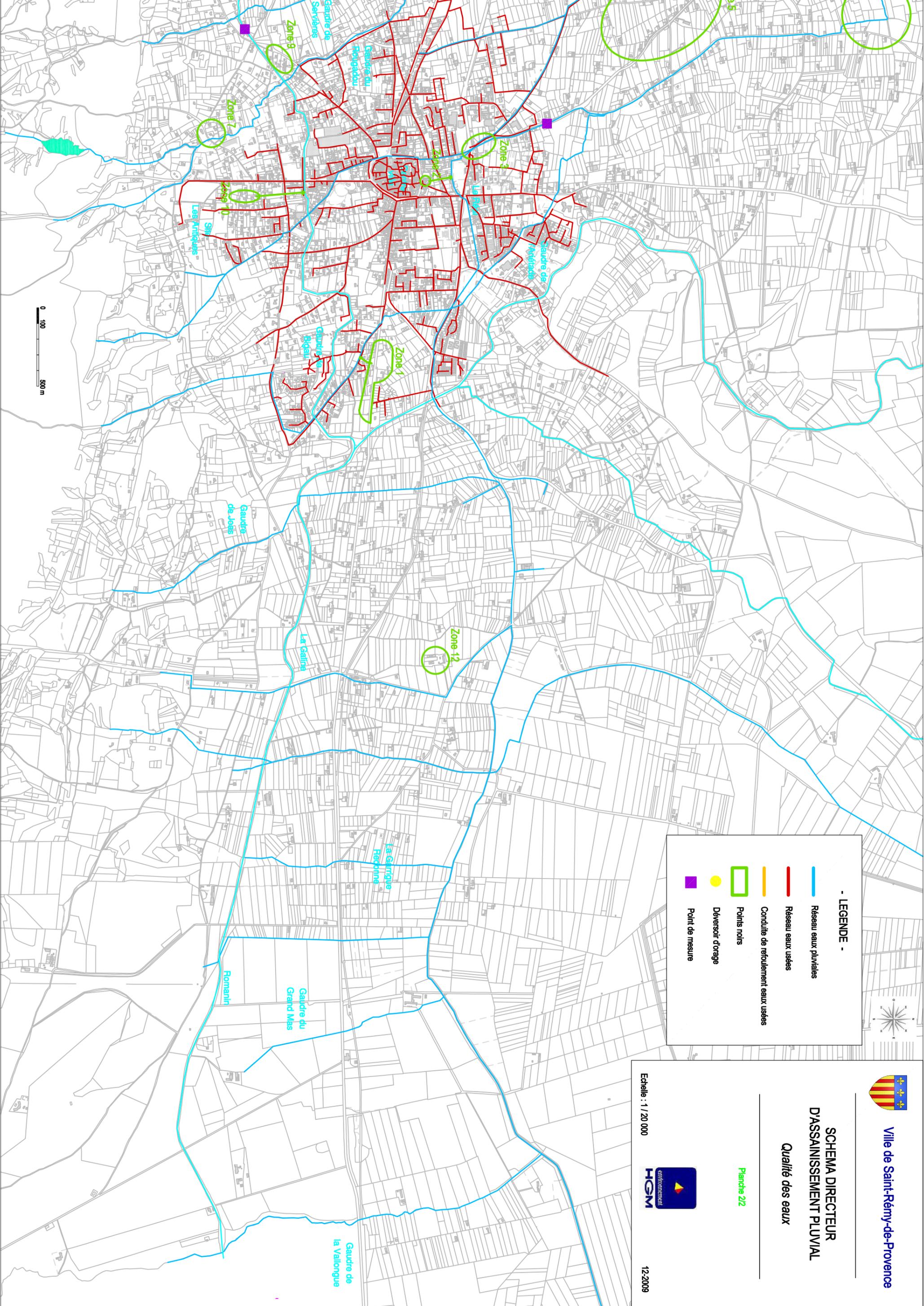
-  Réseau eaux pluviales
-  Réseau eaux usées
-  Conduite de refoulement eaux usées
-  Points noirs
-  Déversoir d'orage
-  Point de mesure



Echelle : 1 / 20 000



12-2009



0 100 500 m

---

ANNEXE

---

HYDROGRAMMES DE CRUE – ETAT FUTUR

