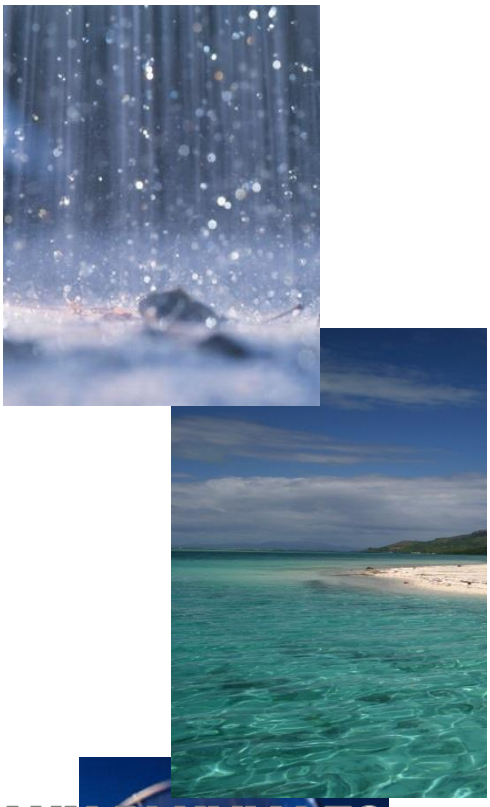
Département du Var

COMMUNE DE
PUGET SUR ARGENS



SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL

PHASE 2

- Diagnostic -

Septembre 2018

BUREAU D'ETUDES
TECHNIQUES
EN EAU ET
ENVIRONNEMENT

ALIZÉ ENVIRONNEMENT

SIREN 501 510 465, APE 7112B
Bureau Hérault : Le Syracuse n°20 – 2 Av. Monteroni d'Arbia – 34 920 LE CRES – Tél : 09 81 47 06 31
Bureau du Var : 164 Av. de la Tour - 83 490 LE MUY – Tél : 04 94 54 70 60
Fax : 09 81 40 04 46 - Email : contact@alize-env.com

Etude n°270

INFORMATIONS DOSSIER

Informations sur dossier

Nom du projet	Schéma directeur d'assainissement pluvial
Titre du document	Rapport Phase 2 – Diagnostic du réseau d'assainissement pluvial
Date de début de mission	Janvier 2016
Numéro de dossier	N°270-Phase N°2

Suivi du dossier

Version	Date	Remarques
1	Avril 2017	1ère diffusion
2	Septembre 2018	2em diffusion suite à avancement

SOMMAIRE

1 DIAGNOSTIC QUALITATIF 4

1.1 Pollution domestique 4

1.2 Pollution toxique issue des activités artisanales, industrielles, vinicoles 5

1.3 Pollution accidentelle 7

1.4 Pollution issue du ruissellement urbain 7

1.4.1 Pollution chronique – Approche théorique 8

1.4.2 Pollution chronique – Prélèvements 9

2 DIAGNOSTIC QUANTITATIF 14

2.1 Méthodologie 14

2.1.1 Calcul des débits 14

2.1.2 Calcul de la capacité des réseaux 14

2.1.3 Coefficient de ruissellement des bassins versants 15

2.1.4 Choix de la période de retour pour la détermination des débits de pointe 16

2.1.5 Méthodologie du diagnostic 19

2.2 Diagnostic par bassin versant 20

2.2.1 Bassin versant du Gabron 20

2.2.2 Bassin versant de la Mayre 23

2.2.3 Bassin versant du complexe Beal – Garonne - Canavère 26

3 ANNEXES 30

ANNEXE 1 : PRINCIPE ET APPLICATION DE LA METHODE RATIONNELLE 31

ANNEXE 2 : PRINCIPE ET APPLICATION DE LA METHODE DE CAQUOT 34

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1. Concentrations de pollution dans l'Argens en amont de Puget sur Argens 7**
Tableau 2. Fourchettes de concentration des rejets à l'aval des bassins versants séparatifs (mg/l) (Philippe et Ranchet 1987, Ellis 1991, Chocat 1992, Bachoc et al. 1992) 8
Tableau 3. Fourchettes des flux polluants acheminés vers l'Argens par une pluie lessivante (kg/évènement lessivant) 8
Tableau 4. Concentrations de pollution dans l'Argens en aval de Puget sur Argens après l'évènement pluvieux considéré – Approche théorique 9
Tableau 5. Types d'occupations des sols et prélèvements associés 9
Tableau 6. Synthèse des résultats des prélèvements qualité – Première campagne 11
Tableau 7. Synthèse des résultats des prélèvements qualité – Deuxième campagne 11
Tableau 8. Flux de pollution apportés par bassin versant de mesure pour l'évènement considéré 13
Tableau 9. Concentrations de pollution dans l'Argens en aval de Puget sur Argens après l'évènement pluvieux considéré 13
Tableau 10. Coefficients de ruissellement 15
Tableau 11. Extrait de la norme NF EN 752, pour les méthodes de conception simples 17
Tableau 12. Extrait de la norme NF EN 752, pour les méthodes de conception complexes 18

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Illustrations des bassins existants 6

1 DIAGNOSTIC QUALITATIF

Le volet diagnostic qualitatif est traité du point de vue des pollutions suivantes :

☒Pollution domestique issue des raccordements d'eaux usées sur le réseau pluvial

☒Pollution toxique issue des activités artisanales, industrielles, vinicoles

☒Pollution issue du ruissellement urbain :

- ✧ Pollution accidentelle ;
- ✧ Pollution chronique. La pollution chronique fera elle-même l'objet de deux approches :
  - × Une approche théorique
  - × Une approche axée sur une campagne de prélèvement : ☒ Oui ☐ Non

☐Pollution agricole issue du lessivage des sols

1.1 POLLUTION DOMESTIQUE

❑ Les eaux domestiques regroupent l'ensemble des eaux "ménagères" (eaux de cuisine et de salle de bains) et les eaux "vannes" (WC).

On parle de pollution domestique dans le cadre de l'assainissement pluvial lorsque cette pollution domestique se trouve transférée dans le réseau pluvial.

❑ Dans le cadre de la recherche de la pollution domestique dans le réseau pluvial, l'ensemble des réseaux de la commune ont été visuellement inspectés.

Remarque :

- ✧ Des réseaux et/ou des branchements ont été observés dans le réseau pluvial ou hydrographique. Ils sont posés en encorbellement et des dispositions constructives ont été prises pour éviter tout contact. (Exemple : réseau en fonte, té de curage verrouillé, tampon verrouillé …).

  C'est le cas notamment de tronçons dans le Gabron, la Mayre en traversée du cœur de ville.

  Il n'y pas de déversement d'eaux usées dans le pluvial par temps sec, ce qui serait visible et engendrerait des nuisances olfactives.

  En revanche, par temps de pluie et de montée des eaux dans le pluvial, en cas de défaut d'étanchéité de certains éléments, des entrées d'eaux pluviales dans le réseau d'eaux usées sont possibles.

1.2 POLLUTION TOXIQUE ISSUE DES ACTIVITES ARTISANALES, INDUSTRIELLES, VINICOLES

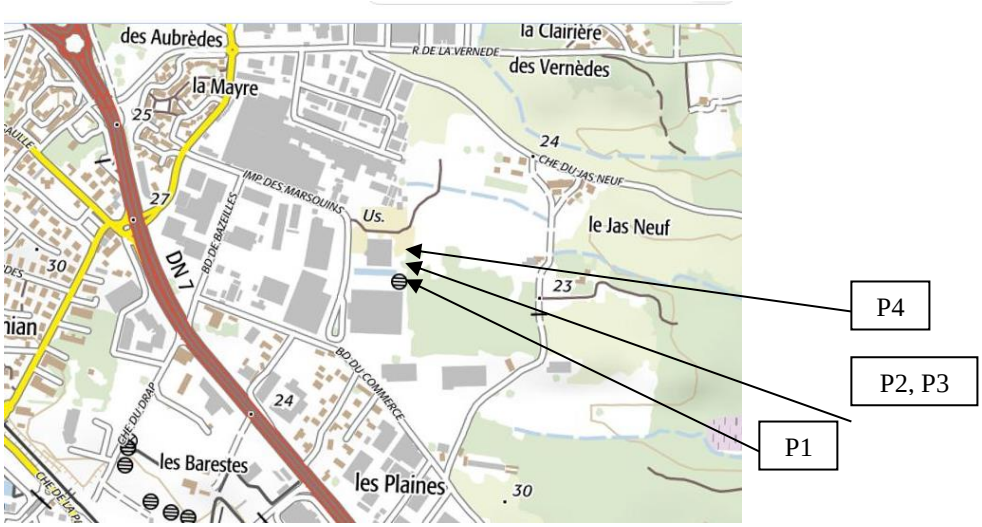
- A la différence de la pollution domestique qui reste relativement constante, les rejets industriels sont, eux, caractérisés par leur très grande diversité en fonction de l'utilisation qui est faite de l'eau au cours du processus industriel.

On parle de pollution toxique dans le cadre de l'assainissement pluvial lorsqu'une activité ou une industrie effectue des rejets dans le réseau d'assainissement pluvial.

- Dans le cadre de la recherche des pollutions contenant des polluants toxiques issus des activités artisanales, industrielles, vinicoles, l'ensemble du réseau de la commune a été inspecté.

De nombreux macro-déchets sont observés dans les fossés, classiquement, en particulier en bordure des voies de grandes circulations. Cela est particulièrement visible, en bordure de la RDn7, en traversée de la zone d'activités.

Des traces suspectes ont été observées par temps sec en aval de bâtiments d'activité de l'impasse des Marsouins.



Illustrations des bassins existants



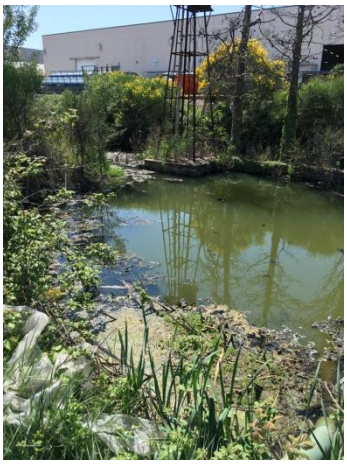
P1. Traces blanchâtres dans fossé



P2. Point de rejet suspect



P3. Fossé aval : aspect dégradé



P4. Marre à l'aval : aspect dégradé

1.3 POLLUTION ACCIDENTELLE

- Ce type de pollution est ponctuel et est occasionné par un déversement accidentel de matière polluante ou toxique. Le danger représenté par ce type de pollution est important dans les zones urbaines fortement fréquentées et notamment par des convois de transport de matières dangereuses.

- Sur la commune, mis à part l'autoroute gérée indépendamment par ESCOTA, les zones les plus sensibles à ce problème sont la RD7 (en particulier dans la zone commerciale et au niveau des ronds-points).

1.4 POLLUTION ISSUE DU RUISSELLEMENT URBAIN

Ce type de pollution correspond aux polluants accumulés en surface par temps sec et lessivés lors des phénomènes de ruissellement en zone urbaine.

A titre indicatif, une pluie est considérée lessivante lorsqu'elle présente au moins une des deux caractéristiques d'intensité suivantes :

- ✧ 20 mm minimum sur 24 h
- ✧ 6 mm minimum sur 1h

Dans les approches qui suivent, on estimera les flux de pollution généré sur la base d'un évènement pluvieux de 6mm sur 1h.

- ✧ Ce choix est justifié par le fait que :
- ✧ Un tel évènement est considéré comme lessivant

Les flux de polluants les plus importants sont lessivés en début d'évènement pluvieux

Il n'apparait ainsi pas pertinent de prendre un évènement plus long auquel on appliquerait de concentrations mesurées en début d'évènement. Cela amènerait à surestimer les flux générés.

L'ensemble du ruissellement de la commune est à destination l'Argens. La dilution de ces flux au niveau de l'Argens sera calculée en prenant en compte les concentrations suivantes en amont de Puget sur Argens*, ainsi que Le débit interannuel de l'Argens (18.9 m^3/s à Roquebrune sur Argens, au niveau de la station Y5312010 de la base hydro).

Tableau 1. *Concentrations de pollution dans l'Argens en amont de Puget sur Argens***

DBO5	*mg O2/L*	0.9
DCO	*mg O2/L*	20.0
MES	*mg/L*	7.4
NTK	*mg N/L*	0.5

** : Les concentrations de pollution dans l'Argens avant déversement ont été estimées sur la base des concentrations moyennes 2016-2018 données par le site eaufrance au niveau de la station Roquebrune sur Argens 2*

*** : les concentrations en DCO et NTK sont en fait données respectivement <20 mg/l et <0.5 mg/l.*

1.4.1 POLLUTION CHRONIQUE – APPROCHE THEORIQUE

- La pollution chronique urbaine est la pollution issue du lessivage des pollutions déposées en zone urbaine par une pluie lessivante. La pluie lessivante est une pluie suffisamment marquée pour qu'elle soit à même d'emporter la pollution urbaine accumulée au sol. Une pluie lessivante emporte donc la pollution accumulée et présente au niveau du sol de zones urbaines vers l'exutoire du ruissellement, soit l'Argens pour la commune de Puget sur Argens.

- Le tableau ci-dessous présente les concentrations en pollution des eaux de pluie selon la littérature :

Tableau 2. *Fourchettes de concentration des rejets à l'aval des bassins versants séparatifs (mg/l) (Philippe et Ranchet 1987, Ellis 1991, Chocat 1992, Bachoc et al. 1992)*

		Limite Basse	Limite haute
DBO5	*mg O2/L*	3	184
DCO	*mg O2/L*	20	500
MES	*mg/L*	21	2600
NTK	*mg N/L*	4	20

- La surface totale des bassins versants considérés (bassins urbanisés) a été estimée à 153.9 ha.

Le volume ruisselé sur ces bassins a été calculé par application d'un coefficient de ruissellement aux divers sous bassins de mesure pour un évènement de 6mm sur 1h. Il est estimé à 5 353 m^3.

- Le tableau ci-dessous présente une fourchette des flux polluants acheminés vers l'Argens à l'échelle de l'évènement pluvieux considéré, sur la base du volume ruisselé calculé.

Tableau 3. *Fourchettes des flux polluants acheminés vers l'Argens par une pluie lessivante (kg/évènement lessivant)*

		Limite Basse	Limite haute
DBO5	*kg*	16.1	985.0
DCO	*kg*	107.1	2 676.7
MES	*kg*	112.4	13 918.8
NTK	*kg*	21.4	107.1
N-NH4	*kg*	1.1	24.6
PTotal	*kg*	0.1	23.0

Ces apports de pollution, couplés à la pollution déjà présente dans l'Argens en amont de Puget, se traduit par les concentrations suivantes en aval de Puget sur Argens :

Tableau 4. *Concentrations de pollution dans l'Argens en aval de Puget sur Argens après l'évènement pluvieux considéré – Approche théorique*

		Limite Basse	Limite haute
DBO5	*mg O2/L*	1.1	15.4
DCO	*mg O2/L*	21.6	59.3
MES	*mg/L*	9.1	212.0
NTK	*mg N/L*	0.8	2.1

Classification sur la base de l'état des cours d'eau	
	Très bon état
	Bon état
	Etat moyen
	Etat médiocre
	Mauvais état

L'incidence peut ainsi être de négligeable à forte.

1.4.2 POLLUTION CHRONIQUE – PRELEVEMENTS

1.4.2.1 Détermination des points de prélèvements

Les prélèvements ont pour but de connaitre les zones à partir desquelles le ruissellement transporte des flux de pollutions significatifs. Il faut ainsi choisir ces points de prélèvement de façon judicieuse.

Des prélèvements ont été réalisés à l'aval de zones résidentielles et d'activité recueillant un bassin versant précisément identifié et correspondant à un type d'occupation des sols.

10 points de prélèvements ont été définis. Le tableau ci-dessous présente la répartition retenue pour ce zonage par échantillonnage (1 échantillon pour chacun d'entre eux – prélèvements répartis sur 2 campagnes de prélèvement) :

Tableau 5. *Types d'occupations des sols et prélèvements associés*

Zone	Prélèvement correspondant
Zone résidentielle	P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10
Zone d'activité	P1, P2, P3, P6

☞ *La carte de localisation des points de prélèvement pour analyse qualitative est disponible en annexes du présent rapport*

1.4.2.2 Méthodologie de prélèvement

On rappelle qu'une pluie est considérée comme lessivante lorsqu'elle répond à au moins l'un des deux critères suivants :

- ✧ 20 mm minimum sur 24 h
- ✧ 6 mm minimum sur 1h

De plus il faut que cette pluie ait lieu après une période de temps sec d'au moins deux semaines permettant un dépôt suffisant de pollution au sol.

Les conditions météorologiques sont observées afin d'agir lors du début d'une de ces pluies lessivantes et de récupérer aux points de prélèvement des échantillons représentatifs de la pollution véhiculée (la pollution étant la plus importante en début d'évènement pluvieux).

1.4.2.3 Paramètres analysés

- La liste des paramètres analysés dans la cadre des prélèvements est la suivante :
  - MES ;
  - DCO ;
  - DBO_5 ;
  - NTK ;
  - Entérocoques ;
  - Escherichia coli ;

Le choix de ces paramètres est justifié de manière suivante :

- Pollution générale
  - La quantification des MES est un indicateur de la quantité de matières non dissoutes dans l'eau et donc de pollutions potentielles surtout dans le cas de ruissellement.
- Pollution Organique

  Les matières organiques consomment, en se dégradant, l'oxygène dissous dans l'eau. Elles peuvent donc être à l'origine, si elles sont trop abondantes, d'une consommation excessive d'oxygène, et provoquer l'asphyxie des organismes aquatiques :
  - La DBO_5 mesure la quantité d'oxygène consommée en 5 jours par les microorganismes vivants présents dans l'eau.
  - La DCO représente l'ensemble de ce qui est susceptible de consommer de l'oxygène dans l'eau, par exemple les sels minéraux et les composés organiques.
- Pollution azotée en nitrates

  Les matières azotées, lorsqu'elles sont trop abondantes, contribuent à favoriser la prolifération des algues et l'asphyxie des cours d'eau. Elles sont souvent, avec les phosphates, liées à l'activité agricole.
- Bactériologiques
  - Les Escherichia Coli et les entérocoques sont des excellents indicateurs de contamination fécale. Ces paramètres sont retenus dans l'analyse afin de quantifier la qualité des eaux en vue de son utilisation potentielle à l'aval (plages à l'embouchure de l'Argens, …).

- Les résultats sont comparés à titre indicatif aux valeurs réglementaires et références suivantes relatives à la qualité des cours d'eau :
  - Concentration fixant les limites des différentes classes d'état pour les cours d'eau issues de l'arrêté du 25 janvier 2010 (pour la DBO5 et le PT)

- ✧ Les concentrations fixant les limites du bon état pour les cours d'eau issues de la circulaire DCE 2005-12 (pour la DCO et les MES)
- ✧ Les concentrations fixant les limites des classes d'état moyen à mauvais pour les cours d'eau issues de l'ancien système SEQ (pour la DCO et les MES – donné à titre indicatif)

1.4.2.4 Première campagne de prélèvement

La première campagne de prélèvement comprend les prélèvements effectués lors de la pluie lessivante du 13/10/2016. Il est tombé 6.7mm.

Les résultats des prélèvements sont synthétisés dans le tableau ci-après. Ils sont comparés aux seuils réglementaires et aux références dans le domaine :

Tableau 6. *Synthèse des résultats des prélèvements qualité – Première campagne*

		POINT 1	POINT 2	POINT 3	POINT 4	Fourchette de concentration***	Concentration moyenne zone résidentielle****
DBO5*	*mg O2/L*	8	6	6	13	3-184	10
DCO**	*mg O2/L*	98	88	103	213	20-500	73
MES**	*mg/L*	210	120	100	390	21-2600	101
NTK**	*mg N/L*	2.1	2.3	2.9	2.9	4-20	1.9
E.coli	*/100ml*	1 710	6 867	3 593	-	10^3 - 10^6	-
Entérocoques intestinaux	*/100ml*	3 198	3 593	11 684	-	10^2 - 10^5	-

1.4.2.5 Deuxième campagne de prélèvement

La deuxième campagne de prélèvement comprend les prélèvements effectués lors de la pluie lessivante du 11/12/2017. Il est tombé 54mm sur 24h.

Les résultats des prélèvements sont synthétisés dans le tableau ci-après. Ils sont comparés aux seuils réglementaires et aux références dans le domaine :

Tableau 7. *Synthèse des résultats des prélèvements qualité – Deuxième campagne*

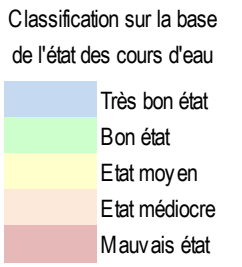
		POINT 5	POINT 6	POINT 7	POINT 8	POINT 9	POINT 10	Fourchette de concentration***	Concentration moyenne zone résidentielle****
DBO5*	*mg O2/L*	2.8	2.8	1.8	5.3	3.3	3.3	3-184	10
DCO**	*mg O2/L*	<30	<30	<30	56	<30	<30	20-500	73
MES**	*mg/L*	91	14	35	98	12	120	21-2600	101
NTK**	*mg N/L*	0.9	0.6	0.6	2.2	3.1	1.0	4-20	1.9
E.coli	*/100ml*	-	1 593	-	2 923	-	-	10^3 - 10^6	-
Entérocoques intestinaux	*/100ml*	-	5 762	-	40 630	-	-	10^2 - 10^5	-

** d'après l'arrêté de janvier 2010 transcrivant la directive européenne sur l'état des cours d'eau*

*** d'après la circulaire DCE 2005-12 pour les limites du bon état et l'ancien système SEQ (donné à titre indicatif) pour les autres limites*

**** fourchette de concentration des eaux de pluie en réseau séparatif selon Ellis 1991, Philippe et Ranchet 1987, Memento Degrémont 1989*

***** d'après JP Philippe, DREIF*



1.4.2.6 Analyse spatiale

L'analyse spatiale ne fait pas ressortir de tendances nettes. Les différences sont plutôt relatives au type d'évènement (voir ci-après).

1.4.2.7 Analyse qualitative

- En premier lieu, on constate une nette différence entre les résultats des analyses de la première campagne et ceux de la seconde, indépendamment du type d'occupation des sols :
  - pour la première campagne, le point 4, situé en zone résidentielle, présente des valeurs plus importantes que les points situés en zone d'activité ;
  - pour la seconde campagne, le point 6, en zone d'activité et résidentielle, présente des valeurs aussi faibles que les autres points, situés en zone résidentielle.

Cela montre qu'en fonction des caractéristiques de l'évènement pluvieux, l'incidence n'est pas la même : un évènement intense mais court entrainera une pollution plus concentrée qu'un évènement long mais peu intense.

- Physico-chimie
  - Les paramètres physico chimiques se situent dans le bas de la fourchette classique d'apport de pollution par les eaux de pluies tirés de la littérature (même pour la première campagne qui présente des concentrations plus élevées). Cela signifie que l'eau n'est pas particulièrement polluée et tend à affirmer qu'il n'y a pas de pollution domestique dans les réseaux étudiés.
  - La comparaison avec les valeurs règlementaires et de références montre que les concentrations sont un peu élevées pour certains paramètres mais ceci peut être nuancé car :
    - Cela concerne surtout la première campagne et les paramètres DCO et MES. Ces concentrations peuvent être mauvaises mais sur une période courte avec des flux par conséquent limités ;
    - Sur la seconde campagne, les concentrations sont bien plus faibles et correspondent même au bon, voire très bon état pour la plupart des points ;

    On peut par conséquent estimer un impact faible au niveau de l'Argens compte tenu des débits de dilution importants.

- Microbiologie

  Les analyses montrent un apport de pollution bactériologique mais les paramètres mesurés restent dans la fourchette d'apport classique.

❑ Dans un second temps, on cherche à comparer les flux générés aux fourchettes de la littérature et évaluer l'impact de ces flux sur la qualité de l'Argens.

Les volumes ruisselés par bassin versant sont estimés pour l'évènement considéré (évènement de 6mm sur 1h) en appliquant un coefficient de ruissellement. Les concentrations mesurées pour les divers prélèvements effectués sont ensuite utilisées pour calculer les flux totaux envoyés à l'Argens. Ces flux sont les suivants :

Tableau 8. *Flux de pollution apportés par bassin versant de mesure pour l'évènement considéré*

		POINT 1	POINT 2	POINT 3	POINT 4	POINT 5	POINT 6	POINT 7	POINT 8	POINT 9	POINT 10	**TOTAL**
DBO5	*kg*	4.3	9.0	2.7	1.5	5.1	0.7	0.1	1.1	1.7	0.9	**27.1**
DCO	*kg*	52.1	131.4	46.8	24.6	<55.1	<8.0	<1.3	11.9	<15.5	<8.0	**<354.7**
MES	*kg*	111.7	179.1	45.4	45.1	167.0	3.7	1.6	20.9	6.2	31.9	**612.6**
NTK	*kg*	1.1	3.4	1.3	0.3	1.7	0.2	0.0	0.5	1.6	0.3	**10.4**

Les valeurs trouvées se situent globalement dans la fourchette basse des valeurs estimées à partir des données bibliographiques (voir approche théorique).

❑ Les concentrations dans l'Argens en aval de Puget sur Argens sont calculées en ajoutant les flux amont aux apports de pollution de temps de pluie. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 9. *Concentrations de pollution dans l'Argens en aval de Puget sur Argens après l'évènement pluvieux considéré*

DBO5	*mg O2/L*	1.3
DCO	*mg O2/L*	25.2
MES	*mg/L*	16.4
NTK	*mg N/L*	0.7

Classification sur la base de l'état des cours d'eau

- Très bon état
- Bon état
- Etat moyen
- Etat médiocre
- Mauvais état

Ces estimations montrent que le débit de l'Argens étant important, les flux de pollution généré par un évènement pluvieux lessivant ne dégradent pas de manière significative la qualité du cours d'eau.

Il est cependant à noter que les concentrations de même que les volumes transférés par temps de pluie sont très variables. Les variations atteignent un rapport de 1 à 10 pour un même bassin versant, en fonction notamment des caractéristiques de la pluie, de la période sèche antérieure, de l'état du réseau, de l'entretien des voiries, de la saison, etc. Par conséquent, l'incidence sur le cours d'eau peut être variable (voir approche théorique), mais sera généralement la plus forte au début de l'évènement et donc transitoire.

2 DIAGNOSTIC QUANTITATIF

2.1 METHODOLOGIE

2.1.1 CALCUL DES DEBITS

Les débits générés par les bassins versants en situation actuelle sont calculés en utilisant :

☐ Les données de débits existants

☐ Les données de référentiel hydrologique local

☒ La méthode rationnelle pour les bassins versants amont naturels

☒ La méthode de Caquot pour les bassins versants urbanisés

☐ La transformation pluie-débit par la méthode du réservoir linéaire à partir d'un hyétogramme

☞ *Les principes d'application des méthodes rationnelle et de Caquot sont présentés en annexes 1 & 2*

2.1.2 CALCUL DE LA CAPACITE DES RESEAUX

- La capacité des réseaux est déterminée avec la formule de Manning-Strickler :

$$Q_{capable} = K \times S_h \times R_h^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{i}$$

Avec :

$Q_{capable}$ = Débit capable du réseau considéré (m^3/s) ;
K = Coefficient de Strickler (sans dimension) ;
S_h = Section hydraulique (m^2) ;
R_h = Rayon hydraulique (m) ;
i = Pente d'écoulement (%).

- Le coefficient de Strickler est égal à :
  - 90 pour les réseaux en PVC ou PEHD ;
  - 70 pour les réseaux en béton ;
  - 25 pour les réseaux enherbés tels que les fossés.

- Les réseaux enterrés sont dimensionnés pour un taux de remplissage de 85%.

2.1.3 COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT DES BASSINS VERSANTS

- Les coefficients de ruissellement[1] sont présentés dans la note de janvier 2014 de la Mission Inter-Services de l'Eau et de la Nature du département du Var : « Règles générales à prendre en compte dans la conception et la mise en œuvre des réseaux et des ouvrages pour le département du Var ».

- Les coefficients de ruissellement retenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 10. *Coefficients de ruissellement*

Occupation du sol		Coefficient de ruissellement		
		Q1 - Q2	Q5 - Q50	Q100 – Qexcep
Sources		**1**	**2**	**1**
Zones urbaines		0.8	0.85	0.9
Zones industrielles et commerciales		0.7	0.75	0.8
Toitures		0.9	0.95	1
Pavages, chaussée revêtue, piste		0.85	0.9	0.95
Sols perméables avec végétation	Pente <2%	0.05	0.15	0.25
	2%< Pente <7%	0.1	0.2	0.3
	Pente >7%	0.15	0.25	0.4
Sols imperméables avec végétation	Pente <2%	0.13	0.25	0.35
	2%< Pente <7%	0.18	0.3	0.45
	Pente >7%	0.25	0.4	0.55
Forêts		0.1	0.15	0.25
Résidentiel	Lotissements	0.4	0.45	0.55
	Collectifs	0.65	0.7	0.75
	Habitat dispersé	0.35	0.4	0.5

Q1 - Q2 : Pluie annuelle et biennale

Q5 - Q50 : Pluie de retour supérieure à 2 ans et inférieure à 100 ans

Q100 – Qexcep : Pluie centennale à exceptionnelle (sols saturés en eau)

1 : Mission Inter-Services de l'Eau et de la Nature du département du Var de janvier 2014

2 : Extrapolation ALIZE Environnement

[1] Le coefficient de ruissellement (Cr) est le rapport entre la hauteur d'eau ruisselée à la sortie d'une surface considérée (dite *"pluie nette"*) et la hauteur d'eau précipitée (dite *"pluie brute"*).

Il est fortement influencé par l'imperméabilisation des surfaces mais aussi par la pente, le cloisonnement des surfaces de ruissellement (murs, remblais), la fréquence de la pluie ...

2.1.4 CHOIX DE LA PERIODE DE RETOUR POUR LA DETERMINATION DES DEBITS DE POINTE

Il convient de définir des fréquences de calcul des mises en charge et des débordements des réseaux afin de gérer le risque d'inondation.

Les réglementations nationales, locales ou l'autorité compétente peuvent spécifier des fréquences de calcul des orages, des inondations ou les deux.

2.1.4.1 Règlementation locale et nationale

2.1.4.1.1 Documents d'urbanisme

Dans son Plan Local d'Urbanisme, la commune ne spécifie pas de règles de dimensionnement particulières.

2.1.4.1.2 Règles de la DDTM

Cette réglementation concerne les projets d'une surface supérieure à 1ha qui sont soumis à la Loi sur l'eau et à l'application de la rubrique 2.1.5.0 de l'article L214-1 du Code de l'Environnement.

Il s'agit de la réglementation pour les projets dont les rejets des eaux pluviales se font dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol.

La note de la Mission Inter-Service de l'Eau et de la Nature du Var de janvier 2014 précise que :

> *Les eaux de ruissellement seront collectées par un réseau gravitaire […]* ***sans mise en charge ni débordement*** *d'un débit correspondant à un événement pluvieux de période de retour* ***d'au moins 10 ans****.*
>
> *En l'absence de spécifications locales particulières, le niveau de performances à atteindre correspond au minimum à la norme NF EN 752. […]*

2.1.4.1.3 Norme NF EN 752

La période de retour associée au dimensionnement des réseaux à créer est précisée dans le cadre de la norme **« NF EN 752 Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments »** de mars 2008.

Deux méthodes de conception sont présentées dans la norme : la méthode de conception simple et la méthode de conception complexe.

❑ Méthode de conception simple

Cette méthode est utilisable pour :

- ✧ Les petits projets d'aménagement ;
- ✧ L'amélioration d'un réseau existant ;
- ✧ Les réseaux d'assainissement des routes, de construction hydraulique simple.

Avec cette méthode, les conduites sont conçues pour fonctionner à plein remplissage, sans mise en charge, pour des orages relativement fréquents.

Cette méthode de conception permet également de fournir une protection contre les inondations dans le cas d'orages bien plus importants. Le tableau suivant présente les périodes de retour des orages à prendre en compte selon le lieu d'implantation des réseaux :

Tableau 11. *Extrait de la norme NF EN 752, pour les méthodes de conception simples*

Lieu d'installation	**Fréquence de calcul des orages** a)	
	Période de retour (1 sur «n» années)	**Probabilité de dépassement pour 1 année quelconque**
Zones rurales	1 sur 1	100 %
Zones résidentielles	1 sur 2	50 %
Centres ville/zones industrielles/zones commerciales	1 sur 5	20 %
Métro/passages souterrains	1 sur 10	10 %
a) Pour ces orages de calcul, aucune mise en charge ne doit se produire.		

Les débits de pointe sont calculés avec la méthode rationnelle.

❑ Méthode de conception complexe

Cette méthode doit être utilisée pour :

- ✧ Les grands projets d'aménagement ;
- ✧ Les projets pour lesquels les risques pour la santé du public et l'environnement sont significatifs ;
- ✧ Les impacts sur la qualité ou la quantité d'eau du milieu récepteur aquatique
- ✧ La vérification de la performance des réseaux vis-à-vis des inondations.

Avec cette méthode, les conduites sont conçues pour fonctionner sans débordement, pour des évènements pluvieux de période de retour au moins supérieure à 10 ans.

Le tableau suivant présente la fréquence de calcul des inondations à prendre en compte selon le lieu d'implantation des réseaux :

Tableau 12. *Extrait de la norme NF EN 752, pour les méthodes de conception complexes*

Lieu d'installation	Fréquence de calcul des inondations	
	Période de retour (1 sur «n» années)	**Probabilité de dépassement pour 1 année quelconque**
Zones rurales	1 sur 10	10 %
Zones résidentielles	1 sur 20	5 %
Centres ville/zones industrielles/zones commerciales	1 sur 30	3 %
Métro/passages souterrains	1 sur 50	2 %

La période de retour de 100 ans est également retenue pour permettre la prise en compte de contraintes particulières dans le dimensionnement des réseaux.

2.1.4.2 Conclusions sur la période de retour à prendre en compte

❑ Le réseau est dimensionné pour un évènement pluvieux de période de retour :

☐ Fixée localement ou pour les besoins spécifiques de l'étude.

☐ Fixée par la DDTM dans le cadre des dossiers loi sur l'eau.

☒ Prescrite dans la norme « NF EN 752 Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments »

- Méthode de conception utilisée :
  - ☒ Méthode de conception simple
  - ☐ Méthode de conception complexe

  En effet, l'étude a pour but d'améliorer les conditions de fonctionnement du réseau pluvial existant dont la structure est assez simple.

- Lieu d'implantation des réseaux :
  - ☒ Zones rurales
  - ☒ Zones résidentielles
  - ☒ Centre-ville / zones industrielles / zones commerciales
  - ☒ Métro / passages souterrains

  La période de retour retenue dépend du lieu d'implantation.

☐ D'autres périodes de retour, pour assurer un meilleur niveau de protection.

> 🗝 ***L'étude consiste à améliorer les conditions de fonctionnement du réseau pluvial existant. La période de retour à prendre en compte dans le dimensionnement diffère entre 2, 5 et 10 ans en fonction du lieu d'implantation du réseau.***

2.1.5 METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIC

- Le diagnostic permet de caractériser le fonctionnement du réseau pluvial et de quantifier les insuffisances du réseau. Il consiste à comparer la capacité des branches principales du réseau pluvial existant avec les débits de pointes générés par les bassins versants.

- Il consiste également à détecter les anomalies structurelles. En effet, les réseaux, depuis l'amont vers l'aval, doivent présenter une augmentation croissante de leurs capacités hydrauliques, c'est-à-dire que le réseau aval doit disposer de capacités égales ou supérieures au réseau situé à l'amont.

  Cela permet d'éviter une mise en charge du réseau amont et des débordements au niveau du changement.

  Pour cela, en général, il faut éviter :

  - Les réductions de capacité, y compris lors d'un changement de type de réseau (par exemple, pour le passage d'un réseau circulaire à un réseau trapézoïdal). La pente et les caractéristiques (dimensions, matériaux,…) des différents réseaux sont à prendre en compte ;
  - Les réductions de section pour des réseaux de même type (circulaire, rectangulaire ou trapézoïdal). Par exemple, une conduite se trouvant à l'aval ne doit pas présenter un diamètre inférieur à celui de la conduite située à l'amont.

- Les résultats sont présentés par bassin versant hydrographique avec comme :
  - Période de retour du dimensionnement

    Période de retour de la pluie retenue pour le dimensionnement des réseaux et des ouvrages. Cette période de retour est comprise entre 2, 5 et 10 ans en fonction du lieu d'implantation du réseau.
  - Bassins versants

    Les bassins versants modélisés précisément pour le secteur étudié. Il est possible que ces bassins versants soient différents des bassins versants présentés dans l'état des lieux. En effet, ces derniers peuvent être légèrement modifiés ou redécoupés en fonction des réseaux existants et des réseaux prévus, de la topographie particulière du secteur étudiée précisément et des besoins de l'étude.
  - Données de débits
    - Nœud de réseau

      Le réseau est divisé en tronçon au niveau des nœuds qui peuvent être équivalent à un changement de type de réseau, à un point de raccordement de plusieurs branches, ... La localisation des nœuds de réseau est présentée sur le schéma de localisation du réseau.
    - Débit de capacité (m^3/s)

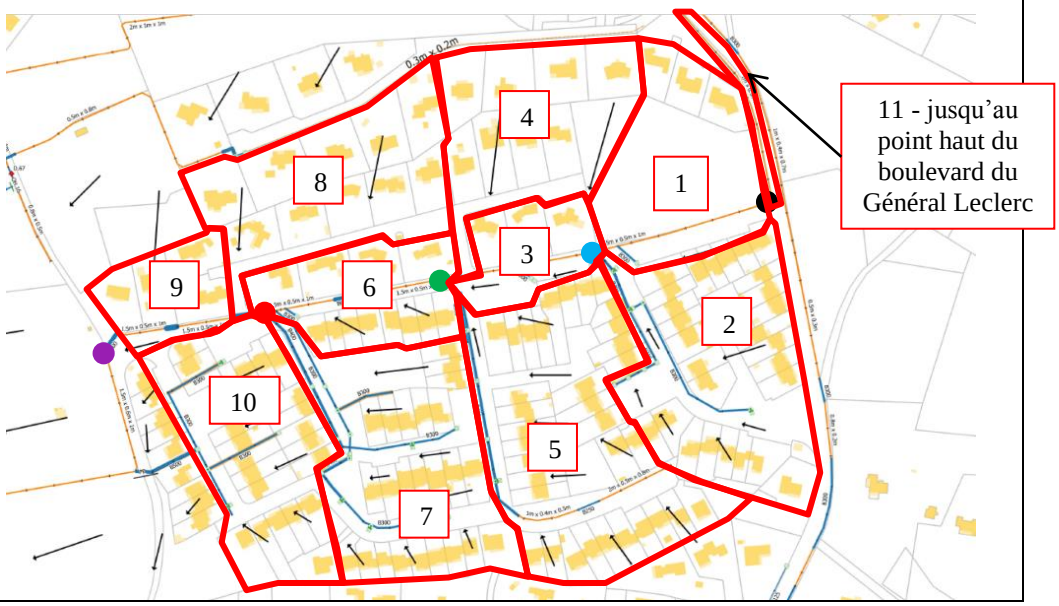
      Le débit pouvant transiter dans le tronçon étudié en amont du nœud de réseau.
    - Débit généré par le bassin versant

      Débit de pointe arrivant au niveau du nœud de réseau pour la pluie de période de retour du dimensionnement.

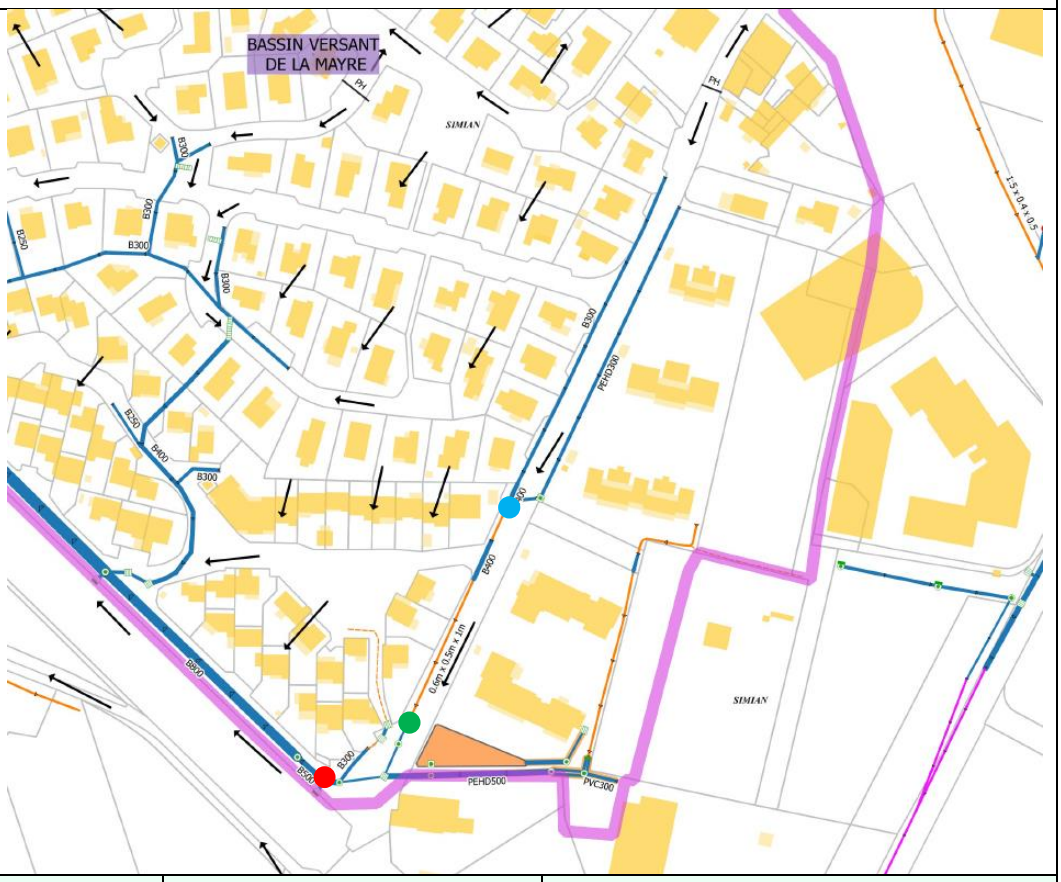
2.2 DIAGNOSTIC PAR BASSIN VERSANT

2.2.1 BASSIN VERSANT DU GABRON

<table>
<tr><th colspan="4">Boulevard des Cistes</th></tr>
<tr><td>Problématique du secteur étudié</td><td colspan="3">Quartier fortement imperméabilisé avec eaux provenant du bassin versant amont (Avenue Général Leclerc). Enchaînement d'entrées charretières sur fossé du boulevard des Cistes. Débordement en aval.</td></tr>
<tr><td>Lieu d'implantation du réseau</td><td colspan="3">Zone résidentielle</td></tr>
<tr><td>Période de retour du dimensionnement</td><td colspan="3">2 ans</td></tr>
<tr><td>Bassins versants</td><td colspan="3">G63, G64</td></tr>
<tr><td>Surface drainée</td><td colspan="3">15.64 Ha</td></tr>
<tr><td>Schéma de localisation du réseau</td><td colspan="3">Le boulevard des Cistes est l'exutoire du fossé situé à l'Ouest du boulevard du Général de Gaulle. Ce fossé collecte la moitié du boulevard sur une longueur de 1 180 mètres.
</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Données de débit : Tronçons principaux du boulevard des Cistes</td><td>Nœud de réseau</td><td>Débit de capacité (m^3/s)</td><td>Débit généré par le bassin versant (m^3/s)</td></tr>
<tr><td>●</td><td>Fossé : 0.346
Canalisation : 0.170</td><td>0.082</td></tr>
<tr><td>●</td><td>2.986</td><td>0.224</td></tr>
<tr><td>●</td><td>Fossé : 2.286
Cadre : 1.658</td><td>0.507</td></tr>
<tr><td>●</td><td>Fossé : 2.176
Canalisation : 0.952</td><td>0.952</td></tr>
<tr><td>●</td><td>Fossé : 2.322
Canalisation : 1.015</td><td>1.291</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Données de débit Tronçons secondaires</td><td>Localisation</td><td>Débit de capacité (m^3/s)</td><td>Débit généré par le bassin versant (m^3/s)</td></tr>
<tr><td>Rue des Lilas</td><td>B300 : 0.145
B400 : 0.312</td><td>0.181</td></tr>
<tr><td>Impasse des cerisiers</td><td>Fossé amont : 1.780
B250 : 0.101
Fossé central : 0.742
B400 : 0.317
B400 + B300 : 0.464</td><td>0.214</td></tr>
<tr><td>Rue des Mimosas</td><td>B300 : 0.167
B400 : 0.512
B300 + B400 : 0.278</td><td>0.160</td></tr>
</table>

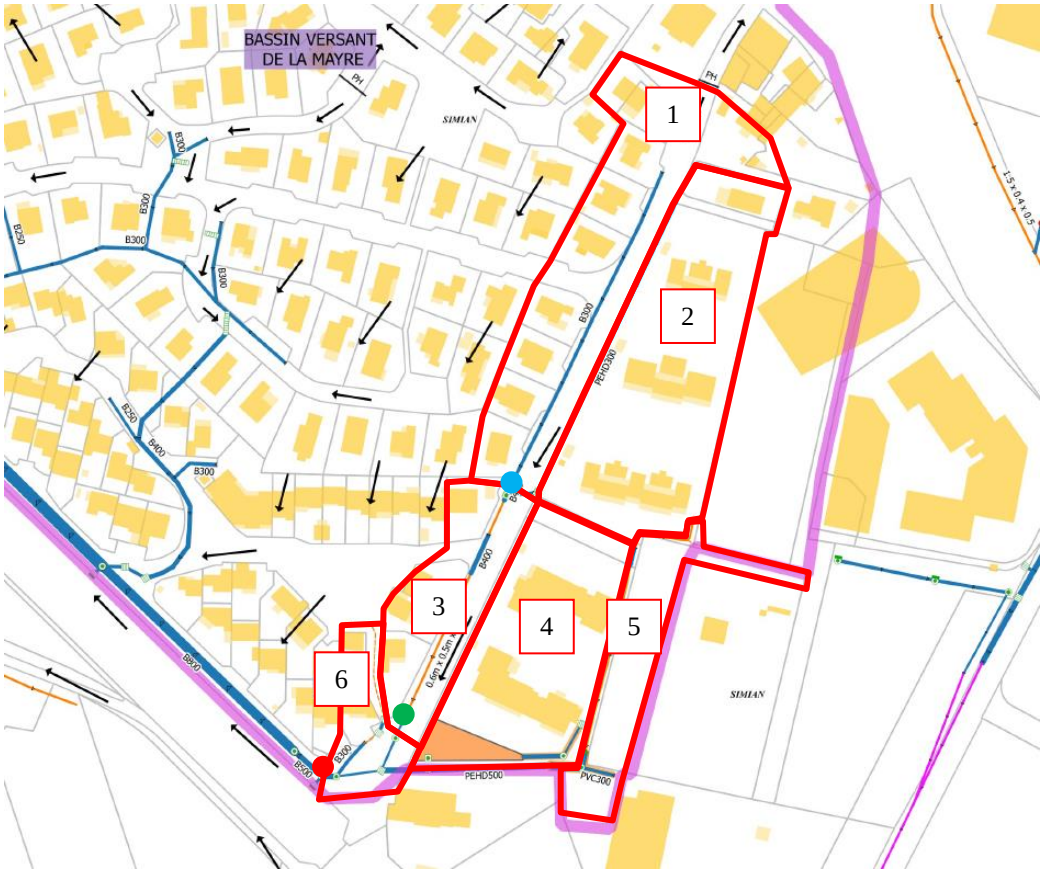
	Impasse des Amandiers	B300 : entre 0.096 et 0.165 B500 : 0.634	0.150
Diagnostic	Les buses béton 600 situées entre les points ● et ● sont à la limite du dimensionnement suffisant pour une pluie de période de retour de 2 ans. En cas d'embâcles et au niveau des changements de type de réseau, cela peut créer des débordements pour des pluies de période de retour inférieure à 2 ans. La canalisation en béton 600 mm à l'Ouest du boulevard des Cistes est sous-dimensionnée. Cependant, les débordements ponctuels liés à ce sous-dimensionnement sont localisés sur la voirie à l'Ouest du Boulevard en zone inondable. Les enjeux liés à ce sous-dimensionnement sont donc faibles. La rue des Mimosas présente un défaut structurel. En effet, une canalisation béton 400 se trouve à l'amont d'une canalisation béton 300. Cette réduction de section peut engendrer des débordements. Le schéma suivant présente les bassins versants des réseaux pluviaux étudiés.  		

2.2.2 BASSIN VERSANT DE LA MAYRE

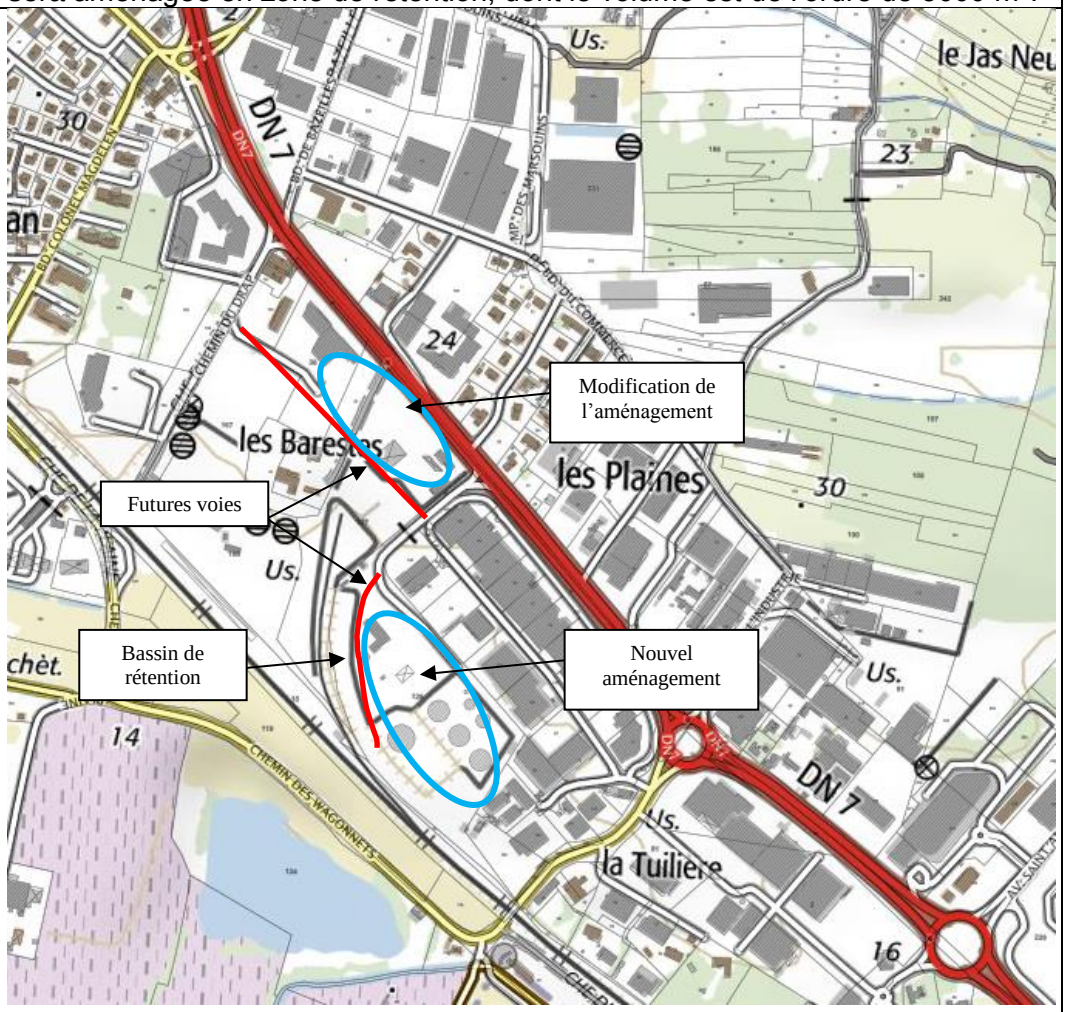
<table>
<tr><th colspan="4">Boulevard du Colonel Magdelein</th></tr>
<tr><td>Problématique du secteur étudié</td><td colspan="3">Alternance de réseaux pluviaux enterrés et superficiels en milieu urbain avec colmatages des réseaux et débordements fréquents.</td></tr>
<tr><td>Lieu d’implantation du réseau</td><td colspan="3">Voie de circulation importante aux abords du centre-ville</td></tr>
<tr><td>Période de retour du dimensionnement</td><td colspan="3">2 ans</td></tr>
<tr><td>Bassins versants</td><td colspan="3">M1, M2, M7, M8, M9, M10, M11, M12, M35, M36, M37</td></tr>
<tr><td>Surface drainée</td><td colspan="3">3.32 Ha</td></tr>
<tr><td>Schéma de localisation du réseau</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Données de débit</td><td>Nœud de réseau</td><td>Débit de capacité (m^3/s)</td><td>Débit généré par le bassin versant (m^3/s)</td></tr>
<tr><td>●</td><td>Branche Ouest : 0.174
Branche Est : 0.186</td><td>Branche Ouest : 0.131
Branche Est : 0.115</td></tr>
<tr><td>●</td><td>Fossé : 0.447
Conduite : 0.275</td><td>0.318</td></tr>
<tr><td>●</td><td>0.474</td><td>0.538</td></tr>
<tr><td>Diagnostic</td><td colspan="3">L’entrée charretière est sous-dimensionnée, entrainant une stagnation des eaux dans les réseaux superficiels, puis leurs débordements.

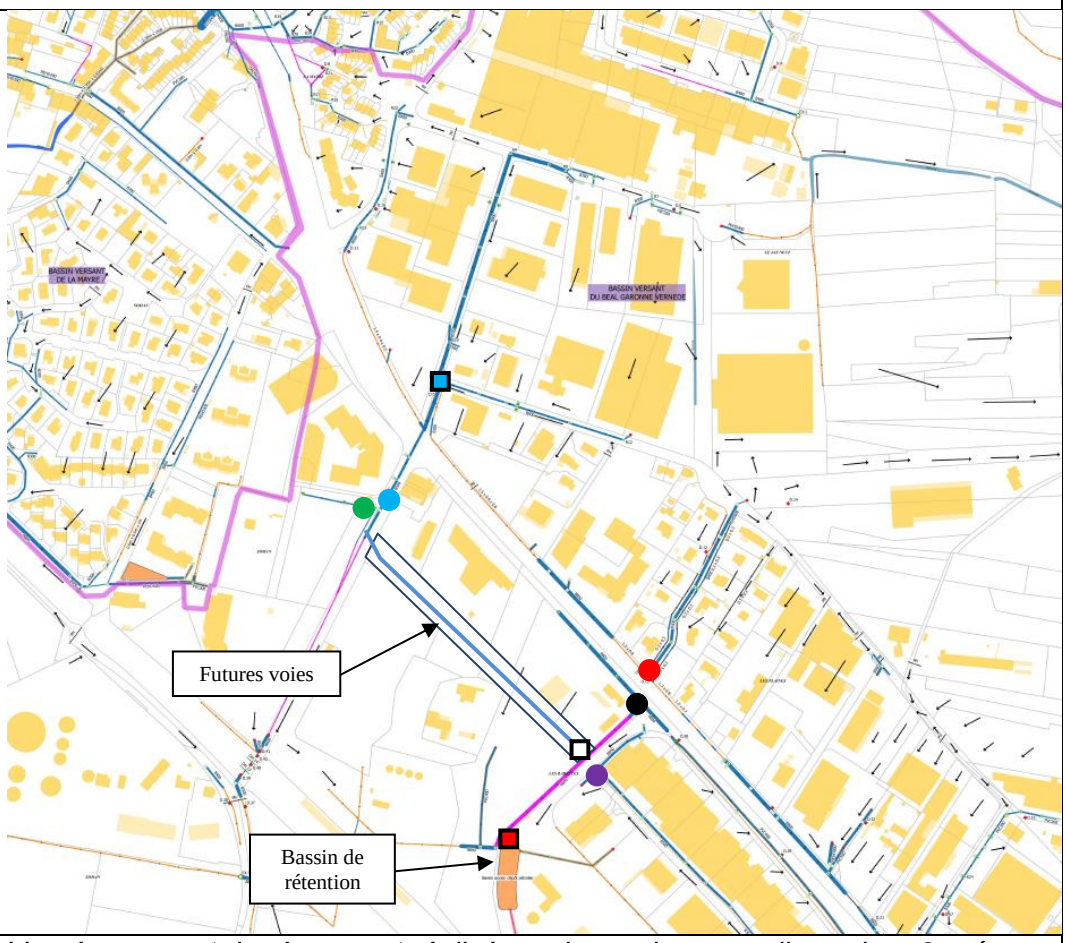
Le réseau de l’avenue Pompidou est récent et dispose en amont d’une canalisation en diamètre 500 mm en attente. Les réseaux amont doivent être homogènes avec le réseau de l’avenue Pompidou.</td></tr>
</table>

Le schéma suivant présente les bassins versants des réseaux pluviaux étudiés.



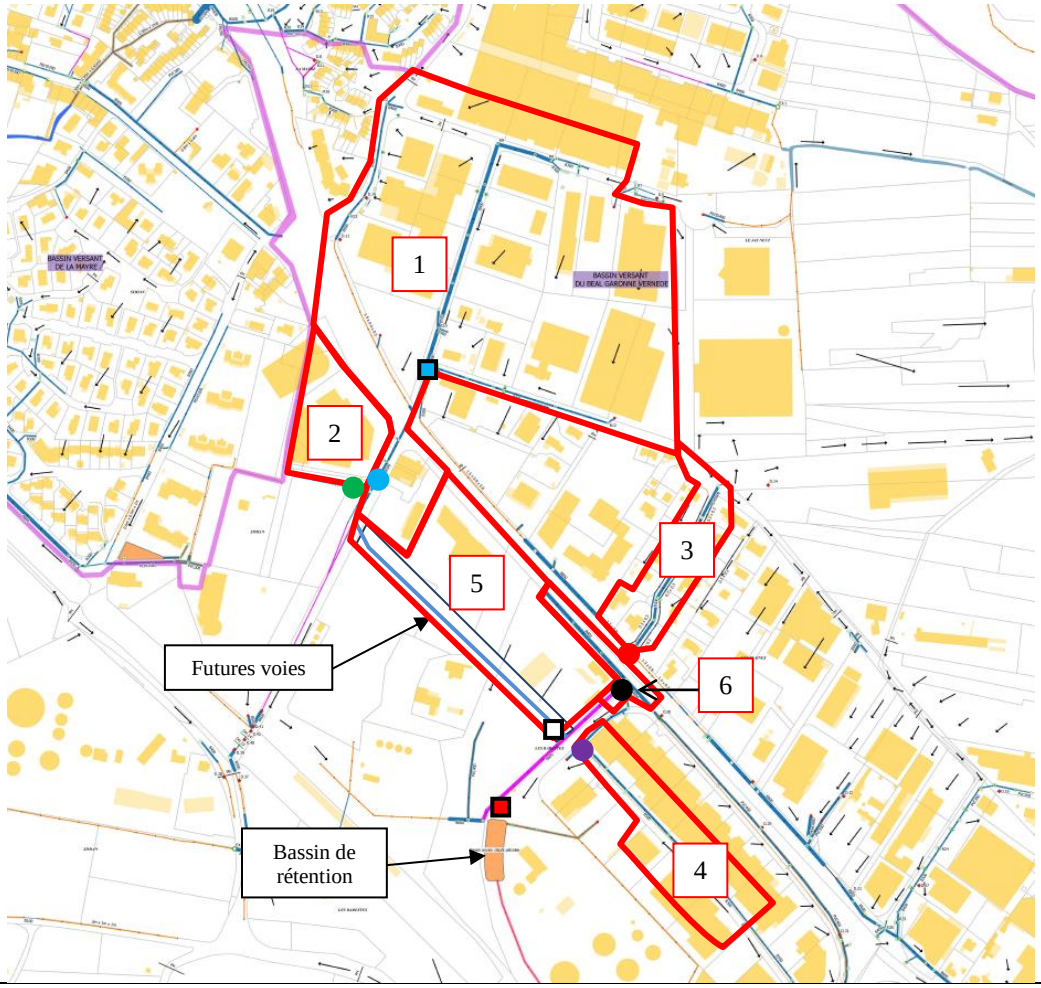
2.2.3 BASSIN VERSANT DU COMPLEXE BEAL – GARONNE - CANAVERE

<table>
<tr><th colspan="3">Restructuration du réseau quartier Barestes</th></tr>
<tr><td>Problématique du secteur étudié</td><td colspan="2">Ce quartier est en cours de transformation avec des nouveaux bâtiments sur certaines parcelles, des projets d'aménagements de parcelles destinées aux activités, et la création de nouvelles voies. En termes hydrauliques, il se caractérise par la présence d'une ancienne zone de train, dans une zone qui sera aménagée en zone de rétention, dont le volume est de l'ordre de 5000 m^3.</td></tr>
<tr><td>Présentation du secteur étudié</td><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Illustrations des bassins de rétention existants</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Vue en plan</td><td>Vue intérieure du bassin</td></tr>
<tr><td>Lieu d'implantation du réseau</td><td colspan="2">Zone industrielle et commerciale</td></tr>
<tr><td>Période de retour du dimensionnement</td><td colspan="2">5 ans</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>Bassins versants</td><td colspan="3">BGC16, BGC18, BGC27, BGC28, BGC30</td></tr>
<tr><td>Schéma de localisation du réseau existant</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><td>Projet d'aménagement</td><td colspan="3">L'aménagement du réseau est réalisé au niveau des nouvelles voies. Ce réseau peut permettre de délester les réseaux existants des autres exutoires.

Ainsi, les réseaux existants du chemin du Drap, en amont des points ● (BV1 présenté sur le schéma suivant) et ● (BV2) et ceux de l'allée des Tourterelles ● (BV3), pourront être raccordés au bassin de rétention.

Le raccordement du réseau de l'allée des Tourterelles (BV3) pourra être effectué après la pose d'un réseau par fonçage sous la RDN7. Compte tenu des coûts liés à ces aménagements, le raccordement de l'allée des Tourterelles sera présenté en option.</td></tr>
<tr><td>Surface drainée</td><td colspan="3">16.22 Ha (15.16 Ha sans l'allée des Tourterelles)</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Données de débit</td><td>Nœud de réseau</td><td>Débit de capacité (m^3/s)</td><td>Débit généré par le bassin versant (m^3/s)</td></tr>
<tr><td>■</td><td>B500 (Nord) : 0.344
B400 (Est) : 0.143</td><td>B500 (Nord) : 0.634
B400 (Est) : 0.595</td></tr>
<tr><td>●</td><td>B500 : 0.543</td><td>1.651</td></tr>
<tr><td>●</td><td>0.088</td><td>0.283</td></tr>
<tr><td>●</td><td>1.543</td><td>0.252</td></tr>
<tr><td>●</td><td>1.367</td><td>0.074</td></tr>
<tr><td>□</td><td>A définir en fonction des besoins</td><td>2.115</td></tr>
<tr><td rowspan="2">■</td><td rowspan="2">A définir en fonction des besoins</td><td>Sans l'option BV3 en fonçage : 2.447</td></tr>
<tr><td>Avec l'option BV3 en fonçage : 2.699</td></tr>
</table>

Diagnostic	Les buses béton 400 et 500 en amont du point ■ disposent de capacités limitées compte tenu du bassin versant très imperméabilisé et de la faible pente du réseau. Par ailleurs, ces tronçons sont en tête de réseau dont le renforcement n'est pas prioritaire et les voiries permettent le ruissellement diffus jusqu'au point bas. La buse béton 500 située entre le point ■ et le point ● est sous-dimensionnée. Pour permettre une protection pour une pluie de période de retour de 5 ans, ce tronçon devrait être remplacé par une buse béton 800. Cependant, compte tenu des contraintes techniques et financières liées aux travaux de passage sous la RDN7, ce réseau ne sera pas recalibré. La voie Sud de la RDN7 au niveau des BV 1 et 5 ne dispose pas de réseau de collecte. Les eaux de cette voie de la RDN7 sont néanmoins collectées, soit en aval au niveau du BV6, soit par le réseau du chemin du Drap ou ruissellent au niveau des aménagements existants. La buse béton 300 située en amont du point ● est sous-dimensionnée. Cependant, ce tronçon se trouve sous une voirie dont les bordures permettent le ruissellement des eaux vers l'exutoire. De plus, les enjeux au niveau de cette voirie sont faibles. Enfin, les eaux de ce bassin versant ne seront pas renvoyées vers les nouveaux aménagements. Le schéma suivant présente les bassins versants des réseaux pluviaux étudiés. 

3 ANNEXES

ANNEXE 1 : PRINCIPE ET APPLICATION DE LA METHODE RATIONNELLE

PRINCIPE ET APPLICATION DE LA METHODE RATIONNELLE

- Principe

La méthode rationnelle permet de déterminer à l'aide d'une formulation simple les débits de pointe à l'exutoire d'un bassin versant. Elle permet de tenir compte des données locales de précipitations.

- Conditions d'application

  - ✧ Bassin versant inférieur à 200 hectares ou avec des temps de concentrations jusqu'à 15 minutes

- Hypothèses

Les hypothèses principales liées à l'utilisation de la méthode rationnelle sont les suivantes :

  - ✧ L'intensité de la pluie est uniforme et dans le temps et sur tout le bassin de drainage
  - ✧ La durée de l'averse est égale au temps de concentration du bassin versant étudié
  - ✧ La fréquence d'occurrence du débit de pointe est la même que celle de la précipitation
  - ✧ Le débit de pointe Q_p est considéré comme une simple fraction du débit précipité.

- Formulation

- L'expression de la formule rationnelle est la suivante :

$$Q_p = \frac{C \times i \times A}{360}$$

Avec :

Qp = Débit de pointe à l'exutoire (m3/s)

C = Coefficient de ruissellement

i = Intensité pluviométrique pour le temps de concentration du bassin versant (mm/h)

A = Superficie du bassin versant (Ha)

- L'intensité est calculée par la formule suivante :

$$i = a \times {t_c}^{-b}$$

Avec :

a,b = Coefficient de Montana basés sur l'exploitation statistique d'évènements pluvieux sur une station météorologique de référence par météo-France ;

t_c = Temps de concentration du bassin versant (min) dépendant de :

- La surface du bassin versant (Ha)
- la longueur du bassin versant (m)
- La pente du bassin versant (m/m)

Pour calculer le temps de concentration, plusieurs formules sont disponibles. Il est retenu la moyenne des formules données ci-dessous, avec une valeur minimale de 6 minutes qui correspond au pas de temps minimum des données pluviométriques.

- Ventura : $t_c(\min) = 0.763\sqrt{\frac{A}{I}}$
- Kirpich : $t_c(\min) = 0.01947\frac{Lo^{0.77}}{I^{0.385}}$
- Passini : $t_c(\min) = 0.14\frac{\sqrt[3]{ALo}}{\sqrt{I}}$

Avec :

A : aire du bassin versant (km²)

I : pente moyenne (m/m)

L : longueur hydraulique (m)

ANNEXE 2 : PRINCIPE ET APPLICATION DE LA METHODE DE CAQUOT

PRINCIPE ET APPLICATION DE LA METHODE DE CAQUOT

- Principe

La méthode de Caquot, ou méthode superficielle, permet de déterminer les débits de pointe à l'exutoire d'un bassin versant pour des pluies de période de retour inférieures ou égales à 10 ans. Les débits de pointe pour des pluies de période de retour supérieure sont alors extrapolés.

Cette formule permet de tenir compte de la distribution spatiale des précipitations et de l'effet de stockage de l'eau dans le bassin versant. Elle s'affranchit de l'estimation des temps de concentration souvent laborieuse.

- Conditions d'applications

  - ✧ Bassin versant urbanisé et homogène (de relief)
  - ✧ Surface comprise entre 1 ha et 200 ha. La méthode est plus faible pour des surfaces entre 5 ha et 20 ha.
  - ✧ Pente comprise entre 0.2% et 5%
  - ✧ Coefficient d'imperméabilisation supérieur ou égal à 0.2.

- Hypothèses

Les surfaces perméables participent au ruissellement à partir des pluies de période de retour supérieure à 10 ans. Par conséquent, la méthode de Caquot étant utilisée pour des pluies de période de retour inférieures ou égales à 10 ans, le coefficient de ruissellement sera assimilé au coefficient d'imperméabilisation.

- Formulation

- L'expression brute de la formule de Caquot est la suivante :

$$Q_{p\ brut} = K \times I^{\alpha} \times C^{\beta} \times A^{\gamma}$$

Avec :

$Q_{p\ brut}$ = Débit de pointe à l'exutoire (m^3/s) – formule brute

C = Coefficient d'imperméabilisation

I = Pente moyenne du bassin versant (m/m)

A = Superficie du bassin versant (Ha)

K, α, β, γ = Paramètres dépendant de a et b (coefficients de Montana)

Les coefficients de Montana sont basés sur l'exploitation statistique par météo-France d'évènements pluvieux sur la station météorologique de référence la plus proche.

- Prise en compte de la forme du bassin

Pour tenir compte de la forme des sous-bassins, un coefficient correcteur m est appliqué au calcul des débits. Ce coefficient m est déduit du coefficient d'allongement du bassin M (facteur de forme) exprimé d'après la formule suivante

$$M = \frac{L}{\sqrt{A}} \geq 0.8$$

Avec :

L = Longueur du plus long cheminement hydraulique (m)

A = Superficie du bassin versant (m²)

- ✧ Si M > 2, alors m = 1.0, sinon m est exprimé par la formule suivante :

$$m = \left(\frac{M}{2}\right)^{\frac{0.84 \times b}{1 + 0.287 \times b}}$$

Avec :

m = Coefficient correcteur

M = Facteur de forme du bassin

b = Coefficient de Montana

- L'expression corrigée de la formule Caquot est la suivante :

$$Q_{p\ corrigée} = m \times Q_{p\ brut}$$

- <u>Extrapolation</u>

Pour un débit de pointe d'une pluie de période de retour de 10 ans les débits extrapolés sont les suivants :

$$Q_2 = 0{,}6 \times Q_{10}$$
$$Q_5 = 0{,}8 \times Q_{10}$$
$$Q_{20} = 1{,}25 \times Q_{10}$$
$$Q_{30} = 1{,}4 \times Q_{10}$$
$$Q_{50} = 1{,}6 \times Q_{10}$$
$$Q_{100} = 2{,}0 \times Q_{10}$$

- <u>Remarques</u>
  - ✧ Cette méthode sous-estime les débits en ne prenant pas en compte dans le calcul du débit de pointe les débits générés par les surfaces naturelles. Cela conduit à un coefficient de ruissellement faible, en particulier pour les pluies de fortes intensités.
  - ✧ Cette méthode permet le calcul des débits de pointes pour des groupements en série ou en parallèle de sous-bassin versant.

La précision de la méthode varie entre 20% et 40%. Cette faible précision est due aux variables M et C et aux paramètres pluviométriques.